

IPEF n.18, p.37-54, jun.1979

ALTERAÇÃO DO pH, CONDUTIVIDADE E DAS CONCENTRAÇÕES  
DE Ca, Mg e P DA ÁGUA DA CHUVA EM FLORESTA DE *Pinus caribaea*  
MORELET var. *caribaea*

Walter de Paula Lima<sup>(\*)</sup>

O. D. C. 111.77.174.7 *Pinus caribaea*

### SUMMARY

Samples of precipitation collected in the open and of throughfall collected under a plantation of *Pinus caribaea* var. *caribaea* were analysed for pH, conductivity and concentrations of calcium magnesium and phosphorus during a 25 week period from october 1976 through march 1978.

The pine forest was planted in 1969 and was located at the campus of the ESALQ-USP, in Piracicaba, State of São Paulo. Average annual precipitation in the study area is 1280 mm, from which about 1000 mm fall during the rainy season (october through march). Average annual temperature is about 20°C.

Precipitation was measured weekly in a nearby open area using 6 plastic rain gauges. Throughfall was also measured weekly, using 12 plastic collectors which were randomly distributed under the forest. As soon as collected, the samples were taken to the laboratory for chemical analyses. pH was measured with a pH-meter; conductivity was measured with a Hach 2511 Conductivity Meter; calcium was determined by titration with EDTA, and magnesium was determined by the calculation method; phosphorus was determined by the stannous chloride method.

pH was on the average 4,5 in the throughfall water, against an average value of 5,2 in the rain water. Average conductivity, on the other hand, varied from 18,0 µmho for the rain water, to 57,8 µmho for the throughfall water. For the 15 months of the study period, approximately 10 kg/ha of calcium and 6 kg/ha of magnesium have been washed from the pine forest canopy to the soil by rainfall.

### 1. INTRODUÇÃO

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» (ATTIWILL, 1966; WILL, 1959 e VOIGT, 1960), assim como funciona, também, como elemento formador do solo (GESPER & HOLOWAY CHUK, 1971). Este tipo de estudo já foi iniciado em nosso meio (LIMA & BARBIN, 1975), e os resultados destes estudos, assim como as informações de outros trabalhos semelhantes serão, sem dúvida, úteis para

---

<sup>(\*)</sup> Professor Assistente-Doutor do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP.

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.

## **2. A ÁREA EXPERIMENTAL**

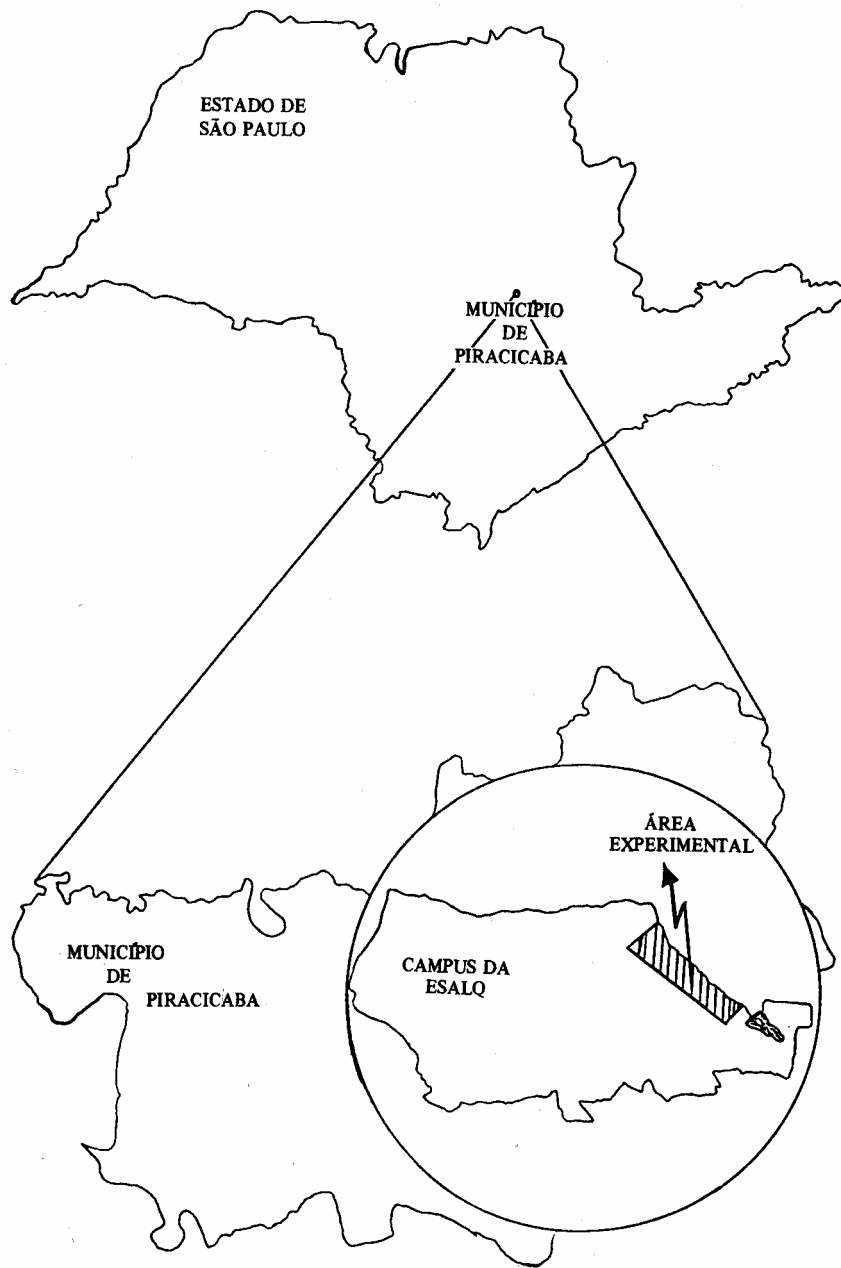
A área experimental acha-se localizada no campus da E.S.A. «Luiz de Queiroz», no município de Piracicaba, entre as coordenadas geográficas de 22°42'30" de latitude sul, e 47°38'00" de longitude a oeste de Greenwich, numa altitude de 540 m.

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.**

**FIGURE 1. Location of the experimental area in relation to the State of São Paulo, and to the campus of the ESALQ-USP, in Piracicaba.**

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. (BROWN; SKOUGSTAD & FISHMAN, 1970). O magnésio foi determinado pelo método de cálculo (BROWN; SKOUGSTAD & FISHMAN, 1970), 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 do cloreto estanhoso (STANDARD..., 1975).

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 da 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 (CAMARGO, 1968).

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

#### **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.

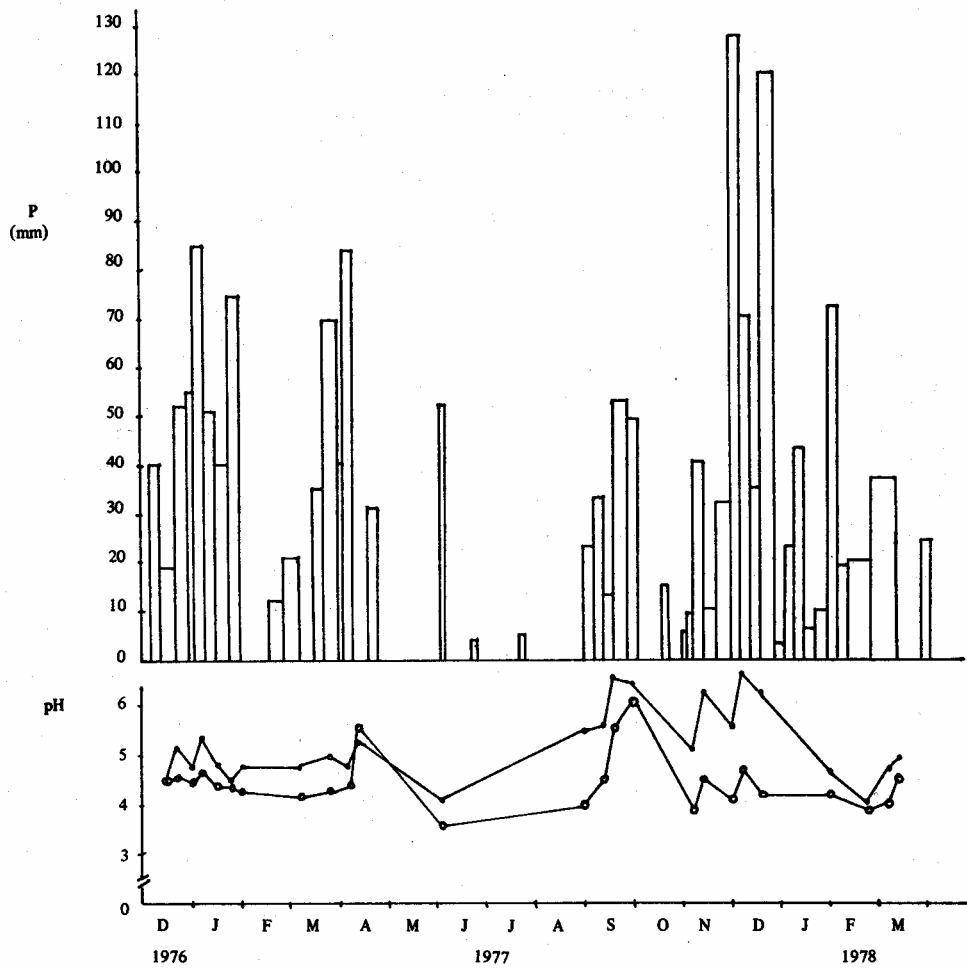
**TABELA 1. Valores da precipitação medida durante os períodos de coleta e média do pH, da condutividade e das concentrações de Ca, Mg e PO<sub>4</sub> em amostras de água da chuva (C) e de água da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* (P). Médias foram obtidas com 3 repetições.**

**TABLE 1. Values of precipitation measured during the interval and average values of pH, conductivity, and concentrations of Ca, Mg and P, in rain water samples (C) and throughfall water samples (P). Average of three replications.**

Período	Precipitação (mm)	pH		Condutividade (µmho/cm)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)		PO <sub>4</sub> (mg/l)	
		(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**	(C)*	(P)**
Date	Precipitation (mm)	pH		Conductivity (µmho/cm)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)		PO <sub>4</sub> (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
28/02 - 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
30/04 - 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
<u>1977</u>											
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	74,0	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 (Rain Water )  
*caribaea* (Throughfall water).

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



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

**FIGURE 2. Weekly precipitation and average weekly values of pH in samples of rain water and of throughfall water during the study period.**

- —● água da chuva (Rain water).
- —○ água da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* (Throughfall water in the pine forest).

**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*.**

**TABLE 2. Quantities of Calcium and Magnesium measured in Rain Water samples (C) and in Throughfall Water Under Pine Forest (P).**

Período Date	Kg/ha			
	(C)*	Ca (P)**	(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	1,39
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 - 12/12	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
<b>TOTAL</b>	<b>8,35</b>	<b>18,12</b>	<b>5,39</b>	<b>11,49</b>

\* Conforme valores da precipitação no período (Tabela 1)

\* According to the average value of precipitation in Table 1

\*\* Conforme estimativa da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de acordo com o determinado por LIMA (1979)

\*\* According to the interception rate determined for the pine plantation in a previous study.

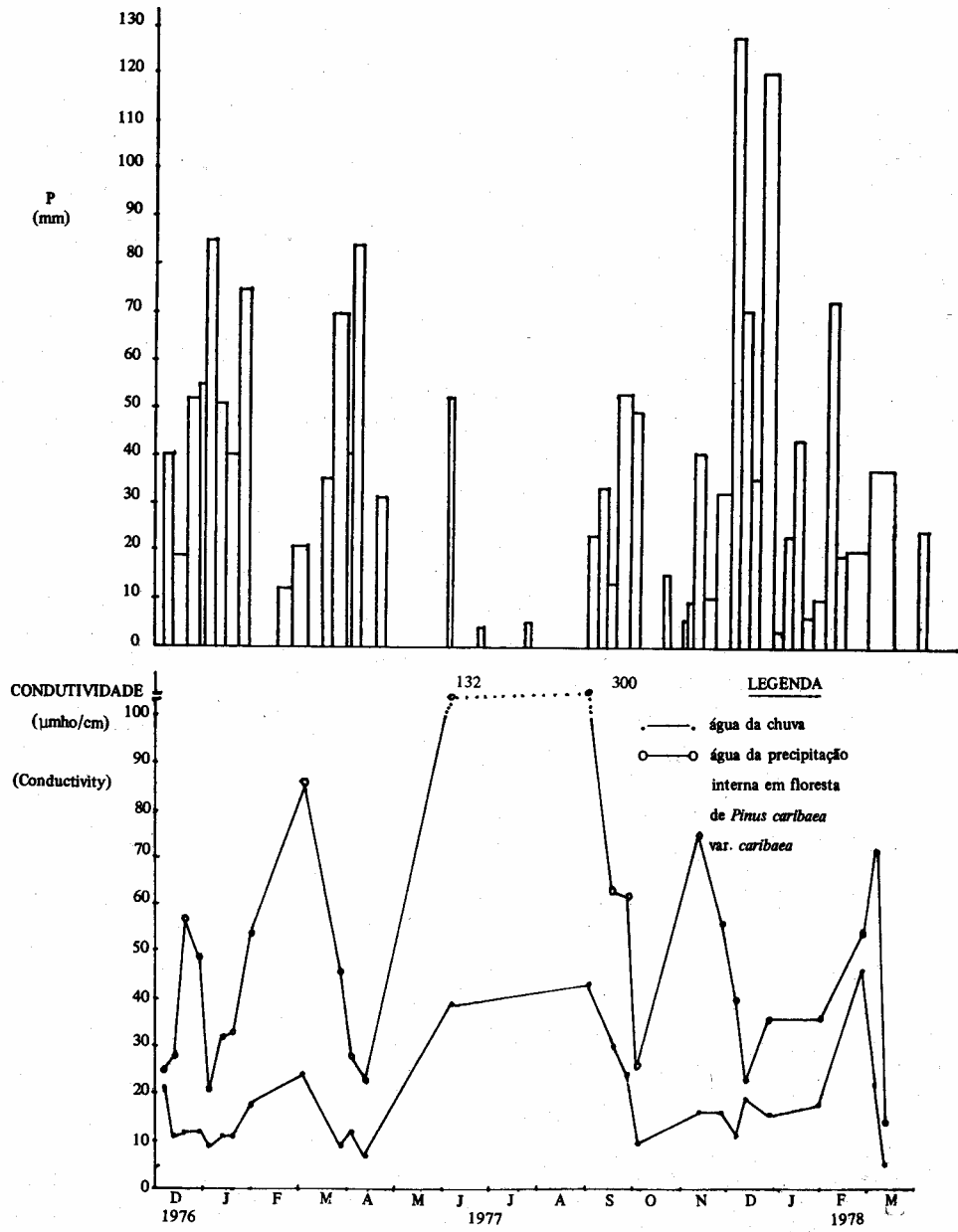


FIGURA 3. Precipitação semanal e médias semanais da condutividade elétrica da água da chuva e da água da precipitação interna.

FIGURE 3. Weekly precipitation and average weekly values of conductivity in rain water (●—●) and in throughfall water (○—○).

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 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 (BAKER; HOCKING & NYBORG, 1976). 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 (McFEE; KELL Y & BECK, 1976).

**TABELA 3. Relações entre precipitação semanal (mm Pisem) X, e valores de pH e de condutividade elétrica ( $\mu\text{mho/cm}$ ) 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).**

**TABLE 3. Relationships between rainfall (mm P/week) X, and values of pH and conductivity (y) for rain water (open), throughfall water (under pine) and due to the process of washing (difference due to the forest).**

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r <sup>2(1)</sup>	F <sup>(2)</sup>
<b>Parcela aberta (Open)</b>				
pH: $\ln Y = a + b X$	1,564	0,001	0,08	1,818n.s.
Cond. $Y = a + b/X$	8,347	364,182	0,27	8,291**
<b>Sob floresta de <i>P. caribaea</i> (Under Pine)</b>				
pH: $\ln Y = a + b \ln X$	1.396	0,002	0,12	2,925n.s.
Cond.: $\ln Y = a + b \ln X$	5,578	-0,475	0,14	3,949n.s.
<b>Diferença devido à floresta (Difference due to the forest)</b>				
pH: $Y^{(3)} = a + b X$	-0,708	0,010	0,11	2,591n.s.
Cond.: $Y^{(4)} = a + b X$	69,794	-0,648	0,07	1,713n.s.

(1) Coeficiente de determinação

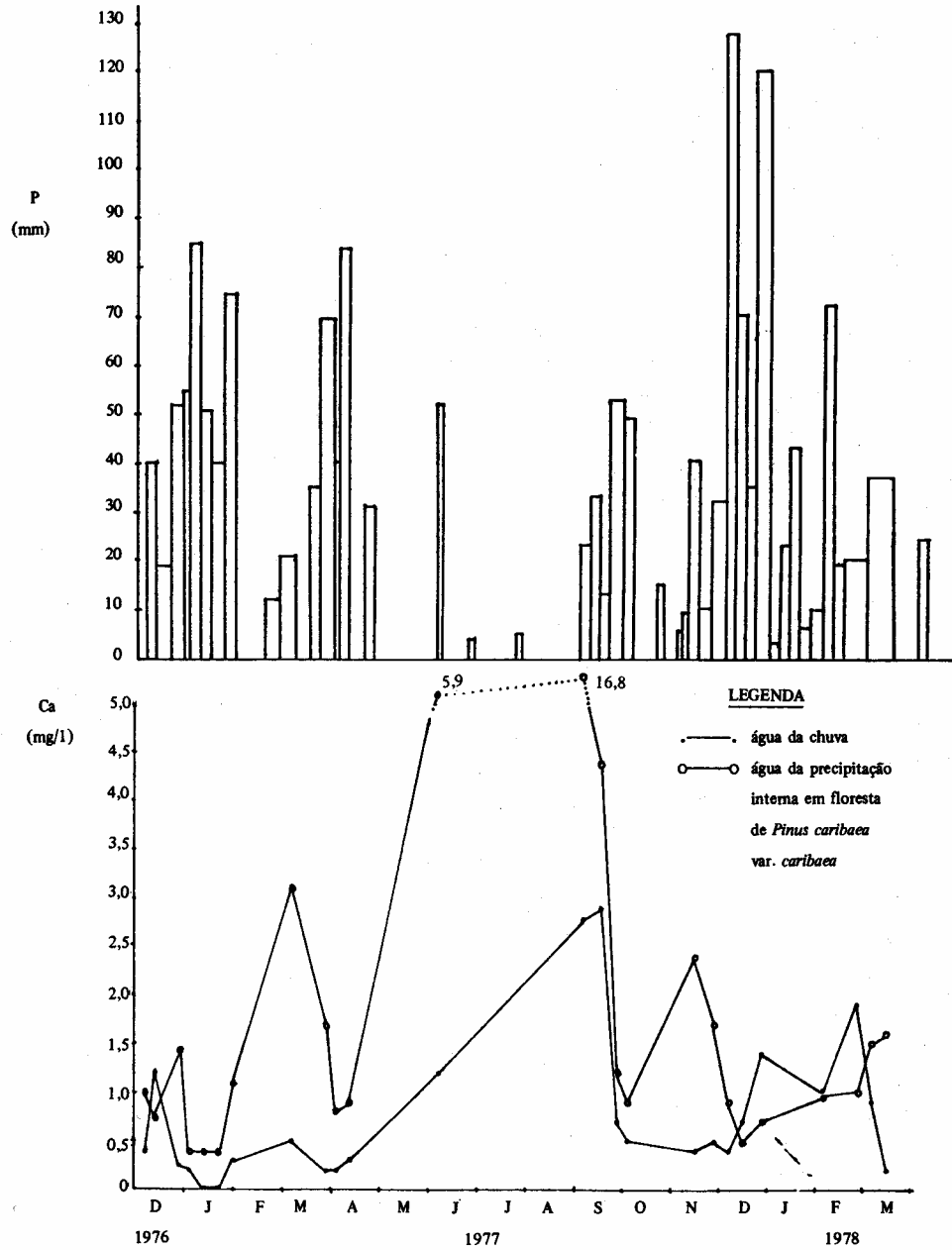
(1) Coefficient of determination

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

(2) Significance of the regression coefficient b

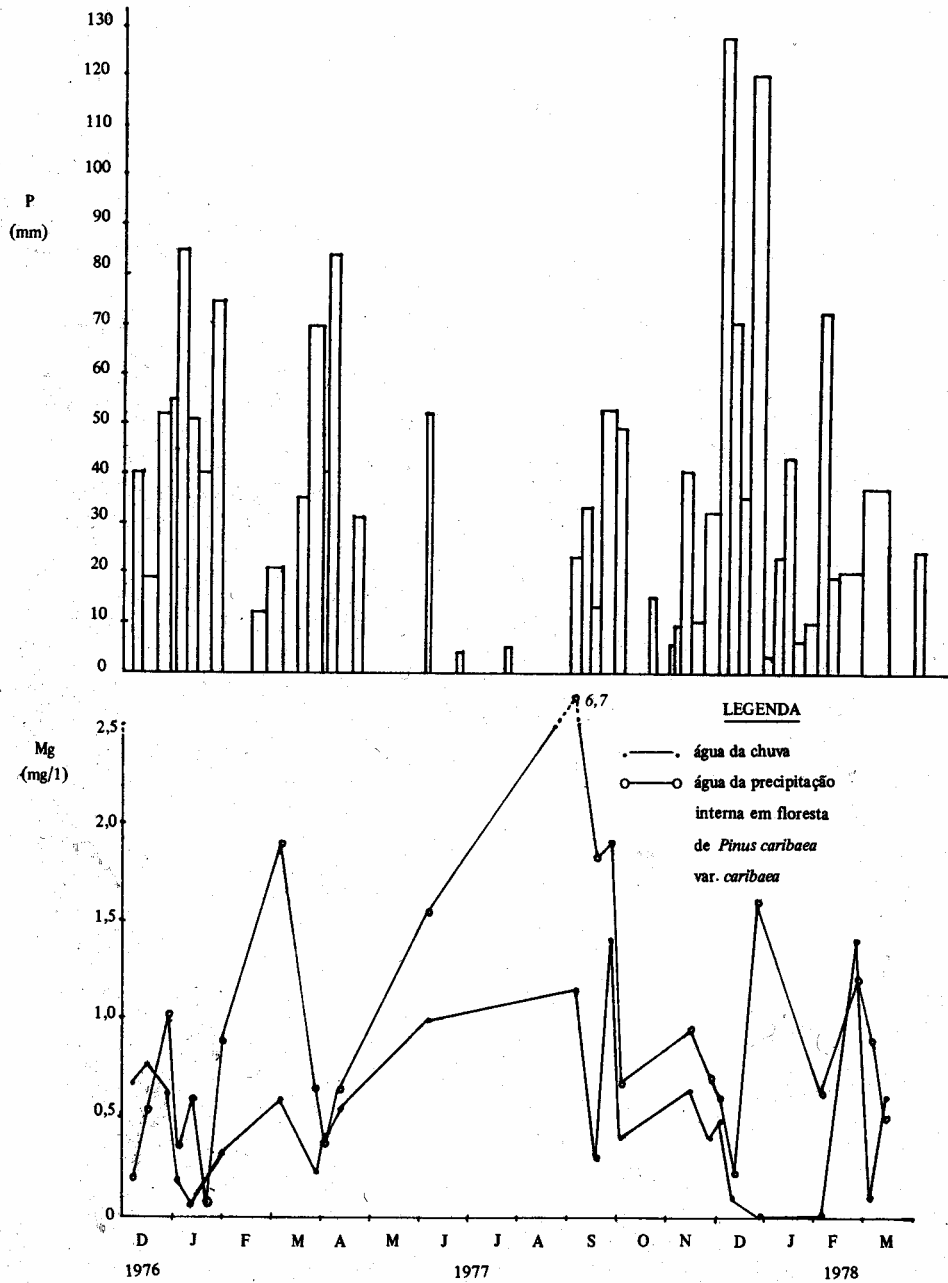
(3)  $Y = \text{pH P} + 0,5 - \text{pH C}$  (Tabela 1)

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



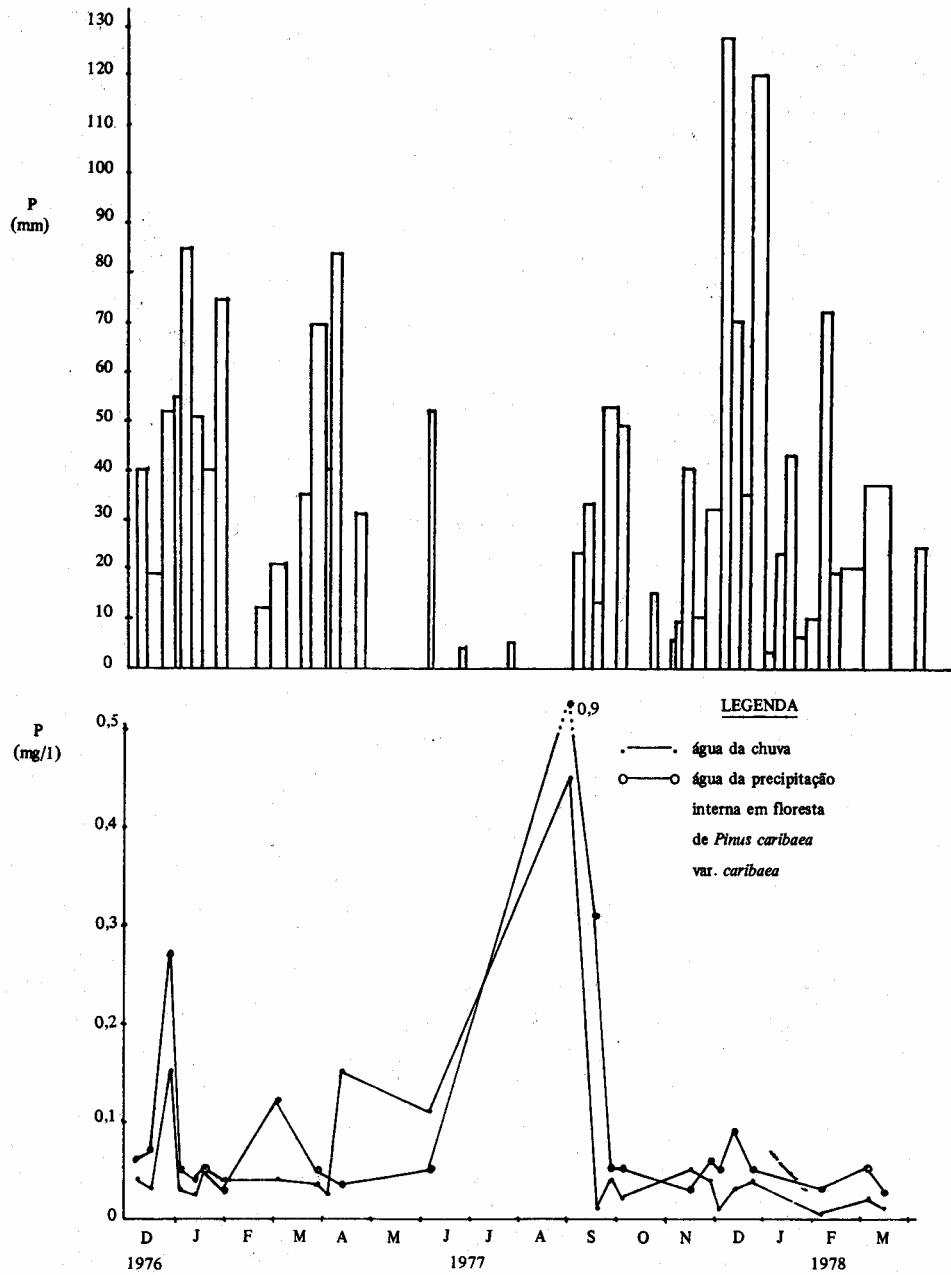
**FIGURA 4. Precipitação semanal e médias semanais da concentração de cálcio na água da chuva e na água da precipitação interna.**

**FIGURE 4. Weekly precipitation and average weekly values of calcium concentration in rain water (●—●) and in throughfall water (○—○).**



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

**FIGURE 5. Weekly precipitation and average weekly values of magnesium concentrations in rain water (●—●) and in throughfall water (○—○).**



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

**FIGURE 6. Weekly precipitation and a average weekly values of phosphorus concentrations in rain water (●—●) and in throughfall water (○—○).**

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 várias 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 (ATTIWILL, 1966). Na figura 3, o pico de 300  $\mu\text{mho/cm}$  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 esta, também, patente na equação da tabela 3.

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 guardam 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 (ATTIWILL, 1966). 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 4. Relações entre precipitação semanal (mm P/Sem) X, e concentrações de cálcio e de magnésio (mg/l) na água da chuva (parcela aberta), na água da precipitação interna (sob floresta de p, caribaea), e devido ao processo de lavagem (diferença devido à floresta).**

**TABLE 4. Relationship between rainfall (mm P/week) X, and concentrations of calcium and magnesium (mg/l) for rain water (open), throughfall water (under pine), and due to the process os washing (difference due to the forest).**

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r <sup>2(1)</sup>	F <sup>(2)</sup>
<b>Parcela aberta (Open)</b>				
Ca : $Y^{(3)} = a + b/X$	0,253	37,271	0,56	28,356**
Mg : $Y^{(4)} = a + b X$	1,316	-0,006	0,10	2,394n.s.
<b>Sob floresta de <i>P. caribaea</i> (Under Pine)</b>				
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**
<b>Diferença devido à floresta (Difference due to the forest)</b>				
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

(1) Coefficient of determination

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

(2) Significance of the regression coefficient b

(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 (ATTIWILL, 1966); 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 metabólitos das acículas, com cerca de 10 kg/ha de Ca e 6 kg/ha de Magnésio para o «site».

Resultados semelhantes têm sido encontrados na literatura: 13,8 kg/ha/ano de Ca e 5 kg/ha/ano de Mg em floresta de coníferas na Inglaterra (MADGWICK & OVINGTON, 1959); 26 kg/ha/ano de Ca e 16 kg/ha/ano de Mg em floresta tropical, na África (NYE, 1961).

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo 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.

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  $\mu\text{mho/cm}$  na água da chuva para 57,8  $\mu\text{mho/cm}$  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 metabólitos das acículas pela água das chuvas. Parte deste total, desta forma, é devida à ciclagem natural de nutrientes na floresta, mas parte representa uma adição extra de nutrientes ao «site» em consequência da presença da floresta de pinheiros tropicais.

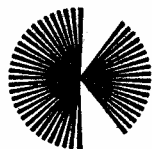
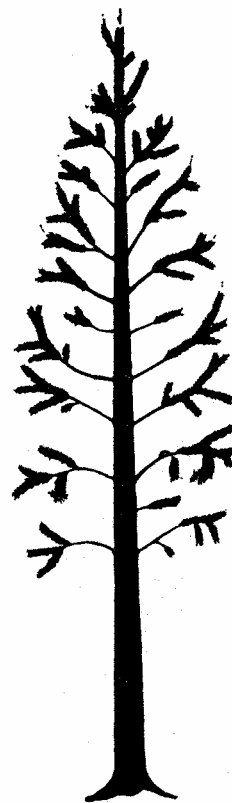
## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIWILL, P.M. - The chemical composition of rainwater in relation to cycling of nutrients in mature *Eucalyptus* forest. **Plant and soil**, The Hague, **24**(3): 390-406, 1966.
- BAKER, J.; HOCKING, D. & NYBORG, M. - Acidity of open and intercepted precipitation in forests and effects on forest soils in Alberta. **USDA Forest Service. NE general technical report**, Portland (23): 779-90, 1976.
- BROWN, E.; SKOUGSTAD, M.W. & FISHMAN, M.J. - **Methods for collection and analysis of water samples for dissolved minerals and gases**. Washington, U.S.D. Geological Survey, 1970. 160p.
- CAMARGO, O.N. - Absorção foliar e lavagem de nutrientes nas plantas. **Boletim didático. ESALQ**, Piracicaba (20): 1-123, 1968.
- GESPER, P.L. & HOLOWAYCHUK, N. - Some effects of stemflow from forest canopy trees on chemical properties of soils. **Ecology**, Durham, **52**(4): 691-702, 1971.
- LIMA, W. de P. - Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, Piracicaba (13): 75-90, dez. 1976.
- LIMA, W. de P. & BARBIN, D. - Efeito de plantações de eucaliptos e de pinheiros sobre a qualidade da água da chuva. **IPEF**, Piracicaba (11): 23-35, dez. 1975.
- McFEE, W.W.; KELLY, J.M. & BECK, R.H. - Acid precipitation effects on soil pH and base saturation of exchange sites **USDA. Forest Service. NE general technical report**, Portland (23): 725-35, 1976.
- MADWICK, H.A.I. & OVINGTON, J.D. - The chemical composition of precipitation in adjacent forest and open flots. **Forestry**, London, 32: 14-22, 1959.
- NYE, P.H. - Organic water and nutrient cycles under moist tropical forest. **Plant and soil**, The Hague, 13: 333-46, 1961.
- STANDARD methods for the examination of water and wastewater 14.ed. Washington, American Public Health Association, 1975. 1193p.
- VOIGT, G.K. - Alteration of the composition of rainwater by trees. **American midland naturalist**, 63: 321-6, 1960.
- WILL, G.M. - Nutrient return in litter and rainfall under some exotic-conifer stands in New Zealand. **New Zealand journal of agricultural research**, Wellington 2: 719-34, 1959.

# SEMENTES SELECIONADAS!

PINUS taeda e PINUS ellottii

A BASE DE UM  
REFLORESTAMENTO  
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal  
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Lagoa, Monte Alegre, Estado do Paraná  
Aceita-se pedidos através dos escritórios:  
Rio - Gb: Av. Rio Branco, 81 - 11º Andar - Caixa Postal, 1622 - tel. 223-5870  
São Paulo: Rua Formosa, 367 - 18º Andar - Caixa Postal, 524 - tel. 37-7101/239-1774  
Curitiba: Rua 15 de Novembro, 556 - 3º Andar - tel. 22-5373/23-5399

# Para a MoDo-Battistella só há uma coisa mais importante que a árvore: o homem.

A **MoDo-Battistella** Reflorestamento sempre acreditou que os homens são como árvores, quando no terreno apropriado, com o estímulo certo e o arejamento necessário, crescem.

Por isso sempre procurou gente que quisesse crescer, gente de talento e garra, gente que tem a cabeça fervilhando de novas idéias e ávida de mostrar capacidade.

Foi assim, reconhecendo valores, que a **MoDo-Battistella** formou um dos maiores parques de reflorestamento deste país.

Hoje a **MoDo-Battistella** tem terras próprias no sul do país consideradas prioritárias pelo IBDF, viveiros modernos; central de pesquisas genéticas para a seleção das melhores sementes e os mais modernos equipamentos. Corpo de engenheiros formados pelas mais expressivas universidades

brasileiras e centenas de homens especialmente treinados que atuam nas várias frentes de trabalho. Foi assim que a **MoDo-Battistella** cresceu. E vai crescer muito mais. Porque uma de suas finalidades é alimentar um arrojado projeto industrial-papeleiro orçado em 250 milhões de dólares.

Mas nada disso seria possível se não acreditasse no homem e nem tivesse o sólido respaldo oferecido pelas demais empresas do Grupo Battistella.

Pois a **MoDo-Battistella** acredita que nenhuma empresa é suficientemente desenvolvida para dar-se ao luxo de desprezar novos valores.

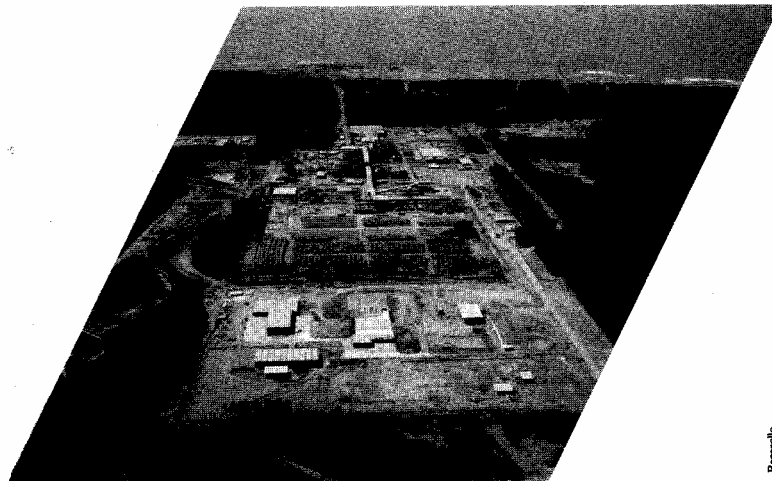
E a confiança no homem é a certeza do sucesso.

**MoDo-BATTISTELLA**

REFLORESTAMENTO S.A. - MoBaSa

Uma empresa do Grupo Battistella.

# Perfil de uma Empresa em 30 segundos.



Bozzello

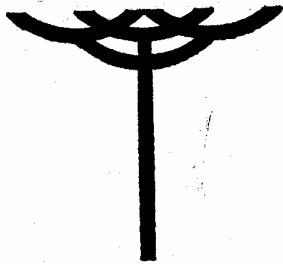
- **NACIONALIDADE:** Brasileira
- **NATURAL DE:** Aracruz, ES
- **DATA DE NASCIMENTO:** (quando foi inaugurada a fábrica): 31 de Outubro de 1978
- **CAPITAL SUBSCRITO:** Cr\$ 6,29 bilhões
- **N.º DE ACIONISTAS:** 495
- **N.º DE EMPREGOS:** (Diretos e Permanentes) 3.500
- **PRODUÇÃO:** Celulose branqueada
- **CAPACIDADE INSTALADA:** 400.000 t/ano
- **MERCADOS:** externo e interno
- **VENDAS:** Representando, aos preços atuais, uma contribuição de US\$ 160 milhões para o balanço de pagamentos do País.
- **MATÉRIA PRIMA:** Própria e renovável — 95 milhões de pés de eucaliptos.
- **SINAIS CARACTERÍSTICOS:** A singular integração de um empreendimento que reúne, na mesma área, a floresta e o parque industrial junto de um porto por onde se escoia a produção.



**ARACRUZ CELULOSE S.A.**

MATRIZ: Av. Augusto Severo, 8-5.º andar  
Rio de Janeiro — Brasil  
CEP.: 15.188 — Tel.: 244-5822  
Telex: 021.22256 ACEL BR

FÁBRICA: Barra do Riacho  
Aracruz — Espírito Santo  
Brasil  
Tel.: (027) 250-1344 e 250-1422  
Telex.: 0272-468 ACEL BR



## **Papel e Celulose Catarinense S.A.**

«Papel e Celulose Catarinense S. A., uma indústria integrada de celulose e de papel, planejada e operada exclusivamente para produção de papéis kraft especiais e madeira serrada para indústria de construção civil, móveis, etc. Situada no Planalto Catarinense, utiliza-se, para fabricação de seus produtos, essencialmente de pinheiros nativos e de «pinus» oriundos de reflorestamento. São 1.200 metros cúbicos, por dia, sob a forma de toras e sobras de serrarias. Objetivando o seu contínuo abastecimento de matérias-primas fibrosas, de fibra longa, a Empresa executa não só reflorestamentos próprios como, também, registrada no IBDF sob o n.º 46, elabora, planeja e executa reflorestamentos para terceiros, com recursos atenuantes do imposto de renda».

### **PAPEL E CELULOSE CATARINENSE S. A.**

**Escritório Central:** Rua Líbero Badaró, 425, São Paulo — Fones: 32-2392 e 37-8284 - **Vendas:** 34-3471 - **Telex:** 021-197 - **Telegrama:** CELUCAT, SP.