

INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO E DE PINHEIRO

Walter de Paula Lima^(*)

O. D. C. - 116.11:174.7 Pinus: 176.1 Eucalyptus

SUMMARY

Measurements of gross precipitation, throughfall, and stemflow in a 6-year old plantation of **Eucalyptus saligna** Smith, and also in a 6-year old plantation of **Pinus caribaea** Morelet var. **caribaea**, during two consecutive years, were used to investigate the relationships between precipitation, throughfall, stemflow and interception in these forest stands, both located on the campus of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", in Piracicaba, São Paulo. The trees were planted 2 m apart, in rows 3 m apart, and their average height at the beginning of the study were 15,4 m and 6 m, for eucalypt and pine respectively. Gross precipitation was measured in a nearby open plot with one recording and one non-recording rain gages; throughfall was measured in each stand by randomly locating twelve 127 cm² gages, which were relocated periodically during the study period; stemflow was measured by sealing narrow rubber collars to tree trunks, which caught down flowing water and conducted it to storage, plastic containers. Interception loss in the eucalypt stand amounted to 12,2%, as an average value for the study period; for the pine stand interception loss was 6,6%. Stemflow was quantitatively higher in eucalypt (4,2%) than in pine (3,0%). Throughfall was higher in pine (90,4%) than in eucalypt (83,6%). Regression equations relating gross precipitation (PG) with throughfall (T), stemflow (S), and net precipitation (PN) for both eucalypt (e) and pine (pi) stands are as follows: $T_e = 0.890 (PG) - 0.530$; $T_{pi} = 0.938 (PG) - 0.570$; $S_e = 0.053 (PG) - 0.060$; $S_{pi} = 0.025 (PG) + 0.139$; $PN_e = 0.939 (PG) - 0.629$; $PN_{pi} = 0.978 (PG) - 0.596$.

1. INTRODUÇÃO

O processo de interceptação da chuva é um componente importante do ciclo hidrológico em um ecossistema florestal. De fato, dentro do contexto do balanço hídrico, durante períodos secos a transpiração e a evaporação da água do solo compõem o consumo de água de uma superfície vegetada. Durante períodos chuvosos, todavia, a interceptação também passa a fazer parte das perdas de água pelo ecossistema (PENMAN, 1967), (RUTTER, 1968), (McNAUGHTON & BLACK, 1973), (MURPHY & KNOERR, 1975).

Pela interceptação, a cobertura florestal causa uma diminuição no total de chuva que atinge o solo. Conforme o tipo de floresta, esta redução pode atingir cerca de 25% da precipitação anual (LINSLEY; KOHLER & PAULHUS, 1949). Em regiões úmidas dos Estados Unidos, por exemplo, a interceptação chega a alcançar 254 mm por ano (HELVEY & PATRIC, 1965b). Do ponto de vista de conservação dos recursos hídricos, torna-se,

^(*) Prof. Assistente Dr. - Departamento de Silvicultura, ESALQ-USP

assim, essencial o conhecimento quantitativo do processo de interceptação, pois representa um volume de água que, não chegando ao solo, se constituiu em perda.

Os aspectos físicos da interceptação podem ser encontrados com detalhes em várias publicações, como por exemplo, em LINSLEY, KOHLER & PAULHUS (1949), LEONARD (1967), CZARNOWSKI & OLSZEWSKI (1968). A fim de tornar mais fácil o entendimento do processo, todavia, principalmente para aqueles ainda não familiarizados com esta fase do ciclo hidrológico, será útil rever alguns conceitos básicos mais comumente usados em estudos de interceptação. De acordo com HELVEY & PATRIC (1965b), tem-se:

INTERCEPTAÇÃO: é o processo pelo qual a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo subseqüentemente redistribuída em: a) água que respinga ao solo; b) água que escoo pelo tronco; c) água que volta à atmosfera por evaporação.

PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT): quantidade de chuva que é medida em terreno aberto, ou acima das copas das árvores.

PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI): chuva que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas e gotas que respingam das copas.

ESCOAMENTO PEW TRONCO (Et): água da chuva que, após retida pelas copas, atinge o solo escoando pelos troncos das árvores.

PRECIPITAÇÃO EFETIVA (PE): chuva que efetivamente chega ao solo florestal:
 $PE = (PI + Et)$.

PERDA POR INTERCEPTAÇÃO (I): parte da água interceptada que evapora diretamente das copas, não atingindo, portanto, o solo. Este componente, como pode ser deduzido, não é medido diretamente, mas sim calculado por diferença, conforme a equação:

$$I = PT - (PI + Et)$$

O trabalho de HELVEY & PATRIC (1965^b) se constitui ainda em excelente tratado sobre a metodologia de medição da interceptação em povoamentos florestais. Os problemas relativos aos métodos experimentais em estudos de interceptação são discutidos também em vários outros trabalhos, como os de REYNOLDS & LEYTON (1963), LEONARD (1961) e ZINKE (1967). Este último autor apresenta análise geral com base na revisão de cerca de 80 trabalhos sobre interceptação em diferentes tipos de florestas.

A interceptação vem sendo estudada desde há muito tempo em diversos países. Há quase meio século atrás, ZON (1927) apresentava uma revisão sobre alguns trabalhos que já haviam sido realizados sobre interceptação da chuva pelas florestas na Europa. De acordo com HELVEY & PATRIC (1965a), O primeiro trabalho de interceptação nos Estados Unidos foi desenvolvido em 1919. De modo geral, de acordo com inúmeros trabalhos já realizados, pode-se afirmar que as florestas de coníferas interceptam mais do que as florestas de folhosas (MOLCHANOV, 1963), (DELFS, 1967), (HELVEY, 1967), (RAPP & ROMANE, 1968), (ROGERSON & BYRNES, 1968), (FRECHETTE, 1969), (NIHLGARD, 1969), (SWANK; GOEBEL & HELVEY, 1972), (SMITH, 1973).

Na Inglaterra, RUTTER (1963) mediu a interceptação em um povoamento de **Pinus sylvestris**, de 19 anos de idade, plantado em espaçamento de 2 x 1 m, encontrando valor de 32% de perda por interceptação nas condições do estudo. Em Israel, KARSCHON & HETH (1967) estudaram a interceptação em povoamento de **Eucalyptus camaldulensis**,

desde os 7 até os 10 anos de idade, plantado em espaçamento de 3 x 3 m, obtendo valor médio de 14,6% de perda por interceptação.

Muito pouco tem sido feito a respeito da medição da interceptação em florestas tropicais. JACKSON (1971) estimou que seria necessário um número muito grande de interceptômetros a fim de que se pudesse medir a precipitação interna com precisão razoável. LOW (1972) sugere que as perdas por interceptação são responsáveis pela redução de 50% na precipitação total em florestas da Malásia. De fato, SIM (1972) observou que nesta mesma região as perdas por interceptação variaram de 25 a 80%. No Brasil, a única referência encontrada foi a de um trabalho realizado em 1936, em condições de floresta subtropical, citado por GEIGER (1966). Segundo esta citação, considerando PT = 100%, as medições de PI, Et e I deram, respectivamente, os seguintes valores: 34%, 28% e 38%.

No presente trabalho procurou-se estudar a interceptação da chuva causada por povoamentos de **Eucalyptus saligna** e de **Pinus caribaea** var. **caribaea**. Estas e outras essências florestais dos gêneros **Eucalyptus** e **Pinus** tem sido largamente utilizadas em projetos de reflorestamento em várias partes do país, e a determinação das perdas por interceptação causadas por tais povoamentos homogêneos representa importante subsídio para a elaboração de normas de manejo destas essências florestais exóticas compatíveis com a manutenção de condições ambientais desejadas. O experimento prolongou-se por dois anos consecutivos, de junho de 1973 a junho de 1975 e foi parte de um estudo mais amplo do ciclo da água nos citados ecossistemas florestais (LIMA, 1975).

2. A ÁREA EXPERIMENTAL

Os povoamentos florestais onde foram coletados os dados acham-se localizados à margem esquerda do Córrego Monte Olimpo, no extremo leste do campus da Escola Superior de Agricultura "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.

A altitude no local é de 540 m. O relevo é suave, sendo de 4,5% a declividade aproximada da área ocupada pelos povoamentos. O clima é do tipo mesotérmico de inverno seco. A precipitação média anual gira 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 é de cerca de 20°C.

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 m²/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 m²/ha e altura média de 6 metros.

Em ambos os povoamentos as medições foram realizadas numa parcela retangular de 1/10 de hectare localizada ao centro dos povoamentos.

3. MÉTODOS

A precipitação total (PT) foi medida na parcela aberta (contendo vegetação herbácea), por meio de um pluviógrafo tipo Hellman e de pluviômetro comum com área de captação de 311 cm². O gráfico do pluviógrafo era trocado semanalmente, e a leitura do pluviômetro era feita imediatamente após cada chuva, para fins de cálculo da interceptação, conforme será explicado posteriormente. Os gráficos do pluviógrafo eram, depois, tabulados em chuvas isoladas e em totais diário e mensal de precipitação.

A precipitação interna (PI) foi medida por meio de pluviômetros pequenos (interceptômetros), com área de captação de 127 cm. Foram utilizados 12 pluviômetros no povoamento de eucaliptos e 12 no de pinheiros. Conforme mostra a Figura 1, os pluviômetros foram instalados sobre estacas e fixados a um suporte munido de parafusos, os quais permitiam o nivelamento do instrumento. Durante o período experimental, estes pluviômetros foram relocados 4 vezes dentro dos povoamentos. As leituras foram feitas após cada chuva, sendo que, na medida do possível, procurou-se efetuar as medições depois de mais ou menos 2 horas após o término das chuvas (GEIGER, 1966). Os valores volumétricos medidos eram, posteriormente, tabulados em milímetro de altura de água, a partir da área de captação dos pluviômetros.

Com relação ao escoamento pelo tronco, este foi medido em dispositivos coletores conforme mostra a Figura 1. Cada dispositivo constava de um segmento de borracha, que era fixado ao redor do tronco da árvore por meio de percevejos de metal e de cola araldite. As duas extremidades da borracha conduziam a água a um funil que, por sua vez, estava ligado a um recipiente de plástico com capacidade de 20 litros. Foram utilizados 10 dispositivos em cada povoamento, que eram afixados em árvores selecionadas de tal forma a incluir a variação de DAP do povoamento. Verificou-se que os anéis de borracha duravam, de modo geral, cerca de 2-3 meses, ao fim dos quais havia necessidade de se colocar nova borracha. A cada vez que esta operação era necessária, o novo dispositivo era afixado em árvores diferentes. A transformação dos valores de volume de água para milímetro foi feita de acordo com o seguinte procedimento, baseado em informações da literatura, assim como em experiência adquirida em trabalhos semelhantes já realizados em outras regiões (KARSCHON, 1973)^(*): através de cuidadosa verificação no local, verificou-se que para o povoamento de eucalipto havia, em média, 1.320 árvores por hectare, e não 1.667, que é O total que deveria haver considerando o espaçamento de 3 x 2 m. Desta forma, a projeção da copa de cada árvore corresponde, em teoria, a 7,6 m², que foi o fator de conversão utilizado para O caso do eucalipto. Por procedimento semelhante, o fator de conversão para o povoamento de pinheiro foi de 6,9.

As relações entre precipitação total, precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e interceptação foram, em cada caso, analisadas por regressão linear simples.

^(*) Comunicação pessoal.



Figura 1: Vista interna do povoamento de eucalipto e dos dispositivos de medição da precipitação interna e do escoamento pelo tronco.

4. RESULTADOS

Ao todo foram medidas, durante o período experimental, 64 chuvas isoladas para a determinação da interceptação nos povoamentos de eucaliptos e de pinheiros, chuvas estas que variaram de um valor mínimo de 0,8 mm até um máximo de 65 mm. A Tabela 1 contém a distribuição e a frequência das várias classes de tamanho das chuvas observadas durante o período, assim como os valores médios de precipitação interna e de escoamento pelo tronco em eucalipto e em pinheiros.

Tabela 1: Frequências das várias classes de tamanho de chuvas ocorridas durante o período experimental, e respectivos valores médios de PI e Et registrados nos povoamentos de Eucaliptos e de Pinheiros.

Classes de tamanho de chuva (mm)	Frequência	Eucalipto		Pinheiro	
		PI (mm)	Et (mm)	PI (mm)	Et (mm)
0 - 2,5	7	1,1	0,0	1,3	0,0
2,5 - 5,0	3	3,3	0,2	3,8	0,1
5,0 - 10,0	11	5,8	0,2	6,3	0,2
10,0 - 20,0	16	13,3	0,7	14,2	0,6
20,0 - 30,0	10	20,5	1,8	21,8	1,0
30,0 - 40,0	8	29,2	1,9	29,8	0,8
40,0 - 50,0	5	39,3	2,2	42,2	1,6
50,0 - 60,0	3	49,6	2,8	52,4	1,2
60,0 - 70,0	1	56,8	2,9	61,1	1,2

As relações entre precipitação total, precipitação interna, escoamento pelo tronco e precipitação efetiva são ilustradas através das Figuras 2, 3 e 4, que contêm as curvas de

regressão entre precipitação total e precipitação interna, precipitação total e escoamento pelo tronco, e precipitação total e precipitação efetiva, respectivamente, de forma comparativa entre eucalipto e pinheiro.

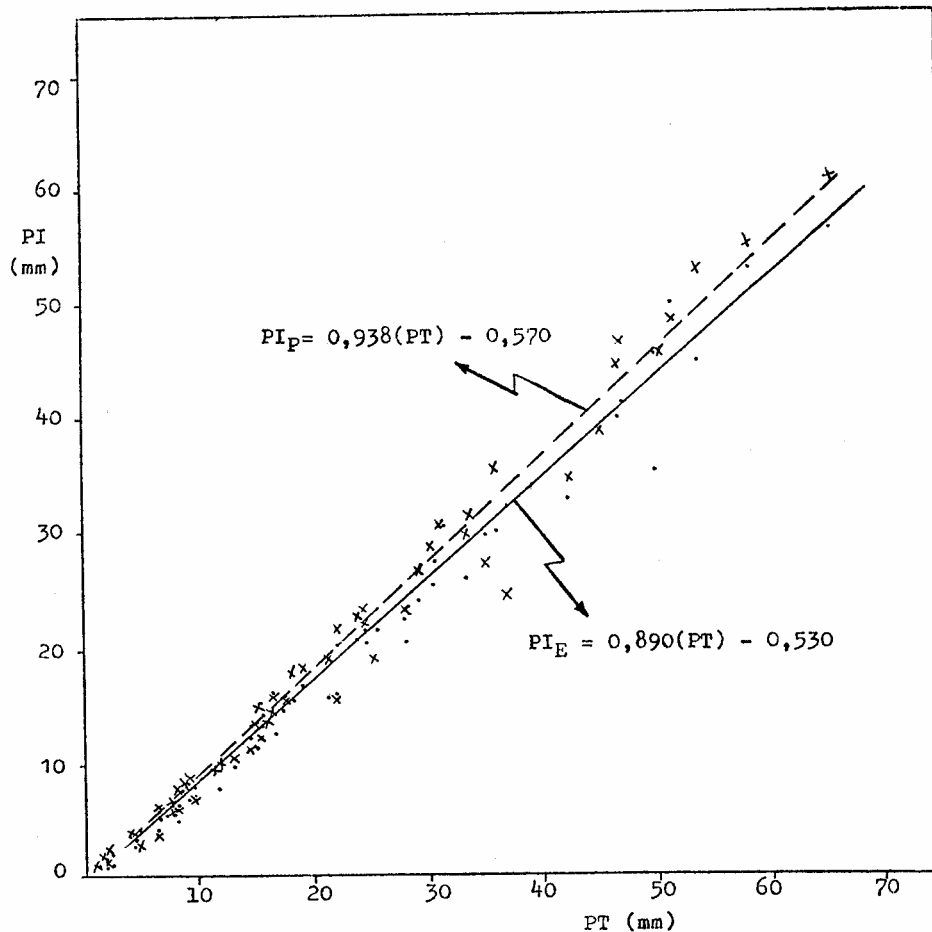


Figura 2 - Relação entre Precipitação Interna (PI) e Precipitação Total (PT) em Eucalipto e Pinheiro

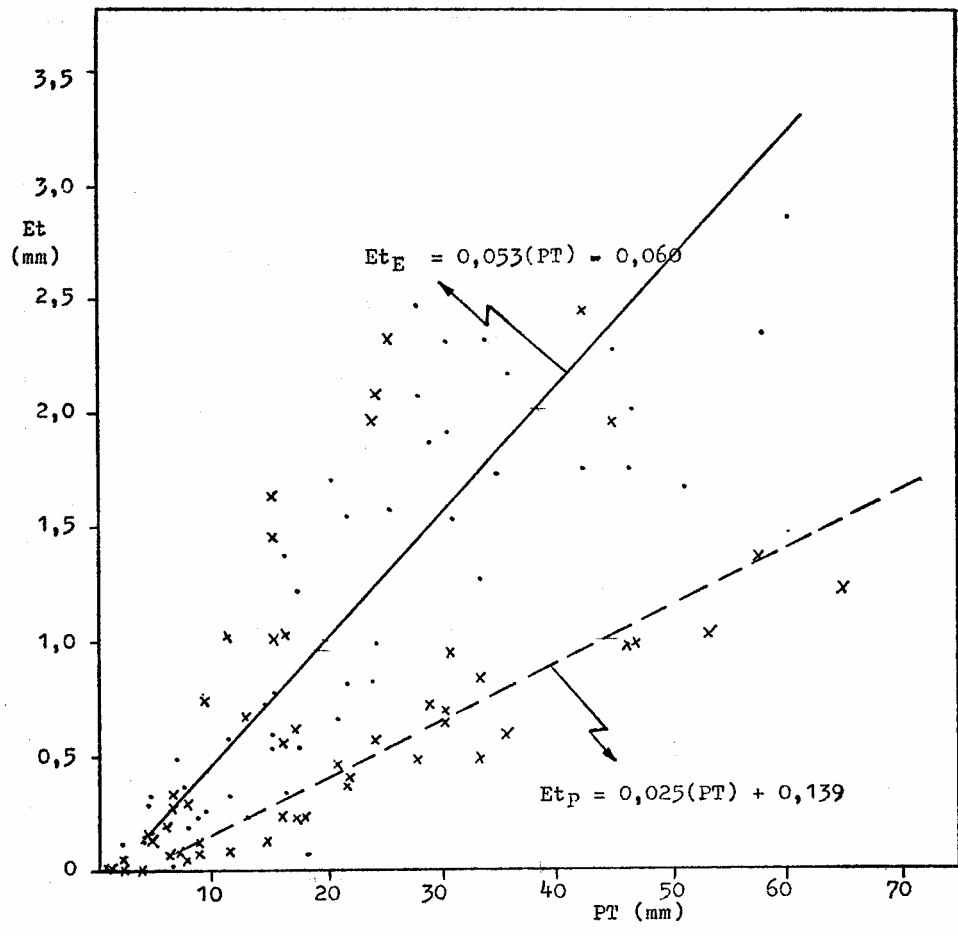


Figura 3 - Relação entre Escoamento pelo tronco (Et) e Precipitação Total (PT) em Eucalipto e em Pinheiro.

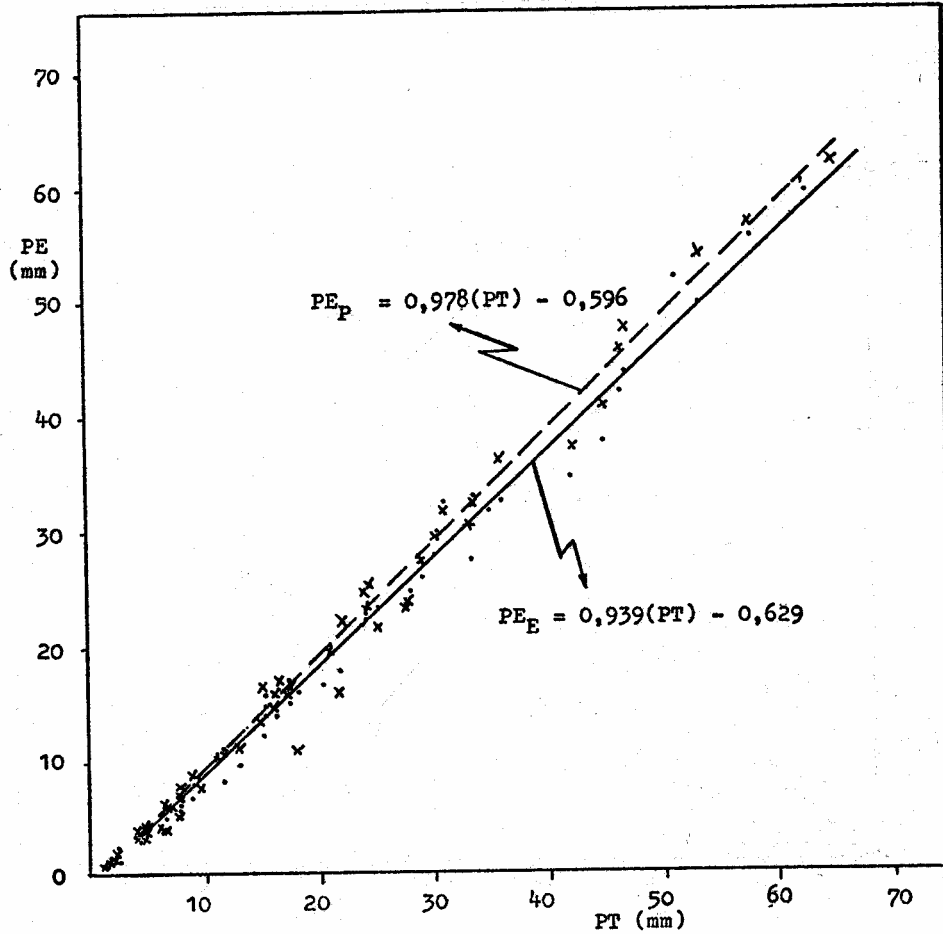


Figura 4 - Relação entre Precipitação Efetiva (PE) e Precipitação Total (PT) em Eucalipto e Pinheiro

As equações de regressão que permitem a estimativa da precipitação interna (PI), do escoamento pelo tronco (Et) e da precipitação efetiva (PE) a partir dos dados de precipitação total, ou seja, da precipitação medida em área aberta, e, naturalmente, válida para as condições do experimento, são reunidas na Tabela 2.

Tabela 2: Equações para a Estimativa da Precipitação Interna (PI), Escoamento pelo tronco (Et) e Precipitação Efetiva (PE), a partir da medição de Precipitação Total.

Variável Dependente	Tipo de Floresta	Idade (anos)	Regressão	r
PI	<i>Eucalyptus saligna</i>	6	$PI = 0,980(PT) - 0,530$	0,99
	<i>Pinus caribaea</i>	6	$PI = 0,938(PT) - 0,570$	0,99
Et	<i>Eucalyptus saligna</i>	6	$Et = 0,053(PT) - 0,060$	0,89
	<i>Pinus caribaea</i>	6	$Et = 0,025(PT) + 0,139$	0,61
PE	<i>Eucalyptus saligna</i>	6	$PE = 0,939(PT) - 0,629$	0,99
	<i>Pinus caribaea</i>	6	$PE = 0,978(PT) - 0,596$	0,99

Na Tabela 3 são resumidos os valores percentuais médios de PI e Et, assim como os valores percentuais calculados de PE e da resultante perda por interceptação (I), tanto para o povoamento de eucalipto como para o de pinheiro, em relação ao valor da precipitação total (100%).

Tabela 3: Valores médios de PI, Et, PE e I em relação a PT, para eucalipto e pinheiro.

	PT(%)	PI(%)	Et(%)	PE(%)	I(%)
Eucalipto	100,0	83,6	4,2	87,8	12,2
Pinheiro	100,0	90,4	3,0	93,4	6,6

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Verifica-se, pela observação da Tabela I, que os valores médios de PI aumentam proporcionalmente com o aumento da quantidade da precipitação total, sendo que os valores médios de PI em pinheiros são ligeiramente maiores que os de eucaliptos. Verifica-se, por outro lado, que os valores médios de Et são maiores em eucalipto do que em pinheiro, resultados estes de acordo com o esperado, devido, principalmente, a maior rugosidade das cascas dos pinheiros em comparação com as de eucaliptos. Observa-se ainda que o Et começou a ser medido somente a partir de certos valores de precipitação total. Por exemplo, para chuvas de até 2,5 mm, não houve formação de Et nem em eucalipto, nem em pinheiro. Essa quantidade mínima de chuva acima da qual começa a haver escoamento pelo tronco foi um pouco maior para o caso de pinheiro do que para o eucalipto. Foi observado, por exemplo, que mesmo para uma chuva de 4 mm não houve formação de Et nos pinheiros. Já a precipitação interna ocorreu desde valores baixos de precipitação total, sendo inclusive, cerca de 80% para os valores mínimos de PT observados. Isto pode ser explicado pelas condições de estrutura atual dos povoamentos, no que diz respeito à densidade e ao fechamento das copas. É de se esperar que à medida que o fechamento das copas se complete, também a precipitação interna só começará a ser verificar a partir de um certo valor mínimo de chuva.

A análise das Figuras 2, 3 e 4 revela com mais detalhes as relações entre a precipitação total, a precipitação interna, o escoamento pelo tronco e a precipitação efetiva.

Na Figura 2, por exemplo, observa-se, como já afirmado anteriormente, que para uma mesma chuva, houve um volume ligeiramente maior de precipitação interna em pinheiro do que em eucalipto.

Mas o escoamento pelo tronco foi bem maior em eucalipto do que em pinheiro, conforme ilustram as curvas de regressão da Figura 3.

A Figura 4 mostra a relação entre a precipitação efetiva, isto é, a soma $PI + Et$, e a precipitação total. Conforme pode ser observado pela análise desta figura, para as condições dos povoamentos estudados, o solo sob pinheiros recebeu, em média, quantidade de água aproximadamente 6% maior do que o solo sob o povoamento de eucaliptos.

Para a precipitação interna e a precipitação efetiva, as equações da Tabela 2 são bastante significativas, mostrando que a variável "quantidade de chuva em milímetros" é responsável por cerca de 98% da variação de PI e de PE , em cada caso. Já as equações para a estimativa do escoamento pelo tronco parecem indicar que existem outros fatores que podem alterar os valores de Et , além da quantidade de chuva. No caso do pinheiro, por exemplo, a equação determinada responde apenas por aproximadamente 37% da variação de Et . Este caráter errático do processo de escoamento pelo tronco é discutido em HELVEY & PATRIC (1965a). Segundo a completa revisão feita por estes autores, o escoamento pelo tronco é muito variável não apenas de chuva para chuva, mas também de árvore para árvore. Há trabalhos que mostram que a adição de uma segunda variável (ex. DAP das árvores) melhora um pouco a precisão da equação de regressão (LEONARD, 1961), (RUTTER, 1963). Por outro lado, DEWALLE & PAULSELL (1969) não encontraram correlação entre escoamento pelo tronco e DAP das árvores.

As equações da Tabela 2 podem ser usadas para a estimativa da precipitação interna, do escoamento pelo tronco, e da precipitação efetiva e, conseqüentemente, das perdas por interceptação em povoamentos de eucaliptos e de pinheiros em condições similares às da área experimental e são, evidentemente, válidas para o intervalo de variação da precipitação total observado durante o período de estudo, ou seja, de 0,8 a 65 mm.

Os resultados contidos na Tabela 3 permitem verificar que a perda média por interceptação (I) em eucaliptos foi de 12,2%, ao passo que o valor similar em pinheiro foi de 6,6%.

Foi afirmado que as coníferas causam, em geral, maior interceptação do que as folhosas, e os resultados acima apresentados não vieram, aparentemente, de encontro a esta expectativa geral. A explicação pode ser dada com base nas condições atuais do povoamento de pinheiro estudado, bastante jovem ainda, e em estágio de desenvolvimento tal que as copas mal começam a se tocar, o que pode ser observado pelo valor médio de precipitação interna maior em pinheiro do que em eucalipto (90,5% contra 83,6%), de acordo com a Tabela 3. É de se esperar que a medida que o povoamento de pinheiro se desenvolva, também as perdas por interceptação se tornem gradativamente maiores. Já o povoamento de eucaliptos estudado pode ser considerado como representativo de uma plantação em escala industrial próxima a época do primeiro corte.

Com base nos valores médios da Tabela 3, portanto, pode-se concluir que para a média anual de 1.400 mm de precipitação total medida durante o período experimental, as perdas por interceptação foram de 170 mm anuais para o povoamento de eucalipto e 92 mm anuais para o de pinheiro. Isto significa que o solo sob o povoamento de pinheiros recebeu, em média, aproximadamente 78 mm a mais de água das chuvas do que o solo sob eucaliptos.

Estes resultados permitem, de certa forma, visualizar a importância do conhecimento destas fases do ciclo hidrológico no que diz respeito à elaboração de normas de manejo adequadas para estas essências florestais e também de políticas sadias de uso do solo e da água. Sem entrar no mérito da diferença de desenvolvimento, ou seja, comparando-se os dois povoamentos florestais estudados de modo como eles se encontram agora, os resultados, no conjunto, permitem algumas considerações interessantes. Por

exemplo, pode-se deduzir que tanto o rendimento hídrico (produção de água na forma de deflúvio superficial) quanto o suprimento de água para o lençol subterrâneo seriam ligeiramente maiores em áreas com cobertura de pinheiros do que em áreas com eucaliptos, como conseqüência da maior quantidade de água, que chega ao solo sob pinheiros. Supondo-se ainda que se tratasse de 2 bacias hidrográficas de 40 hectares cada, uma contendo floresta de eucalipto e outra contendo pinheiros, em tudo similar às condições do presente estudo, pode-se, por cálculos simples, deduzir que apenas como conseqüência das perdas por interceptação, o deflúvio anual médio da primeira bacia seria reduzido de cerca de 68 milhões de litros de água, e o da segunda seria reduzido de aproximadamente 37 milhões de litros de água, reduções que, sem dúvida, merecem consideração.

Evidentemente, não se deve tomar tais estimativas como base para a conclusão de que o reflorestamento com eucalipto.s ou com pinheiros podem causar efeitos adversos sobre os recursos hídricos. Uma cobertura de floresta subtropical natural, de acordo com GEIGER (1966), pode apresentar perdas por interceptação da ordem de 38%, ou seja, cerca de 3 vezes mais que a média obtida para eucalipto. Estes resultados, ao contrário, devem se constituir em informação útil para o administrador de recursos naturais, isto é, para aquele que tem a seu cargo as decisões sobre o uso do solo em geral; este deve reconhecer que em áreas onde o recurso água é mais importante às práticas silviculturais que resultem numa diminuição da interceptação podem apresentar conseqüências desejáveis.

6. AGRADECIMENTOS

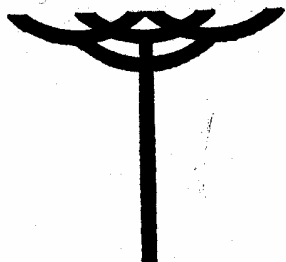
Parte dos trabalhos necessários para a elaboração do presente estudo foi possível graças a auxílio financeiro fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CZARMOWSK, M.S. & OLSZEWSKI, J.L. - 1968 - Rainfall interception by a forest canopy. *Oikos*, Copenhagen, **19**(2): 345-50. Apud: **Forestry abstracts**, Oxford, **30**(3): 348D, 1969.
- DELFIS, J. - 1967 - Interception and stemflow in stands of Norway spruce and beech in West Germany. In: SOPPER, W. E. & LULL, H. W., ed. - **International symposium on forest hydrology**. New York, Pergamon Press. p. 179-85.
- DEWALLE, D. R. & PAULSELL, L. K. - 1969 - **Canopy interception stemflow and stream now, on a small drainage in the Missouri Ozarks**. Missouri, Missouri Agricultural Experiment Station. 26p. (Research bulletin, 951. Apud: **Forestry abstracts**, Oxford, **31** (2): 1854,1970.
- FRECHETTE, J. G. - 1969 - Interception of rainfall by a Laurentian balsam fir forest. *Naturaliste Canadian*, Quebec, **96**(4): 523.9. Apud: **Forestry abstracts**, Oxford, 32: 66, 1971.
- GEIGER, R. - 1966 - **The climate near the ground**. Cambridge, Harvard University Press. 611 p.

- HELVEY, J. D. - 1967 - Interception by eastern white pine. **Water resources research**, Washington, **3**(3): 723-9.
- HELVEY, J. D. & PATRIC, J. H. - 1965a - Canopy and litter interception of rainfall by hardwood of eastern United States. **Water resources research**, Washington, **1**(2): 193-206.
- HELVEY, J. D. & PATRIC, J. H. - 1965b - **Design criteria for interception studies**. Washington, International Association Science Hydrology. p. 131-7 (Bulletin, 67).
- JACKSON, J. J. - 1971 - Problems of throughfall and interception assessment under tropical forest. **Journal of hydrology**, Amsterdam, **12**:234-54.
- KARSCHON, R. & HETH, D. - 1967 - The water balance of a plantation of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. **Contribution on eucalyptus in Israel**, Ilanot, **3**: 7-34.
- LEONARD, R. E. - 1961 - Net precipitation in a northern hardwood forest. **Journal of geophysical research**, Washington, **66**(8): 2417.21.
- LEONARD, R. E. - 1967 - Mathematical theory of interception. In: SOPPER, W. E. & LULL, H. W., ed. - **International Symposium on forest hydrology**. New York, Pergamon Press. p. 131-6.
- LIMA, W. de P. - 1975 - **Estudo de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de Eucalyptus e Pinus**. Piracicaba, ESALQ-USP. 111 p. (Tese - Doutorado).
- LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A. & PAULHUS, J. L. H. - 1949 **Applied hydrology**. New York, McGraw-Hill. 689 p.
- LOW, K. S. - 1972 - Interception loss in the humid forested areas. **Malayan nature journal**, Kuala Lumpur, **25**(2): 104-11. Apud. **Forestry abstracts**, Oxford, **35**(3): 615, 1974.
- McNAUGHTON, K. G. & BLACK, T. A. - 1973 - A study of evapotranspiration from a Douglas fir forest using the energy balance approach. **Water resources research**, Washington, **9**(6): 1579-90.
- MOLCHANOV, A.A. - 1963 - **The hydrological role of forests**. Washington. USDA. 407p.
- MURPHY, C. E. & KNOERR, K. R. - 1975 - The evaporation of intercepted rainfall from a forest stand: an analysis by simulation. **Water resources research**, Washington, **11**(2): 273-80.

- NIHLGARD, B. - 1969 - Distribution of rainfall in beech and spruce forest: a comparison. **Abstract in Botanical Notice**, **122**(2): 308-9. Apud. **Forestry abstracts**, Oxford, **31**(1): 70, 1970.
- PENMAN, H. L. - 1967 - Evaporation from forests: a comparison of theory and observation. In: SOPPER, W. E. & LULL, H. W., ed. - **International symposium on forest hydrology**. New York, Pergamon Press. p. 373-80.
- RAPP, M. & ROMANE, F. - 1968 - The water balance in the Mediterranean ecosystems: 1 - throughfall of precipitation in stands of **Quercus ilex** and **Pinus halepensis**. **Ecologia plantarum**, **3**(4): 271-84. Apud. **Forestry abstracts**, Oxford, **31**(1): 68, 1970.
- REYNOLDS, E. R. C. & LEYTON, L. - 1963 - Measurement and significance of throughfall in forest stands. In: REYNOLDS, E. R. C. & LEYTON, L. - **The water relations of plants**. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p.127-41.
- ROGERSON, T. L. & BYRNESS, W. R. - 1968 - Net rainfall under hardwoods and red pine in Central Pennsylvania. **Water resources research**, Washington, **4**(1): 55-7.
- RUTTER, A. J. - 1963 - Studies in the water relations of **Pinus sylvestris** in plantation conditions: 1 - measurements of rainfall and interception. **Journal of ecology**, Oxford, **51**: 191-203.
- RUTTER, A. J. - 1968 - Water consumption by forests. In: KOZLOWSKI, T. T., ed. - **Water deficits and plant growth**. New York, Academic Press. v. 1, p. 23-84.
- SIM, L. K. - 1972 - Interception loss in the humid forested areas. **Malayan nature journal**, Kuala Lumpur, **25**(2): 104-11. Apud. **Selected water resources abstracts**, Springfield, **7**(13): 7, 1974.
- SMITH, M. K. - 1973 - Throughfall, stemflow, and interception in pine and eucalypt forest. **Australian forestry**, Canberra, **36**(3): 190-7.
- SWANK, W. T.; GOEBEL, N. B. & HELVEY, J. D. - 1972 - Interception loss in Loblolly pine stands on the South Carolina Piedmont. **Journal of soil and water conservation**, Washington, **27**(4): 160-4.
- ZINKE, P. J. - 1967 - Forest interception studies in the United States. In: SOPPER, W. E. & LULL, H. W., ed. - **International symposium on forest hydrology**. New York, Pergamon Press. p. 137-61.
- ZON, R. - 1927 - **Forests and water in the light of scientific investigation**. Washington, U. S. Government Printed Office. 106 p.



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.

Nós temos uma vocação irresistível para implantar florestas.

Continuamente nós estamos aumentando a nossa capacidade de produção, a fim de atender, com nossos produtos e serviços, às crescentes exigências do mercado brasileiro e do Exterior.

E a base de todas as nossas atividades são as reservas florestais, que que por vocação e interesse implantamos em Santa Catarina.

Se sua empresa também tem interesse em fazer um bom investimento de incentivos fiscais, venha conversar conosco.



Olinkraft Celulose e Papel Ltda.
Av. Brigadeiro Luiz Antonio, 4531.
Caixa Postal 7577 - São Paulo - SP.
Fábricas: Lages, SC - Jundiá, SP.



A união destas duas energias fez um dos maiores reflorestamentos do país.

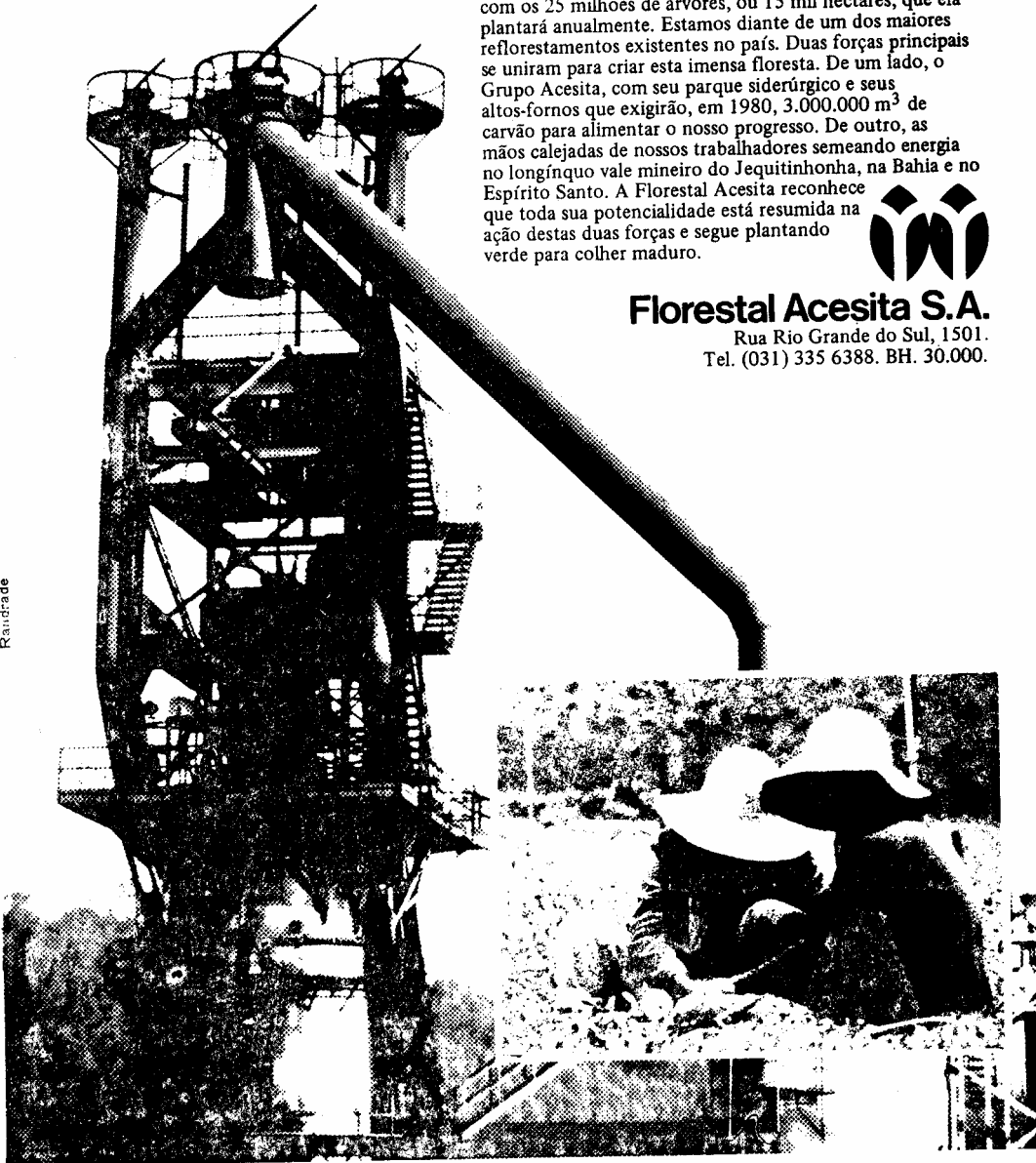
Os fatos são claros e se comprovam com os 76 mil hectares verdes que a Florestal Acesita já plantou. E se reafirmam com os 25 milhões de árvores, ou 15 mil hectares, que ela plantará anualmente. Estamos diante de um dos maiores reflorestamentos existentes no país. Duas forças principais se uniram para criar esta imensa floresta. De um lado, o Grupo Acesita, com seu parque siderúrgico e seus altos-fornos que exigirão, em 1980, 3.000.000 m³ de carvão para alimentar o nosso progresso. De outro, as mãos calejadas de nossos trabalhadores semeando energia no longínquo vale mineiro do Jequitinhonha, na Bahia e no Espírito Santo. A Florestal Acesita reconhece que toda sua potencialidade está resumida na ação destas duas forças e segue plantando verde para colher maduro.



Florestal Acesita S.A.

Rua Rio Grande do Sul, 1501.
Tel. (031) 335 6388. BH. 30.000.

Raídrade



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



DURATEX
 **É MAIS.**