



BOLETIM INFORMATIVO

Nº 7

PESQUISA TECNOLÓGICA PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO

CONTRATO: USP-BNDE/FUNTEC Nº 305/76

ESALQ - DEPTO. SILVICULTURA

“PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO”

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

BOLETIM INFORMATIVO Nº 7

Piracicaba (SP) – Junho/1980

CONTRATO: USP-BNDE/FUNTEC N° 305/76 - ESALQ - DEP. SILVICULTURA

“Pesquisa Tecnológica para a Melhoria da Qualidade do Pinho”

Responsável: Dr. João Walter Simões

Coordenador: Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto

Tec. Assist. Adm.: Flávio Rodrigues Salgueiro

SUB-PROJETOS E SEUS RESPONSÁVEIS

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

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

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

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

SUB-PROJETO 05 – Técnicas de Exploração Mecanizada em Povoamentos Implantados de Pinheiros Tropicais: Eng° Agr° Arnaldo Salmeron.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SUB-PROJETO 15 – Avaliação Econômica de Resultados do Projeto: Prof. Ricardo Berger.

SUMÁRIO

PESSOAL DO PROJETO DE PINHEIROS TROPICAIS

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA ARBOREA EM TALHÕES DE *PINUS OOCARPA* COM DIFERENTES IDADES – Carlos Ferreira de Abreu Castro e Fábio Poggiani

1. Introdução

2. Objetivos

3. Material e Métodos

4. Resultados

5. Discussão

6. Bibliografia

DEPOSIÇÃO MENSAL DE ACÍCULAS E DE NUTRIENTES EM PLANTAÇÕES HOMOGÊNEAS DE *PINUS OOCARPA* E *PINUS CARIBAEA HONDURENSIS* – Fábio Poggiani

Introdução

Objetivos desta Etapa da Pesquisa

Material e Método

Resultados e Discussão

Bibliografia

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA EM POVOAMENTOS DE PINHEIROS TROPICAIS – I ALTERAÇÃO DO Ph, CONDUTIVIDADE E DAS CONCENTRAÇÕES DE Ca, Mg E P DA ÁGUA DA CHUVA EM *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* – Walter de Paula Lima

1. Introdução
2. A Área Experimental
3. Métodos
4. Resultados
5. Discussão
6. Conclusões
7. Bibliografia

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PINHEIROS TROPICAIS – Tasso Leo Krugner e Mário Tomazello Filho

1. Introdução
2. Metodologia e Material Utilizado
 - 2.1. Ensaio de Brotas, SP
 - 2.2. Ensaio de Teixeira de Freitas, BA
3. Resultados e Discussão

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA ARBOREA EM TALHÕES DE *Pinus oocarpa* COM DIFERENTES IDADES

Carlos Ferreira de Abreu Castro**

Fábio Poggiani**

1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento que as árvores do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* apresentam no Brasil, permite que seus ciclos de corte sejam extremamente curtos. Contudo não foi ainda avaliado o impacto que estas rotações curtas no ecossistema.

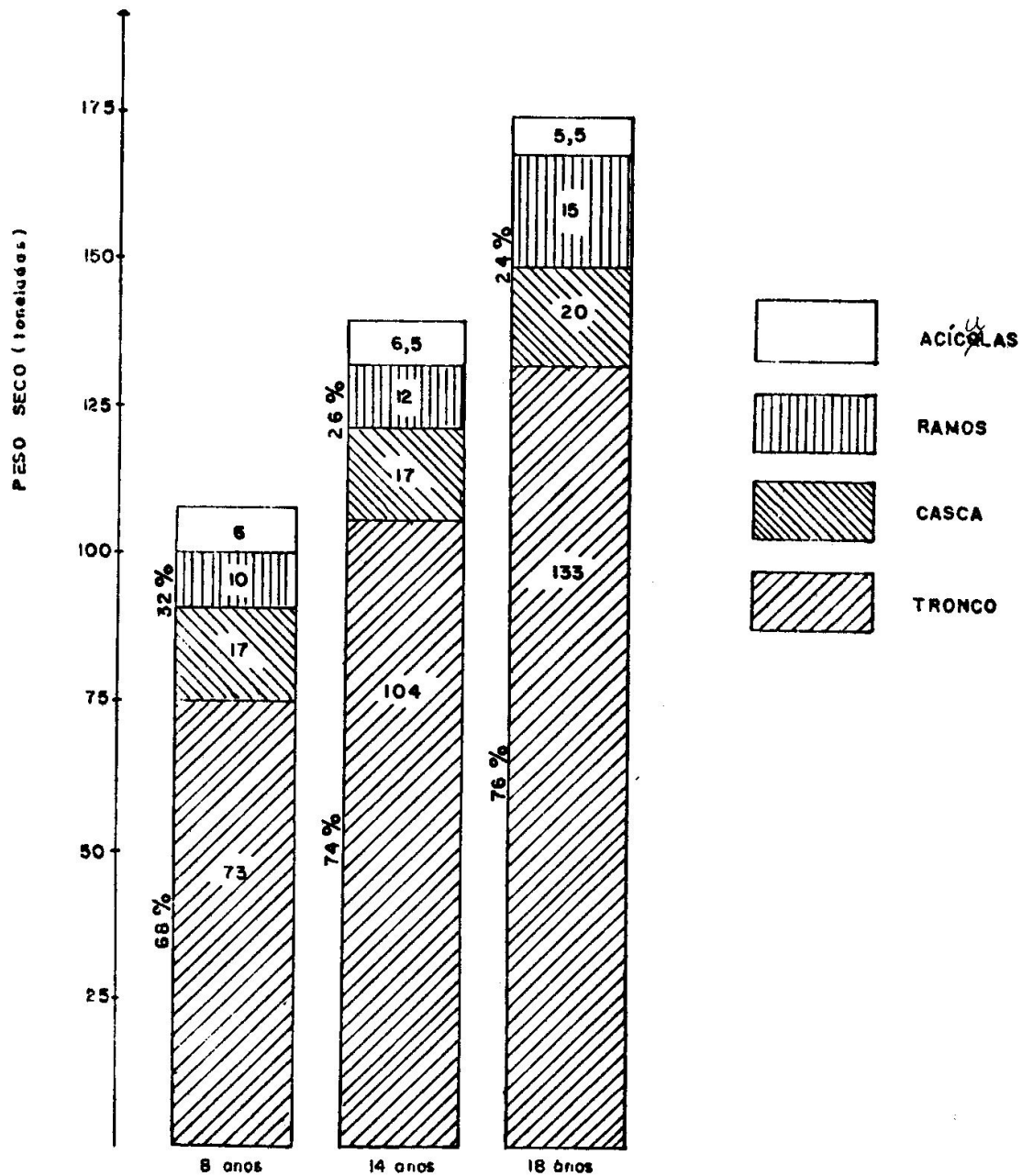
Apesar disso, já há uma tendência para uma utilização mais completa dos componentes da árvore e para a adoção de rotações ainda mais curtas, a fim de preencher a demanda de energia e fibras. Com isto, os solos florestais poderão sofrer uma drástica redução na sua capacidade de repor os nutrientes removidos pela exploração da biomassa arbórea. Pesquisas realizadas com pinheiros do sul dos E.U.A., revelam que a exploração da fitomassa total acima do solo remove cerca de duas vezes a quantidade de nutrientes que são retirados em uma exploração convencional (madeira e casca do fuste comercial). Entretanto, a depleção ou não dos nutrientes do solo, devido a remoção da fitomassa vai depender das reservas do solo, da sua capacidade de recuperação e da entrada natural ou artificial de nutrientes.

* * Auxiliar de Ensino – Universidade Federal de Mato Grosso e aluno de Pós-Graduação do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP.

** Professor Assistente Doutor do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP.

NOTA: Esta pesquisa integra o sub-projeto nº 01 do PPT e trata-se de uma nota prévia de tese de mestrado.

Fig.1: Biomassa por hectare em talhões de diferentes idades de Pinus oocarpa.



A magnitude dos nutrientes retirados do sítio florestal levanta questões como:

Que efeito a remoção freqüente do fuste comercial tem sobre o compartimento de nutrientes disponíveis do ecossistema florestal? Qual será o efeito adicional, se a remoção incluir toda a fitomassa acima do solo? Qual será o efeito do encurtamento da rotação sobre a produtividade futura do sítio?

Estas outras questões devem ser respondidas antes de serem tomadas decisões a respeito do encurtamento dos ciclos de corte e do sistema de utilização das florestas de produção.

2. OBJETIVOS

A pesquisa global objetiva a obtenção de dados a respeito da fitomassa e da quantidade e teor dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Al, Zn e Cu dos componentes: acículas, ramos, casca e tronco das árvores de *Pinus oocarpa* Schiede, em 3 fases de seu desenvolvimento. A reunião destes dados permitirá, entre outras considerações, o seguinte:

- a) Determinar equações de regressão entre diferentes variáveis dependentes (acículas, ramos, casca, tronco, biomassa acima do solo) e independentes (diâmetro à altura do peito (D.A.P.), diâmetro da base, diâmetro à altura da 1ª ramificação, diâmetro ao quadrado e altura (D^2H)) em todas as 3 idades estudadas; que permitam a feitura de tabela de peso para a espécie estudada. De posse destas relações, poder-se-à, estimar a biomassa dos componentes das árvores ou a fitomassa total do talhão simplesmente medindo qualquer um dos mencionados parâmetros de crescimento, sem haver necessidade de qualquer amostragem destrutiva.
- b) Avaliar a quantidade de nutrientes exportados do sítio, em 3 idades de corte.
- c) Avaliar a quantidade adicional de nutrientes que é removida quando são utilizados outros sistemas de exploração da biomassa florestal (exportação de galhos, acículas e casca).
- d) Avaliar a significância das perdas de nutrientes via biomassa retirada em relação ao capital de nutrientes do solo.

As informações obtidas através desta pesquisa, complementadas pelos dados de nutrientes que entram no sistema, via precipitação e pela deposição de matéria orgânica do solo, que vem sendo coletados pelo Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP, permitirão estimar, o balanço de nutrientes do sítio. Este balanço nos fornecerá informações necessárias para a avaliação final dos impactos causados pela remoção da biomassa florestal sobre o sítio.

É preciso salientar que nesta pesquisa serão apresentados os dados apenas referentes à biomassa arbórea dos talhões.

3. MATERIAL E MÉTODO

Quarenta e cinco árvores foram amostradas em três talhões de diferentes idades (8, 14 e 18 anos) de *Pinus oocarpa* Schiede, em Agudos, São Paulo. Após o inventário

dos talhões, as árvores foram agrupadas em 5 classes de diâmetro (Tabela 1). Foram derrubadas 3 árvores dentro de cada classe de diâmetro, totalizando 15 árvores por idade.

TABELA 1 – Classes de diâmetro de plantações de diferentes idades de *Pinus oocarpa* .

CLASSE DE DIÂMETRO (cm)	8 anos	14 anos	18 anos
A	4 – 7,9	12 – 15,9	15,1 – 19
B	8 – 11,9	16 – 19,9	19,1 – 23
C	12 – 15,9	20 – 23,9	23,1 – 27
D	16 – 19,9	24 – 27,9	27,1 – 31
E	20 – 23,9	28 – 31,9	31,1 – 35

Imediatamente após a derrubada das árvores, os seguintes parâmetros foram medidos:

- a) Diâmetro da base
- b) Diâmetro à altura do peito
- c) Diâmetro à metade da altura total
- d) Altura da árvore (total e do fuste comercial)
- d) Altura e largura da copa

Os componentes da árvore (acículas, ramos, casca e tronco) foram separados e pesados para a determinação do seu peso fresco. Amostras dos componentes foram retiradas e secas em estufa à 80°C, até atingir peso constante, sendo então determinado o teor de umidade das amostras. De posse dos dados de peso fresco dos componentes e de peso seco das amostras, foi estimado o peso seco dos componentes por hectare.

4. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os componentes da árvore expressos como percentagens do peso seco do tronco comercial por hectare. Verifica-se que com o aumento da idade, há um decréscimo percentual em todos os componentes em relação ao peso do tronco. Aos 8 anos, o peso do tronco comercial é 2,1 vezes maior do que o peso dos demais componentes, sendo entretanto 3,2 vezes maior aos 18 anos de idade.

TABELA 2 – Componentes da árvore expressos como porcentagens do peso do tronco comercial.

IDADE	COMPONENTES DA ÁRVORE				TOTAL
	Tronco não comercial	Casca	Ramos	Acículas	
8 anos	1,93%	23,47%	13,22%	8,57%	47,19%
14 anos	0,57%	16,60%	11,56%	6,30%	35,03%
18 anos	0,28%	15,34%	11,67%	4,22%	31,51%

Os dados de biomassa por árvore e dos diferentes componentes da planta são mostrados na Tabela 3. A biomassa aumenta com a idade, mas a relação entre os diversos componentes varia significativamente.

Enquanto os pesos secos do tronco, casca e ramos por árvore atingem um pico na classe E do talhão de 18 anos, as acículas apresentam o peso máximo na classe E do talhão de 14 anos.

A biomassa por hectare é apresentada na Tabela 4 e na Figura 1, observa-se que nos talhões de todas as idades, as árvores de classe C contribuem com a maior biomassa total, por serem mais numerosas.

A classe C do talhão de 14 anos foi aquela que apresentou a maior biomassa total. Cada componente da árvore também apresenta a maior biomassa nesta classe com exceção do “tronco não comercial” cujo valor máximo de peso é registrado na classe A do talhão de oito anos.

TABELA 3 – Biomassa total e parcial por árvore (kg/árvore) de *Pinus oocarpa* com diferentes idades e por classe de diâmetro (média de 3 árvores por classe).

Idade (anos)	Classe de diâmetro	COMPONENTES DA ÁRVORE					TOTAL
		Tronco comercial	Tronco não comercial	Casca	Ramos	Acículas	
8	A	3,3 (46,5%)	1,7 (23,9%)	1,2 (16,9%)	0,5 (7%)	0,4 (5,7%)	7,1
	B	14,3 (63,3%)	0,5 (2,2%)	4,9 (21,7%)	1,8 (8%)	1,1 (4,8%)	22,6
	C	30,3 (69%)	0,4 (0,9%)	6,8 (15,5%)	4,0 (9,1%)	2,4 (5,5%)	43,9
	D	54,4 (68,3%)	0,6 (0,7%)	12,3 (15,5%)	7,2 (9,1%)	5,1 (6,4%)	79,6
	E	74,3 (70,1%)	0,7 (0,7%)	14,3 (13,5%)	10,3 (9,7%)	6,4 (6,0%)	106,0
Média		35,3 (68,0%)	0,8 (1,5%)	7,9 (15,2%)	4,8 (9,4%)	3,1 (6,0%)	51,8
14	A	50,2 (77,6%)	1,0 (1,5%)	7,6 (11,7%)	3,6 (5,7%)	2,3 (3,5%)	64,7
	B	91,8 (73,2%)	0,9 (0,7%)	17,9 (14,3%)	10,2 (8,1%)	4,6 (3,7%)	125,4
	C	153,8 (73,9%)	0,8 (0,5%)	25,9 (12,4%)	17,1 (8,2%)	10,4 (5,0%)	208,0
	D	223,3 (74,6%)	0,6 (0,2%)	33,4 (11,1%)	27,9 (9,3%)	14,3 (4,8%)	299,5
	E	299,8 (74,3%)	0,8 (0,2%)	39,7 ((,8%)	43,0 (10,7%)	20,2 (5,0%)	403,5
Média		163,8 (74,4%)	0,8 (0,4%)	24,9 (11,3%)	20,4 (9,3%)	10,4 (4,7%)	220,2
18	A	92,5 (76,4%)	1,0 (0,8%)	15,3 (12,7%)	7,7 (6,4%)	4,5 (3,7%)	121,0
	B	154,8 (79,3%)	0,9 (0,4%)	21,4 (11,0%)	11,1 (5,7%)	7,0 (3,6%)	195,2
	C	265,3 (77,8%)	0,6 (0,2%)	38,9 (11,4%)	26,4 (7,7%)	9,9 (2,9%)	341,1
	D	313,8 (74,8%)	0,6 (0,1%)	53,0 (12,6%)	37,5 (8,9%)	14,7 (3,5%)	419,6
	E	364,5 (72,9%)	0,5 (0,1%)	56,2 (11,2%)	64,1 (12,8%)	14,8 (3,0%)	500,1
Média		238,2 (75,5%)	0,7 (0,2%)	37,0 (11,7%)	29,4 (9,3%)	10,2 (3,2%)	315,4

TABELA 4 – Biomassa total e parcial kg/ha dos talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades e por classe de diâmetro.

IDADE (anos)	Classe de diâmetro	Densidade por hectare	COMPONENTES DA ÁRVORE					TOTAL
			Tronco comercial	Tronco não comercial	Casca	Ramos	Acículas	
8	A	233	768,9	396,1	279,6	166,5	93,2	1.654,3
	B	433	6.191,9	216,5	2.121,7	779,4	476,3	9.785,8
	C	1.060	32.118,9	424,0	7.208,0	4.208,0	2.544,0	46.534,0
	D	527	28.668,8	316,2	6.482,1	3.794,4	2.687,7	41.949,2
	E	60	4.458,0	42,0	858,0	618,0	384,0	6.360,0
TOTAL		2.313		1.394,8	16.949,3		6.185,2	106.284,2
	%		67,94	1,31	15,95	8,98	5,82	100
14	A	53	2.660,6	53,0	402,8	190,8	121,9	3.429,1
	B	207	19.002,6	186,3	3.705,3	2.111,4	952,2	25.957,8
	C	333	51.215,4	266,4	8.624,7	5.694,3	3.463,2	69.264,0
	D	100	22.330,0	60,0	3.340,0	2.790,0	1.430,0	29.950,0
	E	27	8.094,6	21,6	1.071,9	1.161,0	545,4	10.894,5
TOTAL		720	103.303,2	587,3	17.144,7	11.947,5	6.512,7	139.495,4
	%		74,06	0,42	12,29	8,56	4,67	100
18	A	40	3.700,0	40,0	612,0	308,0	180,0	4.840,0
	B	140	21.672,0	126,0	2.996,0	1.554,0	980,0	27.328,0
	C	160	42.448,0	96,0	6.224,0	4.224,0	1.584,0	54.576,0
	D	113	35.459,4	67,8	5.989,0	4.237,5	1.661,1	47.414,8
	E	80	29.160,0	40,0	4.496,0	5.128,0	1.184,0	40.008,0
TOTAL		533	132.439,4	369,8	20.317,0	15.451,5	5.589,1	174.166,8
	%		76,04	0,21	11,67	8,87	3,21	100

5. DISCUSSÃO

Se os talhões estudados fossem sujeitos à uma exploração total da biomassa acima do solo, haveria um ganho de matéria seca em relação à exploração convencional de 47,2% aos 8 anos, 35% aos 14 anos e 31,5% aos 18 anos. Pode-se inferir deste fato que a exploração aos 8 anos retiraria, proporcionalmente, uma maior quantidade de nutrientes, haja visto serem as folhas, ramos e casca os órgãos da planta onde se concentram a maior parte dos nutrientes minerais. A literatura é farta de exemplos semelhantes (BUNN e WILL, 1973; HATCH E MITCHELL, 1972; SWITZER e NELSON, 1973; POWERS, 1976; etc.).

Resta saber quanto representa em nutrientes esta quantidade adicional de biomassa que é retirada do sítio. Os dados obtidos por diversos pesquisadores demonstram que a perda adicional de nutrientes é muito grande, quando se utiliza totalmente a árvore. MALKONEN (1973), verificou que, em plantio de pinheiros, a exploração total da fitomassa em relação à utilização somente da madeira resultou em uma exportação de 2,5 vezes mais N, 3 vezes mais P, 2 vezes mais K e 1,5 vezes mais Ca. WEETMAN e WEBBER (1972), relatam que em um povoamento de 65 anos de *Picea mariana*, a exploração total resultou num aumento de 100% de matéria seca. Contudo, a exploração de nutrientes foi 3 vezes maior que na exploração convencional. Em *Pinus radiata*, o aumento de matéria seca foi de 25%, com um aumento na saída de

nutrientes de quase 80%. Em *Pinus taeda* de 40 anos, a completa utilização da árvore aumentou a demanda por N, P, K e Ca em 22%, 46%, 18% e 14%, respectivamente (SWITZER e NELSON, 1973).

Dados concretos quanto à exportação de nutrientes pela exploração de florestas plantadas de *Pinus oocarpa* serão obtidos na conclusão desta pesquisa.

As próximas etapas da pesquisa serão:

- a) Análise química das amostras dos componentes.
- b) Trabalhos de computação eletrônica envolvendo análises de variância, análise de regressão e estudos de correlação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração prestada pela Cia. Agro Florestal Monte Alegre (CAFMA), de Agudos (SP), na execução desta pesquisa. Agradecemos de forma especial a orientação e a ajuda constante dos Engenheiros FRANCISCO BERTOLANI, NORIVAL NICOLIELO e JOÃO BATISTA GARNICA.

6. BIBLIOGRAFIA

BUNN, E. H. & WILL, G. M. – Management operations affecting nutrient cycling and fertilizer response in forest stands. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST FERTILIZATION, Paris, 1973. P. 33-53.

HATCH, A. B. & MITCHELL, Y. J. – The effect of forest operations on the availability of nutrients. AUSTRALIAN FOREST-TREE NUTRITION CONFERENCE, Canberra, 1972. P. 275-300.

MALKONEN, E. – Effect of complete tree utilization on the nutrient reserves of Forest soils. IUFRO BIOMASS STUDIES, Orono, 1973. P. 375-86.

POWERS, R. F. – Nutrient requirements of timber species. CALIFORNIA FOREST SOIL FERTILITY CONFERENCE, 5, Sacramento, 1976. p. 7-16.

SWITZER, G. L. & NELSON, L. E. – Maintenance of productivity under short rotations. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST FERTILIZATION, Paris, 1973. p. 365-89.



FOTO 1 – Pesagem dos troncos com casca de *Pinus oocarpa* (CAFMA-Agudos).



FOTO 2 – Pesagem das acículas de *Pinus oocarpa* (CAFMA-Agudos).



FOTO 3 – Utilização da máquina para descascar os troncos de *Pinus oocarpa* (CAFMA-Agudos).

DEPOSIÇÃO MENSAL DE ACÍCULAS E DE NUTRIENTES EM PLANTACÕES
HOMOGÊNEAS DE *PINUS OOCARPA* E *PINUS CARIBAEA HONDURENSIS*

Fábio Poggiani**

INTRODUÇÃO

As florestas de pinheiros tropicais, introduzidas no Brasil, caracterizam-se por uma elevada produtividade de madeira. Quando bem manejadas podem produzir ao redor de 35 m³ por hectare/ano. Considerando que são espécies pouco exigentes em nutrientes, podem crescer mesmo sobre os solos de baixa fertilidade que caracterizam os cerrados brasileiros; (POGGIANI, 1979). Contudo, são necessários estudos detalhados para visualizar realisticamente, se a ciclagem de nutrientes nestas florestas não sofre processos de descontinuidade ou desequilíbrio, podendo prejudicar seriamente a produtividade futura e deteriorar o solo.

Dentre as transferências que compõem o ciclo mineral da floresta, a queda das acículas assume uma importância vital, uma vez que é responsável pelo enriquecimento da camada superior do solo em elementos químicos e matéria orgânica.

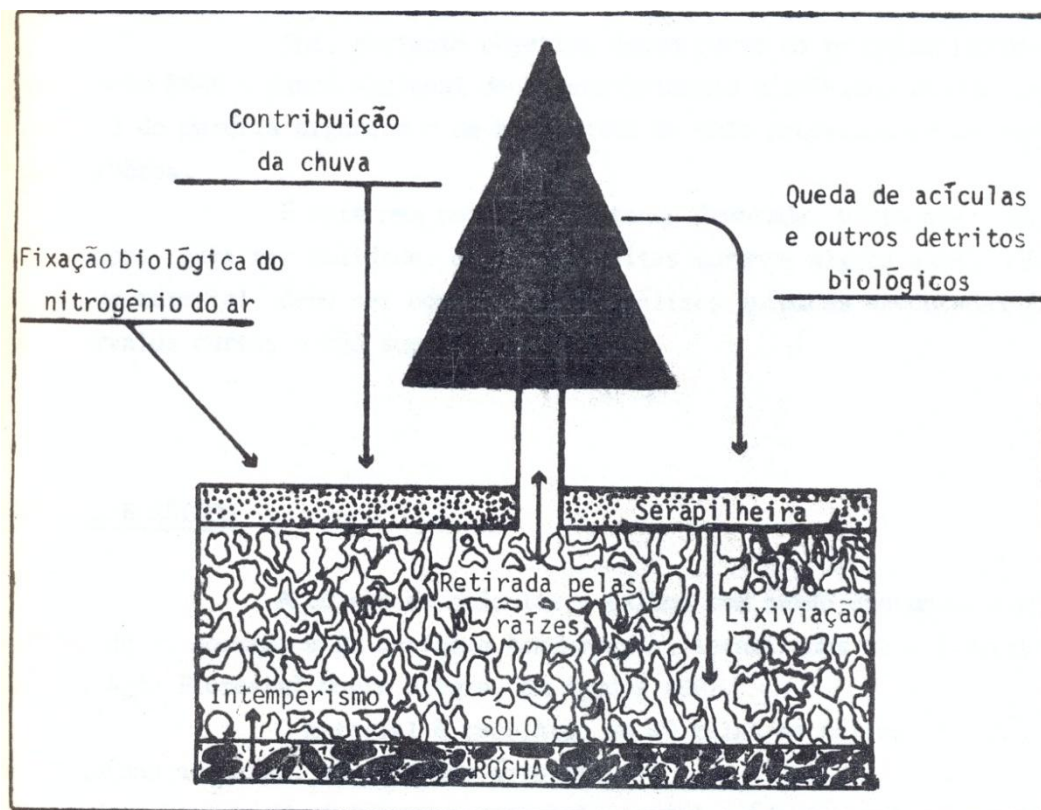


FIGURA 1 – Esquema das principais formas de transferência de nutrientes no ecossistema florestal não perturbado.

* Professor Assistente Doutor do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP.

Quando a floresta é perturbada ou explorada, devemos considerar as perdas acentuadas de nutrientes que ocorrem através da maior lixiviação, erosão e exportação mais ou menos acentuada da biomassa florestal, o que vem sendo também efetuado dentro deste programa do PPT – Projeto de Pinheiros Tropicais. (CASTRO & POGGIANI, 1979).

OBJETIVOS DESTA ETAPA DA PESQUISA

A devolução de nutrientes ao solo através da queda do “litter” varia de acordo com o tipo de floresta, com as condições climáticas e edáficas.

Muitas dúvidas tem sido levantadas em relação ao valor ecológico das florestas homogêneas de pinheiros tropicais, sem contudo realizar estudos apropriados. Algumas respostas já são disponíveis em países de clima temperado (NOIRFALISE & VANESSE, 1975), entretanto pouco existe em relação às condições tropicais.

Foi, portanto objetivo desta parte da pesquisa patrocinada pelo BNDE – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, avaliar a devolução de matéria orgânica e de nutrientes ao solo provenientes da biomassa arbórea.

É esta uma pesquisa bastante demorada, visto que as observações, para ter validade, devem ser feitas durante alguns anos. A coleta de material, deve ser contínua e as análises químicas executadas em intervalos curtos e não superiores a um mês.

MATERIAL E MÉTODO

A coleta de acículas e galhos vem sendo efetuada em talhões de *P. oocarpa* e *P. caribaea hondurensis*, localizados na fazenda da Cia. Agro Florestal Monte Alegre, em Agudos (SP).

O material é recolhido em 40 telas de náilon de 1 m², distribuídas ao acaso, no meio das árvores.

Mensalmente o material vegetal caído nas telas é recolhido, colocado em estufa a 80°C para secagem e pesado.

Amostras representativas deste material são moídas e usadas para análise dos nutrientes.

O nitrogênio é analisado pelo método tradicional de KJELDAHL, o fósforo por via colorimétrica e para o potássio, o cálcio e o magnésio vem sendo usado o

espectrofotômetro de absorção atômica. Em todas as análises são utilizadas as técnicas analíticas descritas por SARRUGE e HAAG, 1974.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela I apresenta a quantidade anual de acículas caídas nos talhões de *Pinus caribaea hondurensis* e *Pinus oocarpa*, a partir de Junho de 1977. Os dados mensais das chuvas vem evidenciando uma maior queda de acículas nos meses que sucedem baixas precipitações. O *P. caribaea hondurensis*, nos dois anos em questão derrubou mais acículas do que o *P. oocarpa*. Nas duas espécies a queda mais intensa ocorreu nos meses de seca (época de inverno), conforme as Tabelas II e III podem em evidência. Aproximadamente 60% das acículas caem de Abril a Setembro, evidenciando que o menor teor de água no solo deve ser um fator ecológico importante no processo de abscisão das acículas dos pinheiros.

Um fato que deve ser registrado para uma melhor avaliação no futuro é a diminuição acentuada da queda de acículas no ano de 1978-1979, em *Pinus caribaea hondurensis*, enquanto que este fenômeno não foi observado em *Pinus oocarpa*.

Esta diferença, a primeira vista, pode indicar uma maior sensibilidade do *Pinus caribaea hondurensis* à baixa pluviosidade. De certa forma o *P. oocarpa* parece ser melhor adaptado ao déficit hídrico que normalmente ocorre na região de Agudos.

Contudo, é preciso lembrar que a temperatura foi também mais baixa no período 1978-1979 e isto também pode ter ocasionado uma maior queda das acículas em *P. caribaea hondurensis*.

Para conclusões mais rigorosas serão necessários alguns anos de observações e de trabalhos complementares.

A Tabela IV mostra devolução de nutrientes ao solo pela queda anual das acículas.

TABELA I – Deposição mensal de acículas em plantações homogêneas de *P. oocarpa* e *P. caribaea hondurensis*.

Meses	Precipitação mensal mm	Temperaturas médias °C	Temperaturas mínimas °C	Acículas <i>P. oocarpa</i> Kg/ha/mês	Acículas <i>P.</i> <i>car.hondur.</i> Kg/ha/mês
JUN 77	75.0	18.4	8.0	843.9	1505.6
JUL 77	20.5	20.0	7.0	395.2	946.7
AGO 77	9.0	21.1	5.0	888.6	1667.2
SET 77	95.5	22.4	17.0	1210.5	1002.6
OUT 77	76.0	24.5	10.0	332.5	612.0
NOV 77	80.0	24.5	17.0	320.6	404.5
DEZ 77	354.5	23.6	16.0	253.9	411.5
JAN 78	107.0	25.6	18.0	211.6	221.0
FEV 78	53.0	25.6	16.0	732.7	817.8
MAR 78	272.0	24.8	5.0	453.6	616.7
ABR 78	35.0	22.2	10.0	277.7	1237.0
MAI 78	<u>188.0</u>	<u>19.1</u>	<u>5.0</u>	<u>1590.5</u>	<u>1920.0</u>
	TOTAL	MÉDIA	MÉDIA	TOTAL	TOTAL
	1365.6	22.7	11.2	7511.3	11362.6
JUN 78	21.0	17.5	0.0	731.5	332.3
JUL 78	130.0	19.2	5.0	331.3	254.0
AGO 78	4.5	18.3	-1.0	337.8	351.7
SET 78	94.0	20.9	9.0	496.3	1230.0
OUT 78	106.0	24.0	11.0	1493.7	1105.0
NOV 78	137.0	23.6	14.0	280.1	276.0
DEZ 78	182.0	23.5	6.0	311.0	504.0
JAN 79	93.0	23.0	13.0	300.7	452.0
FEV 79	90.0	23.8	15.0	756.0	1373.0
MAR 79	125.0	23.5	15.0	438.2	518.8
ABR 79	63.0	23.5	12.0	1266.8	1544.5
MAI 79	<u>126.0</u>	<u>19.8</u>	<u>-1.0</u>	<u>1026.5</u>	<u>583.0</u>
	TOTAL	MÉDIA	MÉDIA	TOTAL	TOTAL
	1171.5	21.7	8.2	7769.9	8524.3

TABELA II – Porcentagem de acículas depositadas mensalmente em talhões de pinheiros tropicais em relação à deposição anual (média de dois anos de observações).

MESES	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. caribaea hondurensis</i>
JAN	3.35%	3.38%
FEV	9.74%	11.01%
MAR	5.83%	5.70%
ABR	10.10%	13.98%
MAI	17.12%	12.58%
JUN	10.30%	9.24%
JUL	4.75%	6.03%
AGO	8.02%	10.15%
SET	11,16%	11.22%
OUT	11.95%	8.63%
NOV	3,93%	3.42%
DEZ	3,69%	4.60%

TABELA III – Porcentagem de acículas depositadas nas épocas secas (Abril-Setembro) e nas épocas chuvosas (Outubro-Março) (média de dois anos de coletas).

MESES	CHUVA (mm)	TEMP. (°C)	<i>P. oocarpa</i>	<i>P.caribaea hond.</i>
Abril-Setembro	430.7	20.2	61.5%	63.3%
Outubro-Março	837.7	24.2	38.5%	36.7%

TABELA IV – Nutrientes depositados ao solo em plantações de pinheiros tropicais. kg/ha/ano.

ANO	NUTRIENTE	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. caribaea hondurensis</i>
1977-78	N	42.8	57.9
1977-78	P	1.9	2.9
1977-78	K	16.5	40.0
1977-78	Ca	5.2	8.6
1977-78	Mg	15.7	27.2
1978-79	N	46.6	53.7
1978-79	P	2.7	2.9
1978-79	K	17.5	26.4
1978-79	Ca	5.4	5.9
1978-79	Mg	12.4	12.7

A quantidade de nutrientes é aproximadamente igual para a mesma espécie nos 2 anos de observações, porém varia entre as duas espécies, visto que *P. caribaea hondurensis* devolve uma quantidade maior de acículas e conseqüentemente também de elementos químicos.

Análises mais detalhadas quanto à flutuação das concentrações dos elementos químicos das acículas em diversas épocas do ano será apresentada no próximo relatório.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa não teria sido executada sem a colaboração contínua dos Engenheiros Florestais da Cia. Agro Florestal Monte Alegre: Drs. Francisco Bertolani, Norival Nicolielo e João Batista Garnica.

BIBLIOGRAFIA

CASTRO, C. F. de H & POGGIANI, F. – Quantificação da biomassa arbórea em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (7): p. 01-11,1979.

NOIRFALISE, A. & VANESSE, R. – Consequences de la monoculture des coniferes pour la conservation des sols et pour le bilan hydrologique. Bruxelles, Association des Espaces Verts (A.S.B.L.), 1975, 44 p.

POGGIANI, F. – Adaptação ecológica, crescimento e desenvolvimento dos pinheiros tropicais. Boletim Informativo PPT, Piracicaba, (3): p. 1-10 1979.

PRITCHETT, W. L. – Properties and management of forest soils. New York, John Wiley, 1979, p. 129-211.

SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P. – Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974, p. 56.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA EM POVOAMENTOS DE PINHEIROS TROPICAIS

I Alteração do pH, Condutividade e das Concentrações de Ca, Mg e P da água da Chuva em *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*.*

Walter de Paula Lima **

1. INTRODUÇÃO

Entre os objetivos do sub-projeto 02 destacam-se os dois seguintes:

- a) Medir a alteração da água da chuva após interação com as copas das florestas de pinheiros tropicais;
- b) Quantificar a ciclagem de alguns nutrientes causada pelo processo de lavagem das copas pela água das chuvas.

Para o alcance destes objetivos, dois ensaios foram instalados: um na ESALQ, em área experimental do Departamento de Silvicultura, e outro em Agudos, na área da Cia. Agro-Florestal Monte Alegre. O presente relatório contém a análise final do ensaio conduzido na ESALQ conforme será detalhado mais adiante.

A composição química da água da chuva, bem como a alteração desta composição após interação com a vegetação, é assunto que vem sendo estudado em vários países, nas mais diversas situações. No caso de cobertura florestal, esta interação da água da chuva com as copas das árvores é particularmente importante, pois representa, conforme tem sido observado em inúmeros trabalhos, um fator adicional à ciclagem de nutrientes do “site” (1), (2), (3), assim como funciona, também, como elemento formador do solo (4). Este tipo de estudo já foi iniciado em nosso meio (5) e os resultados deste relatório, assim como os trabalhos ainda em andamento em Agudos serão, sem dúvida, úteis para fornecer um conhecimento melhor a respeito das reais influências do reflorestamento com espécies de pinheiros tropicais sobre a qualidade da água, a ciclagem de nutrientes, a potencialidade de acidificação e de alteração do solo.

*Relatório final de um dos ensaios do sub-projeto nº 02.

** Professor Assistente-Doutor do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP.

2. A ÁREA EXPERIMENTAL

A área experimental acha-se localizada no campus da E.S.A. “Luiz de Queiroz”, no município de Piracicaba, entre as coordenadas geográficas de 22°42’30” de latitude sul, e 47°38’00” de longitude a oeste de Greenwich, numa altitude de 540 m.

O povoamento florestal onde foram coletados os dados situa-se à margem esquerda do Córrego Monte Olimpo, no extremo leste do campus da ESALQ, numa área com declividade aproximada de 4,5% (Figura 1). Trata-se de um talhão com área aproximada de 1 hectare de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* plantado em dezembro de 1969, em espaçamento de 3 x 2 metros, desenvolvido a partir de sementes provenientes de Cuba.

O clima é do tipo mesotérmico de inverno seco, com precipitação média anual ao redor de 1280 mm, sendo que cerca de 1000 mm deste total caem durante a estação chuvosa, que vai de outubro a março (verão). A temperatura média anual está ao redor de 20°C.

3. MÉTODOS

A precipitação foi medida através de pluviômetros plásticos, em número de 6, localizados em área aberta próxima à parcela florestada. As leituras eram feitas semanalmente e dos pluviômetros coletavam-se amostras semanais de água das chuvas para posterior análise qualitativa no laboratório.

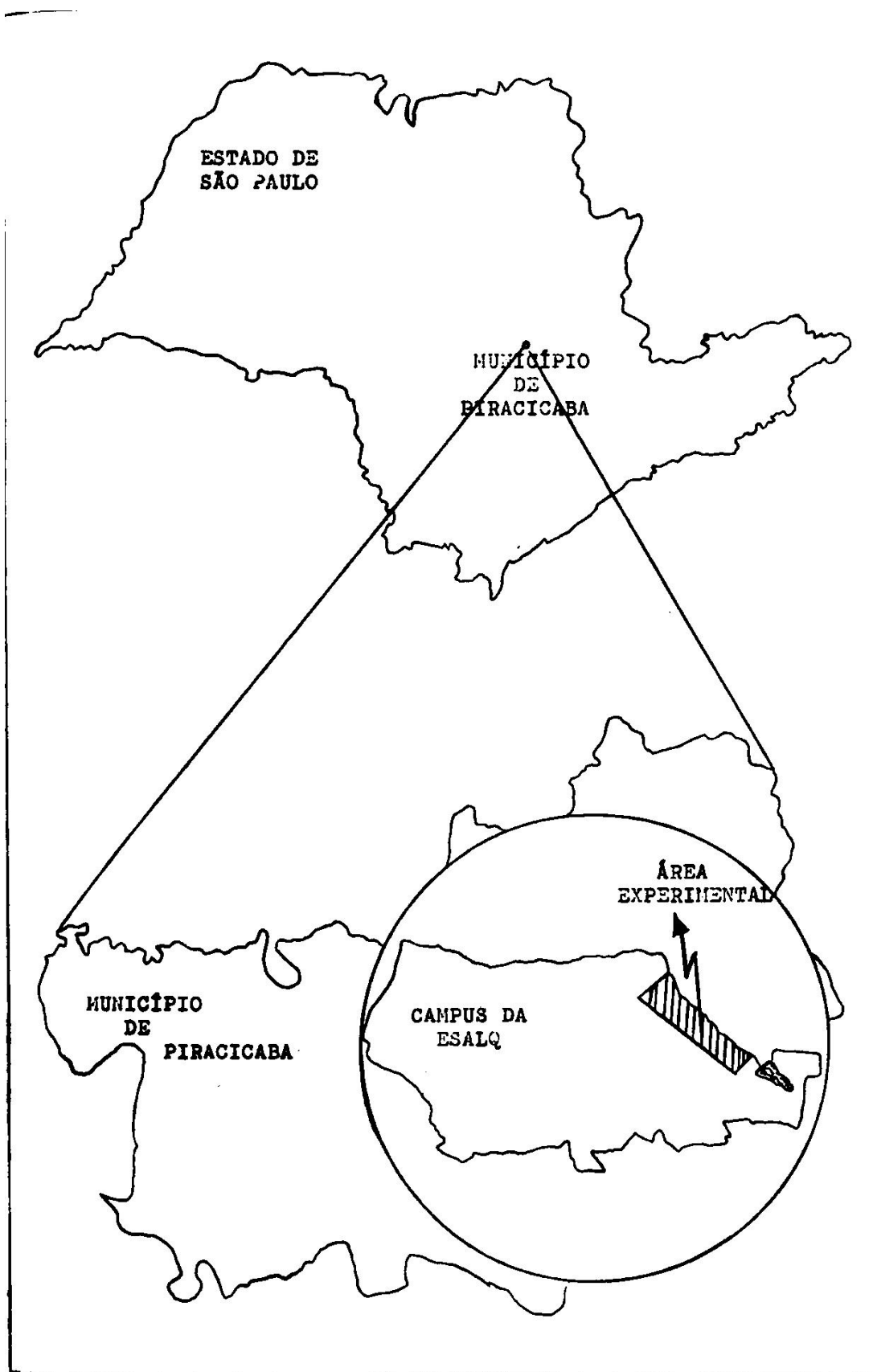


Figura 1: Localização da Área Experimental em Relação ao Estado de São Paulo, ao Município de Piracicaba e ao Campus da ESALQ-USP.

Dentro do povoamento florestal foram distribuídos ao acaso 12 interceptômetros de plástico para coleta da precipitação interna (água da chuva que chega ao piso florestal após interação com as copas das árvores). As amostras eram também coletadas semanalmente, sendo levadas para o laboratório onde as análises qualitativas eram realizadas imediatamente.

O pH foi medido em potenciômetro modelo B-221 fabricado pela Micronal. A condutividade elétrica foi medida em condutivímetro modelo 2511 fabricado pela Hach Chemical Company. O cálcio foi determinado por titulação complexométrica com EDTA (6). O magnésio foi determinado pelo método de cálculo (6), sendo a diferença entre as leituras de dureza (em m.eq./l) e cálcio (também em m.eq./l). O fósforo foi determinado colorimetricamente pelo método de cloreto estanhoso (7).

No total foram coletadas amostras de 25 semanas não consecutivas durante o período de outubro de 1976 a março de 1978 (Tabela 1).

4. RESULTADOS

A Tabela 1 contém os valores da precipitação (mm) medida no aberto, assim como as médias semanais do pH, da condutividade, e dos teores médios de cálcio, magnésio e fósforo na água da chuva (c), coletada no aberto, e na água da precipitação interna (P), coletada sob a floresta de pinheiro tropical, durante o período de estudo.

Na Tabela 2 as concentrações médias de cálcio e magnésio são apresentadas em termos de quantidade (kg/ha) de ambos os elementos que foram medidos na água da chuva (c) e na água da precipitação interna (P). A diferença entre (P) e (c), no caso, representa a quantidade do elemento que é ciclada pela interação da água da chuva com as copas das árvores, através do processo referido como lavagem (8).

As relações entre a precipitação semanal e os valores de pH e de condutividade podem ser visualizadas mais facilmente através das Figura 2 e 3. As Figura 4, 5 e 6 mostram idênticas relações para o caso de cálcio, magnésio e fósforo, respectivamente.

TABELA 1: Valores da precipitação medida durante os períodos de coleta e média do pH, da condutividade e das concentrações de Ca, Mg e PO₄ em amostras de água da chuva (C) e de água da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Médias foram obtidas com 3 precipitações.

Período	Precipitação (mm)	pH		Condutividade (μ mho/cm)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)		PO ₄ ⁻³ (mg/l)	
		(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**
<u>1976</u>											
06/12 – 13/12	40,0	4,5	4,5	11,0	28,0	1,2	0,7	0,8	0,5	< 0,1	< 0,1
13/12 – 20/12	19,0	5,2	4,6	12,0	57,0	-	-	-	-	-	-
20/12 – 27/12	52,0	4,8	4,5	12,0	49,0	0,2	1,4	0,6	1,0	0,2	0,3
27/12 – 03/01	55,5	5,4	4,7	9,0	21,0	0,2	0,4	0,2	0,4	< 0,1	< 0,1
<u>1977</u>											
03/01 – 10/01	85,0	4,8	4,4	11,0	32,0	0,0	0,4	0,1	0,6	< 0,1	< 0,1
10/01 – 17/01	51,0	4,5	4,4	11,0	33,0	0,0	0,4	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
24/01 – 01/02	75,0	4,8	4,3	17,0	54,0	0,3	1,1	0,4	0,9	< 0,1	< 0,1
14/02 – 07/03	21,0	4,8	4,2	24,0	86,0	0,5	3,1	0,6	1,9	< 0,1	0,1
21/03 – 28/03	70,0	5,0	4,3	9,0	46,0	0,2	1,7	0,2	0,7	< 0,1	< 0,1
28/03 – 04/04	38,0	4,8	4,4	12,0	28,0	0,2	0,8	0,4	0,4	< 0,1	< 0,1
04/04 – 11/04	84,0	5,3	5,6	7,0	23,0	0,3	0,9	0,6	0,7	0,2	0,1
30/05 – 06/06	52,0	4,1	3,6	39,0	132,0	1,2	5,9	1,1	1,6	0,1	0,1
29/08 – 05/09	23,0	5,5	4,0	43,0	300,0	2,8	16,8	1,3	6,7	0,5	0,9
12/09 – 19/09	13,0	5,6	4,5	30,0	63,0	2,9	4,4	0,3	2,8	0,1	0,3
19/09 – 27/09	53,0	6,6	5,6	24,0	62,0	0,7	1,2	1,4	1,9	< 0,1	< 0,1
27/09 – 03/10	49,0	6,5	6,1	9,5	26,0	0,5	0,9	0,4	0,7	< 0,1	< 0,1
07/11 – 16/11	40,0	5,1	3,9	16,5	74,4	0,4	2,4	0,7	1,0	< 0,1	< 0,1
16/11 – 28/11	42,4	6,3	4,5	16,0	56,0	0,5	1,7	0,4	0,7	0,4	0,6
28/11 – 05/12	127,0	5,6	4,1	11,0	40,0	0,4	0,9	0,5	0,6	< 0,1	< 0,1
05/12 – 12/12	70,0	6,7	4,7	19,0	23,0	0,7	0,5	0,1	0,2	0,4	0,1
19/12 – 26/12	120,0	6,3	4,2	17,0	36,0	1,5	0,7	0,0	1,6	0,4	< 0,1
<u>1978</u>											
30/01 – 08/02	72,0	4,6	4,2	18,0	36,0	1,0	0,9	0,0	0,7	< 0,1	< 0,1
13/02 – 27/02	19,4	4,0	3,9	46,0	54,0	1,9	1,0	1,4	1,2	-	-
27/02 – 06/03	37,0	4,7	4,0	22,0	71,0	0,8	1,5	0,1	0,9	< 0,1	< 0,1
06/03 – 13/03	37,0	4,9	4,5	5,0	14,0	0,2	1,6	0,7	0,5	< 0,1	< 0,1
— x		5,2	4,5	18,0	57,8						

* Água da chuva

** Água da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea*

TABELA 2: Quantidades (kg/ha) de Ca e Mg medidas na água da chuva (C) e na água da precipitação interna (P) em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Período	Kg/ha			
	Ca (C)*	Ca (P)**	Mg (C)	Mg (P)
<u>1976</u>				
06/12 – 13/12	0,48	0,25	0,32	0,18
13/12 – 20/12	-	-	-	-
20/12 – 27/12	0,10	0,66	0,31	0,47
27/12 – 03/01	0,11	0,20	0,11	0,20
<u>1977</u>				
03/01 – 10/01	0,00	0,31	0,08	0,46
10/01 – 17/01	0,00	0,18	0,05	0,05
24/01 – 01/02	0,22	0,74	0,03	0,61
14/02 – 07/03	0,10	0,59	0,13	0,36
21/03 – 28/03	0,14	1,07	0,14	0,44
28/03 – 04/04	0,08	0,27	0,15	0,14
04/04 – 11/04	0,25	0,68	0,50	0,53
30/05 – 06/06	0,62	2,77	0,57	0,75
29/08 – 05/09	0,64	3,49	0,30	1,30
12/09 – 19/09	0,38	0,52	0,04	0,33
12/09 – 19/09	0,38	0,52	0,04	0,33
19/09 – 27/09	0,37	0,57	0,74	0,91
27/09 – 03/10	0,24	0,40	0,20	0,31
07/11 – 16/11	0,16	0,87	0,28	0,36
16/11 – 28/11	0,21	0,65	0,17	0,27
28/11 – 05/12	0,51	1,03	0,63	0,69
05/12 – 12/12	0,49	0,32	0,07	0,13
19/12 – 26/12	1,80	0,76	0,00	1,74
<u>1978</u>				
30/01 – 08/02	0,72	0,59	0,00	0,46
13/02 – 27/02	0,37	0,17	0,27	0,21
27/02 – 06/03	0,29	0,50	0,04	0,33
06/03 – 13/03	0,07	0,53	0,26	0,17
TOTAL	8,35	18,12	5,39	11,49

* Conforme valores da precipitação no período (Tabela 1)

** Conforme estimativa da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de acordo com o determinado por LIMA (1976) (9)

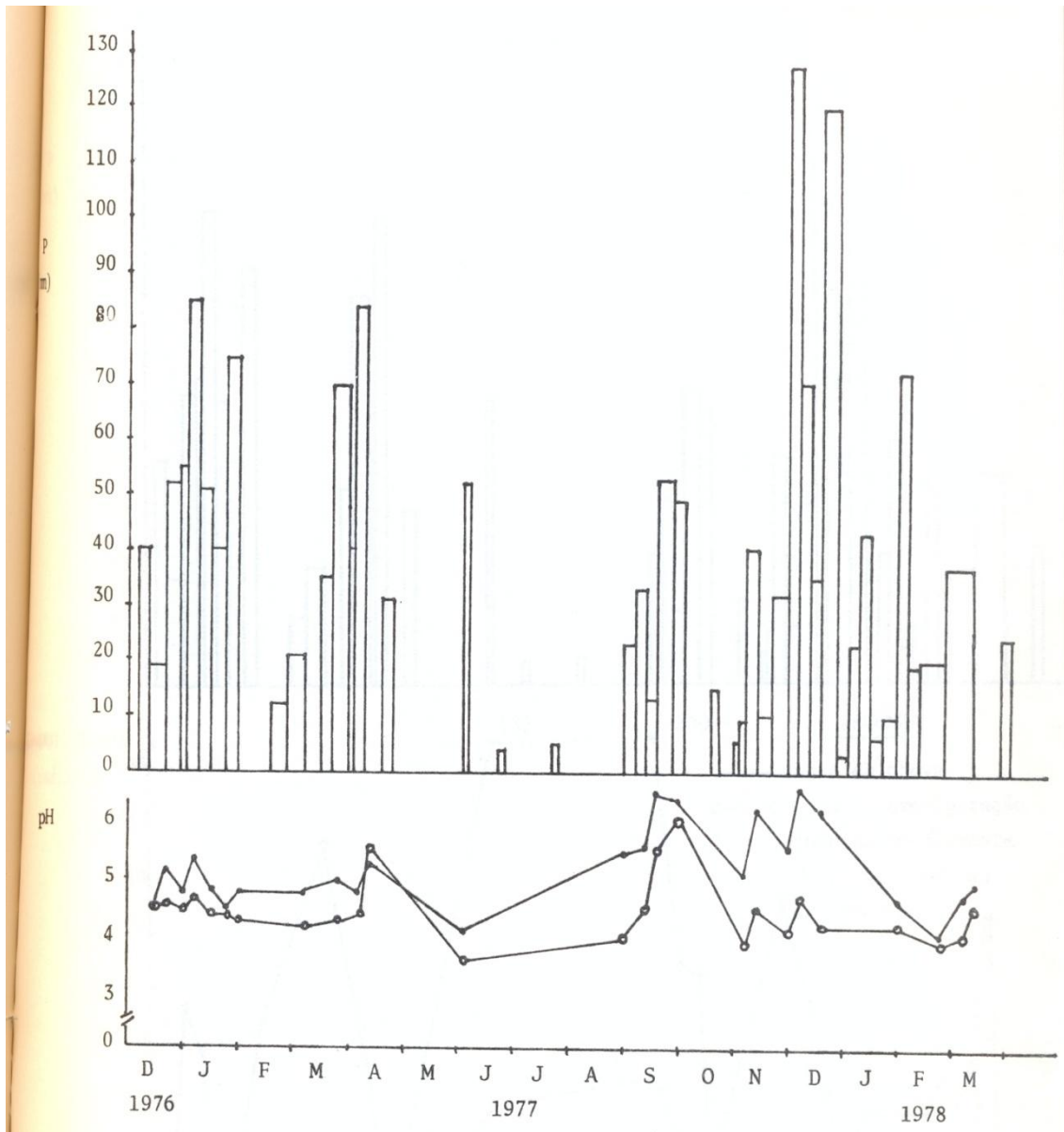


FIGURA 2 - Precipitação semanal e médias semanais do pH da água da chuva e da precipitação interna durante o período estudado.

LEGENDA

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

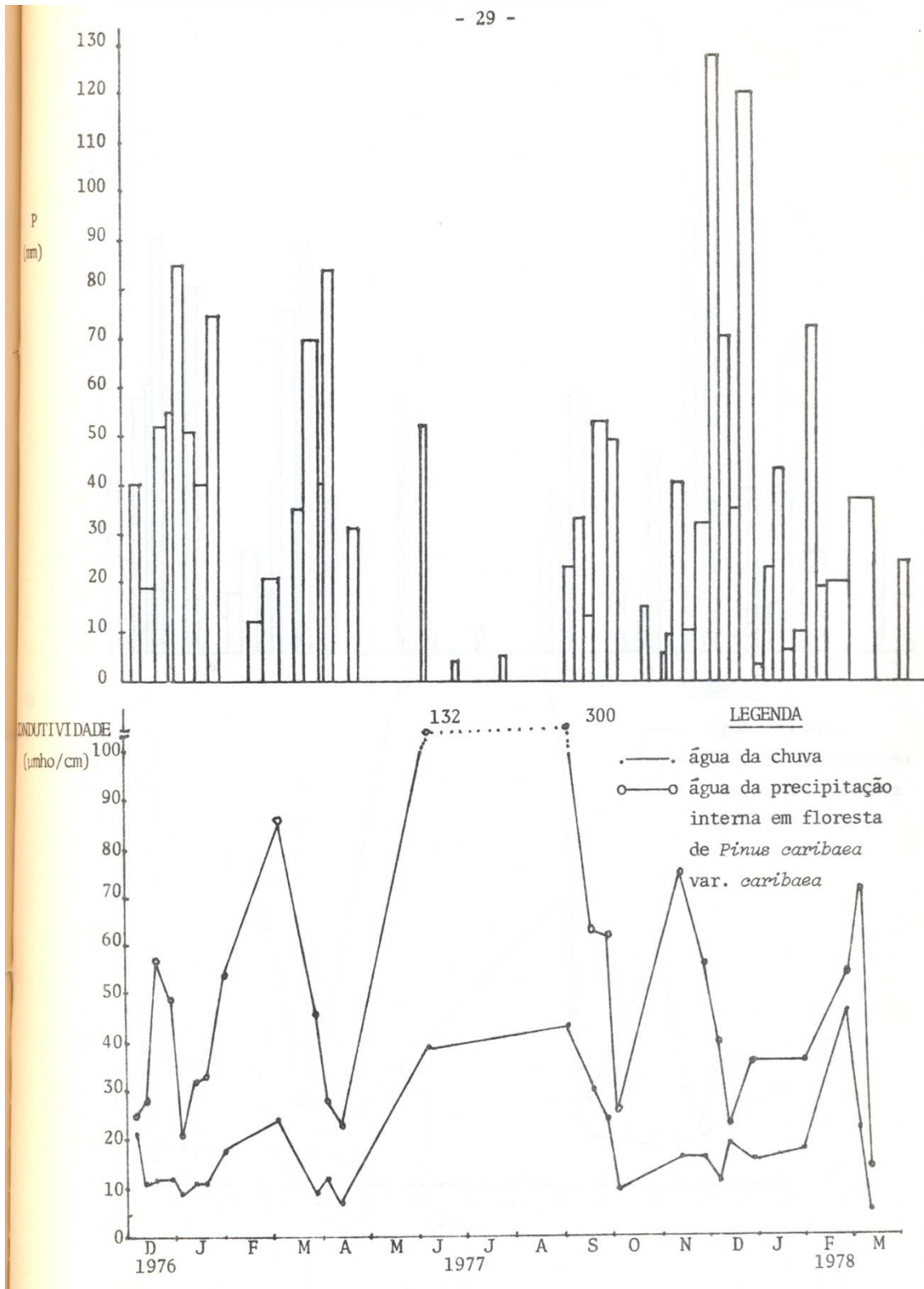


FIGURA 3 - Precipitação semanal e médias semanais da condutividade elétrica da água da chuva e da água da precipitação interna.

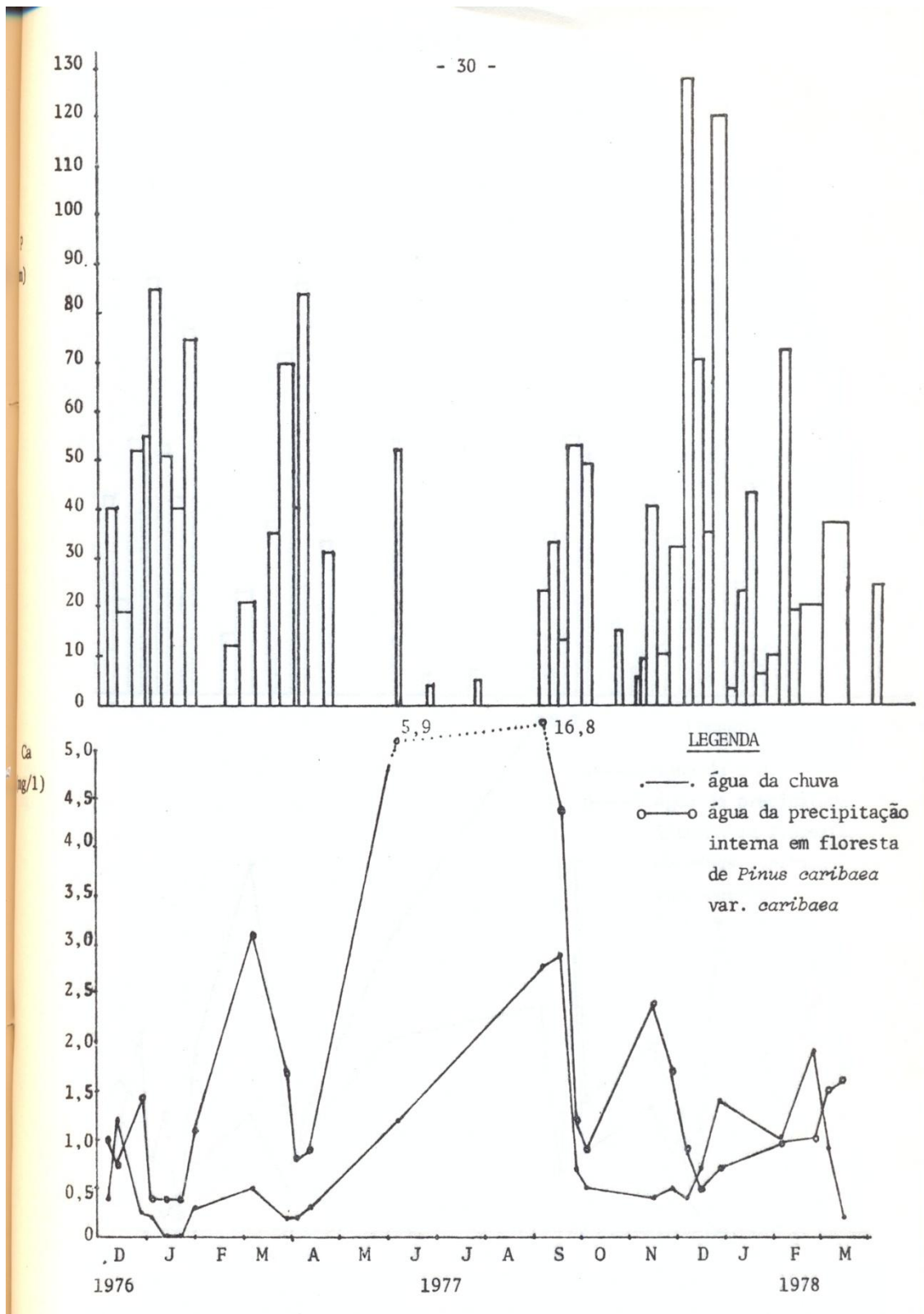


FIGURA 4 - Precipitação semanal e médias semanais da concentração de Cálcio na água da chuva e na água da precipitação interna.

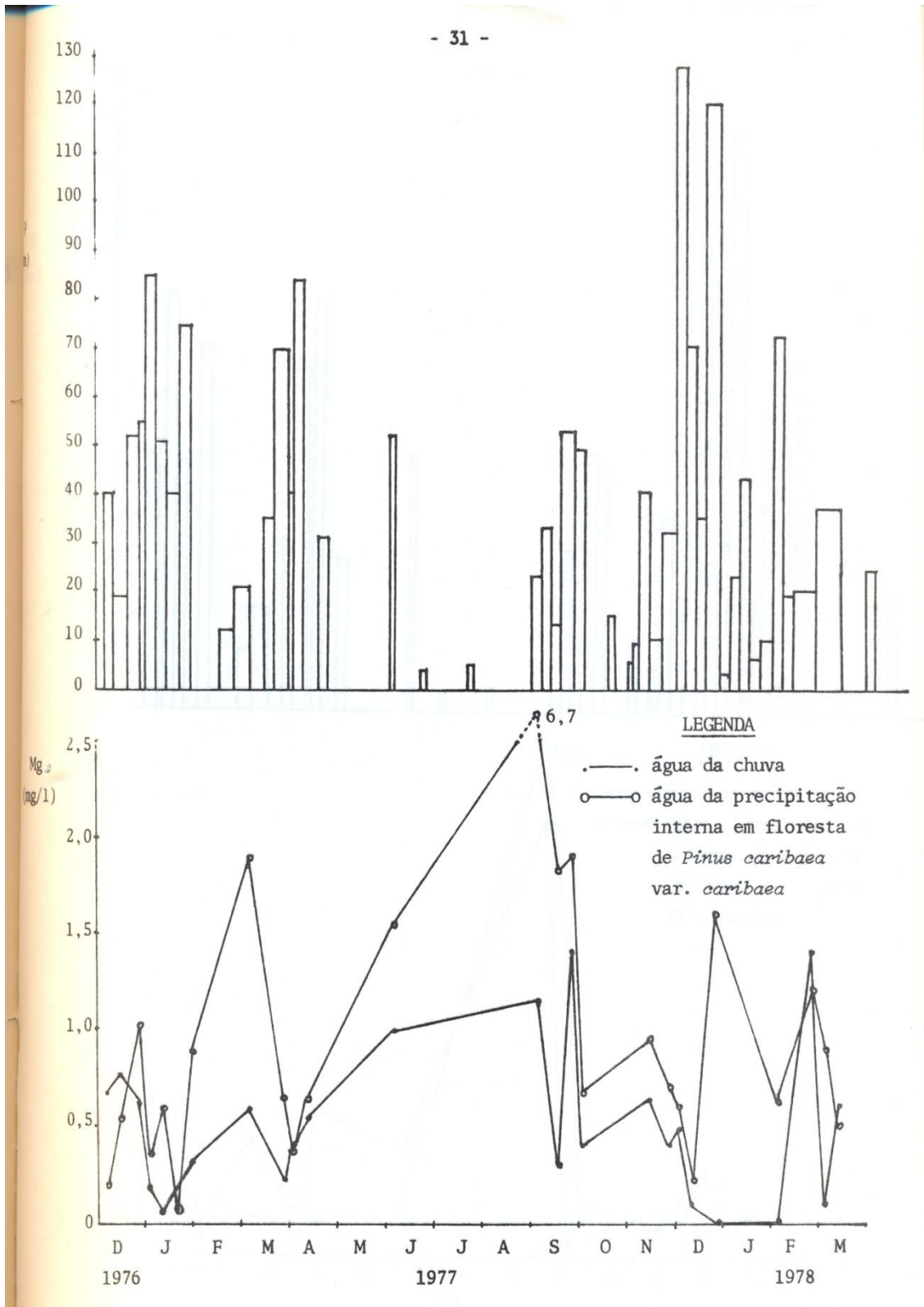


FIGURA 5 - Precipitação semanal e médias semanais da concentração de magnésio na água da chuva e na água da precipitação interna.

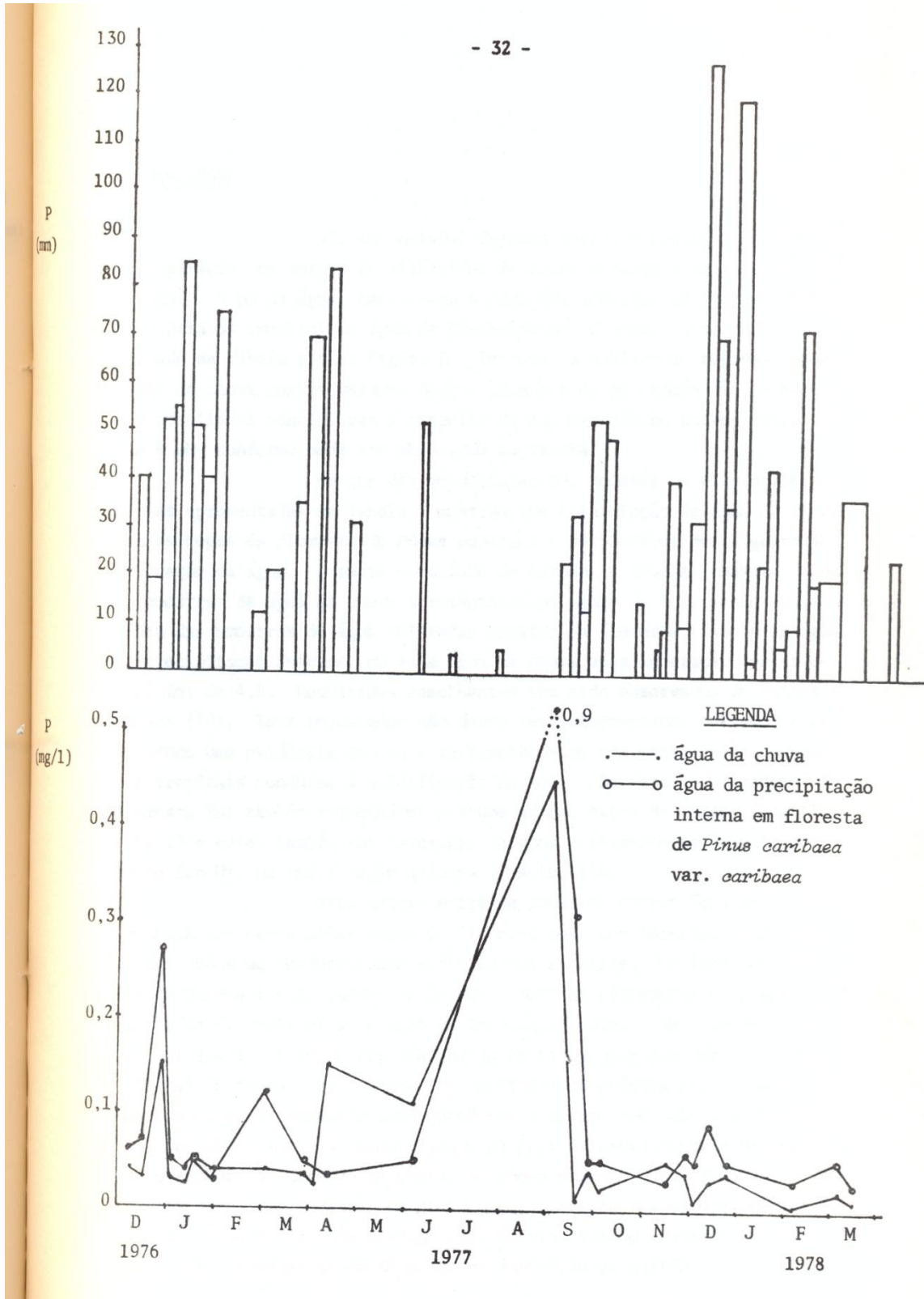


FIGURA 6 - Precipitação semanal e médias semanais da concentração de Fósforo na água da chuva e na água da precipitação interna.

5. DISCUSSÃO

Não foi notada, de modo geral, correlação entre a precipitação, em termos de milímetros de chuva durante o período de uma semana, e o pH da água, tanto para o caso das amostras da própria chuva, como para as amostras da água da precipitação interna. Isto pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 2. De fato, a análise de regressão dos dados de chuva com os valores médios semanais do pH também não apresentou resultados conclusivos a respeito de alguma relação entre precipitação e pH, conforme pode ser observado na Tabela 3.

No que diz respeito ao pH, todavia, a Figura 2 e as médias apresentadas na Tabela 1 mostram que a interação da água da chuva com as copas da floresta de *Pinus caribaea* é responsável por ligeira acidificação da água. Durante o período de estudo, a Tabela 1 mostra que as amostras de água da chuva apresentaram pH médio de 5,2, sendo que a média das amostras de amostras de água coletadas debaixo da floresta (isto é, a água da precipitação interna, ou seja água da chuva após interação com as copas) foi de 4,5. Resultados semelhantes têm sido observados em outros países (10). Tais resultados não devem ser interpretados unicamente como sendo uma evidência de que o reflorestamento com espécies de pinheiros tropicais conduzem à acidificação do solo. De fato, a presença da floresta foi também responsável por uma adição extra de outros íons (Tabela 2) e estes também vão interagir (alguns certamente com efeito oposto ao íon H⁺) na modificação química do solo (11).

Esta adição extra de inúmeros outros íons pela água da chuva que passa pelas copas da floresta pode ser inferida pela análise dos dados de condutividade elétrica das amostras. De fato, os números da Tabela 1 e as curvas da Figura 3 mostram claramente este notável efeito da floresta na alteração da composição química da água da chuva. Esta alteração da condutividade guarda certa relação com varias características da chuva. Por exemplo, as amostras da própria chuva tendem a apresentar maior condutividade quando esta ocorre após algum período seco. Por outro lado, a condutividade da água da chuva tende a diminuir com o aumento da duração da chuva, ou com o aumento do período de chuvas. Já para o caso de amostras da precipitação interna, os valores médios de condutividade da água da precipitação interna tendem a aumentar bruscamente, em consequência tanto da maior deposição de partículas de poeira sobre as copas, como também pela maior quantidade de íons laváveis que se tornam disponíveis nas acículas das árvores (1). Na Figura 3, o pico de 300 μ mho/cm observado em fins de agosto de 1977 foi observado logo após a ocorrência de um incêndio rasteiro ocorrido na área, inclusive dentro da área experimental. Este relacionamento da condutividade com a precipitação está, também, patente na equação da Tabela 3.

TABELA 3: - Relações entre precipitação semanal (mm P/sem) X, e valores de pH e de condutividade elétrica (μ mho/cm) Y da água da chuva (parcela aberta), da água da precipitação interna (sob floresta de *Pinus caribaea*) e devido ao processo de lavagem (diferença devido à floresta).

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r ²⁽¹⁾	F ⁽²⁾
<u>Parcela aberta</u>				
pH: $\ln Y = a + b X$	1,564	0,001	0,08	1,818 n.s.
Cond.: $Y = a + b/X$	8,347	364,182	0,27	8,291 **
<u>Sob floresta de <i>P. caribaea</i></u>				
pH: $\ln Y = a + b X$	1,396	0,002	0,12	2,925 n.s.
Cond.: $\ln Y = a + b \ln X$	5,578	-0,475	0,14	3,494 n.s.
<u>Diferença devido à floresta</u>				
pH: $Y^{(3)} = a + b X$	- 0,708	0,010	0,11	2,591 n.s.
Cond.: $Y^{(4)} = a + b X$	69,794	- 0,648	0,07	1,713 n.s.

(1) Coeficiente de determinação

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

n.s. = não significativo.

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

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

Nas Figuras 4, 5 e 6, este enriquecimento da água da chuva pelas copas das árvores pode ser observado a níveis individuais de 3 nutrientes: Ca, Mg e P. Semelhantemente à Figura 3, as concentrações destes elementos nas amostras de água da chuva e de água da precipitação interna aguardam certa relação com a precipitação, aumentando, em ambas as situações, após períodos de estiagem, e tendendo a diminuir durante períodos chuvosos. Notável nas curvas das Figuras 4, 5 e 6, assim como nas Tabelas 1 e 2, é o fato de as médias da concentração de Ca, Mg e P nas amostras da precipitação interna serem sempre maiores do que as obtidas nas amostras da água da chuva, evidenciando o papel importante deste processo na ciclagem de nutrientes em tais ecossistemas florestais.

A relação entre a concentração de um determinado íon na água da chuva (Y) e a intensidade da precipitação (X) (mm de chuva durante o período considerado) tem sido dada como sendo forma:

$$Y = a + b X$$

onde:

a e b são constantes

Desde que o total de íons que chega deve aumentar com o aumento da chuva, a relação entre ambos deve ser curvilínea (1). Vários modelos foram testados para os dados do presente estudo, sendo que as equações que melhor descrevem as relações são mostradas na Tabela 4.

TABELA 3: - Relações entre precipitação semanal (mm P/sem) X, e valores de pH e de condutividade elétrica (μ mho/cm) Y da água da chuva (parcela aberta), da água da precipitação interna (sob floresta de *Pinus caribaea*) e devido ao processo de lavagem (diferença devido à floresta).

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r ²⁽¹⁾	F ⁽²⁾
<u>Parcela aberta</u> Ca: $Y^{(3)} = a + b X$	0,253	37,271	0,56	28,3556 **
Mg.: $Y^{(4)} = a + b/X$	1,316	- 0,006	0,10	2,394 n.s.
<u>Sob floresta de <i>P. caribaea</i></u> Ca: $\ln Y^{(5)} = a + b \ln X$	2,891	- 0,603	0,20	5,442 *
Mg: $\ln Y^{(6)} = a + b \ln X$	2,499	- 0,574	0,31	9,769 **
<u>Diferença devido à floresta</u> Ca: $\ln Y^{(7)} = a + b \ln X$	3,296	- 0,935	0,21	5,780 *
Mg: $Y^{(8)} = a + b/X$	0,159	37,039	0,25	7,182 *

(1) Coeficiente de determinação

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

n.s. = não significativo.

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

(4) $Y = Mg C + 0,5$ (Tabela 1)

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

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

(7) $Y = Ca P - Ca C$ (Tabela 1)

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

Nas Figuras 4, 5 e 6, é interessante observar, também, os picos nas concentrações de Ca (16,8 mg/l), Mg (6,7 mg/l) e P (0,9 mg/l) observados nas amostras da precipitação interna coletadas após o incêndio ocorrido na área durante o mês de agosto de 1977. O incêndio, aparentemente, contribuiu para um aumento substancial no acúmulo de nutrientes através de cinzas nas acículas, os quais foram, então, lavados pelas chuvas ocorridas após o fogo.

O papel da floresta na alteração da composição química da água da chuva tem sido explicado em termos de dois processos que se somam: primeiro, as copas da floresta atuam como superfícies depositárias de partículas secas durante períodos sem chuvas, as quais são, então, carregadas para o solo pelas águas das chuvas. Em segundo lugar, esta alteração é também devida ao processo de lavagem pelas águas das chuvas de nutrientes contidos nas folhas da vegetação. Este é um processo seletivo, que é responsável pela retirada de certos íons (Na, K, por exemplo) em maior quantidade e mais rapidamente do que outros (1); além disto condições ambientais e das próprias folhas parecem influir no processo. No conjunto, estes processos são responsáveis tanto por uma aceleração na ciclagem ou na circulação de nutrientes dentro do ecossistema assim como por uma adição extra de nutrientes para o “site” em consequência da presença da floresta. Em termos quantitativos, esta adição extra para o caso do Cálcio e do Magnésio no presente estudo é mostrada na Tabela 2. Para o período estudado (15 meses), 8,35 kg/ha de Ca e 5,39 kg/ha de Mg foram adicionados ao “site” através da precipitação. Após esta precipitação interagir com as copas da floresta de *Pinus caribaea*, todavia, cerca de 18,12 kg/ha de Ca e 11,49 kg/ha de Mg foram lavados em direção ao solo. A presença da floresta, desta forma, contribuiu, tanto pela lavagem de partículas secas depositadas nas acículas, como pela lavagem de metabólicos das acículas, com cerca de 10 kg/ha de Ca e 6 kg/ha de Magnésio para o “site”.

Resultados semelhantes tem sido encontrados na literatura: 13,8 kg/ha/ano de Ca e 5 kg/ha/ano de Mg em floresta de coníferas na Inglaterra (12); 26 kg/ha/ano de Ca e 16 kg/ha/ano de Mg em floresta tropical, na África (13).

6. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo já permitem algumas conclusões importantes a respeito do papel desempenhado por florestas de pinheiros tropicais sobre a alteração da composição química da água da chuva, bem como sobre a ciclagem de alguns nutrientes nestes ecossistemas. Sem dúvida, os dados que ainda estão sendo obtidos em Agudos, com duas outras espécies de pinheiros tropicais, servirão para ampliar ainda mais o conhecimento deste aspecto hidrológico em tais florestas homogêneas.

De modo geral, as informações podem ser resumidas de acordo com os seguintes itens:

- a) A floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* estudada foi responsável por uma diminuição do pH da água da chuva, após interação desta com as copas das árvores.

b) Também a condutividade elétrica média da água da precipitação interna na floresta foi aumentada, passando de 18 μ mho/cm na água da chuva para 57,8 μ mho/cm após interação desta com as copas das árvores. Este aumento deve-se à maior quantidade de íons presentes na água da precipitação interna, íons estes adicionados a água tanto pelo arraste da deposição de partículas nas copas durante períodos secos, como pelo processo de lavagem de metabólitos das acículas pela água das chuvas. A variação da condutividade guarda certa relação com o regime de precipitação. De modo geral ocorre aumento brusco da condutividade em amostras coletadas após períodos de estiagem, tanto para amostras de água da própria chuva, como para as da precipitação interna, cujos picos são bem maiores.

c) Este regime da condutividade ao longo do período de estudo foi mais ou menos idêntico aos verificados para as concentrações de Cálcio, Magnésio e Fósforo. Estas foram, de modo geral, sempre maiores nas amostras da precipitação interna, confirmando, desta forma, a causa do aumento da condutividade já comentado.

d) Em termos de ciclagem de nutrientes, ou seja da quantidade de nutrientes que foi ciclada pelo processo de interceptação da água da chuva pela floresta de pinheiros tropicais, foi verificado que esta interação foi responsável por um arraste de aproximadamente 10 kg/ha de Ca e de 6 kg/ha de Mg durante o período de estudo (15 meses). Estas quantidades de nutrientes são devidas ao arraste da deposição seca nas copas pelas chuvas, assim como à lavagem de metabólicos das acículas pela água das chuvas. Parte deste total, desta forma, é devida à ciclagem natural de nutrientes na floresta, na parte representa uma adição extra de nutrientes ao “site” em consequência da presença da floresta de pinheiros tropicais.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ATTIWILL, P. M., 1966. The Chemical Composition of Rainwater in Relation to Cycling of Nutrients in Mature Eucalyptus Forest. *Plant and Soil*, XXIV (3): 390-406.
2. WILL, G. M., 1959. Nutrient Return in Litter and Rainfall under some Exotic-Conifer Stands in New Zeland. *New Zeland J. Agr. Research*, 2: 719-734.
3. VOIGT, G. K., 1960. Alternation of the Composition of Rainwater by trees. *Na. Nidland Naturalist* 63: 321-326.
4. GESPER, P. L. & N. HOLOWAYCHUK, 1971. Some Effects of Stemflow from Forest Canopy Trees on Chemical Properties of Soils. *Ecology*, 52 (4): 691-702.
5. LIMA, W. P. & D. BARBIN, 1975. Efeito de Plantações de Eucaliptos e de Pinheiros sobre a Qualidade da Água da Chuva. *IPEF*, 11: 23-35.

6. BROWN, E.; M. W. SKOUGSTAD; M. J. FISHMAN, 1907. Methods for Collection and Analysis of Water Samples for Dissolved Minerals and Gases. U.S.D. Geological Survey. 160 p.
7. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1975. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th Edition. 1193 p.
8. CAMARGO, O. N., 1968. Absorção Foliar e Lavagem de Nutrientes nas Plantas. USP-ESALQ Boletim Didático nº 20. 123 p.
9. LIMA, W. P., 1976. Interceptação da Chuva em Povoamentos de Eucalipto e de Pinheiros. IPEF, 13: 75-90.
10. BAKER, J.; D. Hocking; M. NYBORG, 1976. Acidity of Open and Intercepted Precipitation in Forests and Effects on Forest Soils in Alberta, Canadá. Intern. Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem, Proc. USDA Forest Service Technical Report NE-23: 779-790.
11. McFEE, W. W.; J. M. KELLY; R. H. BECK, 1976. Acid Precipitation Effects on Soil pH and Base Saturation of Exchange Sites. Intern. Symp. on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem, Proc. USDA Forest Service Technical Report NE-23: 725-735.
12. MADGWICK, H. A. I. & J. D. OVIINGYON, 1959. The Chemical Composition of Precipitation in Adjacent Forest and Open Plots. Forestry, 32: 14-22.
13. NYE, P. H., 1961. Organic Matter and Nutrient Cycles under Moist Tropical Forest. Plant and Soil, 13: 333-346.

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PINHEIROS TROPICAIS

Tasso Leo Krugner*
Mário Tomazello Filho**

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de espécies tropicais de *Pinus* no Brasil tem apresentado certas dificuldades para a obtenção de mudas com adequado desenvolvimento micorrízico. Estas dificuldades estão ligadas à disponibilidade de inóculo de fungos micorrízicos em quantidade e qualidade desejáveis, uma vez que tais organismos não são indígenas nas regiões onde se vem implantando as espécies de *Pinus* tropicais no Brasil. O inóculo micorrízico vem sendo introduzido nos viveiros através da incorporação de acículas e/ou solo de povoamentos adultos nos canteiros de semeadura. Este tipo de inóculo oferece uma série de limitações: a) dificuldades de sua obtenção e transporte devido às longas distâncias envolvidas entre as fontes e os viveiros; b) impossibilidade de se conhecer os fungos micorrízicos presentes no substrato, e, por conseguinte, a sua eficiência simbiótica, especificidade quanto à planta hospedeira, e adaptabilidade às condições ecológicas em que vão ser empregados; c) emprego de fungos de menor rusticidade, não adaptados para condições adversas que ocorrem principalmente na fase de implantação dos povoamentos (altas temperaturas do solo, falta de água, baixos níveis de fertilidade do solo), uma vez que o inóculo é muitas vezes coletado em povoamentos velhos que apresentam condições bem diferentes de povoamentos jovens em fase de implantação, com uma população predominante de fungos não bem adaptados às condições adversas que podem ocorrer em povoamentos jovens; d) riscos de disseminação de patógenos, pragas e ervas daninhas.

No presente trabalho (sub-projeto), vem-se procurando o desenvolvimento de técnicas que possibilitem o uso de fungos micorrízicos específicos, mais eficientes para as condições de implantação de povoamentos. No relatório anterior (vide Boletim Informativo nº 2), foram apresentados os resultados obtidos na fase de viveiro com o emprego dos fungos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*, ficando evidenciada a alta capacidade da formação de micorrizas destes fungos com as diferentes espécies de *Pinus* estudadas e a potencialidade do emprego da técnica de inoculação desenvolvida.

* Professor Assistente-Doutor do Departamento de Fitopatologia-ESALQ/USP

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

Neste relatório apresentar-se-á os dados preliminares obtidos em condições de campo onde, sob condições mais adversas, o comportamento das mudas com os fungos específicos estudados vem sendo avaliado.

2. METODOLOGIA E MATERIAL UTILIZADO

Foram instalados até o momento três ensaios de campo: dois na região de Brotas, SP, e um em Teixeira de Freitas, Ba.

2.1. ENSAIOS DE BROTAS, SP

Na região de Brotas foram instalados dois ensaios: num deles empregaram-se mudas de *P. oocarpa* obtidas no primeiro ensaio de viveiro do presente trabalho, conduzido em Piracicaba; o outro, com mudas de diferentes espécies de *Pinus* obtida no segundo ensaio de viveiro do presente trabalho, realizado também em Piracicaba (vide 1º relatório no Boletim Informativo nº 2).

O ensaio com mudas de *P. oocarpa* do 1º ensaio de viveiro, constou de 4 tratamentos, a saber:

- a) Mudanças com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris*.
- b) Mudanças com micorrizas formadas por *Pisolithus tinctorius*.
- c) Mudanças não inoculadas no viveiro, com menos de 20% das raízes laterais curtas com micorrizas (formadas por inoculo natural não identificado) (Testemunha).
- d) Mudanças produzidas de forma rotineira no viveiro, com 35-40% das raízes laterais curtas com micorrizas (formadas por inoculo natural não identificado) - (Testemunha comercial).

Este ensaio foi instalado num delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições (blocos). Cada repetição consistiu numa parcela linear de 10 plantas. O espaçamento utilizado foi de 1,5 m entre plantas na linha (parcela) e 3 m entre linhas.

No outro ensaio, foram empregadas 3 espécies de *Pinus*: *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus khasya*. Para as três espécies de *Pinus* foram empregados dois tratamentos:

- a) Mudanças com micorrizas formadas por *P. tinctorius*, obtidas através de infestação artificial do solo dos recipientes com o referido fungo.
- b) Mudanças sem micorrizas formadas por *P. tinctorius*, mas com abundante formação de micorrizas típicas de *T. terrestris* (Testemunha).

Para o *P. oocarpa* e *P. caribaea* var. *hondurensis* foram também empregadas mudas produzidas no viveiro, de forma rotineira, com moderado desenvolvimento de micorrizas (35-40% das raízes laterais curtas) formadas por inóculo natural não identificado (Testemunha Comercial).

Este ensaio foi também instalado em blocos ao acaso, com 5 repetições (blocos). Cada repetição consistiu numa parcela retangular de 15 plantas (espaçamento 3 x 1,5 m).

Ambos os ensaios foram instalados em meados de Fevereiro de 1978, no mesmo local. O solo do local consiste num solo arenoso de fertilidade bem baixa, típico das áreas de cerrado de região, o qual continha anteriormente uma vegetação nativa do tipo campo cerrado. Não foi feita fertilização mineral em ambos os ensaios.

2.2. ENSAIO DE TEIXEIRA DE FREITAS, BA

Neste ensaio foram empregadas mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, produzidas num viveiro de eucalipto, localizado na região. Quanto à formação de micorrizas no sistema de mudas, foram empregados três tipos de mudas (tratamentos):

- a) Mudanças com abundante formação de micorriza por *P. tinctorius*, obtidas através de infestação artificial do solo com o referido fungo.
- b) Mudanças com abundante formação de micorriza por *T. terrestris*, obtidas através da infestação artificial do solo com o referido fungo.
- c) Mudanças sem micorriza, obtidas a partir do solo sem infestação artificial com inoculo micorrízico.

Estas mudas foram produzidas em canteiros de semeadura, para plantio de raiz nua.

Esta combinação com os tratamentos micorrízicos (empregados no viveiro), foi incluído no ensaio de campo um tratamento de fertilização mineral para ser comparado com tratamento sem fertilização.

O tratamento de fertilização consistiu na aplicação em cobertura, 40 dias após o plantio, de 170 g de NPK 5:33:6 por planta, incluindo 2,2 g de Borax Comercial e 3,4 g de Sulfato de zinco, adicionados previamente à formulação.

O ensaio foi instalado num delineamento em blocos ao acaso, esquema fatorial (3 x 2), com repetições (blocos). Cada repetição consistiu numa parcela quadrada de 25 plantas, com espaçamento de 3 x 3 m entre plantas.

As mudas utilizadas no ensaio apresentavam 6 meses de idade, por ocasião do plantio. O ensaio foi instalado em 31 de Julho de 1978, numa área de solo de fertilidade bastante baixa, contendo uma camada superficial arenosa, seguida de um horizonte impermeável, comum na região litorânea do sul da Bahia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos nos ensaios de Brotas mostram que até o momento da 1ª medição efetuada, as mudas de *P. oocarpa* com micorrizas formadas pelo fungo *P. tinctorius* apresentavam desenvolvimento superior às mudas com micorrizas formadas por *T. terrestris* e/ou outros fungos micorrizicos não identificados (Tabela 1 e 2; Figura 1). No caso do *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, este fato não se repetiu, ocorrendo uma equivalência nos efeitos dos dois fungos testados, com ligeira superioridade para *T. terrestris* sobre *P. tinctorius* para as mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*.

No ensaio de Teixeira de Freitas, ficou demonstrado claramente a dependência das plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* de formação adequada de micorrizas em suas raízes (Tabela 3; Figura 2). Foi notória a grande superioridade do fungo *P. tinctorius* em relação a *T. terrestris* para esta espécie de *Pinus*, demonstrando novamente a ação específica de fungos micorrizicos com respeito aos efeitos benéficos sobre suas plantas hospedeiras, notadamente sob as condições adversas de fertilidade de solo onde os ensaios foram instalados. Notou-se também o fácil estabelecimento de ambos os fungos introduzidos no local (Figura 3).

Outro efeito notório observado no ensaio de Teixeira de Freitas foi a interação verificada entre o tratamento de fertilização mineral e os tratamentos micorrizicos. Verificou-se que o efeito de fertilização depende da presença de um adequado aparato micorrizico nas mudas (Tabela 3). Em outras palavras, o aproveitamento do fertilizante aplicado no solo depende da formação de micorrizas em quantidade e qualidade adequadas nas mudas.

Em conclusão, com base nos dados de campo até então obtidos, pode-se afirmar que as espécies tropicais de *Pinus* cultivadas atualmente no Brasil são dependentes de micorrizas para um desenvolvimento adequado e que tal desenvolvimento depende do fungo micorrizico e da espécie em questão. O uso do inoculo micorrizico específico, de fungos como *P. tinctorius* e *T. terrestris*, para o cultivo de *Pinus*, especialmente em terrenos marginais, tem, portanto um grande campo aberto para a continuidade de pesquisa. Dentro desta filosofia de trabalho, os estudos dentro deste sub-projeto prosseguirão através da instalação de novos ensaios de viveiro e de campo, em diferentes regiões do país, com os dois fungos micorrizicos em estudo e com diferentes espécies de *Pinus*.

TABELA 1 – Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor consiste na média de quatro repetições com originalmente 20 mudas por repetição (+).

Mudas com micorrizas Formadas por (++)	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índice de Volume (+++)	
				Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>T. terrestris</i>	77,1 ac	2,60 ac	1,32 ac	9,00 a	86,96 a
<i>P. tinctorius</i>	91,7 c	3,68 b	1,77 b	25,46 b	291,75 b
Inóculo natural (Testemunha)	72,9 a	2,58 c	1,24 c	8,31 a	72,49 a
Inóculo natural (Testemunha comercial)	75,0 ac	2,70 a	1,35 a	10,01 a	91,67 a

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

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

Testemunha Comercial: mudas produzidas de forma rotineira, no viveiro, com 35-40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inoculo natural de fungos não identificados.

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

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

TABELA 2 – Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor consiste na média de cinco repetições, com originalmente 15 mudas por repetição (+).

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos no viveiro ⁽⁺⁺⁾	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índices de volume ⁽⁺⁺⁺⁾	
					Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	93,3 a	4,2 a	2,06 a	37,10 a	522,48 a
	Testemunha	93,3 a	3,8 ab	1,87 ab	27,62 ab	387,94 ab
	Testemunha comercial	85,3 a	3,4 a	1,65 b	19,63 b	250,94 b
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	90,7 a	5,0 ab	1,73 ab	44,14 ab	607,65 ab
	Testemunha	97,3 a	5,4 a	1,87 b	54,88 b	788,40 b
	Testemunha comercial	90,7 a	4,5 b	1,52 a	31,31 a	425,37 a
<i>Pinus khasya</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	86,7 a	2,9 a	1,02 a	9,68 a	132,12 a
	Testemunha	84,0 a	3,0 a	1,06 a	10,25 a	134,50 a

(+) Em cada coluna, para cada espécie, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

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

Testemunha comercial: mudas produzidas, de forma rotineira, no viveiro, com 35-40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inoculo natural de fungos não identificados.

(+++)¹ Índice de volume de planta = (diâmetro do colo)² x altura do caule/100;

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



FIGURA 1 – Efeito de tratamentos micorrízicos no viveiro, através de infestação artificial de solo com o fungo micorrízico *P. tinctorius* em plantas de *P. oocarpa* após 17 meses de cultivo em Brotas, SP. A) Mudanças com micorrizas formadas naturalmente por fungos não identificados – Testemunha comercial; B) Mudanças com micorrizas formadas naturalmente e predominantemente por *T. terrestris*; C) Mudanças com micorrizas formadas por *P. tinctorius*; D) Frutificações de *P. tinctorius* associadas a uma planta tratada com o referido fungo.

TABELA 3 – Sobrevivência e crescimento de mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* obtidas em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo, fertilizadas ou não com NPK, B e Zn, em Teixeira de Freitas, BA (+).

Tratamentos micorrízicos	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Incremento em		
			Altura do caule (cm)	Índice de volume de planta (cm ³)	Índice de volume de parcela (cm ³)
COM FERTILIZAÇÃO					
<i>T. terrestris</i>	93 a ⁽⁺⁺⁾	1,1 a	24,8 a	0,30 a	6,90 a
<i>P. tinctorius</i>	96 a	2,0 b	54,8 b	2,19 b	52,56 b
Testemunha (sem infestação artificial)	83 a	0,5 ac	8,6 c	0,02 c	0,42 c
SEM FERTILIZAÇÃO					
<i>T. terrestris</i>	92 a	0,7 ac	13,3 ac	0,07 c	1,61 d
<i>P. tinctorius</i>	96 a	1,0 a	16,0 ac	0,16 ac	3,84 c
Testemunha (sem infestação artificial)	65 b	0,2 c	0,0		

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

(++) Média de quatro repetições. Cada repetição consistiu originalmente de 25 mudas.

(+++) Índice de volume de planta = (diâmetro do colo)² x altura do caule/100;
Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

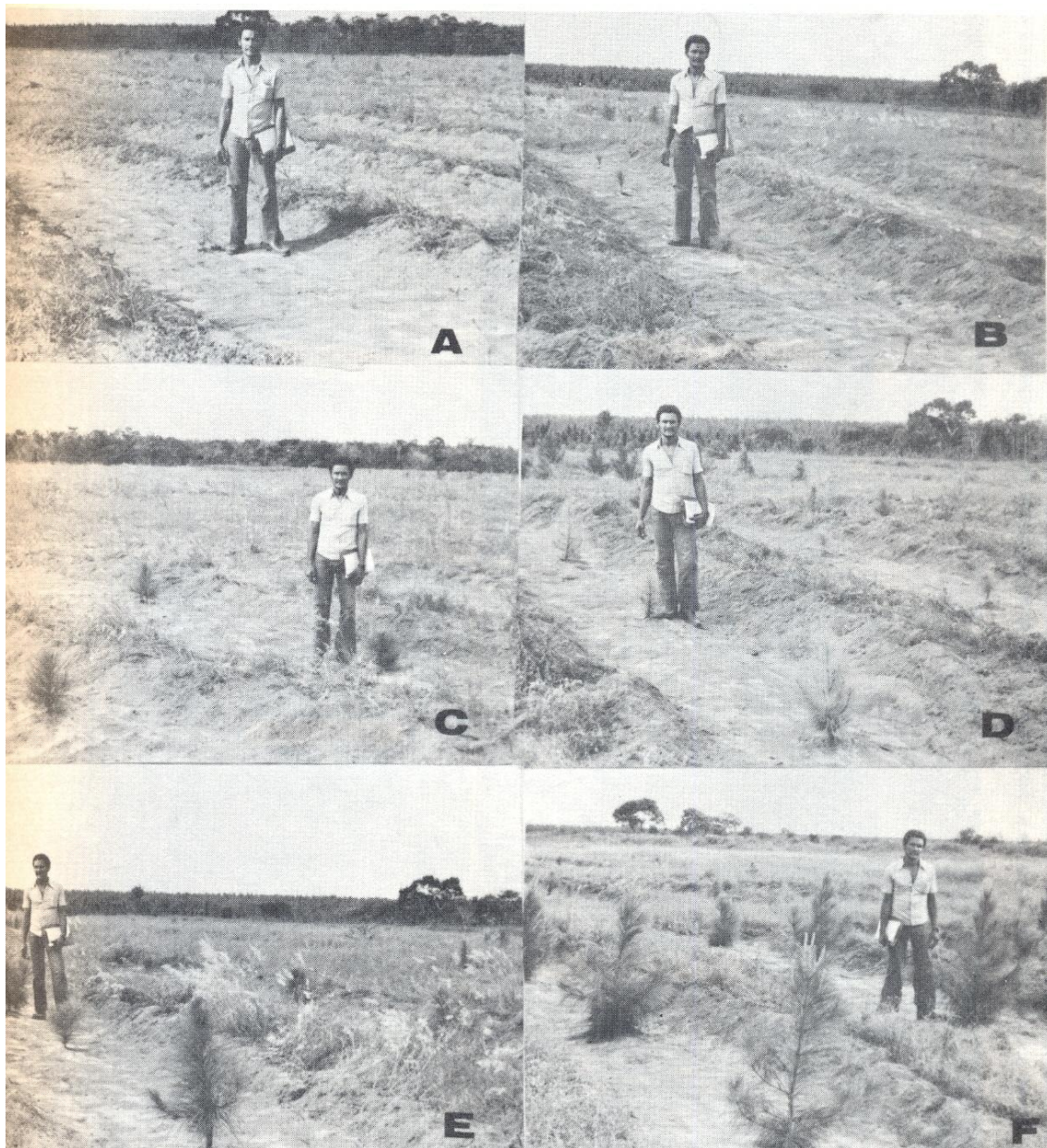


FIGURA 2 – Efeito de tratamentos micorrízicos no viveiro, através de infestação artificial de solo com os fungos micorrízicos *P. tinctorius* e *T. terrestris* em plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, após 1 ano de cultivo em Teixeira de Freitas, BA, em solo fertilizado e não fertilizado com NPK, B e Zn. A,C e E) mudas não fertilizadas; B, D e F) mudas fertilizadas; A e B) mudas sem micorrizas; C e D) mudas com micorrizas formadas por *T. terrestris*; E e F) mudas com micorrizas formadas por *P. tinctorius*. Notar a coloração mais escura das plantas com micorrizas formadas por *P. tinctorius*, que apresentavam coloração verde mais intensa que nos outros tratamentos.



FIGURA 3 – Frutificações de *T. terrestris* (A e B) e de *P. tinctorius* (C e D) desenvolvidas em Teixeira de Freitas, BA, em associação com mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, cultivadas previamente no viveiro em solo infestado artificialmente com os respectivos fungos.