

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E DE PINHEIRO, E EM VEGETAÇÃO HERBÁCEA NATURAL

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

O.D.C. 116.13

### SUMMARY

Eucalypt and pine species have been widely used in reforestation programs in many parts of the country. There is a widespread popular opinion that these exotic species, particular the eucalypts, use too much water. The objective of this study has been to determine the dry season water consumption of eucalypt and pine plantations, using the soil water budget technique. Data analysed included two years of precipitation measurements, and two years of monthly soil water measurement using the neutron scattering method. The analysis of the annual range of soil water in eucalypt, pine, and also in a plot containing natural herbaceous vegetation did not show any significant difference in soil water regime among these vegetation covers. For the dry period of May through September, 1974, the estimated values of evapotranspiration were as follows: eucalypt, 206,3 mm; pine, 211,5 mm; herbaceous vegetation, 195,9 mm. Collectively, the results permitted the conclusion that there were no adverse effects on the soil water regime that could be ascribed to the plantation of eucalypt or pine, as compared with that observed for the natural herbaceous vegetation.

### 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do consumo de água de povoamentos florestais é importante por várias razões, mas a quantificação desta fase do ciclo hidrológico em condições naturais é muito difícil. De fato, até há pouco tempo não se conhecia método preciso para se avaliar o consumo de água de superfícies vegetadas. A partir da década de 60, todavia, muita informação nova tem contribuído significativamente para o aperfeiçoamento dos métodos.

Fazendo uma análise crítica dos vários métodos existentes para a medição da evapotranspiração, WARD (1971) argumenta que no caso de áreas florestadas, devido à inadequação do uso de lisímetros, o balanço hídrico do solo parece ser a mais realística tentativa de medição da evapotranspiração, conclusão esta compartilhada também por FEDERER (1970). Outra metodologia que pode oferecer alguma precisão consiste segundo este último autor. Na medição do balanço de energia de uma dada superfície vegetada, conforme mostram vários trabalhos já realizados (BAUMGARTNER, 1967), (HORNBECK, 1970), (McNAUGHTON & BLACK, 1973).

O balanço hídrico do solo pode ser representado pela seguinte equação simplificada:

---

<sup>(\*)</sup> Prof. Assistente Dr. - Departamento de Silvicultura, ESALQ-USP.

<sup>(\*\*)</sup> Prof. Livre-Docente - Departamento de Solos e Geologia, ESALQ-USP.

$$ET = P - R \pm G \pm S \quad (1)$$

(ET = evapotranspiração, P = precipitação. R = escoamento superficial. G = percolação profunda, S = armazenamento da água no solo). Desta equação os quatro termos da direita devem usualmente ser medidos, o que possibilita o cálculo da evapotranspiração. Sob determinadas condições alguns deles podem, eventualmente, ser desprezados. Por exemplo, em condições semi-áridas o valor de ET é simplesmente o balanço de S, ou seja, a diferença entre duas leituras consecutivas de umidade do solo. Já para regiões, ou para períodos de alta pluviosidade, o não controle de R e de G torna praticamente impossível a obtenção de estimativas razoáveis de ET através desta metodologia. Considerações teóricas mais detalhadas deste método podem ser encontradas em vários trabalhos, tais como DREIBELBIS (1962), BURROUGHES, Jr. & SCHULTZ (1964), TANNER (1968), FEDERER (1970), WARD (1971), REICHARDT (1973), STAMMERS et alii (1973).

Vários autores têm utilizado esta metodologia para a obtenção de estimativas da evapotranspiração em áreas florestadas. BABALOLA & SAMIE (1972), 'por exemplo, compararam o consumo de água de uma plantação de *Eucalyptus citriodora*, de 10 anos de idade, com o de uma parcela contendo vegetação natural de savana, na África. Para um dado período seco, determinaram valores da evapotranspiração de 13,7, para o eucalipto, e de 17,5, para a savana. Outros trabalhos semelhantes são os de CROFT & MONNINGER (1953), COSTIN (1961), DREIBELBIS & AMERMAN (1964), COHEN et alii (1969), SHACHORI et alii (1967), KARSCHON & HETH (1967), BELL & GATENBY (1969), SARTZ (1972), CRUCIANI (1972), AUSSENAC (1972), BANERJEE (1973).

Como parte de um estudo mais amplo do ciclo da água em plantações de eucaliptos e de pinheiros, assim como numa parcela aberta, contendo vegetação herbácea natural, (LIMA, 1975), dados de precipitação e de umidade do solo foram coletados durante período de dois anos consecutivos, de junho de 1973 a junho de 1975. Com estes dados procurou-se, no presente trabalho, comparar o consumo de água entre os três tipos de cobertura vegetal citados, através da estimativa da evapotranspiração obtidas a partir da equação simplificada do balanço hídrico (equação 1).

## 2. A ÁREA EXPERIMENTAL

As parcelas experimentais onde foram coletados os dados acham-se localizadas 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, em altitude de 540 m.

Trata-se de parcelas adjacentes, uma contendo vegetação herbácea natural, outra reflorestada com eucalipto e a terceira reflorestada com pinheiros, situadas à margem esquerda do Córrego Monte Olimpo, no extremo leste do campus da ESALQ, numa área com declividade aproximada de 4,5%.

O clima é do tipo mesotérmico de inverno seco, com precipitação média anual girando ao redor de 1.280 mm, sendo que cerca de 1.000 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.

As características físicas do solo predominante nas parcelas experimentais são apresentadas na Tabela 1. Pelas características morfológicas do perfil, assim como pelos resultados das análises físicas, verifica-se que se trata de um solo podzólico. Pela sua

situação geográfica, verifica-se ainda que este solo se encontra em posição de transição entre os solos da Série «Luiz de Queiroz» e os da Série «Sertãozinho», cujas descrições podem ser encontradas em RANZANI et alii (1966).

**Tabela 1: Características Físicas do Solo**

Hor.	Espessura (cm)	Análise Textural				Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Retenção de Umidade	
		Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)	Classe textural (%)		1/3 Atm (%vol.)	15 Atm (% vol.)
Ap	0 - 15	73,9	12,8	13,4	ba	1,5	23,3	11,0
A3	15 - 38	68,5	12,7	18,8	ba	1,6	24,3	11,9
B1	38 - 75	61,0	11,4	27,6	bra	1,4	24,1	15,3
B2	57 - 102	55,2	11,7	33,1	bra	1,5	28,1	14,5
B3	102 - 144	57,9	11,5	30,6	bra	1,4	30,3	15,1
C	144 >	56,1	12,7	31,2	bra	1,3	29,3	15,4

O povoamento de eucalipto tem área aproximada de 1 hectare, e foi desenvolvido a partir de sementes da espécie **E. saligna** Smith, provenientes da Austrália. O plantio foi realizado em dezembro de 1969, em espaçamento de 3 x 2 m. Por ocasião do início do presente estudo, o povoamento apresentava área basal de 15,4 m<sup>2</sup>/ha e altura média de 13,4 metros.

O povoamento de pinheiro foi plantado na mesma época e em área e espaçamento iguais ao anterior. Foi desenvolvido a partir de sementes da espécie **Pinus caribaea** Morelet var. **caribaea** provenientes de Cuba, e por ocasião do início do experimento apresentava área basal de 13,5 m<sup>2</sup>/ha e altura média de 6 metros.

### 3. MÉTODOS

Em cada um dos sistemas estudados, a estimativa da evapotranspiração foi feita a partir da equação (1).

A precipitação foi medida na parcela contendo vegetação herbácea, por meio de um pluviógrafo tipo Hellman e de um pluviômetro comum com área de captação de 311 cm<sup>2</sup>.

A medição da água do solo foi realizada através do método de moderação de neutrons, utilizando-se sonda do tipo «BASC Depth Moisture/Density Probe» fabricada pela NEA - Nordisk Elektrisk Apparatfabrik, da Dinamarca, cuja fonte de neutrons é constituída por <sup>241</sup>Am-Be, com radioatividade nominal de 30mCi. Em cada povoamento florestal assim como na parcela de vegetação herbácea, foram introduzidos verticalmente no solo 3 tubos de alumínio com comprimento aproximado de 2.20 m, que ficaram situados a uma distância aproximada de 15 metros um do outro. Estes tubos serviam de acesso para o sonda de neutrons, conforme ilustrado na Figura 1. As leituras, obtidas por contagem durante 1 minuto, foram feitas, em cada tubo, a partir dos 30 cm de profundidade, repetindo-se a intervalos de 30 cm até a profundidade de 1,80 m. A determinação da umidade do solo na camada superficial de 0-30 cm foi feita por gravimetria (REYNOLDS, 1970). Durante o período experimental, as medições da água do solo foram realizadas em intervalo mínimo de 1 mês. Em algumas ocasiões foram feitas leituras quinzenais. A calibragem da sonda de neutrons foi desenvolvida no campo, através da comparação da porcentagem de umidade determinada gravimetricamente com os valores da contagem por minuto obtidos no mesmo instante em que as amostras iam sendo coletadas. A curva de calibragem assim obtida coincidiu com a curva de calibragem de fábrica do aparelho, e a

transformação dos valores de contagem por minuto em porcentagem de umidade com base em volume foi, após esta verificação, desenvolvida através da própria curva de calibragem da fábrica. Finalmente, o cálculo da quantidade de água armazenada no perfil do solo (S) foi feito pela integração das áreas compreendidas entre leituras consecutivas de umidade pela sonda de neutrons.

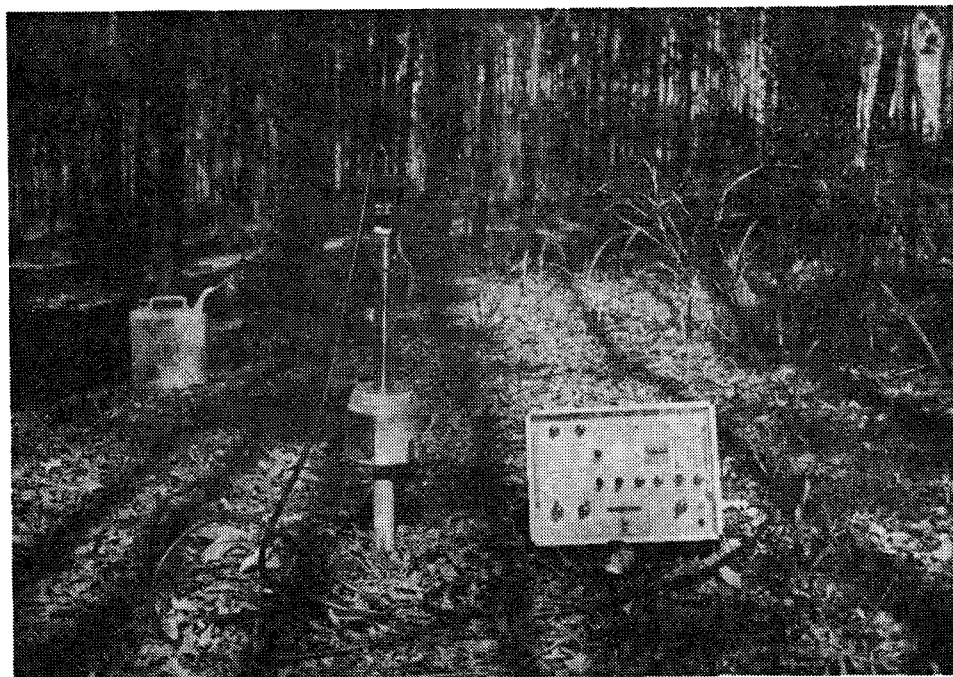


FIGURA 1: Detalhe da medição da água do solo, vendo-se a sonda de neutrons sobre o tubo de alumínio e o contador de impulsos.

Conforme já observado, o termo G da equação (I) inclui a água que drena além do limite inferior do perfil do solo considerado, e é de difícil medição. Na literatura encontram-se referências sobre métodos que permitem a obtenção de estimativas de G. No presente trabalho, todavia, nenhuma tentativa foi feita para se estimar o valor da percolação profunda.

Com relação ao termo R da equação (I), pode-se afirmar que sua medição é, no geral, mais fácil do que a de G. Uma das maneiras de medição de R seria através do uso de talhões dotados de sistema coletor de escoamento superficial. Tampouco este termo pode, todavia, ser medido no presente estudo.

Pelos motivos expostos nos dois últimos parágrafos, o método só pode ser aplicado para o período seco do ano. Nestas condições, conforme já abordado, o valor da evapotranspiração se restringe ao balanço da água do solo, ou seja:

$$ET = P + \text{Depleção da água do solo} \quad (2)$$

#### 4. RESULTADOS

A Figura 2 mostra as variações mensais do total de água armazenada no perfil todo do solo (S), com a indicação dos respectivos desvios padrões em alguns dos períodos, bem

como os valores médios de retenção de umidade às pressões de 1/3 de atmosfera e de 15 atmosferas, e a distribuição mensal da precipitação durante os 24 meses compreendidos pelo período experimental.

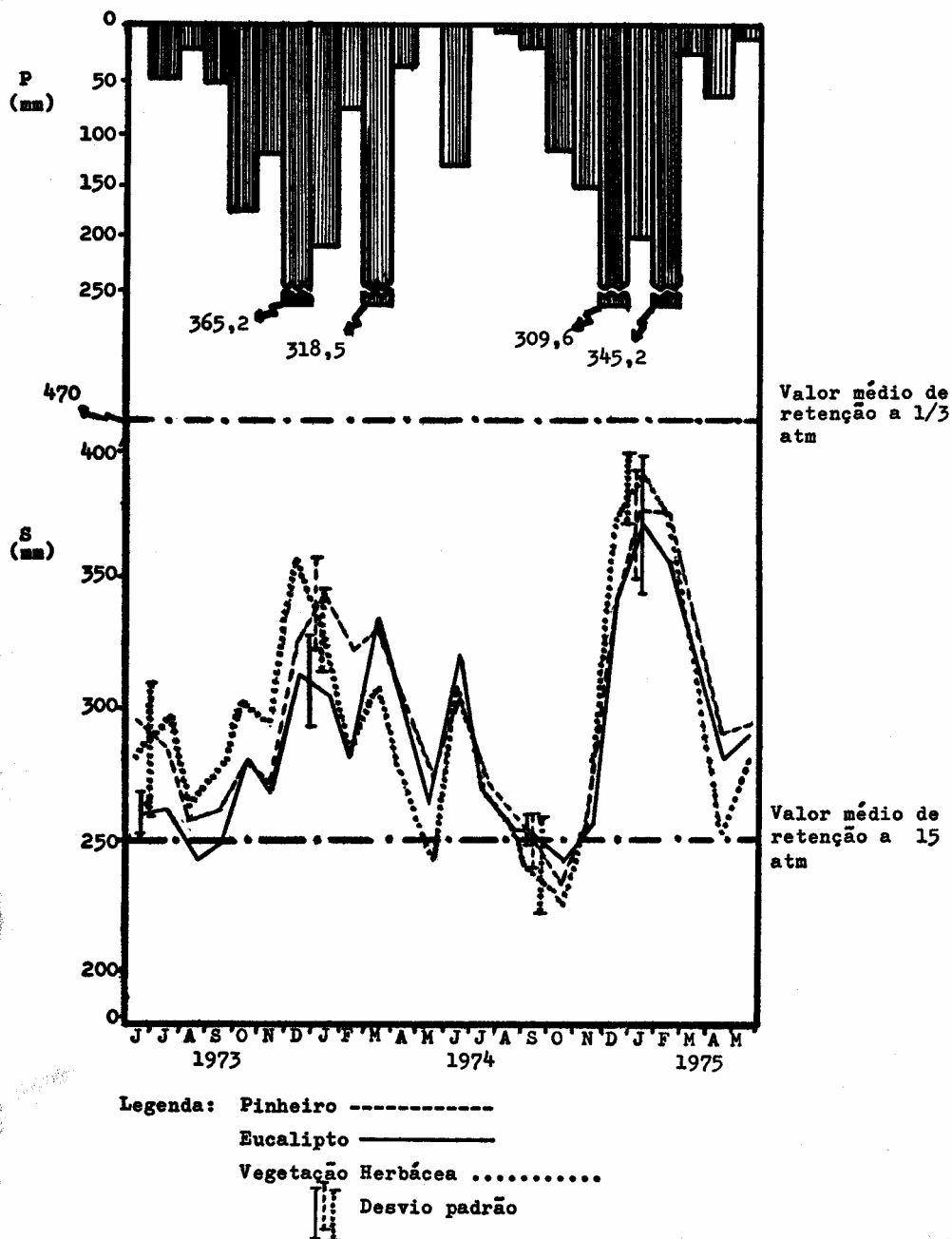


FIGURA 2: Valores mensais de precipitação (P) e Armazenamento de água no solo no perfil de 1,80 m (S).

As Tabelas 1, 2 e 3 contém, respectivamente para eucalipto, pinheiro e vegetação herbácea, os valores de depleção da água do solo, calculados a partir de determinações

consecutivas da umidade do solo na estação seca de 1974 e em parte das estações secas de 1973 e 1975, assim como os valores da precipitação ocorrida nos períodos.

Os dados das Tabelas 1, 2 e 3 permitiram a elaboração da Tabela 4, que resume os valores da evapotranspiração ocorrida nos períodos, assim como os valores das respectivas taxas de evapotranspiração, tanto para eucalipto, pinheiros e para a vegetação herbácea natural.

Tabela 1: Depleção da Água do Solo e Precipitação medidos em Períodos isolados das Estações Secas de 1973, 1974 e 1975. **Eucalyptus**

Período	N.º dias	$\Sigma s_o$ (mm)	$\Sigma s_f$ (mm)	Depleção (mm)	Precipitação no período (mm)
1973					
1/6 - 5/7	35	260,5	278,4	-17,9	71,2
5/7 - 27/7	23	278,4	246,5	31,9	14,1
27/7 - 24/8	29	246,5	243,4	3,1	17,7
24/8 - 14/9	22	243,4	248,8	-5,4	52,3
1974					
24/4 - 10/5	17	296,0	270,4	25,6	12,5
10/5 - 29/5	20	270,4	254,6	15,8	5,7
29/5 - 18/6	21	254,6	322,5	-67,9	82,6
18/6 - 29/7	42	322,5	270,5	52,0	51,9
29/7 - 14/8	17	270,5	256,3	14,2	0,6
14/8 - 3/9	21	256,3	250,7	5,6	4,5
3/9 - 19/9	17	250,7	247,5	3,2	0,0
1975					
9/4 - 8/5	30	280,4	291,3	-10,9	80,0

Tabela 2: Depleção da Água do Solo e Precipitação medidos em Períodos isolados das Estações Secas de 1973, 1974 e 1975. **Pinheiro**

Período	N.º dias	$\Sigma s_o$ (mm)	$\Sigma s_f$ (mm)	Depleção (mm)	Precipitação no período (mm)
1973					
1/6 - 5/7	35	295,9	305,6	-9,7	71,2
5/7 - 27/7	23	305,6	267,6	38,0	14,1
27/7 - 24/8	29	267,6	257,0	10,6	17,7
24/8 - 14/9	22	257,0	261,9	-4,9	52,3
1974					
24/4 - 10/5	17	298,5	283,3	15,2	12,5
10/5 - 29/5	20	283,3	263,8	19,5	5,7
29/5 - 18/6	21	263,8	306,8	-43,0	82,6
18/6 - 29/7	42	306,8	275,2	31,6	51,9
29/7 - 14/8	17	275,2	262,7	12,5	0,6
14/8 - 3/9	21	262,7	252,6	10,1	4,5
3/9 - 19/9	17	252,6	244,8	7,8	0,0
1975					
9/4 - 8/5	30	291,6	295,0	-3,4	80,8

Tabela 3: Depleção da Água do Solo e Precipitação medidos em Períodos isolados das Estações Secas de 1973, 1974 e 1975. **Vegetação Herbácea.**

Período	N.º dias	$\Sigma s_o$ (mm)	$\Sigma s_f$ (mm)	Depleção (mm)	Precipitação no período (mm)
1973					
1/6 - 5/7	35	283,2	319,0	-35,8	71,2
5/7 - 27/7	23	319,0	275,9	43,1	14,1
27/7 - 24/8	29	275,9	265,7	10,2	17,7
24/8 - 14/9	22	265,7	278,2	-12,5	52,3
1974					
24/4 - 10/5	17	270,9	249,0	21,9	12,5
10/5 - 29/5	20	249,0	237,2	11,8	5,7
29/5 - 18/6	21	237,2	316,7	-79,5	82,6
18/6 - 29/7	42	316,7	271,2	45,5	51,9
29/7 - 14/8	17	271,2	257,4	13,8	0,6
14/8 - 3/9	21	257,4	239,4	18,0	4,5
3/9 - 19/9	17	239,4	232,8	6,6	0,0
1975					
9/4 - 8/5	30	254,6	281,6	-26,4	80,8

Tabela 4: Consumo de Água e Taxa de Evapotranspiração por **Eucalyptus saligna**, por **Pinus caribaea** e por **Vegetação Herbácea Natural**, durante as estações secas de 1974 e parte das estações secas de 1973 e 1975.

Período	Eucalipto		Pinheiro		Veg. Herbácea	
	E T (mm)	E T (mm/dia)	E T (mm)	E T (mm/dia)	E T (mm)	E T (mm/dia)
1973						
1/6 - 5/7	53,0	1,5	61,5	1,8	35,4	1,0
5/7 - 27/7	46,0	2,0	52,1	2,3	57,2	2,5
27/7 - 24/8	66,8	2,3	28,3	0,9	27,9	1,0
24/8 - 14/9	46,9	2,1	47,4	2,1	39,8	1,8
Total:	212,7		189,3		160,3	
Média:		2,0		1,8		1,6
1974						
24/4 - 10/5	38,1	2,2	27,7	1,6	34,4	2,0
10/5 - 29/5	21,5	1,1	25,2	1,3	17,5	0,9
29/5 - 18/6	14,7	0,7	39,6	1,9	3,1	0,2
18/6 - 29/7	103,9	2,5	83,5	1,9	97,4	2,3
29/7 - 14/8	14,8	0,9	13,1	0,8	14,4	0,8
14/8 - 3/9	10,1	0,5	14,6	0,7	22,5	1,1
3/9 - 19/9	3,2	0,2	7,8	0,4	6,6	0,4
Total:	206,3		211,5		195,9	
Média:		1,2		1,2		1,1
1975						
9/4 - 8/5	69,9	2,3	77,4	2,5	54,4	1,8

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A análise da Figura 2 permite, no geral, verificar que sempre houve água disponível no solo sob os três tipos de cobertura vegetal estudada, a não ser nos meses de setembro e outubro de 1974, quando o conteúdo de água nos três casos foi inferior ao valor médio de retenção de água a 15 atmosferas. No período agosto-setembro de 1973, apenas o solo sob eucalipto apresentou valores de água armazenada inferiores ao valor médio correspondente a 15 atmosferas. Apesar de pequenas diferenças de S observadas em alguns dos meses, pode-se afirmar também que o regime da água do solo foi praticamente o mesmo para os três sistemas estudados. Comparando o povoamento de eucalipto com o de pinheiro, por exemplo, nota-se que os valores mensais de S deste último foram ligeiramente superiores aos do primeiro. Comparando a vegetação herbácea com ambos os povoamentos florestais, por outro lado, pode ser observada uma aparente tendência de S ser ligeiramente maior na vegetação herbácea do que nos povoamentos florestais durante o período de verão, ao passo que o reverso se verificaria durante o período seco do ano. Esta conclusão, todavia, carece ser reforçada por um período maior de observação, mas SHPAK (1971) também já observara que o solo sob floresta (na Rússia) é em geral, mais úmido do que o solo sob vegetação herbácea a partir do final do período de verão.

É interessante observar na Figura 8 ainda, as relações entre as variações da água no solo e a distribuição da precipitação. O verão 1973-1974, por exemplo, apresentou o mês de fevereiro relativamente seco, com pouco mais de 70 mm de chuva; já o mês de março apresentou queda pluviométrica comparativamente maior que a normal; abril e março foram também mais secos que o normal e junho apresentou alta precipitação. Estas variações de distribuição da precipitação são, de certa forma, refletidas nas curvas da marcha anual da água do solo. Nos meses de dezembro de 1973 e janeiro e fevereiro de 1974, por exemplo, pode ser notado que o conteúdo de água no solo sob eucalipto desceu a níveis bem mais baixos do que os outros dois sistemas.

A análise desta figura serve, ainda, para esclarecer melhor a idéia de se considerar desprezíveis os valores de percolação profunda durante o período seco do ano, quando, conforme mostram as curvas da Figura 1, o conteúdo de umidade no perfil do solo desce a níveis próximos, ou mesmo inferiores, ao equivalente a 15 atmosferas de pressão negativa.

A análise das Tabelas 1, 2 e 3, por outro lado, oferecem subsídio para algumas considerações a respeito de se ter considerado desprezível, para efeito de estimativa da evapotranspiração na estação seca, também o fator R (escoamento superficial) da equação de balanço hídrico. O fator R foi considerado desprezível com base no seguinte: em primeiro lugar, as parcelas continham cobertura vegetal, além da camada de detritos orgânicos que revestiam a superfície das parcelas florestadas, condições estas que favorecem melhor infiltração da água e diminuem a formação de enxurradas; em segundo, durante este período seco as condições de recebimento.. ou a oportunidade de recebimento de água pelo solo é, em geral, maior. Em outras palavras, a possibilidade de ocorrência de enxurrada é, normalmente, maior quando o solo se encontra úmido do que quando seco. Em terceiro lugar, foi feita uma análise cuidadosa de todas as chuvas ocorridas durante os períodos secos considerados, verificando-se que quase todas foram chuvas relativamente pequenas e de baixa intensidade, conforme pode ser observado nas Tabelas 1, 2 e 3. Nestas, os valores da 6.<sup>a</sup> coluna referem-se ao total de chuvas ocorridas no período. Destas, por exemplo, o total de 71,2 mm verificados no primeiro período foi, na realidade, a soma de 10 chuvas pequenas; o total de 82,6 mm da 7.<sup>a</sup> linha foi, também, a soma de 10 chuvas menores, o mesmo tendo sido verificado para todos os valores maiores que 50 mm que



aparecem na coluna de precipitação destas tabelas. Desta forma, a julgar pelas condições não favoráveis à formação de enxurrada do solo e em virtude das chuvas relativamente pequenas e de baixa intensidade ocorridas, considerou-se desprezível, para efeitos de estimativa da evapotranspiração, também o fator escoamento superficial.

E a Tabela 4 contém, desta forma, os valores estimados da evapotranspiração para os períodos considerados. Pode-se observar que os totais estacionais da evapotranspiração são ligeiramente maiores para eucaliptos e pinheiros em comparação com a vegetação herbácea natural. Comparando-se as duas essências florestais, por outro lado, pode-se verificar que, no geral, ambas apresentaram totais estacionais idênticos no que diz respeito ao consumo de água, principalmente considerando o ano de 1974, cujos dados englobam todo o período da estação seca. Nesta, pode-se, também, notar que as taxas médias de evapotranspiração de eucaliptos e de pinheiros são iguais (1,2 mm/dia). Resultados similares foram também encontrados por BELL & GATENBY (1969), AUSSENAC (1972), que não observaram diferenças marcantes entre a evapotranspiração de essências coníferas e de essências folhosas.

Coletivamente, os resultados mostrados na Figura 2 e na Tabela 4 permitem afirmar que não houve, durante o período estudado e para as condições do experimento, nenhum efeito adverso sobre o regime da água do solo como consequência do reflorestamento com eucalipto ou com pinheiros em comparação com o regime observado sob vegetação herbácea natural. HERRING (1970), nos Estados Unidos, e KARSCHON & HETH (1967) e COHEN et alii (1966), em Israel, também chegaram a resultados semelhantes.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro.

Ao Prof. Klaus Reichardt, pelas suas sugestões.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, pela colaboração

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSSENAC, G. - The actual evapotranspiration of four forest stands in the east of France. **Annales des sciences forestières**, Paris, **29**(3): 369-89, 1972.

BABALOLA, O. & SAMIE, A. G. - The use of a neutron technique in studying soil moisture profiles under forest vegetation in the northern Guinea zone of Nigeria. **Tropical science**, Londres, **14**(2): 159-68, 1972.

BANERJEE, A. K. - Computing transpiration and soil evaporation from periodic soil moisture measurements and other physical data. **The Indian forester**, Dehra Dun, **99**(2): 82-91, fev. 1973.

BAUM GARTNER, A. - Energetic bases for differential vaporization from forest and agricultural lands. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST HYDROLOGY, New York, Pergamon Press, 1967. p. 381-9.

- BELL, F. C. & GATENBY, M. T. - Effects of exotic softwood afforestation on water yield. **Water Research Foundation of Australian bulletin**, New South Wales, (15): 1-93, 1969.  
Apud **Forestry abstracts**, Oxford, 32: 77, 1971.
- BURROUGHS JR., E. R. & SCHULTZ, J. D. - Evapotranspiration and soil moisture depletion. **Society of American Foresters Proceedings**. Denver, 98-101, 1964.
- COHEN, O. P. & KAPLAN, J. & SHARANI, N. - Water balance under pine plantations and natural herbaceous vegetation in the Judean foot-hills. **WORLD FORESTRY CONGRESS**, 6, Madrid, 1966. p. 3811-4.
- COSTIN, A. B. - Forest hydrology of Australian sub alpine catchments. **WORLD EUCALYPTUS CONFERENCE**, 2, São Paulo, 1961. p. 883-95.
- CROFT, A. R. & MONNINGER, L. V. - Evapotranspiration and other water losses on some aspen forest types in relation to water available for stream flow. **Transaction American Geophysical Union**, Washington, 34(4) : 563-74, 1953.
- CRUCIANI, D. E. - Balanço hídrico em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Boletim Científico CENA**. Piracicaba, (BC.006): 1-35, 1972.
- DREIBELBIS, F. R. - Some aspects of watershed hydrology as determined from soil moisture data. **Journal of geophysical research**, 67(9): 3425-35, 1962.
- DREIBELBIS, F. R. & AMERMAN, C. R. - Land use, soil type, and practice effects on the water bridged. **Journal of geophysical research**, 69(16): 3387-93, 1964.
- FEDERER, C. A. - **Measuring forest evapotranspiration: theory and problems**. Upper Darby, Northeastern Forest Experiment Station, 1970. 25 p. (USDA Forest Service Research Paper, NE -165).
- HERRING, H. G. - **Soil Moisture trends under three different cover conditions**. Berkeley, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 1970. (USDA Forest Service Research Note, PNW.114). Apud: **Forestry abstracts**, Oxford, 32: 29, 1971.
- HORNBECK, J. W. - The radiant energy budget of clear cut and forested sites in West Virginia. **Forest science**, Madison, 16(2): 139-45, 1970.
- KARSCHON, R. & HETH, D. - The water balance of a plantation of **Eucalyptus camaldulensis**, **Contribution on Eucalyptus in Israel**, 3: 7-34. 1967.
- LIMA, W. de P. - **Estudo de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de Eucalyptus e Pinus**. Piracicaba. ESALQ-USP. 1975. (Tese - Doutorado).

- McNAUGHTON, K. G. & BLACK, T. A. - A study of evapotranspiration from a douglas-fir forest using the energy balance approach. **Water resources research**. Washington, **9**(6): 1579-90, 1973.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. & KINJO T. - Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ - USP, 1966. 85 p.
- REICHARDT, K. - **Física dos processos de transferência no sistema solo - planta - atmosfera**. Piracicaba, CENA, 1973. v. 3.
- REYNOLDS, S. G. - The gravimetric method of soil moisture determination: part 1 - a study of equipment and methodological problems. **Journal of hydrology**, Amsterdam, **11**: 258-73, 1970.
- SARTZ, R. S. - Soil water depletion by a hardwood forest in Southeastern Wisconsin. **Soil science society of American proceedings**, **36**(6): 961-4, 1972.
- SCHACHORI, A.; ROSENZWEIG, D. & POLJAKOFF-MAYBER, A. - Effect of Mediterranean vegetation on the moisture regime. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST HYDROLOGY, New York, Pergamon Press, 1967. p. 291-311.
- SHPAK, J. S. - **The effects, of forests on the water balance of drainage basins**. Israel Program for scientific Translations, 1971. 258 p.
- STAMMERS, W. N.; IGWE, O. C. & WHITELEY, H. R. - Calculation of evapotranspiration from measurement of soil water and the soil water characteristic. **Canadian agricultural engineering**, **15**(1): 2-5, 1973.
- TANNER, C. B. - Evaporation of water from plants and soil. In: KOZLOWSKI, T. T., ed. - **Water deficits and plant growth**. New York, Academic Press, 1968. 2 v.
- WARD, R. C. - Measuring evapotranspiration: a review. **Journal of hydrology**. Amsterdam, **13**:1-21, 1971.

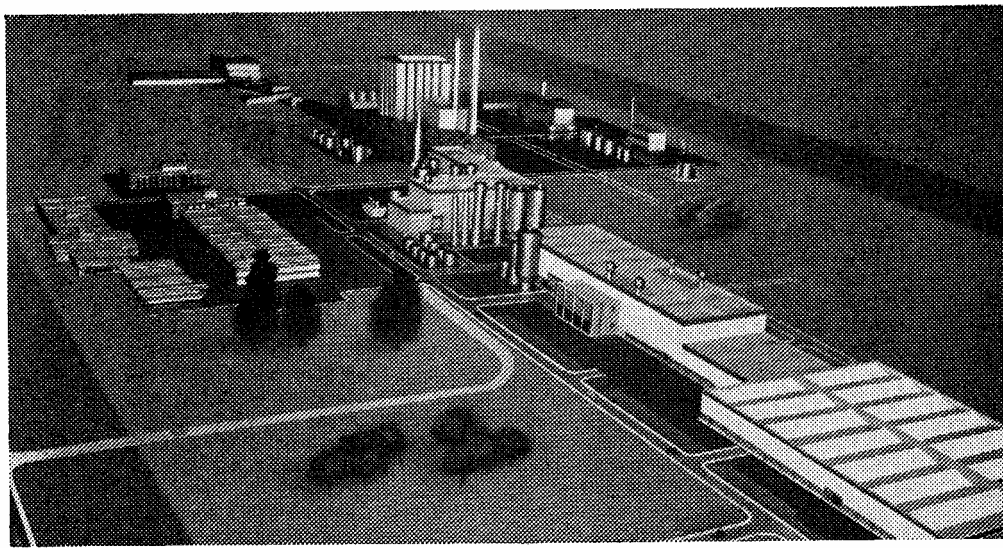
# Boa notícia para o Brasil: a mais moderna fábrica de celulose do mundo está ficando pronta.

Cada vez mais avançam as obras do complexo industrial da ARACRUZ no Espírito Santo. Está se aproximando o dia em que o Brasil vai poder exportar e consumir mais 400 mil toneladas/ano de celulose branqueada de eucalipto e ganhar, no mínimo, 180 milhões de dólares em divisas. As estruturas da fábrica da ARACRUZ estão subindo. Rigorosamente dentro de seu cronograma.

Mais de 2.500 funcionários do GRUPO ARACRUZ dão tudo de si para a implantação das

florestas e supervisão de um projeto integrado, que compreende floresta, indústria, porto e bairro residencial. O intenso ritmo de trabalho e entusiasmo começou exatamente há um ano, com a assinatura do contrato de financiamento e participação entre o BNDE e a ARACRUZ, o maior até então firmado com uma empresa do setor privado.

A ARACRUZ, seus 450 acionistas e o Brasil estão de Parabéns. Estamos todos um ano mais próximos dos 180 milhões de dólares em divisas.



1º aniversário do contrato de financiamento com o BNDE e início das obras da



**ARACRUZ**  
CELULOSE S.A.

# 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.

**EXISTEM CHAPAS DURAS  
MAIS FORTES E MENOS FORTES.**



**DURATEX**  
 **É MAIS.**

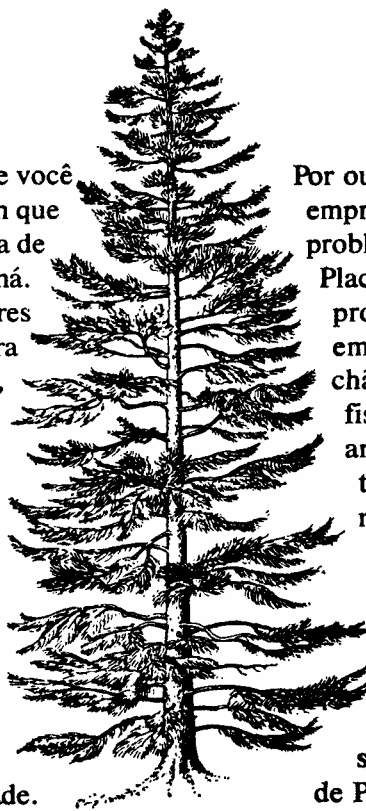
# Olhe à sua volta: Placas do Paraná faz parte da sua vida.

Desde o leito em que você  
repousa até a mesa em que  
trabalha, existe a presença de  
Placas do Paraná.

Como uma das maiores  
empresas de madeira  
aglomerada do país,

Placas do Paraná faz  
questão de participar  
da sua vida com muita  
qualidade e  
responsabilidade.

Seu produto, a placa  
de madeira aglomerada  
é fabricado com  
madeiras que recebem  
os mais modernos  
tratamentos para  
conservação e durabilidade.



Por outro lado, sendo uma  
empresa preocupada com o  
problema do reflorestamento,

Placas do Paraná vive  
profundamente empenhada  
em reflorestar nosso  
chão; e os incentivos  
fiscais que recolhe  
anualmente, há muito  
tempo ajudam o  
reflorestamento do país.

Quando você estiver  
em casa com sua  
família, lembre-se  
de que quase tudo  
ao seu redor é  
feito de madeira;  
sinta a presença  
de Placas do Paraná.



placas do paranã s.a.