

Biblioteca



BOLETIM INFORMATIVO



B. Inf. PPT	Piracicaba	V.2	nº 12	p. 1-8	Setembro 1962
-------------	------------	-----	-------	--------	---------------

“PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO”

CONTRATO: FEALQ/FINEP/ESALQ – DEPARTAMENTO DE
SILVICULTURA/IPEF

CONVÊNIO: D/74/81/303/00/00

BOLETIM INFORMATIVO

B. Inf. PPT	Piracicaba	v. 2	n. 12	p. 1-78	Setembro 1982
-------------	------------	------	-------	---------	---------------

SUMÁRIO

I. Pessoal do projeto de pinheiros tropicais

II. Adaptação ecológica, crescimento e desenvolvimento de pinheiros tropicais

Efeito da consorciação entre *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Liquidambar styraciflua* sobre a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas

1. Summary
2. Resumo
3. Introdução
4. Material e Métodos
5. Resultados
6. Discussão
7. Conclusão
8. Agradecimentos
9. Referências Bibliográficas

III. Produção e qualidade da água em povoamentos de pinheiros tropicais

Soil moisture regime in tropical pine plantation and in “cerrado” vegetation in the State of São Paulo, Brazil

1. Abstract
2. Introduction
3. Material and Methods
4. Results and Discussion
5. Conclusions
6. Literature cited

IV. Técnicas de manejo e seu relacionamento com a produção e qualidade da madeira de pinheiros tropicais

1. Introdução

Ensaio I – Comportamento florestal do *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em diversos espaçamentos

1. Objetivos
2. Tratamentos
3. Resultados
4. Discussão

Ensaio II – Efeito da calagem e adubação fosfatada no desenvolvimento do *Pinus caribaea* var. *caribaea*

1. Objetivos
2. Tratamentos
3. Resultados e Discussão

Ensaio III – Intensidade de desrama e desbaste sobre a produtividade e qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

1. Objetivos
2. Características de ensaio
3. Tratamentos
4. Detalhamento das atividades, resultados e discussão
5. Conclusões

Ensaio IV – Determinação da dosagem mais conveniente de fosfatos naturais e de calcário no cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

1. Objetivos
2. Tratamentos
3. Resultados

V. Secagem acelerada da madeira de pinheiros tropicais em estufas industriais
Gradiente de umidade na secagem artificial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados e Discussão
4. Conclusões
5. Referências Bibliográficas

VI. Resinagem e qualidade de resina de pinheiros tropicais

A potencialidade de resinagem na região de Sacramento – MG em quatro espécies de *Pinus* tropicais

1. Introdução
2. Revisão Bibliográfica
3. Material e Métodos
4. Resultados
5. Discussão
6. Conclusões
7. Referências Bibliográficas

“PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO”

CONTRATO: FEALQ/FINEP/ESALQ – DEPARTAMENTO DE
SILVICULTURA/IPEF

CONVÊNIO: D/73/81/303/00/00

Responsável: Dr. João Walter Simões

Coordenador: Dr. Mario 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 04 – Técnicas de manejo e seu relacionamento com a produção e qualidade da madeira de pinheiros tropicais

Dr. João Walter Simões

SUB-PROJETO 08 – Características anatômicas da madeira de diferentes espécies de pinheiros tropicais

Dr. Mario Tomazello Filho

SUB-PROJETO 10 – Equipamentos e métodos para o desdobro e processamento mecânico da madeira de pinheiros tropicais

Prof. José Nivaldo Garcia

SUB-PROJETO 11 – Secagem acelerada da madeira de pinheiros tropicais em estufas industriais

Prof. Ivaldo Pontes Jankowsky

SUB-PROJETO 13 – Celulose Kraft de madeiras de pinheiros tropicais para a fabricação de papel

Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo

SUB-PROJETO 14 – Resinagem e qualidade de resina de pinheiros tropicais

Prof. José Otávio Brito

I. ADAPTAÇÃO ECOLÓGICA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PINHEIROS TROPICAIS

Efeito da consorciação entre *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Liquidambar styraciflua* sobre a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas.

EFEITO DA CONSORCIAÇÃO ENTRE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* E *Liquidambar styraciflua* L., SOBRE A CICLAGEM DE NUTRIENTES EM FLORESTAS IMPLANTADAS

**Rosani Franco de Faria Novaes*

***Fábio Poggiani*

1. SUMMARY

The rate of litter decomposition under tropical *Pinus* plantations is in general very slow. The equilibrium in the nutrients turnover may be disturbed if forest floor accumulates nutrients for a long time, mainly when the soil fertility is very low. This paper deals with monthly litterfall, rates of litter decomposition and nutrient carried on the forest floor by throughfall in the following stands planted in 1974, (Agudos, State of São Paulo Brazil): a) *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; b) *Liquidambar styraciflua* and c) a mixed stand including: *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and *Liquidambar styraciflua* (1:1).

At the present the annual restitution of nutrients by litterfall is observed in the following order: *Liquidambar* 5,317 kg/ha, mixed stand 5,570 kg/ha and *Pinus* 4,458 kg/ha. The litter on the forest floor of mixed stand appears to be decomposed at a higher rate when compared with the pure stand of *Pinus*. The litter of *Liquidambar* has a higher content of nutrients: mainly N, Ca and Mg. Probably the forest floor of *Liquidambar* stand presents a better biological activity.

2. RESUMO

As plantações de coníferas apresentam em geral uma serapilhadeira onde a decomposição do material orgânico e a liberação de nutrientes é mais lenta do que nas plantações de folhosas.

Utilizando-se três tipos de florestas plantadas: um povoamento homogêneo de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, outro de *Liquidambar styraciflua* e um terceiro misto, vem sendo estudado, desde outubro de 1980: a deposição de material orgânico e de nutrientes sobre o solo; a velocidade de decomposição da serapilheira nos três tipos de piso florestal; as características químicas e físicas da água da chuva que atravessa a copa das árvores e, algumas características físicas do solo superficial como pH e teor de umidade, nos diferentes povoamentos.

Com o presente trabalho pretende-se avaliar, do ponto de vista silvicultural, a possibilidade de implantação de povoamentos consorciados, à fim de melhorar as

* Pós-graduanda em Engenharia Florestal ESALQ-USP e bolsista da FAPESP.

** Prof. Assistente Doutor do Departamento de Silvicultura ESALQ-USP.

condições de decomposição do material orgânico e acelerar a ciclagem de nutrientes em plantios de pinheiros tropicais.

Os resultados iniciais revelam que o material proveniente do povoamento puro de *Liquidambar styraciflua* e do povoamento consorciado (1:1) apresenta uma concentração de macronutrientes mais elevada que a concentração encontrada no material originário do povoamento puro de *P. caribaea hondurensis*. A consorciação elevando o conteúdo químico da serapilheira possivelmente acelere a velocidade de decomposição das acículas de *Pinus caribaea hond.*.

3. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de madeira para os mais variados fins tem exigido a ocupação de grandes áreas com florestas implantadas de espécies de rápido crescimento. As florestas de pinheiros tropicais, quando bem conduzidas, podem produzir 35 m³/ha/ano, mesmo em solos de baixa fertilidade. Todavia, são necessários estudos ecológicos no sentido de melhor conhecer-se a evolução das características edáficas das áreas utilizadas para os reflorestamentos com *Pinus spp.*

As coníferas, em geral apresentam uma serapilheira onde a decomposição do material orgânico é mais lenta do que nas folhosas. A consorciação de coníferas com espécies folhosas poderá trazer grandes benefícios ecológicos para os reflorestamentos (FLORENCE e LAMB, 1974; COILE, 1937).

Vários aspectos ecológicos estão sendo estudados utilizando-se três tipos de florestas plantadas: um povoamento homogêneo de *Pinus caribaea hondurensis*, outro *Liquidambar styraciflua* e um terceiro misto, com ambas as espécies citadas plantadas na proporção 1:1. O objetivo primordial é o estudo da deposição de material orgânico foliar e dos nutrientes sobre o solo como também as características químicas e físicas da água da chuva que atravessa o dossel dos diferentes povoamentos e o efeito da consorciação na decomposição das acículas de *Pinus*.

No futuro talvez seja possível a implantação de florestas através da consorciação de diferentes espécies, onde a elevada produtividade e adaptabilidade que os pinheiros tropicais apresentam em relação às condições de cerrado sejam somadas às vantagens ecológicas que normalmente as folhosas oferecem.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O *Pinus caribaea hondurensis* é uma espécie bem adaptada, do ponto de vista silvicultural, para as condições ecológicas dos cerrados brasileiros e a *Liquidambar styraciflua* (espécie latifoliada, caducifólia, da família das Hamamelidáceas) é uma espécie indicada para a consorciação por ter a mesma procedência do *Pinus caribaea hondurensis*; ser tolerante a solos de baixa fertilidade (BRISCOE, 1973); produzir

madeira de boa qualidade para fabricação de chapas e obtenção de celulose (FOELKELL, 1974) e, ter ritmo de crescimento semelhante ao do *Pinus*, na região do plantio consorciado.

Os povoamentos em estudo estão situados nas dependências da Companhia Agro-Florestal Monte Alegre (CAFMA) no município de Agudos (SP), onde o clima é do tipo Cwa, a temperatura média anual é de 21°C e a precipitação anual é, em média, 1.300 mm.

A área total do experimento abrange 3.600 m², com seis parcelas de 20m x 30m. Os povoamentos foram instalados em 1973 em espaçamento 2,0m x 2,5m.

A coleta mensal de acículas e folhas vem sendo efetuada desde outubro de 1980, em 20 bandejas de 1,0m² por tratamento. As bandejas estão distribuídas ao acaso dentro dos povoamentos. As amostras de material orgânico foliar são secas em estufa a 60-70°C, pesadas e moídas. As determinações de Ca, Mg e K no material amostrado são feitas em espectrofotômetro de absorção atômica (PERKIN ELMER), após digestão segundo metodologia descrita em SARRUGE & HAAG (1974). O fósforo é analisado pelo método colorimétrico do vanádio-molibdato de amônio e o nitrogênio pelo método tradicional de KJELDAHL (LIMA, 1975).

As amostras de água da chuva no aberto são obtidas de dois pluviômetros instalados numa clareira adjacente aos povoamentos. No interior dos povoamentos foram colocados seis interceptômetros móveis com área de recepção de 314,16 cm². A coleta de água é semanal e tem sido feita desde fevereiro de 1981.

As análises de qualidade da água são efetuadas segundo metodologia descrita por LIMA (1975). São estudados:

a – Aspectos físicos: tais como pH, turbidez (FTU), condutividade elétrica (μ mho/cm) e cor da água coletada dentro e fora dos povoamentos.

b) – Aspectos químicos: teor, em ppm, de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) contidos na água da chuva coletada no aberto e naquela que interagiu com a copa das árvores nos diferentes povoamentos. As amostras de água coletadas são analisadas também quanto a sua alcalinidade (ml).

Alguns aspectos físicos da camada superior do solo, como a porcentagem de umidade e o pH estão sendo analisados em amostras coletadas a uma profundidade de até 15 cm.

O estudo da velocidade de decomposição da serapilheira nos povoamentos puros e consorciados vem sendo realizado em duas fases: uma em condições controladas de viveiro e outra nas condições naturais de campo.

a – Fase de Casa de Vegetação: visa verificar o efeito da consorciação na velocidade de decomposição da serapilheira de *Pinus* em condições padronizadas de luz, umidade e peso inicial das amostras. As cem parcelas (0,42m²) estão distribuídas em quatro blocos e instaladas nas dependências do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP. Os tratamentos são cinco, a saber:

- Tratamento 1: 100% de folhas (*Liquidambar*) + 0% de acículas (*Pinus*)
- Tratamento 2: 75% de folhas (*Liquidambar*) + 25% de acículas (*Pinus*)
- Tratamento 3: 50% de folhas (*Liquidambar*) + 50% de acículas (*Pinus*)
- Tratamento 4: 25% de folhas (*Liquidambar*) + 75% de acículas (*Pinus*)
- Tratamento 5: 0% de folhas (*Liquidambar*) + 100% de acículas (*Pinus*)

A cada três meses são retiradas amostras e no final de um ano será possível estimar a velocidade de decomposição dos diversos tipos de materiais orgânicos através da perda gradativa no peso seco das amostras. Desta forma, pretende-se avaliar se efetivamente existe uma ação benéfica das folhas de *Liquidambar* sobre a decomposição das acículas de *Pinus* e, em que proporção este efeito se manifesta.

b – Fase de campo – tem o objetivo de estimar, em condições naturais, qual o tempo que cada tipo de serapilheira levará para decompor metade do peso de material acumulado em 7 anos. Foram estabelecidos e cobertos quatro blocos por tratamento cujo tamanho variou em função do número de repetições definido na pré-montagem.

5. RESULTADOS

Os resultados iniciais deste estudo são apresentados à seguir:

A Tabela I mostra os resultados de coleta de material orgânico provindo das árvores nos diferentes povoamentos no período de outubro de 1980 a setembro de 1981.

MESES	Precip. mensal (mm)	Temper. médias (°C)	Temper. mínim. (°C)	QUANTIDADE DE MATERIAL FOLIAR		
				Acículas <i>Pinus</i>	Folhas <i>Liquid.</i> (kg/ha)	Folhas e Acículas
OUT/80	58	23,8	17,1	392,2	382,7	339,6
NOV/80	171	24,8	19,2	239,1	45,4	88,6
DEZ/80	293	24,9	20,0	74,7	55,4	56,2
JAN/81	359	25,4	20,9	55,3	114,5	56,6
FEV/81	66	26,1	20,6	125,5	310,4	97,2
MAR/81	38	25,3	19,4	272,5	947,0	350,8
ABR/81	63	23,3	17,8	388,9	782,8	844,8
MAI/81	33	22,1	15,7	451,7	946,2	1.552,5
JUN/81	112	18,0	11,4	358,4	439,3	462,0
JUL/81	10	16,7	9,5	416,1	691,9	320,0
AGO/81	38	19,8	12,0	834,7	447,6	638,7
SET/81	24	22,9	14,1	849,0	417,7	510,2
TOTAL	1.265			4.458,2	5.317,5	5.570,9

TABELA I : Deposição mensal de folhas e acículas em plantações homogêneas e consorciadas de *Pinus caribaea hondurensis* e *Liquidambar styraciflua*.

Através do historograma da Figura I, pode-se observar a queda diferencial de acículas e folhas nos diferentes povoamentos e nas diferentes épocas do ano, no período de outubro de 1980 a setembro de 1981.

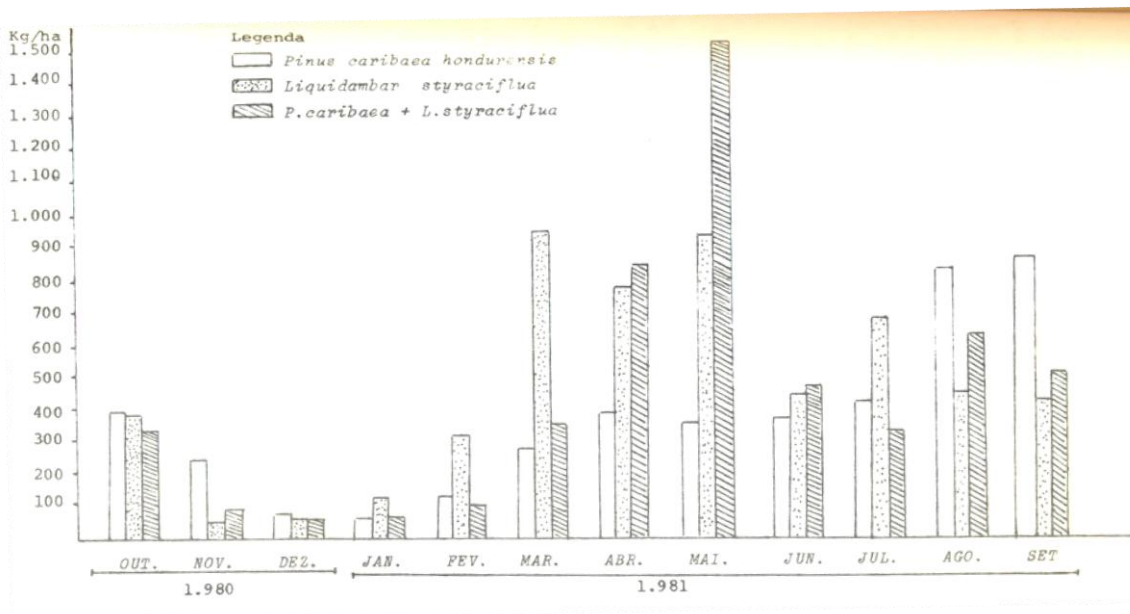


Fig. I: Queda mensal de folhas e acículas em plantios puros e consorciados de *P. caribaea hondurensis* e *Liquidambar styraciflua*, plantados em espaçamento 2,0 x 2,5m.

A deposição de macronutrientes no solo (kg/ha), de outubro de 1980 à setembro de 1981 foi variável em função do tipo de povoamento, como resumidamente mostra a Tabela II.

Espécie	NUTRIENTES DEPOSITADOS (kg/ha/12 meses)				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>P. caribaea</i>	20,32	1,06	9,89	12,73	2,78
<i>L. styraciflua</i>	40,54	2,54	10,93	37,40	12,70
<i>Pinus + Liquidambar</i>	35,02	2,53	11,00	30,84	9,73

TABELA II – Nutrientes depositados mensal ao solo em plantações de *Pinus caribaea hondurensis*, *Liquidambar styraciflua* e no plantio consorciado, no período de 06/out/80 à 30/set/81.

Os resultados do estudo da qualidade da água dentro e fora dos povoamentos, no período de 15/02/81 à 03/11/81, são apresentados nas Tabelas III e IV.

A Tabela III resume os resultados iniciais do estudo da composição química da água da chuva amostrada e daquela que atravessou as copas das árvores.

Tipo de cobertura florestal	Precip. (mm)	Água PI	CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (ppm)				
			N	P	K	Ca	Mg
<i>Pinus caribaea hond.</i>	550,9	446,3	.24	1,28	8,72	5,61	3,07
<i>L. styraciflua</i>	550,9	465,5	.22	1,63	7,48	6,09	1,94
<i>Pinus + Liquidambar</i>	550,0	427,3	.19	1,66	7,47	5,90	1,69
Água da chuva			.16	0,88	3,41	3,14	0,68

TABELA III – Valores de precipitação medida durante o período de coleta; média da quantidade de precipitação interna (PI) e teores de macronutrientes nas amostras analisadas no período de 15/02-03/11/81

A Tabela IV resume os resultados do estudo das características de: pH, condutividade, cor, turbidez e alcalinidade da água da chuva coletada dentro e fora dos povoamentos.

Tipo de cobertura florestal	ALCALINIDADE (ml)	CONDUTIVIDADE (μ mho/cm)	COR	TURBIDEZ (FTU)	pH
<i>Pinus caribaea</i>	1,1	84,4	43,8	4,2	5,5
<i>L. styraciflua</i>	1,1	71,4	85,1	5,5	6,1
<i>Pinus + Liquidambar</i>	0,9	95,3	75,0	5,2	5,9
Água da chuva no aberto	0,7	31,2	19,7	2,8	5,6

TABELA IV – Valores médios de alcalinidade, condutividade elétrica, cor, turbidez e pH da água coletada dentro e fora dos povoamentos homogêneos e consorciados de *Pinus caribaea* e *L. styraciflua*, no período de 15/02-03/11/81.

Os resultados iniciais das determinações de porcentagem de umidade e pH do solo superficial estão resumidos abaixo:

Tipo de solo	% de umidade	pH
Sob serapilheira de <i>Pinus</i> ...	8,41	4,0
Sob serapilheira de <i>Liquidambar</i> ..	9,73	4,1
Sob serapilheira do povoamento consorciado....	8,73	4,0

Quanto ao estudo da velocidade de decomposição, os primeiros resultados deverão ser obtidos à partir de maio/82. Análises químicas realizadas com material coletado na pré-amostragem indicam algumas tendências (vide Tabela V).

Espécie	CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Pinus caribaea</i>	0,538	0,026	0,063	0,314	0,054
<i>L. styraciflua</i>	0,840	0,056	0,059	0,625	0,172
<i>Pinus + Liquidambar</i>	0,825	0,056	0,061	0,615	0,134

TABELA V – Teores médios de macronutrientes (%) contidos na serapilheira dos povoamentos de *Pinus caribaea hondurensis*, *Liquidambar styraciflua* e na serapilheira do povoamento consorciado.

6. DISCUSSÃO

Através dos resultados preliminares pode-se observar algumas tendências: a concentração de macronutrientes no material depositado no povoamento de *Pinus* é inferior à concentração encontrada nos demais povoamentos; o material do povoamento misto tem teores mais próximos aos teores do material de *Liquidambar*, que é o mais rico em macronutrientes.

O total estimado de acículas de *Pinus* depositadas no solo é de 4.458,2 kg/ha/ano enquanto que no povoamento de *Liquidambar* está ao redor de 5.317,5 kg/ha/ano e no povoamento misto..... 5.570,9 kg/ha/ano. Embora a queda tenha sido irregular entre os tratamentos no decorrer dos meses, não há diferença significativa na deposição de material orgânico foliar exceto no povoamento de *Pinus* que derrubou cerca de 1.000 kg/ha/ano a menos que os demais povoamentos, no período de outubro de 1980 à setembro de 1981.

Nota-se que o povoamento de *Liquidambar* e o povoamento misto devolveram ao solo uma quantidade maior de nutrientes (Tab.II). A consorciação parece beneficiar a ciclagem de nutrientes pelo aumento do conteúdo químico do material se compararmos com o povoamento homogêneo de *Pinus*.

Os teores mais elevados de N, do material do talhão de *Liquidambar* e do consorciado deverão estabelecer uma relação C/N mais favorável à decomposição da serapilheira (MASON, 1980). Os teores mais elevados de Ca e Mg devem ter também uma ação benéfica na elevação do pH da serapilheira e melhoria das condições abióticas do meio proporcionando maior diversidade biológica e melhores condições para a decomposição do material orgânico depositado.

O processo de lavagem foliar é, como citado por ATTWILL, 1966 e LIMA, 1979, um fator adicional à ciclagem de nutrientes do “site”. Durante o período de observação (fev-nov/81) as amostras de água coletadas no interior dos povoamentos apresentaram uma concentração de macronutrientes mais elevada que a observada na água coletada no aberto. Os elementos mais lixiviados foram o K e o Ca...(vide Tab. III).

Os valores de condutividade elétrica, cor, alcalinidade e turbidez da água de precipitação interna, em todos os povoamentos, foram aumentados em relação aqueles encontrados na água da chuva coletada no aberto (vide Tab. IV).

A serapilheira formada pela deposição de material vegetal é decomposta num processo que envolve uma interação complexa de atividades físicas e biológicas. Muitos fatores influenciam a velocidade de decomposição da serapilheira: pH, temperatura, umidade, conteúdo químico e estrutural da serapilheira, quantidade de macro e microfauna, riqueza mineral do solo, presença de substâncias tóxicas, etc (PRITCHET, 1979). A velocidade de decomposição varia muito de espécie para espécie, sendo o conteúdo químico e estrutural das folhas um fator de grande importância. Folhas duras ou com altos teores de polifenóis tornam-se poucos palatáveis aos invertebrados (SPAIN, 1975). A decomposição é favorecida quando o meio não apresenta fatores limitantes como: pH muito alto ou muito baixo, presença de substâncias tóxicas, falta de arejamento, temperaturas extremas ou falta de umidade, etc (PRIMAVESI, 1980; FRANÇA, 1980).

Segundo MASON (1980), de modo geral, as serapilheiras de coníferas são mais ácidas que as de folhosas e muitas vezes não favorecem a rápida decomposição pela presença de grandes quantidades de ligninas nas folhas, pouca diversidade biológica, etc. Diz-se que a decomposição ocorre mais rapidamente em material com mais N, ou seja baixa relação C/N.

Como pode-se observar na tabela V, as serapilheiras dos povoamentos de *Liquidambar styraciflua* e do consorciado apresentaram teores mais elevados de N, P, Ca e Mg que a do *P. caribaea hond.* Na serapilheira de *Pinus* a concentração dos nutrientes é a metade (Ca, P), um terço (Mg) e no caso do N, bastante inferior à concentração encontrada nos outros dois tratamentos.

A consorciação elevando o conteúdo químico da serapilheira deverá ter um efeito favorável na aceleração da velocidade de decomposição das acículas de *Pinus*.

Espera-se que a *Liquidambar styraciflua* sendo uma espécie caducifólia tenha um consumo menor de água em relação ao *Pinus* nos meses do ano em que perde suas folhas. Esta economia no consumo de água foi observada por BIROT e GALABERT (1969) estudando a consorciação de espécies perenes e caducifólias em regiões semi-áridas.

7. CONCLUSÕES

Os dados obtidos no primeiro ano de coleta já evidenciam algumas tendências no comportamento dos diferentes talhões florestais em estudo:

a – o “litter” do talhão de *Liquidambar styraciflua* possui em geral um teor mais elevado de nutrientes do que o “litter” do talhão de *Pinus*.

b – O “litter” do talhão misto apresenta concentrações de macronutrientes intermediárias porém, mais próximas as obtidas no talhão de *Liquidambar styraciflua*.

c – A deposição de material orgânico no solo do povoamento de *Pinus*, no período de outubro de 1980 à setembro de .. 1981, foi menor que nos demais povoamentos.

d – As análises químicas da água de precipitação interna, isto é, da água da chuva interagiu com a copa das árvores, revelam que ocorreu uma lixiviação foliar significativa.

e – A serapilheira formada no povoamento homogêneo de *Pinus caribaea hondurensis* é a que apresenta concentrações de macronutrientes mais baixas, devendo ser a mais limitante a rápida decomposição do material orgânico acumulado.

Estudos com outras espécies e em locais diversos deverão ser feitos futuramente à fim de dar maiores subsídios à prática de plantios florestais consorciados.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu agradecimentos à Companhia Agro-Florestal Monte Alegre – CAFMA -, nas pessoas do Engenheiro Agrônomo Francisco Bertolani e dos Engenheiros Florestais Norival Nicolielo e João Batista Garnica, que vem dando estreita colaboração no desenvolvimento das atividades de campo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTIWILL, P. M. – The chemical composition of rainwater in relation to cycling of nutrients un nature *Eucalyptus* forest. *Plant and soil*, The Hague 24(3):390-406, 1966.

BIROT, Y. & GALABERT, J. – Economie de l'eau et travail Du sol dans les lantations forestieres de zone seche aplicacion a la zone Sahelo-Soudanaise. *Bois et foret des tropiques*, Nogent Sur-Marne, (130) : 57-8, 1970.

BRISCOE, C. B.,- *Sweetgum.....an american wood*. Washington, Forest Service, 1973. 6 p.

COILE, T. S.,- Composition of the leaf litter of Forest Trees. *Soil Science*, 43:349-355, 1937.

FLORENCE, R. G. & LAMB D., - Influence of stand and site on radiata pine litter in south Australia. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Rotorua, 4 (3) : 502-10, 1974.

FOELKELL, C. F. B., - *Celulose sulfato de Liquidambar styraciflua*. Piracicaba, ESALQ/DS, 1974. 9 p.

GOLLEY, F. B. et alli – *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo, EPU/EDUSP, 1975. 256p.

LIMA, W. P., - *Estudos de alguns aspectos qualitativos e quantitativos do balanço hídrico em plantações de eucalyptus e pinus*. Piracicaba, 1975. 111p. (Tese-Doutoramento-ESALQ).

- LIMA, W. P., - 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) : 20-40, 1979.
- MASON, C. F., - *Decomposição*. São Paulo, EPU/EDUSP, 1980. 62 p.
- PRIMAVESI, A., - *O manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo, Nobel, 1980. 541 p.
- PRITCHET, W. L., - *Properties and management of forest soils*. New York, John Wiley, 1979. 500 p.
- SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P., - *Análise química das plantas*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- SPAIN, A. V., - Aspects of the role of the biota in forest litter decomposition. *Australian Forestry*, Melbourne, 38 (3) : 171-6, 1975.
- SPINA-FRANÇA, F. - *Acúmulo de "litter" em povoamentos de pinus*. Piracicaba, ESALQ/DS, 1980. 36 p. (não publicado).

II. PRODUÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA EM POVOAMENTOS DE PINHEIROS TROPICAIS

Soil moisture regime in tropical pine plantations and in “cerrado” vegetation in the State of São Paulo, Brazil.

SOIL MOISTURE REGIME IN TROPICAL PINE PLANTATIONS AND IN “CERRADO” VEGETATION IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL*

Walter de Paula Lima**

1. ABSTRACT

Soil moisture was measured gravimetrically during a 24-month period in 12-year old plantations of *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* and *Pinus oocarpa* Schiede, as well as in an adjacent natural reserve of “cerrado” vegetation, in the state of São Paulo, and the data were used to compare the soil water regime in these different vegetations. Measurements were made monthly at the depths of 0, 50, 100, 150 and 200 centimeters, with three replications in each plot. The *P. hondurensis* and the “cerrado” plots were adjacent, whereas the *P. oocarpa* plot was about 800 meters apart. Soil in the area was typical of cerrado soils, being sandy very deep, and well drained. The results in general did not show any adverse effect to the soil water regime which could be ascribed to the reforestation of “cerrado” soils with tropical pine species. The soil under cerrado vegetation was in general more humid than the soil under the pine plantations throughout the study period. Between the pine species, the *P. oocarpa* plantation caused a smaller depletion of the soil water, presenting an overall soil water regime which was very similar to the one observed in the “cerrado”.

2. INTRODUCTION

The study of soil water regime in Forest plantations can be viewed in two important aspects: first, soil moisture in one of the most important environmental factor affecting site productivity (McCLURKIN, 1958), (ZAHNER, 1968), (ZIMMERMAN et al, 1972), (MADER, 1978), (FRALISH et al, 1978); secondly, it provides a means of evaluating some environmental effects of these plantations, particularly those related to any adverse effect caused to the soil water (REYNOLDS and WOOD, 1977).

This second aspect should be scrutinized in any large scale reforestation program. As PEREIRA (1973) puts it: “... is clear that forests should neither be felled nor planted on a large scale without a study of the potential hydrological changes which may be expected...There is good sense, both practically and scientifically, in early initiation of pilot schemes to provide measurements. The reduction in guesswork can save very large sums of money”

Acknowledgements: The study area is located on lands owned by Cia. Agro-Florestal Monte Alegre. Financial support was provided by the BNDE (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico), through the Project FUNTEC N° 305/76. Research grant was provided by the CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Project N° 1111.0135/78.

* Trabalho apresentado no XVII IUFRO – Congresso Mundial Kyoto – Japão – Setembro – 1981

** Professor Adjunto – Departamento de Silvicultura ESALQ/USP

In some parts of the country, several reforestation programs have been using various pine species for the formation of fast growing pine forests. In the region where the present study was conducted, extensive areas of “cerrado” vegetation have been replaced by tropical pine forests. In view of the need for information regarding soil moisture management in these new forests (STONE, 1978), and also considering the relevance of scientifically assessing any possible adverse hydrologic effect of such vegetation replacements, the present study was aimed at acquiring the following information:

- a) the annual range of soil water under plantations of tropical pine species in comparison with that observed under “cerrado” vegetation;
- b) the patterns of soil water depletion in tropical pine forests and in “cerrado”;
- c) the total amount of water stored in the soil profile in different periods of the year in these different vegetational covers;
- d) comparison of soil water utilization pattern and the growth rate of the pine species studied.

Similar studies have been conducted in various countries in the world: (COHEN et al, 1966), (KITCHING, 1967), (SHACHORI et al, 1967), (ORR, 1968), (REPNEVSKAJA, 1969), (HERRING, 1970), (LAMBERT et al, 1971), (BUBLINEC, 1972), (BREWER & LINHARTZ, 1978). In Brazil, very few such studies have been carried out: (FERRI, 1961), (CERVELLINI et al, 1972), (LIMA & REICHARDT, 1977).

3. MATERIAL AND METHODS

The Study Area

The experiment was carried out on lands owned by the Companhia Agro-Florestal Monte Alegre (CAFMA), which is located in the county of Agudos, in the State of São Paulo, Brazil. Total area of the Company is about 12 000 há, almost all reforested with conifers, chiefly tropical pine species.

The plots were located in two tropical pine stands: a 28,7 ha stand of *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* and a 53,0 ha stand of *Pinus oocarpa*, Schiede. Both were planted in 1966, on a 2,5 m x 2,0 m spacing. A third plot was also installed in a reserve of “cerrado”, which represents the original vegetation cover in the area. The “cerrado” vegetation is surrounded by the stand of *P. caribaea*, whereas the stand of *P. oocarpa* is located about 800m apart.

During the study period, average d.b.h. and height were 27,0 cm and 20,1 m, for the *P. caribaea*, and 20,1 cm and 19,9 m, for the *P. oocarpa*.

Thinning production and number of remaining trees after the three thinnings performed in the study stands can be seen in Table 1:

Table 1: Thinning production and number of remaining trees (data from the file of CAFMA).

Species	Date of thinning	Number of remaining trees	Wood Production (m ³ /ha, debarked)
<i>P. caribaea</i>	1974	-	45,9
	1976	993	16,0
	1978	700	56,6
<i>P. oocarpa</i>	1974	-	26,2
	1976	1040	18,5
	1978	700	40,2

Climatic characteristics of the study area can be observed in the climatic diagram in Figure 1.

The topography is, in general, gently sloping, but the experimental plots were located in level ground.

Soil is typical of “cerrado”, being sandy, very deep, well drained, acid, and of low fertility. Table 2 shows some profile characteristics of the soil in the study area.

Table 2: Soil horizons, depth, mechanical analysis and bulk density of the study area.

Horiz.	Depth (cm)	Mechanical analysis			Bulk density (g/cm ³)
		sand	silt (%)	clay	
A _p	0-15	87,1	2,4	10,5	1,44
A ₃	15-43	86,4	2,7	10,9	1,52
B ₁	43-73	83,8	3,3	12,9	1,52
B _{2.1}	73-120	80,1	5,8	14,1	1,55
B _{2.2}	120-165	81,5	3,2	15,3	1,54
B ₃	165-205	80,5	3,8	15,7	1,53
C	205-300	80,7	2,9	16,4	-

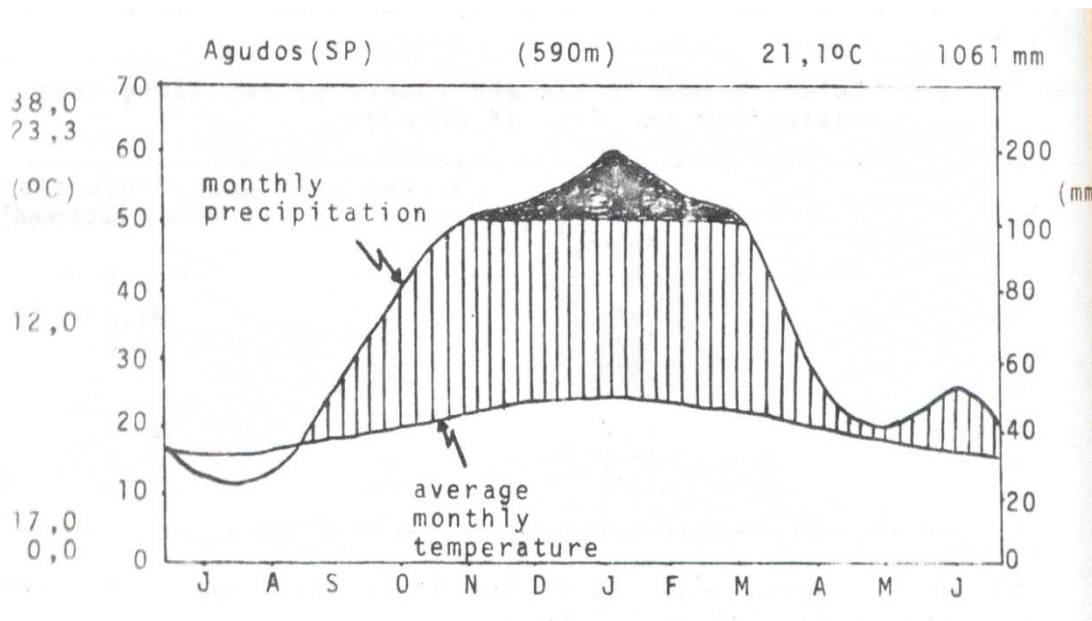


Figure 1: Climatic diagram of the study area.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of the soil water data showed large variations in total soil water in the two-meter soil profile along the months for all vegetations.

These fluctuations in soil moisture were not similar in all the soil depths studied. Much of the monthly variation in soil water content occurred only at the surface (0 cm depth) and down in the 50-cm depth. At the depth of 100-cm and below, the water content in the soil was more uniform throughout the period of study in the three different vegetations.

The differences in soil water content among the species studied were greatest in the surface layer of soil.

Considering the 24 months of the study period, and taking the average monthly values of soil moisture content for the total profile, and rainfall data, these average values were used to construct Figure 2, which shows the mean annual fluctuation of total soil water, in mm, for the tropical pine forests in comparison with that of the “cerrado” vegetation, together with the mean monthly precipitation, and with the average values of moisture retention in the soil at 1/3 and 15 atm of negative pressure.

The figure shows that the soil under “cerrado” vegetation was, in general, always more humid than the soils under the tropical pine forests. Between the pine species, the soil was always more humid under the *Pinus oocarpa* forest. The *Pinus caribaea* var. *hondurensis* forest, therefore, was responsible for the highest depletion of soil water throughout the study period. The differences in soil water utilization among the covers tended to be higher during the dry months of the year. As shown in the average pattern of soil moisture utilization of Figure 2, only in the case of *P. caribaea* plot did the soil water content fall below the 15 atm tension during the driest period of the year (august-september).

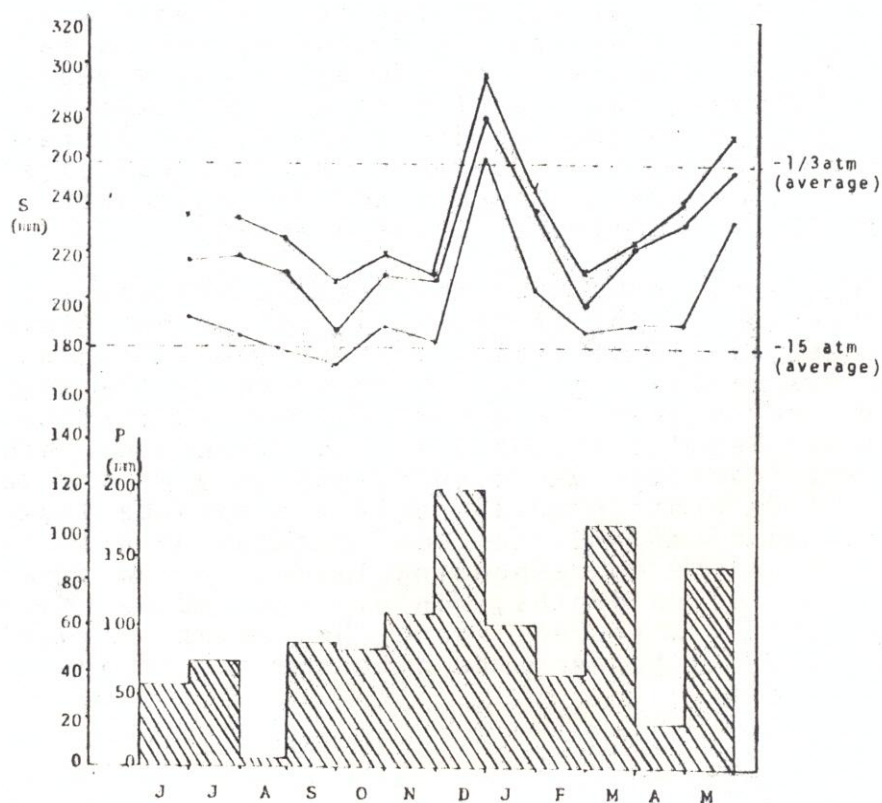


Figure 2: Average monthly fluctuation of total soil water in the 200 cm soil profile (S) in millimeters and average monthly precipitation for the study period (average of two-year measurements).

Legend:
 x — Cerrado
 o — *Pinus oocarpa*
 • — *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

The differences in soil water regime thus discussed are, therefore, in terms of monthly values of soil moisture, species studied, and different depths of the soil profile. To test the significance and the extent of these differences, the data was submitted to analysis of variance. Table 3 summarizes the results of the separate analyses:

Table 3: Analysis of variance for the monthly values of soil moisture contents in the three different study vegetation.

Source	d.f.	S.S.	M.S.	F
Species (S)	2	301,46	150,73	6,37*
Depths (D)	4	37,80	8,20	0,35 n.s.
Interaction (SxD)	8	189,16	23,65	2,15*
Error	276	1013,71	11,02	

* significant at the 5% level
 n.s. non significant

Table 3 shows that the difference in monthly soil water content among the covers during the study period was significant at the 5% level. Results of the Tukey's test showed, however, that the difference was significant only between *Pinus caribaea* and "cerrado". In another words, there was no difference, from the statistical viewpoint, between the tropical pine species, or between the *Pinus oocarpa* forest and the "cerrado" vegetation in regards to soil moisture utilization.

Table 3 also shows that the species studied act differently in the different depths of the soil, as can be inferred from the significance, at the 5% level, of the interaction (S X D). This inference was checked by the partitioning of the degrees of freedom of the interaction and by further comparison through – Tukey's test. Results showed that the difference between *P. caribaea* and "cerrado" was significant only at the surface layer of the soil. In another words, only the surface layer of the soil (0 cm depth) of the "cerrado" vegetation was significantly more humid than corresponding layers in the pine forests. In all other studies depths, monthly soil water contents were not significantly different among the covers, as well as there were no differences between the pine species in any individual soil depth.

Another way of viewing the differences in the pattern of soil moisture utilization by the study vegetation during the experimental period is through the curves of Figures 3 and 4. Figure 3 shows the distribution of soil water in the entire profile in two occasions: part A of the figure depicts the lowest reading of soil moisture contents, which were determined in august 3 1st, 1977; part B shows the highest values determined in january 2 nd, 1979. The values of the 1/3 – and 15atm tension are averages for individual determination in each depth in the three plots. In Figure 4, part A is the mean moisture content in the soil for the dry season (april-september), and part B is the soil for the content for the rainy season (october-march). Again the values of 1/3 – and 15 atm tension are averages for each depth. The differences in the pattern of soil moisture utilization by the three covers along the 200 cm of soil profile are again shown in these figures, noticing the glaring tendency of the soil under *Pinus caribaea* var. *hondurensis* forest of being always drier in comparison with the other pine forest and with the "cerrado" vegetation.

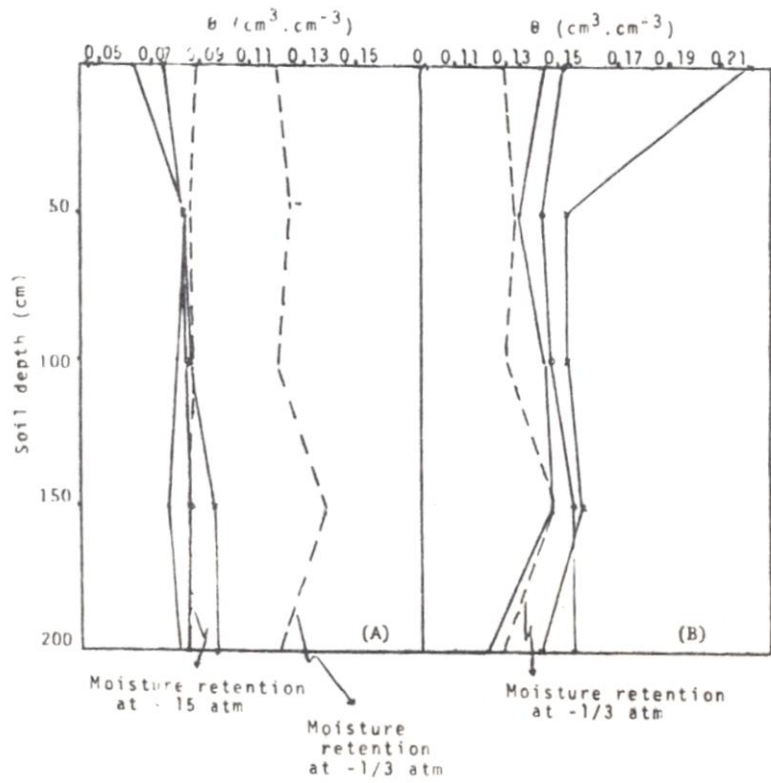
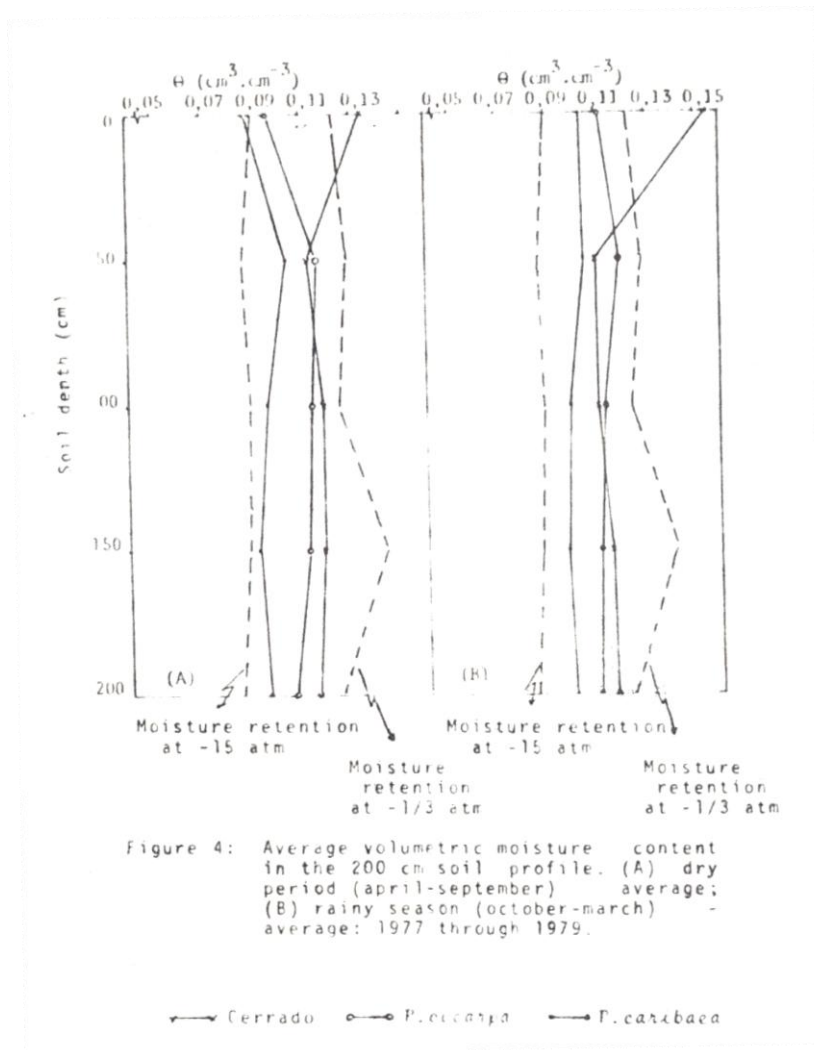


Figure 2: Volumetric moisture profile in the 200 cm depth of soil : (A) smallest values of moisture content observed during the study period, as determined in August 31, 1977; (B) highest reading observed in January 02, 1979.

▲ Cerrado ○ *P. occulta* ■ *P. caribaea*



It is interesting to make additional comments on the difference in soil water utilization between the two tropical pine species. Although the quantitative differences in soil water depletion between them were not statistically significant, they can however, be compared with differences in silvicultural characteristics of each species, as already given in Table 1. On the other hand, BERTOLANI & NICOLIELO (1977) state that *Pinus caribaea* var. *hondurensis* forests in Agudos are presenting excellent volumetric growth, with mean annual increment around 28 m³/ha/year of debarked wood at the age of 15 years. For this species, however, the authors cite that the percentage of defective trees is high. As for the *Pinus oocarpa* forests, mean annual increment in Agudos is around 20 to 25 m³/ha/year, at the same age, but presenting less defective trees. In terms of wood specific gravity for populations of the two pine species in Agudos, Table 4 is according to data given in FERREIRA et al (1978), and shows the following values of specific gravity according to the age of the plantations:

Table 4: Wood specific gravity of population in g/cm³ (after FERREIRA et al 1978).

Species	Age (years)	Specific gravity (g/cm ³)
<i>Pinus caribaea</i>	6	0,351
var.	12	0,408
<i>hondurensis</i>	14	0,417
<i>Pinus oocarpa</i>	6	0,390
	12	0,413
	13	0,443

It can thus be seen that the *P. oocarpa* species presents a smaller rate of development in comparison with *P. caribaea* var. *hondurensis* in the study area. This difference should, however, be viewed in terms of the better form of the trees in the case of *P. oocarpa*, of the higher value of the wood specific gravity, as well as from the hydrological standpoint, according to the results of the soil water regime obtained in the present study, i.e., of the tendency of the *P. oocarpa* forest to use less water in comparison with *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Rainfall interception was also measured in the study plots, and the results (LIMA & NICOLIELO, 1981) can also be used to give additional explanation of the differences in soil water utilization patterns. Average values of rainfall interception are as follows: "cerrado", 27,3%; *P. oocarpa*, 12,0%; *P. caribaea* var. *hondurensis*, 11,7%. RUTTER (1968), SINGH & SZEICZ (1979), and BORMAN & LIKENS (1979) contain results and discussion important about the implication of the interception results in this aspect. SINGH & SZEICZ (1979), for instance, determined that the evaporation of intercepted water occurs at a rate 2 to 3 times greater than the transpiration that would have occurred if it had not rained, and that about 1/3 to 1/20 of the intercepted water corresponds to the economy of soil water use as a consequence of the reduction in transpiration.

5. CONCLUSIONS

From the viewpoint of soil water utilization, the results of the present study did not show any adverse effect which could be ascribed to the replacement of "cerrado" vegetation by fast growing forests of tropical pine species. The soil under "cerrado" vegetation was always more humid than the soil under pine, throughout the study period, but the difference was statistically significant only in relation to the surface layer of soil, and only in relation to one the pine species studied. Comparing *Pinus oocarpa* with *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, the first species would be recommended for reforestation in areas of "cerrado" similar to the study area. Besides presenting a relatively good development, this species presented an overall soil water utilization pattern which was very similar to that observed under the original "cerrado" vegetation.

7. LITERATURE CITED

- BERTOLANI, F. & NICOLIELO, N. – Performance and tree improvement programme of tropical pines in the region of Agudos, São Paulo, Brazil. In: Workshop on Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, p. 808-818, 1977.
- BORMAN, F.H. & LIKENS, G.E. – Patterns and process in a forested ecosystem. New York, Springer-Verlag; 253 p, 1979.
- BREWER, C.W. & LINHARTZ, N.E. – Soil moisture utilization by mature loblolly pine stands in the Coastal Plain of southeastern Louisiana. In: Soil moisture-site productivity symposium. Myrtle Beach, S. C., Nov. 1977. USDA Forest Service, p. 296-306, 1978.
- BUBLINEC, E. – Influence of pine monocultures on momentary soil moisture. Acta Inst. Forestalis Zvolen., 3:125-160, 1972. Apred: Forestry abstracts. Oxford, 35(7): 3470, 1974.
- CERVELLINI, A.; REICHARDT, K.; SALATI, E.; ZUR, B. – Preliminary studies on the water economy in “cerrados”. Piracicaba, CENA, Boletim Científico BC-008, 18p., 1972.
- COHEN, O.P.; KAPLAN, J; SHARABANI, N. – Water balance under pine plantations and natural herbaceous vegetation in the Judean Foothills. In: 6th World Forestry Congress Madrid. p. 3811-3814, 1966.
- FERREIRA, M.; AMARAL, A.C.; BERTOLANI, F.; NICOLIELO, N. – Rendimento em peso seco de madeira de plantações de pinheiros. IPEF, Piracicaba (17):78-89, 1978.
- FERRI, M.G. – Aspects of the soil water-plant relationships in connexion with some Brazilian types of vegetation. In: Tropical soil and vegetation proc., Abidjan symposium, Unesco, p. 103-109, 1961.
- FRALISH, J.S.; JONES, S.M.; O'DELL, R.K.; CHAMBERS, J.L. – The effect of soil moisture on site productivity and forest composition in the Shawnee Hills of southern Illinois, In: Proc. soil moisture-site productivity symposium. Myrtle Beach, SC, USDA Forest Service, 1978.
- HERRING, H.G. - Soil moisture trends under three different cover conditions. U. S. Forest Service Research Note PNW 114, 1970.
- KITCHING, R. – Water use by tree plantation. Journal of hydrology, Amsterdam, 5:206-213, 1967.
- LAMBERT, J.L.; GARDNER, W.R.; BOYLE, J.R. – Hydrologic response of a young pine plantation to weed removal. Water resources research, Washington, 7(4) : 1013-1019, 1971.

- LIMA, W.P. & REICHARDT, K. – Regime da água do solo sob florestas homogêneas de eucalipto e de pinheiros. CENA, Boletim Científico BC-043, Piracicaba, 31 p, 1977.
- LIMA, W.P. & NICOLIELO, N. – Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em vegetação de cerrado. To be presented at the IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, Nov. 1981.
- MADER, D.L. – The role of soil moisture in forest site productivity in Massachussets. In : Symp. on soil moistute-site productivity. Myrtle Beach, SC, USDA Forest Service, 1978.
- McCLURKIN, D.C. – Soil moisture content and shortleaf pine radial growth in north Mississipi – Forest Science, Washington, 4(3): 232-238, 1958.
- ORR, H.K. - Soil moisture trends after thinning and clearcutting in a second-growth ponderosa pine stand in the Black Hills. O. S. Forest Service Research Note RM-99, 8 p, 1968.
- PEREIRA, H.C. – Land use and water resources in temperate and tropical climates. London, Cambridge University Press, 246 p. 1973.
- REPNEVSKAJA, M.A. - Soil moisture regime in the scots pine forests of the Kola Peninsula. Lesove., Moskva, 3:78-82, 1969. Apud: Forestry abstracts, Oxford, 31(2) : 2143, 1970.
- REYNOLDS, E.R.C. & WOOD, P.J. – Natural versus man-made forests as buffers against environmental deterioration. Forest ecology and management, (1) : 83-96, 1977.
- RUTTER, A.J. – Water consumption by forests. In: Kozlowski, T. T. (Ed.) Water deficits and plant growth, New York, Academic Press, p. 23-84, 1968.
- SHACHORI, A.; ROSENZWEIG, D.; POLJAKOFF-MAYBER, A. – Effect of mediterranean vegetation on the moisture regime. In: Sopper, W.E. & Lull, H.W. (Ed), International Symposium on Forest Hydrology, New York, Pergamon Press, p. 291-311, 1967.
- SINGH, B. & SZEICZ, G. – The effect of intercepted rainfall on the water balance of a hardwood forest. Water resources research, Washington, 15(1) : 131-138, 1971.
- STONE, E.L. – A critique of soil moisture site productivity relationships. In: Soil moisture-site productivity symposium. Myrtle Beach, SC, USDA Forest Service, p. 377-387, 1978.
- ZAHNER, R. – Water deficits and growth of trees. In: Kozlowski, T.T. (Ed.) Water deficits and Plant Growth, New York, Academic Press, p. 191-254, 1968.

ZIMMERMAN, R.W.; ROLFE, G.L.; ARNOLD, L.E. - Soil moisture and radial tree growth on a southern Illinois oak-hickory watershed. University of Illinois Forestry Research Report n° 77, 2p. 1977.

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

Comportamento florestal do *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* nos diversos espaçamentos.

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

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

Determinação da dosagem mais conveniente de fosfatos naturais e de calcário no cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

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

João Walter Simões*

1. INTRODUÇÃO

Após a implantação dos experimentos de campo, ou seja, depois de formados os povoamentos de árvores (fase que é alcançada quando as copas se encontram, recobrando e ocupando totalmente o terreno), as atividades de manutenção resumem-se no controle preventivo de incêndios e no combate periódico das formigas cortadeiras.

Para isso, anualmente, no início do período seco, é feita a limpeza dos aceiros internos e externos que contornam os experimentos, visando impedir a entrada de incêndios externos.

O combate às formigas é feito uma a duas vezes por ano, repassando-se internamente os povoamentos em busca dos formigueiros ativos. Nestes se aplicam o formicida, usualmente na forma de isca, durante o período seco.

Dessa forma se tem mantido intactos os experimentos, livres de pragas e doenças, crescendo regularmente com alta sobrevivência.

O acompanhamento do crescimento e comportamento das árvores, dentro dos vários tratamentos, aplicados de acordo com os respectivos projetos experimentais, se faz por meio de levantamentos anuais de falhas e medição das árvores quanto à altura e diâmetro. Destes dados se determinam também o crescimento em Área Basal e em Volume estimados através de cálculos.

Esses dados tomados no campo são processados para análises estatística, necessária ainda à interpretação dos resultados e às conclusões.

São resultados parciais e que devem ser levantados periodicamente durante todo o ciclo de crescimento das árvores, para se chegar aos resultados finais.

* Professor Titular - Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP.

ENSAIO I – Comportamento florestal do *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em diversos espaçamentos

Instalado na Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis, da ESALQ, em Anhembi, SP.

1. OBJETIVOS

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

Data da instalação (plantio) – 04/11/1977

Data da medição – 04/12/1981

2. TRATAMENTOS

Tratamento	Espécie	Espaçamento (m)
1	<i>P. oocarpa</i>	3,0 x 1,5
2	“	3,0 x 2,0
3	“	3,0 x 2,5
4	“	3,0 x 3,0
5	“	3,0 x 3,5
6	<i>P. carib. hond.</i>	3,0 x 1,5
7	“ “	3,0 x 2,0
8	“ “	3,0 x 2,5
9	“ “	3,0 x 3,0
10	“ “	3,0 x 3,5

Delineamento estatístico em blocos ao acaso, com 4 repetições.

3. RESULTADOS:

As médias dos dados de diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico e falhas são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1. Dados médios por tratamento, aos 4 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m ² /ha)	Vol. Cil. (m ³ /ha)	Falhas (%)
1	9,39	6,97	16,46	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

Resultados da análise da variância:

	DAP	Altura	Area Basal	Vol.Cil.	Falhas
Teste F	7,12**	1,51 n.s.	7,54**	18,83**	4,05**
Tukey (DM)	1,39*	1,48*	21,95*	3,99*	-
C.C. (%)	5,26	8,24	9,28	11,90	55,41

** significativo a 1% de probabilidade.

* significativo a 5% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO:

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 houve 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 o *P. caribaea* var. *hondurensis* está crescendo mais que o *P. 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. Portanto, isso provoca uma tendência contrária. 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 *P. caribaea* var. *hondurensis* foi superior.

Para a Área Basal segue a mesma tendência dos resultados.

O efeito sobre as falhas deu-se entre as espécies, sendo mais altas no *Pinus oocarpa*.

ENSAIO II – Efeito da calagem e adubação fosfatada no desenvolvimento do *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Instalado na Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis, da ESALQ, em Anhembi, SP.

1. OBJETIVOS

Determinar a dosagem ideal de calcário e de adubo fosfatado no plantio de pinus e seu efeito sobre o crescimento, produção e qualidade da madeira.

Data da instalação (plantio) – 10/01/1978

Data da medição – 15/01/1982

2. TRATAMENTOS:

Nº	Adubação
1	N ₁ P ₀ K ₁ Ca Mg ₀
2	N ₁ P ₀ K ₁ Ca Mg ₁
3	N ₁ P ₀ K ₁ Ca Mg ₂
4	N ₁ P ₁ K ₁ Ca Mg ₀
5	N ₁ P ₀ K ₁ Ca Mg ₁
6	N ₁ P ₁ K ₁ Ca Mg ₂
7	N ₁ P ₂ K ₁ Ca Mg ₀
8	N ₁ P ₂ K ₁ Ca Mg ₁
9	N ₁ P ₂ K ₁ Ca Mg ₂
10	N ₀ P ₀ K ₀ Ca Mg ₀

Delineamento estatístico em Blocos ao Acaso com 3 repetições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de campo são apresentados no Quadro 2, a seguir.

QUADRO 2. Dados médios de diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico e falhas, aos 4 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m ² /ha)	Vol. Cil. (m ³ /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

Resultados da análise da variância:

	DAP	Altura	Area Basal	Vol.Cil.	Falhas
Teste F	0,20 n.s.	0,74 n.s.	0,22 n.s.	0,28 n.s.	1,23 n.s.
Tukey (DMS)	1,82*	0,71*	26,90	35,13*	-
C.V. (%)	6,46	3,81	12,19	14,19	75,24

* significativo a 5% de probabilidade.

Observa-se que não houve, até agora, nenhum efeito diferencial entre os tratamentos de fertilização mineral aplicada no plantio de *Pinus caribaea* var. *caribaea* naquelas condições de solo e clima.

ENSAIO III – Intensidade de desrama e desbaste sobre a produção e qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Instalado na CAFMA – Cia. Agro Florestal Monte Alegre, em Agudos, SP.

1. OBJETIVOS:

Estudar o efeito conjugado da desrama artificial progressiva e diferentes intensidades de desbaste em povoamentos de *Pinus* sp. sobre a produtividade volumétrica total, DAP e altura das árvores e qualidade da madeira produzida.

O corte final deverá ser feito quando as árvores alcançarem um diâmetro de 40 cm.

2. CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO:

Data do plantio – janeiro/1973

Data da instalação – fevereiro/1978, ou seja, aos 5 anos de idade das árvores.

Dados coletados em julho de 1981.

Idade atual do povoamento – 8,5 anos.

A primeira desrama foi efetuada quando o povoamento encontrava-se com 5 anos de idade (1978) e a segunda agora realizada, juntamente com as operações do primeiro desbaste, com o povoamento apresentando 8 anos de idade.

A segunda desrama foi efetuada apenas em 700 das melhores árvores por hectare.

Os ensaios obedeceram a um delineamento fatorial 3 x 4, com um tratamento adicional, em blocos ao acaso e com 3 repetições. Cada parcela conterà (22 x 27) = 594 plantas, que, obedecendo a uma bordadura simples, terá na área útil (20 x 25) = 500 plantas centrais. O espaçamento é de 2,0 x 2,5 m; portanto a área necessária para cada parcela é de 2.970 m² (com bordadura) e de 2.500 m² (0,25 ha) na área útil. Por consequência a área total do projeto é exatamente de 115.830 m², ou seja, 11,58 ha.

O corte final das árvores deverá ocorrer quando estas atingirem o DAP de 40 cm.

3. TRATAMENTOS:

O projeto consta de treze tratamentos, conjugando desramas de até 2 metros, 1/3 e 1/2 da altura total média das árvores e desbastes de 0;15; 30 e 45%, do número de árvores. Os tratamentos são:

- 1 – Desrama de até 2 m e sem desbaste
- 2 – Desrama de até 2 m e desbaste a 15% do nº de árvores
- 3 – Desrama de até 2 m e desbaste a 30% do nº de árvores
- 4 – Desrama de até 2 m e desbaste a 45% do nº de árvores
- 5 – Desrama de até 1/3 da altura média e sem desbaste
- 6 – Desrama de até 1/3 da altura média e desbaste a 15% do nº de árvores.
- 7 – Desrama de até 1/3 da altura média e desbaste a 30% do nº de árvores.
- 8 – Desrama de até 1/3 da altura média e desbaste a 15% do nº de árvores.
- 9 – Desrama a 1/2 da altura média e sem desbaste.
- 10 – Desrama a 1/2 da altura média e desbaste a 15% do nº de árvores.
- 11 – Desrama a 1/2 da altura média e desbaste a 30% do nº de árvores.
- 12 – Desrama a 1/2 da altura média e desbaste a 45% do nº de árvores.
- 13 – Desrama até 6 m e desbaste a 30% de árvores – Sistema CAFMA.

O projeto pode assim se esquematizado:

MA-BI – Efeito da Intensidade de Desrama e Desbaste na Qualidade da Madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Nº Trat.	09	04	05	12	14	10	11	12	05	08	09	02	01	08	03	11	01	04	07	10	14
	Bloco II						Bloco II						Bloco III								
Nº Trat.	07	13	06	02	03	01	08	10	14	11	07	14	06	13	03	06	13	09	12	02	05
	← SEDE —											ESTRADA									

4. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

A. Atualização dos dados das amostras

Em cada parcela foram instaladas áreas de amostragem (permanente), objetivando o acompanhamento do incremento nos diferentes estágios de crescimento da população. O último inventário realizado nesta área havia sido em janeiro de 1981, e como se estava no mês de julho, havia a necessidade da atualização dos dados referentes a DAP e altura total das árvores. Esta atualização foi efetuada tendo-se em conta os últimos dados colhidos na área, acrescidos de um incremento médio que as árvores alcançariam em 6 meses.

Estes dados eram de grande importância para se ter conhecimento da altura, DAP das árvores e, conseqüentemente, o volume de madeira existente na área antes de efetuar o desbaste e a poda.

B. Inventariação da bordadura da parcela

Como já foi observado, cada parcela apresenta uma linha de plantas contornando-a como bordadura, e estas serão marcadas e desbatadas normalmente se não apresentarem condições de serem matidas no corte seletivo. Como no experimento

só serão considerados válidos os valores obtidos na área útil da parcela, seria necessário se conhecer o quanto do volume total explorado era proveniente da bordadura. As árvores a serem desbastadas já estavam marcadas, portanto só restava obter os valores de DAP e altura total destas árvores para subtrair-se do volume total da parcela.

C. Fator Forma

Com objetivo de se observar o padrão de crescimento das árvores do povoamento, foram mensurados alguns exemplares para se obter o fator de forma.

A operação foi realizada após se ter obtido os dados de DAP das árvores da amostra. A partir do DAP mínimo encontrado foram estabelecidas classes diametrais com amplitude de 2 cm. Para cada classe foram coletados dados em 3 exemplares. Os dados foram obtidos derrubando-se as árvores, picando-as e fazendo-se medições de diâmetro do fuste com 2 repetições: à altura da base, a 1,30 m (DAP), a 2m, a 4 m, etc., até se atingir o diâmetro mínimo de fuste em torno dos 4 cm. O restante da árvore era considerado como ponteiro, sendo medido o seu comprimento.

Os dados referentes a estas medições serão agora expressos em termos de fator médio por classe diametral:

<u>Classe Diametral (cm)</u>	<u>Fator Forma Médio</u>
,3 – 5,2	0,829
5,3 – 7,2	0,653
,3 – 9,2	0,604
9,3 – 11,2	0,542
11,3 – 13,2	0,527
13,3 – 15,2	0,504
15,3 – 17,2	0,482
17,3 – 19,2	0,488
19,3 – 21,2	0,456
21,3 – 23,2	0,471
23,3 – 25,2	<u>0,448</u>
	$\bar{M} = 0,546$

As fórmulas usadas para os cálculos foram:

$$V = \frac{\pi}{8} \cdot L (D^2 + d^2) \quad \text{Volume real}$$

$$V = \frac{\pi}{12} \cdot D^2 \cdot L \quad \text{Volume do ponteiro}$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{HT} \quad \text{Volume cilíndrico}$$

Onde:

D = diâmetro maior

d = diâmetro menor

L = comprimento do torete

HT = altura total da árvore

Como pode perceber, o fator forma nas classes diamétricas inferiores apresenta valores superiores a um padrão normal, isto provavelmente devido a estas árvores estarem dominadas por outras maiores.

Foi obtida uma média geral, que ficou em torno dos 0,546; mas que não deve ser muito representativa, pois não foi considerado a frequência das classes com peso. O mais correto seria a utilização de uma média ponderada.

D. Operação de Desbaste

Esta operação foi efetuada pelo critério de eliminação de árvores com piores características silviculturais (crescimento, forma, ramos laterais, bifurcações, fox-tail, etc.), visando a melhoria da qualidade da floresta.

O desbaste foi realizado mediante condições propostas nos tratamentos, variando sua intensidade de 0 a 45% do número de árvores de cada parcela.

A marcação das árvores a serem desbastadas foi efetuada por uma equipe da própria empresa, que a partir de um número de árvores que deveria sair (dependendo da intensidade do desbaste) iam marcando um certo número de árvores iguais dentro de cada linha. Procurou-se neste primeiro desbaste uniformizar-se o número de árvores remanescentes em cada parcela, tentando-se corrigir as maiores ou menores incidências de mortes naturais nestas. Através do Quadro 3, poderá se observar o número de árvores existentes em cada parcela antes e depois da marcação do desbaste.

OBS.: Na operação de instalação do projeto, devido a um erro de cálculo, as parcelas que ficaram nos talhões do lado contrário ao da estrada, acabaram ficando com uma linha a mais de árvores e para se corrigir isto foi feito um abate desta linha ao longo de toda sua extensão. Este abate serviu como um carreador de escoamento da madeira cortada e deixou o projeto com o delineamento correto. Como nos inventários anteriores esta linha de plantas já havia sido mensurada e incluída no total de árvores em cada parcela, o número de árvores abatidas em cada parcela por esta linha de sistematização será descontado separadamente.

QUADRO 3. Número de árvores por tratamento: Anterior aos desbaste, cortadas na linha de sistematização, desbastadas e remanescentes após os cortes.

TRATAMENTOS	BLOCO I				BLOCO II				BLOCO III			
	ANTE-RIOR	SISTEM.	DES-BASTE	REMANES-CENTES	ANTE-RIOR	SISTEM.	DES-BASTE	REMANES-CENTES	ANTE-RIOR	SISTEM.	DES-BASTE	REMANES-CENTES
01	479	18	-	461	460	-	-	460	406	-	-	406
02	464	14	34	416	469	-	44	425	475	14	36	425
03	434	15	89	350	455	-	105	350	482	21	111	350
04	425	-	152	273	478	12	192	274	470	-	195	275
05	404	-	-	404	470	-	-	470	493	20	-	473
06	450	17	12	421	481	14	42	425	487	16	46	425
07	470	19	119	332	457	11	98	348	467	-	117	350
08	459	18	160	275	441	-	166	275	447	-	172	275
09	421	-	-	421	422	-	-	422	486	16	-	470
10	416	-	21	425	468	12	36	420	481	-	56	425
11	402	-	57	345	478	18	110	350	448	-	98	350
12	416	-	141	275	420	-	145	275	463	16	172	275
13	501	17	140	344	483	14	119	360	463	15	98	350
TOTAL	5791	118	931	4742	5982	81	1057	4844	6060	118	1101	4849

As operações de desbaste podem ser divididas em duas fases distintas:

D.1. Derrubada e picamento das árvores

O sistema de exploração adotado foi o sistema CAFMA, isto é, cada equipe contendo dois elementos, sendo um o operados da moto-serra e o outro ajudante (descasca a base do tronco, empurra e direciona a árvore na queda, além de efetuar o abastecimento e limpeza da máquina).

Foram utilizadas duas equipes nas operações de desbaste, sendo o tempo de corte cronometrado separadamente e somados ao término.

Após o completar desta etapa da exploração, foram obtidos os dados contidos no Quadro 4.

Estas árvores abatidas irão proporcionar um volume total, tal como podemos observar no Quadro 5.

A madeira explorada foi dividida em duas categorias. As toras que apresentaram boa retidão e um diâmetro mínimo acima de 17 cm, foram consideradas com fins nobres, isto é, para serraria. Já as toras que não apresentaram boa retidão e/ou diâmetros inferiores a 17 cm, eram classificadas como de utilização na fábrica (aglomerado).

QUADRO 4. Dados referentes ao número de árvores cortadas e tempo referente a este corte, por parcela, por bloco e em média. O tempo de corte está expresso em minutos.

TRATAMENTO	BLOCO I		BLOCO II		BLOCO III		MÉDIA	
	Nº árvores cortadas	Tempo de corte	Nº árvores cortadas	Tempo de corte	Nº árvores cortadas	Tempo de corte	Nº árvores cortadas	Tempo de corte
01	-	-	-	-	-	-	-	-
02	14	70	44	69	36	60	38,00	60,33
03	89	102	105	132	101	122	101,67	123,33
04	152	217	192	215	195	197	179,67	209,66
05	-	-	-	-	-	-	-	-
06	12	19	42	54	46	56	33,33	43,00
07	139	130	98	99	117	135	111,33	121,33
08	166	223	166	202	172	232	168,00	219,00
09	-	-	-	-	-	-	-	-
10	21	29	36	37	56	61	37,6	49,00
11	57	89	110	132	98	128	88,33	116,33
12	141	244	145	181	172	127	152,66	184,00
13	140	166	119	141	98	117	119,00	141,33
TOTAL	931	1289	1057	1302	1101	1235	1032,66	1275,33

QUADRO 5. Totais de madeira produzida (área útil e bordadura) volume expresso em m³ s/c.

TRATAMENTOS	BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			MÉDIA		
	FÁBRICA	SERRARIA	TOTAL	FÁBRICA	SERRARIA	TOTAL	FÁBRICA	SERRARIA	TOTAL	FÁBRICA	SERRARIA	TOTAL
01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02	2,14	-	2,14	2,25	-	2,25	1,55	-	1,55	1,98	-	1,98
03	4,82	-	4,82	4,55	0,30	4,85	6,98	0,28	7,19	5,45	0,17	5,79
04	10,44	0,86	11,31	10,00	0,82	10,83	8,33	0,58	8,91	9,59	0,76	10,35
05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06	0,77	-	0,77	1,85	0,09	1,94	2,28	-	2,28	1,63	0,03	1,66
07	6,03	0,15	0,20	5,30	0,16	5,47	5,57	0,09	5,66	5,64	0,13	5,77
08	10,82	0,42	11,23	10,78	0,78	11,56	11,35	0,96	12,32	10,98	0,78	11,70
09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1,19	-	11,13	2,49	-	2,49	2,10	-	2,10	1,90	-	1,90
11	3,91	0,55	4,45	6,29	0,26	6,56	6,05	0,11	6,16	5,42	0,31	5,72
12	9,39	0,69	10,08	9,13	1,38	10,51	8,99	0,98	9,98	9,17	1,02	10,19
13	7,50	0,51	8,01	6,45	0,29	6,74	5,19	0,47	5,67	6,38	0,42	6,81
TOTAL	56,98	3,18	60,16	59,10	4,10	63,20	58,40	3,43	61,83	58,16	3,57	61,73

De acordo com as especificações do projeto, só serão considerados os dados referentes ao volume da área útil da parcela, o qual será mostrado no Quadro 6.

QUADRO 6. Dados referentes ao totais de madeira produzida na área útil das parcelas.

TRATAMENTOS	m ³ sólido s/c			
	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	MÉDIA
01	-	-	-	-
02	1,83	1,82	1,25	1,63
03	3,42	3,98	6,59	4,84
04	9,95	9,29	7,80	9,02
05	-	-	-	-
06	0,61	1,42	1,86	1,30
07	4,93	4,42	4,61	4,65
08	9,73	9,77	10,25	9,92
09	-	-	-	-
10	1,09	1,84	1,73	1,55
11	4,05	5,58	5,14	4,92
12	8,71	8,27	8,02	8,33
13	6,69	5,59	4,65	5,64
TOTAL	51,03	51,98	51,90	51,64

D.2. Arraste e empilhamento da madeira serrada

O arraste e empilhamento da madeira serrada foi efetuada manualmente por equipes de arrastamento que trabalharam sob regime de empreitada.

Os tempos de arraste e empilhamento foram cronometrados, assim como o volume de madeira arrastado. Estes dados compõem o Quadro 7.

Até agora foram separadas as operações de corte, de arraste e empilhamento da madeira. Vejamos agora em um novo quadro o tempo total da operação de exploração relacionada com o volume mobilizado. Esta relação será efetuada no Quadro 8.

QUADRO 7. Dados referentes ao arraste e empilhamento de madeira (área útil e bordadura). O tempo está expresso em minutos e o volume em m³ sólido, sem casca.

TRATAMENTO	BLOCO I		BLOCO II		BLOCO III		MÉDIA	
	m ³ total arrastado	tempo arraste	m ³ total arrastado	tempo arraste	m ³ total arrastado	tempo arraste	m ³ total arrastado	tempo arraste
01	-	-	-	-	-	-	-	-
02	2,13	184	2,25	60	1,55	190	1,98	145
03	1,31	546	4,85	625	7,19	660	5,79	610
04	11,31	1065	10,83	1185	8,91	736	10,35	995
05	-	-	-	-	-	-	-	-
06	0,77	93	1,94	201	2,28	231	1,66	175
07	6,26	532	5,47	570	5,66	365	5,77	489
08	11,23	1350	11,55	1055	12,38	1090	11,70	1165
09	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1,13	63	2,49	330	2,19	150	1,90	181
11	4,45	415	6,56	810	6,16	466	5,72	563
12	10,08	996	10,51	593	9,98	816	10,90	801
13	8,01	724	7,74	630	5,67	495	6,81	616
TOTAL	60,18	5968	63,20	6059	61,83	46,68	61,73	5665

QUADRO 8. Dados referentes ao tempo total da operação de exploração juntamente com volume de madeira explorada. O tempo será expresso em minutos e o volume em m³ sólido, sem casca.

TRATAMENTO	BLOCO I		BLOCO II		BLOCO III		MÉDIA	
	Volume mobilizado	Tempo Gasto	Volume mobilizado	Tempo Gasto	Volume mobilizado	Tempo Gasto	Volume mobilizado	Tempo Gasto
01	-	-	-	-	-	-	-	-
02	2,14	254	2,25	129	1,55	250	1,98	211,33
03	4,81	648	4,85	778	7,19	782	5,79	735,66
04	11,31	1282	10,83	1400	8,91	933	10,35	1204,99
05	-	-	-	-	-	-	-	-
06	0,77	112	1,94	255	2,28	287	1,66	218,00
07	6,20	662	5,47	669	5,65	500	5,77	510,33
08	11,23	1573	11,56	1257	12,32	1322	11,70	1384,00
09	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1,12	92	2,49	387	2,10	211	1,90	230,00
11	4,45	904	6,56	942	6,16	594	5,72	680,00
12	10,08	1240	10,51	774	9,98	944	10,19	985,67
13	8,01	890	6,74	771	5,67	612	6,81	757,66
TOTAL	60,15	7257	63,29	7361	61,83	6203	61,73	6940,33

Volume Total = 185,19 m³

Tempo Total Gasto = 20.821,30 minutos.

E. Operação de Desrama (poda)

A operação de desrama foi realizada em duas etapas.

- Marcação com tinta das 175 melhores árvores por parcela (700 árvores por hectare), apenas na área útil.
- Operação de poda propriamente dita, conforme tratamentos.

As operações e a poda das árvores foram efetuadas por funcionários já responsáveis por estas atividades anteriormente na empresa. As alturas de desrama variaram conforme os tratamentos, ocorrendo de 0 m, 2 m, 1/3 e 1/2 da altura média das árvores da parcela.

Os tempos necessários a estas operações foram cronometrados, como nas operações anteriores.

Os tempos exigidos na marcação das árvores foram obtidos em apenas cinco parcelas, devido ser o mesmo número de marcações em todas as parcelas (175 árvores). O tempo médio de marcação das árvores foi de 9 minutos.

No último gráfico (nº7) encontram-se as alturas e os tempos gastos nesta operação, finalizando as atividades.

QUADRO 9. Dados referentes à altura em que foram efetuadas as podas em cada parcela, bem como o tempo total requerido pela operação.

TRATA- MENTOS	Altura da Poda (m)	BLOCO I Tempo em minutos	BLOCO II Tempo em minutos	BLOCO III Tempo em minutos	MÉDIA Tempo em minutos
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	4,14	270	264	289	274
06	4,26	277	341	269	295
07	4,32	301	297	324	307
08	4,39	301	288	329	306
09	6,54	309	414	565	429
10	6,30	357	409	429	398
11	6,93	774	721	799	764
12	6,80	681	617	665	654
13	6,00	577	709	625	637
TOTAL		3847	4060	4294	4067

5. CONCLUSÕES

Como já foi esclarecido, os dados obtidos dizem respeito às operações realizadas no primeiro desbaste do projeto, e como deverão ser realizados pelo menos três ou quatro desbastes (a cada estagnação do povoamento, até atingir-se o DAP médio de 40 cm), não poderão ser feitas observações de caráter definivo. Mas pode-se observar que:

- 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.
- Os volumes extraídos de madeira são proporcionais aos percentuais de extração de árvores no desbaste.
- 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.
- 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.
- Não parece justificar análise estatística dada a evidência dos resultados.

ENSAIO IV – Determinação da dosagem mais conveniente de fosfatos naturais e de calcário no cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Instalado na Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis, da ESALQ, em Anhembi, SP.

1. OBJETIVOS:

Estudar a possibilidade de substituição do superfosfato e do calcário, por outras fontes mais baratas de fósforo, insolúveis em água e que contém ainda cálcio e magnésio, de modo a permitir dispensar a calagem.

Data da instalação – 30/11/1978

Data da medição – 04/12/1981

2. TRATAMENTOS – Aplicação no plantio:

- 1 – Fosfato de Araxá, dose 0, calcário dose 0
- 2 – Fosfato de Araxá, dose 1, calcário dose 0
- 3 – Fosfato de Araxá, dose 2, calcário dose 0
- 4 – Fosfato de Araxá, dose 1, calcário dose 1
- 5 – Fosfato de Araxá, dose 1, calcário dose 2
- 6 – Superfosfato Simples, dose 1, calcário dose 1 + NK
- 7 – Superfosfato Simples, dose 1, calcário dose 0 + NK
- 8 – Superfosfato Simples, dose 1, calcário dose 1
- 9 – Termofosfato, dose 0, calcário dose 1.
- 10 – Termofosfato, dose 1, calcário dose 1.
- 11 – Termofosfato, dose 2, calcário dose 1.
- 12 – Termofosfato, dose 1, calcário dose 0.
- 13 – Termofosfato, dose 2, calcário dose 0.

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

100 g de superfosfato simples, ou
 300 g de fosfato de Araxá, ou
 100 g de termofosfato.

A dose 1 de calcário é 1,5 t/ha.

A dose 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

Delineamento estatístico – Blocos ao acaso, com 3 repetições.

3. RESULTADOS

Os dados médios de campo são apresentados no Quadro 10, a seguir.

QUADRO 10. Dados médios de diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico e falhas aos 3 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m ² /ha)	Vol. Cil. (m ³ /ha)	Falhas (%)
01	4,93	3,27	3,60	13,20	6,25
02	4,90	3,11	3,47	11,76	8,33
03	3,85	2,71	2,34	7,32	10,42
04	5,21	3,35	3,98	14,37	4,17
05	4,60	3,00	3,29	11,45	12,50
06	4,43	2,95	3,09	10,51	16,67
07	4,76	3,08	3,40	12,00	6,25
08	5,01	3,19	3,69	12,98	8,33
09	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

Resultados da análise da variância

	DAP	Altura	Area Basal	Vol.Cil.	Falhas
Teste F	2,09 n.s.	2,01 n.s.	1,94 n.s.	1,90 n.s.	0,73 n.s.
Tukey (DMS)	1,68*	0,77*	12,69*	8,94*	-
C.V. (%)	12,12	8,46	21,63	26,41	69,82

n.s. = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se pelos resultados da análise da variância que não houve, até essa idade, qualquer efeito dos tratamentos de fertilização mineral aplicada no plantio de *Pinus caribaea* var. *caribaea* naquelas condições do experimento.

IV. SECAGEM ACELERADA DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS EM ESTUFAS INDUSTRIAIS

Gradiente de umidade na secagem artificial de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

GRADIENTE DE UMIDADE NA SECAGEM ARTIFICIAL DA MADEIRA DE
Pinus caribaea var. *hondurensis*

Ivaldo P. Jankowsky *
Edgardo Z. Henriques **

1. INTRODUÇÃO

A secagem racional da madeira é uma das mais importantes operações dentro da indústria madeireira. A remoção de sua umidade até um teor adequado irá melhorar sua estabilidade dimensional, o que resultará em um produto final de alta qualidade.

É primordial que a secagem seja conduzida seguindo um programa racional, isto é, uma seqüência estudada de temperaturas e umidades relativas, que visa reduzir a umidade da madeira até um teor pré-determinado com o mínimo possível de defeitos. Porém, a maioria dos programas utilizados atualmente são conservadores, resultando em uma secagem consideravelmente demorada.

Esse fato tem motivado diversos autores (*McMILLEN, 1969; RIETZ, 1970; GALVÃO, 1976*; dentre outros) a pesquisar as possibilidades de se diminuir o tempo dispendido na secagem da madeira, através da elaboração de programas para secagem acelerada.

Durante o processo de secagem, a água presente na madeira movimenta-se do interior das peças até a superfície evaporante, dando origem a um gradiente de umidade. Esse fluxo de umidade é limitado pela permeabilidade natural da madeira enquanto o teor de umidade estiver acima do ponto de saturação das fibras, passando a sofrer a influencia do gradiente de umidade quando diminuir a umidade da peça em secagem.

Analisando o efeito da velocidade de circulação do ar na taxa de secagem, *HILDEBRAND (1970)* pondera que velocidades iguais ou superiores a 3,0 m/seg. são economicamente vantajosas apenas para madeira muito úmida, decrescendo sua influência à medida em que a madeira perde umidade. Essa afirmação foi comprovada experimentalmente por *JANKOWSKY (1980)*, cujos resultados mostraram que a taxa de secagem durante a remoção da água capilar é função da velocidade de circulação do ar, passando a sofrer a influencia da temperatura durante a remoção da água higroscópica.

FERNANDES & GALVÃO (1978) mostram que a rapidez da secagem está diretamente relacionada com a inclinação do gradiente de secagem, e que esse gradiente decresce à medida em que a secagem progride, diminuindo também a rapidez da secagem.

De acordo com *HART (1966)*, tanto o gradiente de umidade como as tensões internas são importantes na secagem racional da madeira, estando intimamente associados com a sua permeabilidade natural.

* Professor Assistente do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP.

** Engenheiro Florestal, pós-graduando em Engenharia Florestal.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo estudar a variação do gradiente de umidade ao longo da secagem da madeira *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, quantificando os defeitos de secagem de modo a fornecer subsídios para a elaboração de programas de secagem acelerada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na execução deste estudo foram efetuadas 4 secagens de madeira serrada de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas de árvores provenientes do Horto Florestal de Tupi (Piracicaba-SP), do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

A estufa utilizada foi uma Hildebrande, de laboratório, Modelo HD-4004V, com circulação forçada de ar e controle automático de temperatura e umidade relativa. A velocidade de circulação do ar foi fixada em 0,4 metros por segundo.

Cada carga em secagem era composta de 27 peças, com dimensões individuais de 2,5 cm x 10,0 cm x 49,0 cm, dispostas em 9 camadas separadas entre si por tabiques com 1,3 cm de espessura e 2,0 cm de largura. Devido a dimensão reduzida das tábuas, tomou-se o cuidado de impermeabilizar as extremidades com tinta betuminosa resistente à temperatura.

A perda de umidade da carga durante a secagem foi acompanhada através de 4 amostras de controle, cuja preparação seguiu as recomendações de *RASMUSSEN* (1968).

A determinação periódica do gradiente de umidade foi feita em 2 amostras por carga. Em cada amostra foram marcadas 5 secções, que por sua vez foram demarcadas em 5 fatias, conforme é ilustrado na Figura 1.

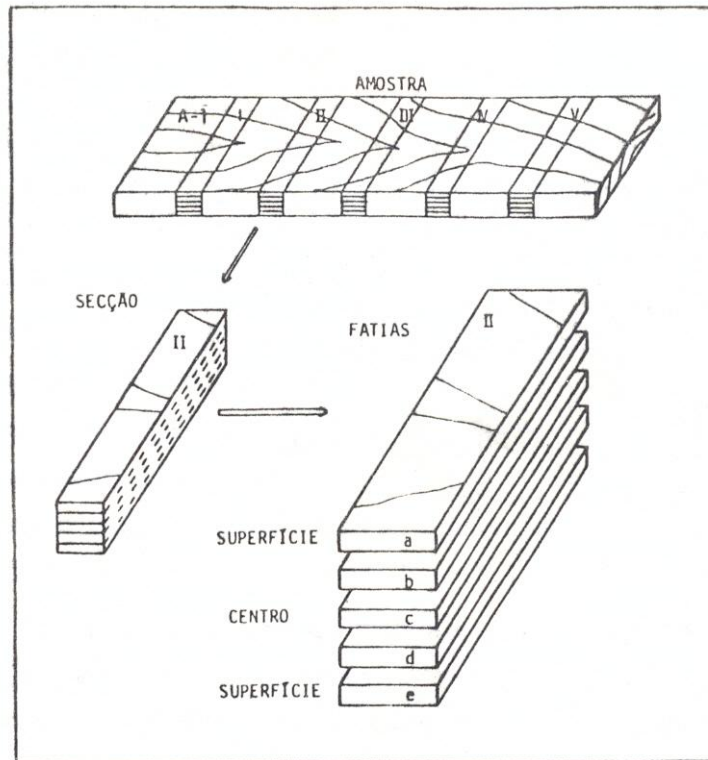


FIGURA 1. Esquema de preparação das amostras a serem utilizadas na determinação do gradiente de umidade e do padrão de tensões.

No início e no decorrer da secagem as secções eram cortadas da amostra e procedia-se à determinação do gradiente de acordo com a metodologia desenvolvida por *McMILLEN (1955)*.

O programa adotado no experimento foi o sugerido por *PRATT (1974)*, para madeira de *Pinus sp.*, que encontra-se detalhado na Tabela 1.

TABELA 1. Programa indicado por *PRATT (1974)*, utilizado na secagem em estufa da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

ETAPA (UMIDADE DA MADEIRA)	Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)	(UE) (%)	GS
Aquecimento	60,0	59,0	95	20,0	-
Verde	60,0	55,5	80	13,1	3,8
50%	60,0	54,5	75	12,0	4,2
40%	60,0	52,0	65	9,8	4,1
30%	65,0	53,0	55	7,7	3,9
20%	75,0	57,5	40	5,5	3,6
Uniformização	75,0	69,0	76	11,0	-
Condicionamento	75,0	73,0	92	16,0	-

Onde: TS = Temperatura de bulbo seco
 Tu = Temperatura de bulbo úmido
 UR = Umidade Relativa
 UE = Umidade de equilíbrio estimada
 GS = Gradiente de secagem

A secagem foi conduzida na forma tradicional, como é normalmente feito na secagem de madeira em estufas industriais, seguindo os preceitos de *RASMUSSEM (1968)*, *HILDEBRAND (1970)*, dentre outros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação gráfica da secagem é apresentada na Figura 2, que ilustra as condições de temperatura, umidade relativa e umidade da madeira em função do tempo de secagem. Devido às desigualdade dos teores de umidade no início da secagem a Figura 2 foi ajustada para u' a umidade inicial de 120%, de modo que pudesse representar o comportamento das 4 cargas.

A variação do gradiente de umidade ao longo da secagem pode ser observada na Tabela 2 e na Figura 3. Cada valor de umidade é a média de 8 amostras.

TABELA 2. Umidade média (%) das fatias ao longo do período de secagem.

FATIAS	UMIDADE MÉDIA (%)			
	Início	Após 24 horas	Após 48 horas	Após Uniformização
A	128,4	36,6	14,7	8,1
B	145,5	52,4	23,5	8,7
C	140,8	54,2	24,5	8,9
D	147,3	57,1	25,0	8,8
E	135,0	41,5	16,5	7,9

Na Tabela 2 e na Figura 3 pode-se observar que o fluxo de água capilar do interior para a superfície da peça é ligeiramente menor do que a taxa de evaporação superficial. Assim, quando o teor de umidade na superfície atinge valores abaixo do ponto de saturação das fibras (considerado como sendo de 30%), o interior da peça está com teores de umidade próximos. Isso contribui para reduzir a magnitude das tensões que se desenvolvem durante a secagem, quando a superfície, estando com menos de 30% de umidade, tende a se retirar e é restringida pelo interior da peça que não se retrai, por estar com um teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras.

As curvas do gradiente de umidade (Figura 3) caracterizam a madeira como sendo permeável, de acordo com a descrição de *HART (1966)*. Isto pode ser comprovado através da Figura 2, onde nota-se que acima do ponto de saturação das fibras (remoção da água capilar) a média da velocidade de secagem foi de 2,8%/h (porcentagem de umidade retirada por hora de secagem), caindo para 1,0%/h durante a remoção da água higroscópica.

Essas considerações, aliadas aos resultados obtidos por *JANKOWSKY (1980)*, permitem concluir que, em função da permeabilidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, um dos meios viáveis de acelerar a sua secagem é utilizar velocidades de circulação do ar elevadas para remover a água capilar, isto é, durante os estágios iniciais da secagem.

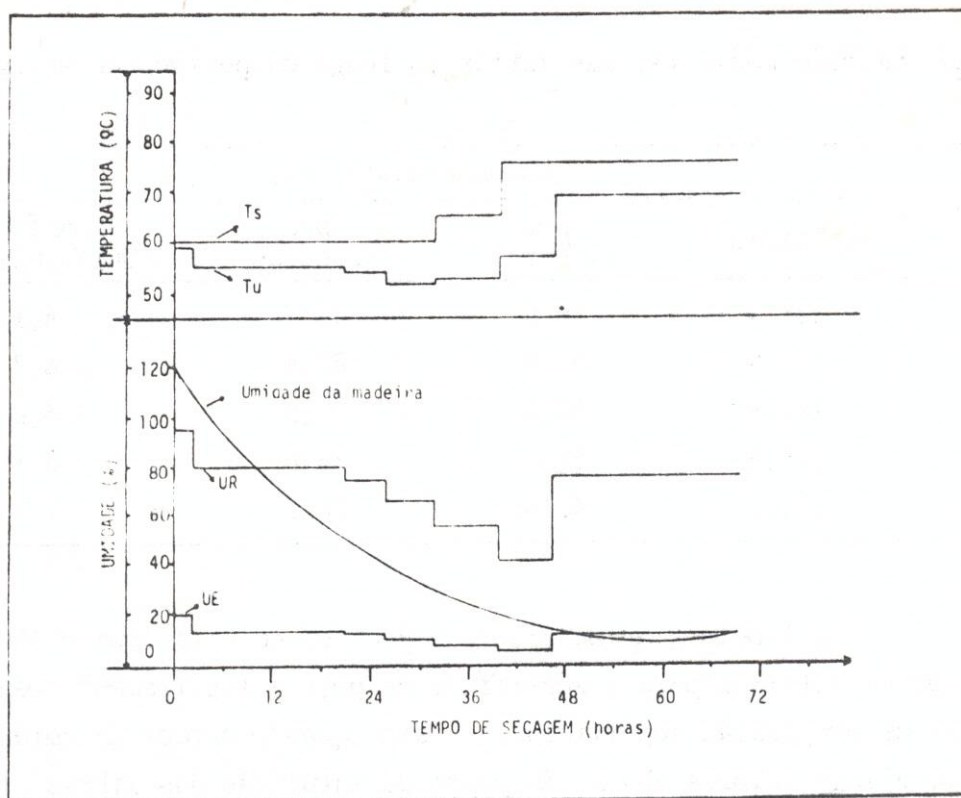


FIGURA 2. Representação gráfica das condições de temperatura de bulbo seco (T_s), temperatura de bulbo úmido (T_u), umidade relativa (UR), umidade da madeira e umidade de equilíbrio estimada (UE) durante a secagem da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

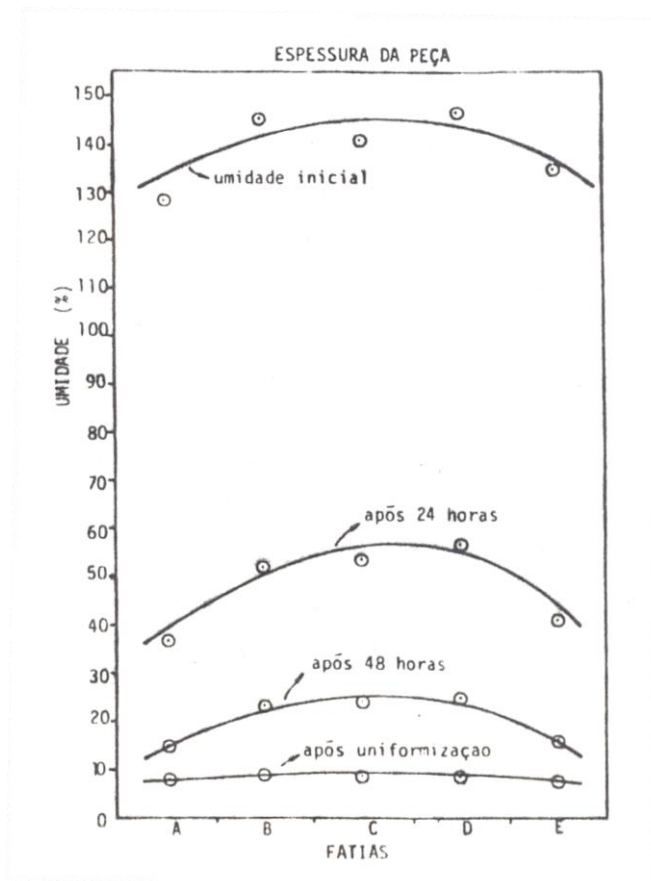


FIGURA 3. Desenvolvimento do gradiente de umidade ao longo do período de secagem.

Uma vez que a remoção da água higroscópica relaciona-se com a inclinação do gradiente de umidade, sugere-se que, após a madeira em secagem ter atingido o ponto de saturação das fibras, a temperatura seja elevada e a umidade relativa diminuída, dentro de limites aceitáveis, de modo a aumentar a taxa de secagem sem ocasionar defeitos na madeira.

Embora a permeabilidade da espécie permite acelerar a secagem aumentando-se a velocidade de circulação do ar nos estágios iniciais, é importante conhecer o ponto de reversão das tensões, pois é a partir desse momento que se pode elevar drasticamente a temperatura sem o risco de aparecerem rachadura na madeira. Para tanto, recomenda-se que seja feito um estudo mais aprofundado, verificando a influência das características da madeira no desenvolvimento das tensões, e qual o relacionamento com as condições de secagem.

Quanto aos defeitos de secagem, ocorreram apenas encanoamentos e empenamentos. Esses tipos de defeitos estão mais correlacionados com irregularidades ou desvios da grã, do que com as condições de secagem propriamente ditas. Segundo *WENGERT (1972)*, a aplicação de pesos na parte superior da carga, de modo a exercer pressão sobre a madeira, contribui para evitar esses defeitos.

Com base nos resultados obtidos, na comparação dos mesmos com informações de outros autores, e considerando-se também que as condições de secagem adotadas neste experimento não provocaram rachaduras superficiais, é possível sugerir o

programa da Tabela 3 para a secagem acelerada da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Esse programa provavelmente poderá ser adotado para a secagem de outras espécies de *Pinus* de rápido crescimento.

TABELA 3. 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	15,3	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

4. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

a) a evolução do gradiente de umidade durante a secagem da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* caracteriza a espécie como sendo permeável;

b) um dos métodos viáveis para acelerar a secagem da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é a utilização de velocidade de circulação do ar elevadas, na remoção da água capilar;

c) o programa de secagem adotado no experimento é adequado para a espécie em questão.

Com base na discussão dos 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 na Tabela 3 para a secagem acelerada da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, P.S. & GALVÃO, A.P.M. – Gradiente de umidade em peças de jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne). Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 11/12 : 87-92. 1977/78.
- GALVÃO, A.P.M. – Secagem acelerada: programa para a madeira de jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne). IPEF, Piracicaba, 12 : 151-61. 1976.
- HART, C.A. – The drying of wood. North Caroline, Agricultura Extension Service, 1966. 24 p.
- HILDEBRAND, R. – Kiln drying of saw timber. Munich, R. Hildebrand Maschinenbay GmbH, 1970. 198 p.
- JANKOWSKY, I.P. – Efeito do aparelhamento e do tratamento preservativo superficial na secagem da madeira de *Pinus* spp. Circular técnica, IPEF, Piracicaba, 109 : 1-11. 1980.
- McMILLEN, J.M. – Drying stresses in red oak. Forest Products Journal, Madison, 5 (2): 71-1. 1955.
- McMILLEN, J.M. – Accelerated kiln drying of presurfaced 1-inch northern red oak. Forest Products Laboratory, Madison, 1969. 26 p.
- PRATT, G. H. – Timber drying manual. Department of environment, London, 1974. 152 p.
- RASMUSSEN, E.F. – Dry kiln operator's manual. Forest Products Laboratory, Madison, 1968. 110 p.
- RIETZ, C.R. – Accelerating the kiln drying of hardwoods. Forest Products Laboratory, Madison, 1970. 6 p.
- WENGERT, E.M. – Review of high temperature kiln drying of hardwoods. Forest Products Laboratory, Madison, 1972. 3 p.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo pela doação da madeira utilizada no experimento, e ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsas de estudo.

V. RESINAGEM E QUALIDADE DE RESINA DE PINHEIROS TROPICAIS

A potencialidade de resinagem na região de Sacramento – MG em quatro espécies de Pinus tropicais.

A POTENCIALIDADE DE RESINAGEM NA REGIÃO DE SACRAMENTO – MG, EM QUATRO ESPÉCIES DE *Pinus* TROPICAIS

Luiz Roberto Capitani **

Geraldo Erico Speltz *

José Otavio Brito **

1. INTRODUÇÃO

A área reflorestada incentivada com o gênero *Pinus*, originário de zonas tropicais da América Central, vem aumentando consideravelmente em zonas de cerrado no Brasil Central, e a diversificação do uso de sua madeira vem assumindo grande importância no cenário madeireiro nacional.

As espécies *P. caribaea* Morelet e *Pinus oocarpa* Shiede vem mostrando um grande potencial em função dos altos incrementos volumétricos até agora alcançados.

Pelo exposto e tendo as empresas reflorestadoras que arcar com alto custo de manutenção a partir do 5º ano da floresta, no que se refere principalmente à proteção, urge que estas busquem fontes alternativas, visando uma integração florestal, procurando antecipar com estas o retorno mais rápido da remuneração do capital.

Uma destas alternativas é a resinagem, e, considerando os poucos trabalhos existentes sobre esta prática, principalmente nos *Pinus* tropicais plantados em zonas de cerrado, c/ acentuado déficit hídrico, levou-se à condução deste ensaio, levou também, objetivar orientação técnica e econômica sobre esta operação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BARRICHELO & BRITO (1978) estudando as condições climáticas sobre produção de resina em pinheiros tropicais de 10 anos de idade, na localidade de Piracicaba – SP, concluíram que o *P. caribaea* var. *bahamensis* produziu maior quantidade de resina em relação ao *P. oocarpa* e *P. kesiya*, sendo que a medida de produção quinzenal da variedade *bahamensis* foi superior estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade a que entre as outras duas espécies não houve diferença significativa. Concluíram ainda não haver correlação entre a produção de resina das espécies e a temperatura e precipitação pluviométrica. Afirmaram ainda que a resinagem em pinheiros tropicais pode ser feita durante o ano todo sobre temperaturas médias quinzenais entre 16° e 25°C.

Segundo *BERZACHI (1972)*, a resinagem deve ser interrompida quando a temperatura média diária for inferior à 16°C. O *Pinus elliottii* var. *elliottii* produz menor quantidade de resina da estação primavera para o inverno. A diferença entre as estações foi de 23% e este decréscimo foi correlacionado com a diminuição da temperatura e precipitação (*GURGEL, 1972*).

* Reflorestadora Sacramento “Resa” Ltda.

** Professor Assistente – Depto. de Silvicultura – ESALQ/USP.

GURGEL *et alii* (1978), relatam não haver diferença significativa entre as médias de altura das árvores, incrementos periódicos e diâmetros, nas árvores de *P. elliottii* var. *elliottii*, resinadas durante dois anos em 1 e 2 faces e a testemunha, em um povoamento estagnado e o outro não. Em outro experimento os mesmos autores concluíram que as árvores da face de resinagem voltadas ao norte, dão maior produtividade no 1º ano de exploração, já no 2º ano, não houve diferenças estatísticas entre as faces voltadas ao norte e leste.

A fertilidade do solo e o espaçamento influenciam diretamente o crescimento da copa, diâmetro e altura das árvores e estas com a produção de resina (KAGEYAMA & FONSECA, 1978).

Com relação à um programa de melhoramento, estes autores relatam que ganhos expressivos na produção de resina são fáceis de serem conseguidos se fosse aliada à tecnologia de resinagem, um material genético superior selecionado para alta produção.

Squillace & Dorman (1961), citados por KAGEYAMA & FONSECA (1978), mostraram em vários trabalhos que o *P. elliottii* var. *elliottii* possui forte controle genético para a característica “produção de resina”.

Com relação ao mercado, dados da HARIMA DO PARANÁ IND. QUÍMICA LTDA. (1978), mostram que o Brasil possui todos os requisitos essenciais para competir pela quantidade e qualidade de resina no mercado mundial. Segundo os autores, se forem aproveitados somente 50% de *Pinus* plantados no Brasil, em 1986 o Brasil poderá abastecer o mercado interno, restando cerca de 140 mil toneladas de breu para exportar. Em 1978 previram que o Brasil tinha a capacidade de produzir 7,5% do total de colofonia produzida no mundo e 7,3% do breu de TALL-OIL. Já em 1986 poderá ser alcançada 70% da produção mundial de 1978 de colofonia e 2º lugar na escala mundial de produção de breu de TALL-OIL.

Segundo a CIA. AGRO FLORESTAL MONTE ALEGRE (1978), para o mercado daquele ano e pelo preço de venda da goma resina somente era viável produzi-la, pelo método normal de resinagem, para a espécie *P. elliottii* var. *elliottii* com idade de 16 anos e 500 arv/ha, que alcançava em média 163 g/arv/coleta.

Para as demais espécies de *Pinus* tropicais o custo total de produção comercial não compensava a operação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Neste ensaio foram escolhidos quatro talhões de *Pinus*, assim distribuídos:

Espécie	Data Plantio	Espaçamento	Idade
a. <i>Pinus elliottii</i> var. <i>densa</i>	02/71	3,0 x 2,5 m	91 m
b. <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> .	02/71	3,0 x 2,5 m	91 m
c. <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	04/72	3,0 x 2,0 m	77 m
d. <i>Pinus oocarpa</i>	02/71	3,0 x 2,5 m	91 m

Estes plantios foram efetuados sem nenhuma correção de solo, bem como adubação, em solos do Horto Florestal Chapadão do Bugre, município de Sacramento-MG. Segundo *GOLFARI et alii (1978)*, em Zoneamento Ecológico Esquemático para Reflorestamento no Brasil, esta Região foi classificada bioclimaticamente como de nº 11, e possui as seguintes características:

- . Altitude: 900 – 1250 m
- . Clima: subtropical moderado úmido
- . Temperatura média anual: 18 – 21°C
- . Precipitação média anual: 1.400 – 1.800 mm
- . Deficiência hídrica: de pequena a moderada (no inverno)
- . Unidade de solos dominantes: Litossolos, cambissolos e regossolos (SOIL MAP OF THE WOLD – VOL IV – FAO – UNESCO).

Segundo *GOLFARI (1975)*, no chapadão do Bugre predominam os arenossolos ferralíticos profundos de baixa fertilidade (areias Quartzosas Distróficas).

3.2. Métodos

Em cada talhão foram escolhidas 35 árvores, com diâmetro mínimo de 16 cm com casca, boa forma e copa, e bom aspecto fitossanitário.

As árvores escolhidas foram devidamente identificadas no campo e anotadas em ficha individual, o diâmetro e altura de cada indivíduo, bem como os demais dados de produção por época de resinagem.

Abaixo, demonstramos os valores encontrados para os parâmetros altura e diâmetro (DAP) médio por espécie das árvores resinadas, com respectivo Coeficiente de Variação.

QUADRO 1. Valores da altura e diâmetro (DAP) médio por espécie das árvores resinadas, com respectivo coeficiente de variação.

Espécie	$\overline{\text{DAP}}$ (cm)	CV (%)	$\overline{\text{H}}$ (m)	CV (%)
<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	17,6	6,91	9,24	10,18
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	18,9	10,54	11,73	12,39
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	17,2	6,43	10,65	8,97
<i>P. oocarpa</i>	17,8	8,70	11,16	9,12

Utilizou-se para a resinagem os seguintes materiais:

- a. Recipiente de coleta
- b. Calha horizontal
- c. Calha espiral
- d. Pregos de cabeça dupla
- e. Pregos de 120 mm
- f. Descascador

- g. Estriador
- h. Aplicador e pasta ácida Harima
- i. Balança portátil de precisão 0,1 g.

Para o presente ensaio, os cortes (estria) foram feitos a cada 15 dias (*CLEMENTS, 1960*) e a pesagem de resina coletada mensalmente. Todas as estrias foram feitas com a face voltada para o norte. Portanto, durante o período em que foi conduzido este experimento (12/09/78 a 07/08/79) foram feitas 11 coletas e 22 cortes no painel de exploração da árvore, permanecendo as calhas e recipiente no local instalados originalmente, ou seja, não foram deslocadas para pontos mais próximos à estria. Os dados meteorológicos coletados para a análise no presente ensaio foram originários de uma estação localizada na sede do Horto Florestal Bugre e uma distância média de 4,8 km dos talhões escolhidos para resinagem. Para que fossem feitas análises física e química das resinas foram coletadas mensalmente, amostras de ± 200 g do total coletado para cada espécie, e imediatamente eram armazenadas em geladeira. A cada 3 meses estas amostras foram enviadas o laboratório para análise.

A resina bruta sofreu purificação através de um aquecimento à 40°C e após foi filtrada e passada em peneira de 15 mech de aço inox, a fim de se retirar impurezas mais grosseiras. Após a filtragem, as resinas das diversas coletadas foram misturadas em um só lote para análise. Para obtenção do breu e terebentina, a resina sofreu uma destilação a vácuo, à cerca de 10 mm hg, através de um condensador de vidro. O aquecimento indireto em banho de areia cerca de 180°C a 200°C.

Terminada a destilação, a água e terebentina foram separadas na forma de uma camada inferior, e os volumes de ambas medidas. Esta medição juntamente com as densidades, possibilitaram a obtenção de suas porcentagens em peso de resina. O breu resultante, como parte na destilação foi pesado para cálculo de seu porcentual na resina.

O Breu foi analisado quanto à:

- a. Número de acidez
- b. Número de saponificação
- c. Teor de materiais insaponificáveis
- d. Cor

A terebentina foi analisada por cromatografia de fase gasosa para determinação da sua composição.

4. RESULTADOS

Abaixo são mostrados nos quadros 2, 3, 4, 5 e 6 e gráficos 1 e 2, o comportamento da produção de resina por espécie, os dados climáticos registrados durante o período da resinagem e os rendimentos e análises do breu e terebentina.

QUADRO 2. Produção média de resina por espécie e por coleta mensal de 35 árvores.

PRODUÇÃO DE RESINA (GRAMA)

Espécie	<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	<i>Pinus</i> <i>oocarpa</i>	Total	Média
Meses						
Setembro	253	120	197	062	632	158,0
Outubro	223	091	202	062	578	144,5
Novembro	145	046	169	039	399	99,7
Dezembro	109	074	106	050	339	84,7
Janeiro	091	039	134	041	305	76,2
Fevereiro	119	103	186	104	512	128,0
Março	197	200	212	177	786	196,5
Abril	131	184	213	162	690	172,5
Mai	100	095	171	109	475	118,7
Junho	075	047	155	109	386	96,5
Julho	121	071	209	119	520	130,0
TOTAL	1.564,0	1.070,0	1.954,0	1.034,0	5.622	1.405,3
Média/ Mensal	142,0	97,0	179,0	94,0	-	127,7
C.V. (%)	40,4	55,0	19,6	50,5	-	29,6
Erro padrão da média	±17,3	±16,1	±10,5	±14,3	-	±11,4

F = 7,28 **

Teste de Tukey – Diferença significativa – 5% - 55,99

1% - 69,42

QUADRO 3. Temperatura média e precipitação mensal registrada durante o período de resiangem.

Meses	Temperatura Média (°C)	Precipitação Mensal (mm)
Setembro	18,38	49,10
Outubro	20,60	190,00
Novembro	19,78	428,00
Dezembro	20,24	400,00
Janeiro	20,23	319,00
Fevereiro	21,23	243,00
Março	20,08	171,00
Abril	28,87	166,00
Mai	17,56	103,00
Junho	15,23	0,00
Julho	15,37	37,00
TOTAL	207,57	2.106,10
MÉDIA	18,87	191,50

QUADRO 4. Rendimentos em breu e terebentina das destilações das resinas.

Espécie	Breu	Teor (%) Tebentina	Água
<i>P. oocarpa</i>	82,6	11,0	2,0
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	90,9	5,7	1,5
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	81,1	12,4	2,4
<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	81,7	13,6	1,9

QUADRO 5. Análises do breu.

Espécie	ANÁLISE				
	A	B	C	D	E
<i>P. oocarpa</i>	K	158	185	5,4	0,15
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	WG	162	194	6,4	0,42
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	X	158	187	4,4	0,04
<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	WG	162	190	6,7	0,11

A = Cor

B = Número de acidez

C = Número de saponificação

D = Teor de materiais insaponificáveis (%)

E = Teor de cinzas (%)

QUADRO 6. Análises da terebentina.

Espécie	ANÁLISE						
	A	B	C	D	E	F	G
<i>P. oocarpa</i>	5,146	1,476	69,3	5,4	-	14,2	11,1
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	5,019	1,478	84,8	-	1,7	7,1	6,4
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	4,980	1,477	62,0	-	9,9	23,8	4,3
<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	6,806	1,481	71,3	-	-	19,9	3,2

A = Peso específico (g/cm³)

B = Índice de refração

C = Alfa-pipeno (%)

D = Beta-pineno (%)

E = Limoneno (%)

F = Beta-felandreno (%)

G = Outros

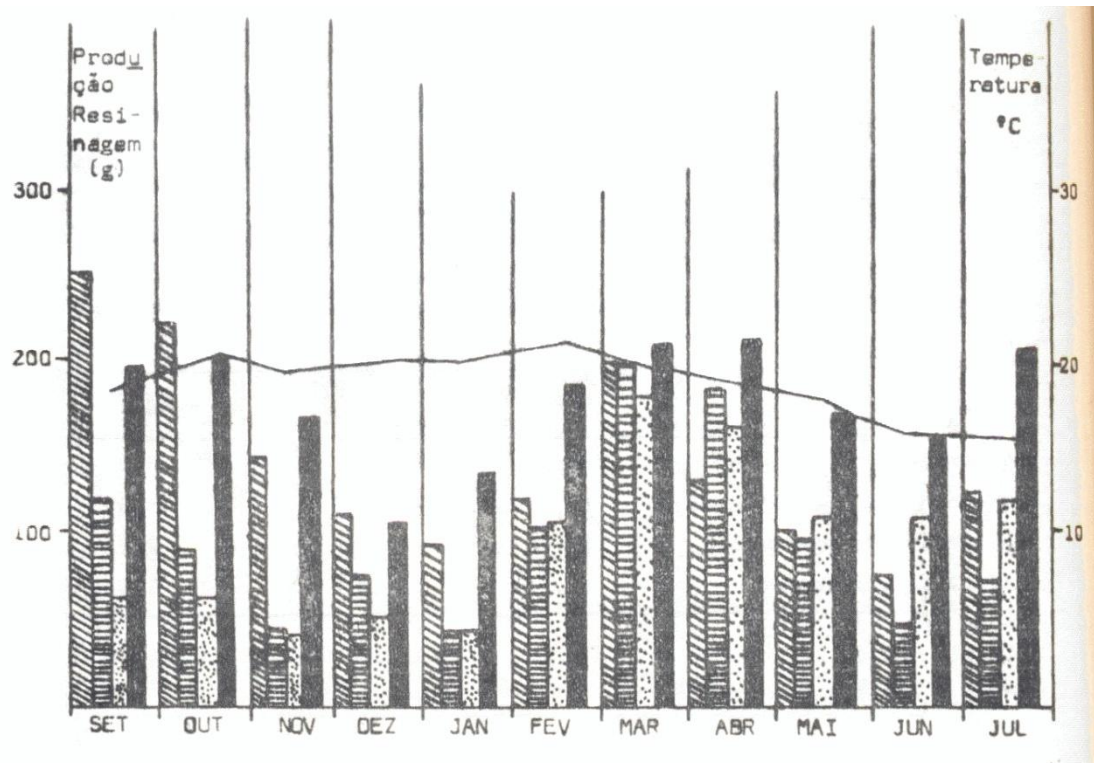


GRÁFICO 1. Produção média de resina mensal de 35 árvores/espécie x temperatura média mensal.

- P. elliottii* var. *densa*
- P. caribaea* var. *hondurensis*
- P. oocarpa*
- P. caribaea* var. *bahamensis*

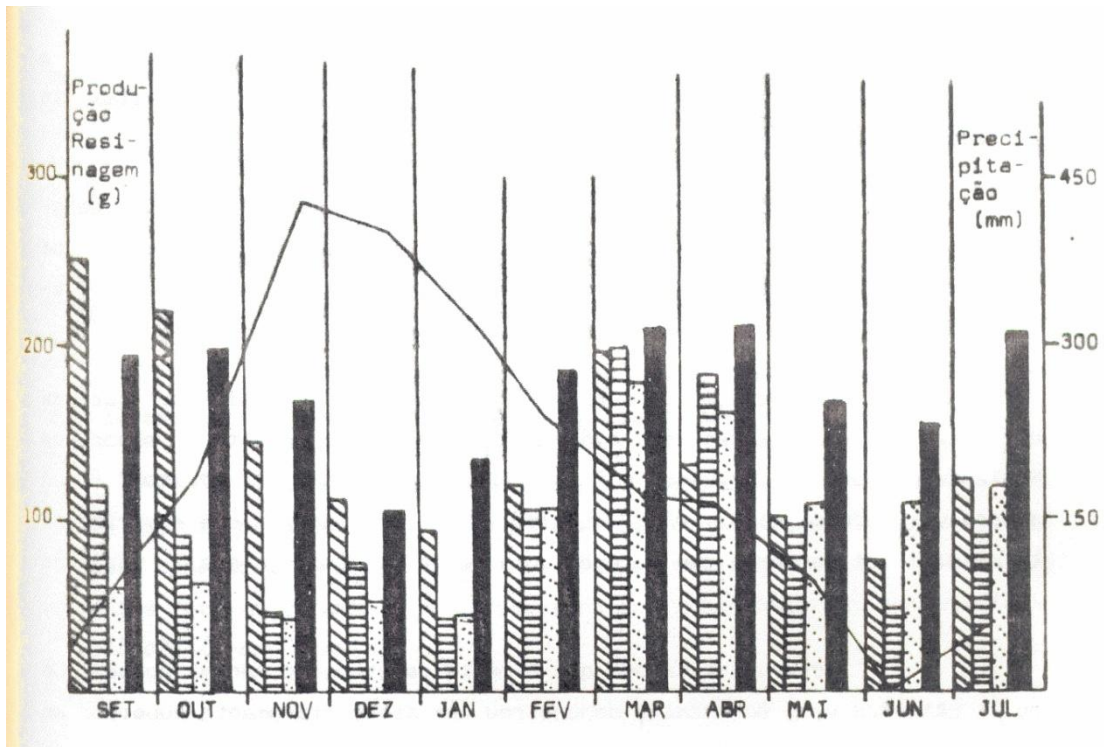


GRÁFICO 2. Produção média de resina mensal de 35 árvores/espécie x precipitação mensal.

- P. elliotii* var. *densa*
- P. caribaea* var. *hondurensis*
- P. oocarpa*
- P. caribaea* var. *bahamensis*

5. DISCUSSÃO

Pode-se notar através do Quadro 2, com relação à produção média mensal de resina coletada, um predomínio do *P. caribaea* var. *bahamensis* (88,8 g/arv/coleta), durante 8 meses, sendo que em termos da média mensal foi a espécie que apresentou melhor produção. Seguem em ordem decrescente as espécies *P. elliotii* var. *densa* (71,1 g/arv/coleta), *P. caribaea* var. *hondurensis* (48,6 g/arv/coleta) e *P. oocarpa* (47,0 g/arv/coleta). Segundo dados experimentais da Cia. Monte Alegre de Agudos – SP, os valores encontrados para as espécies acima foram respectivamente 106 g/arv/coleta, 104 g/arv/coleta, 100 g/arv/coleta e 65 g/arv/coleta, ou seja, a ordem decrescente de produção/espécie foi a mesma, havendo uma diferença à maior para Região de Agudos do *P. caribaea* var. *bahamensis* de 19,4%.

Nota-se que não foi levada em conta, para esta diferença, a idade do povoamento e o número de arv/ha, pois não foram citadas estas informações neste trabalho.

Já BRITO *et alii* (1978) conseguiram para a variedade *bahamensis* com 10 anos de idade no município de Piracicaba – SP, o valor de 128 g/arv/coleta, situando-se em uma posição de 44,1% à maior do valor encontrado para esta mesma espécie com 6,4 ano em Sacramento MG.

Com relação às variações existentes entre coletas, nota-se que a espécie *P. caribaea* var. *bahamensis* foi a que apresentou o menor coeficiente de variação seguindo o *P. elliottii* var. *densa*, *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis*. BRITO et alii (1978) verificaram que a variedade *bahamensis* foi também a que apresentou o menor coeficiente de variação (26%).

Observa-se também que a média de produção mensal no período do *P. caribaea* var. *bahamensis* demonstrou ser estatisticamente superior ao nível de 1% de probabilidade em relação ao *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa*, sendo que não apresentou diferença significativa com relação ao *P. elliottii* var. *densa*.

Produção x condições climáticas

Pode-se verificar através do Quadro 3 e Gráficos 1 e 2 que as produções de resina para as quatro espécies foram menores no período de novembro a fevereiro, coincidindo com a época das águas, sendo que neste espaço de tempo choveu 54,46% do total.

As maiores produções para as quatro espécies pesquisadas deram-se nos meses de setembro, outubro e março, abril, períodos em que choveu 27,35% do total.

Já com relação à temperatura média nota-se que a produção de resina aumenta a partir do momento em que a temperatura média permanece na faixa de 18°C a 20°C, coincidindo com os períodos de setembro, outubro e março, abril, diminuindo quando as temperaturas médias se posicionam abaixo ou acima destes limites.

Análise Breu e Terebentina x Produção

O *P. caribaea* var. *hondurensis* foi o que apresentou maior rendimento em terebentina. Tal resultado foi sensivelmente diferente das resinas das demais espécies que apresentaram rendimentos superiores em terebentina, indo ao encontro com outros trabalhos de pesquisa que mostram também o destaque desta espécie em termos de rendimento em breu se comparado com as outras espécies estudadas neste trabalho.

Com relação à qualidade do breu, os resultados mostram que as espécies tiveram praticamente o mesmo comportamento químico.

Exceção feita ao *P. oocarpa*, as demais espécies apresentaram cores bastante claras com índices iguais ou superiores a X.

Na análise da terebentina, a observação maior deve ser feita no que diz respeito ao teor de alfa e beta-pineno, que possuem maior interesse comercial. Frente ao citado, pode-se dizer que os melhores comportamentos foram mostrados pela terebentina do *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. elliottii* var. *densa*.

6. CONCLUSÕES

1. Com relação à produção de resina, a espécie *P. caribaea* var. *bahamensis* com 77 meses de idade demonstrou ser a maior produtora de resina com o menor coeficiente de variação em relação ao *P. elliottii* var. *densa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P.*

oocarpa, estes 91 meses, para um diâmetro mínimo de 16 cm, na Região de Sacramento-MG.

2. As maiores produções de resina para as espécies estudadas deram-se nos meses de setembro/outubro e março/abril, mostrando haver alguma correlação com as condições climáticas (temperatura média e precipitação pluviométrica).

3. As análises químicas mostraram que o *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou o melhor rendimento em breu e o *P. elliottii* var. *densa* em terebentina e teor de alfa e beta-pineno, não havendo diferença entre as quatro espécies com relação à qualidade do breu, exceção ao *P. oocarpa*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERZAGHI, C. – *Pinus* spp. e resinagem, São Paulo, Instituto Floresta. 1972. 39 p.

BRITO, J.O.; BARRICHELLO, L.E.G. & TREVISAN, J.F. – Condições climáticas e suas influências sobre a produção de resina de Pinheiros tropicais-IPEF, Piracicaba (16) 37:45. Junho 78.

CIA. AGRO FLORESTAL MONTE ALEGRE – Eq. Técnica. Resinagem em escala comercial. Circular Técnica. IPEF. Piracicaba (34) 1:13. Maio 78.

FONSECA, S.M. & KAGEYAMA, P.Y. – Melhoramento genético face à produção de resina. Circular Técnica. IPEF. Piracicaba (36) 1:10. Maio 78.

GOLFARI, L. – Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Série Técnica. PRODEPEF. Belo Horizonte (3). 1975.

GOLFARI, L.; CASER, L.R. & MOURA, V.P.G. - Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Série Técnica. PRODEPEF. Brasília (11). 1978.

GOMES, F.P. – Curso de Estatística Experimental. ESALQ/USP. Piracicaba. 1973.

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

GURGEL FILHO, O. do A. et alii – Fatores que influem na resinagem de *Pinus*. Circular Técnica. IPEF. Piracicaba (37) 1:20. Maio 78.

HARIMA DO PARANÁ IND. QUÍMICA LTDA. – Eq. Técnica. Potencialidade e perspectivas do mercado de resina de *Pinus*. Circular Técnica. IPEF. Piracicaba (37) 1:20. Maio 78.

Esta publicação é editada pelo INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS, convênio Departamento de Silvicultura - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

Periodicidade - irregular

Permuta com publicações florestais

Comissão Editorial:

Marialice Metzker Poggiani

José Elidney Pinto Jr.

Comissão de Pesquisas do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

Fábio Poggiani

Mário Ferreira

Walter de Paula Lima

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos contidos nesta publicação, sem a prévia autorização da Comissão Editorial.

Diretor Científico – IPEF:

João Walter Simões

Divulgação – IPEF

José Elidney Pinto Jr.

Distribuição: Biblioteca do IPEF

Endereço: IPEF – BIBLIOTECA

ESALQ/USP

Caixa Postal, 9

Fone: 33-2080

13.400 – Piracicaba – SP.

Brasil