

Interceptação das precipitações em floresta amazônica de terra firme (*)

Wolfram Franken (1), Paulo Rodolfo Leopoldo (2), Eiichi Matsui (3) e Maria de Nazaré Góes Ribeiro(1)

Resumo

O estudo foi conduzido na Bacia Modelo, junto ao Km 14 da ZF-2, em parcela representativa da floresta amazônica de terra firme e teve por objetivo quantificar a fração da água de chuva interceptada pela cobertura florestal. No seu desenvolvimento, utilizou-se de três pluviômetros localizados a céu aberto e de outros trinta instalados no interior da parcela, além de sistemas coletores de água escoada pelo tronco, instalados em trinta e sete árvores. Pelos resultados obtidos pode-se verificar que do total da chuva que atingiu o topo das árvores 22%, em média, foi retido pela cobertura florestal retornando à atmosfera por evaporação, cerca de 77,7% chegou ao solo na forma de precipitação interna, enquanto que uma pequena parcela, da ordem de 0,3% foi escoada pelo tronco das árvores.

INTRODUÇÃO

De toda chuva precipitada sobre uma cobertura florestal, somente uma parcela chega a atingir o solo. Parte da mesma é interceptada pela massa foliar, e por evaporação direta retorna a atmosfera, voltando a integrar a massa de vapor de água existente no ar atmosférico.

A água interceptada representa uma perda pelo ecossistema o que, dependendo do tipo de cobertura florestal, pode atingir 25% da precipitação total anual (Linsley *et al.*, 1949).

Em florestas homogêneas constituídas por *Pinus sylvestris* observa-se que a perda por interceptação é um valor variável, que depende sobretudo da idade e espaçamento do povoamento, podendo ser da ordem de 6,6% para aqueles com idade de 6 anos (Lima, 1976) a cerca de 32% naqueles com 19 anos (Rutter, 1963). Semelhante comportamento pode ser apresentado pelo gênero *Eucalyptus* (Karschon & Helth, 1967), (Lima, 1976).

Com base em inúmeros trabalhos desenvolvidos, pode-se observar que as florestas constituídas por espécies folhosas apresentam taxas de interceptação inferiores aos de ecossistemas formados por coníferas, e que o escoamento pelo tronco é um parâmetro de valor muito variável dentro de um mesmo sistema (Leonard, 1961), (Molchanov, 1963), (Helvey & Patric, 1965), (Aussenac, 1968), (Swank *et al.*, 1972), (Smith, 1973).

Geiger (1966), fazendo referência a um trabalho realizado no Brasil, em 1936, em condições de floresta sub-tropical, apresentou os valores de 34% para a precipitação interna e 28% referente ao escoamento pelo tronco, enquanto que a perda por interceptação foi da ordem de 38% da precipitação total.

As perdas por interceptação em florestas tropicais da Malásia, podem variar de 25% a 80%, em função da precipitação (SIM, 1972), enquanto que para as condições de floresta amazônica da Venezuela, região de San Carlos de Rio Negro, verificou-se que do total da precipitação cerca de 87% chega diretamente à superfície do solo, 5% são referentes às perdas por interceptação e a fração restante, 8%, é representada pela parcela escoada pelo tronco (Jordan & Heuvelodp, 1981).

O processo da perda por interceptação é, portanto, um componente importante do ciclo hidrológico de um ecossistema florestal.

No presente trabalho, teve-se por objetivo a quantificação da interceptação em floresta amazônica de terra firme, incluindo-se as repartições das precipitações em escoamento pelo tronco e precipitação interna. Dados dessa natureza, evidentemente, são de grande va-

(*) — Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

(1) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM.

(2) — Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, UNESP, Botucatu-SP.

(3) — Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Piracicaba-SP.

lia quando se trata do uso do solo e da água, e do manejo das essências florestais, aliados ao equilíbrio ecológico da região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Reserva Florestal do INPA, km 45 da Manaus-Caracarái, em área da Bacia Modelo, junto ao km 14 da estrada ZF-2.

Na quantificação das perdas por interceptação empregou-se a equação definida por Helvey & Patric (1965):

$$I = PT - (Et + PI) \dots\dots\dots (1)$$

onde I = água de chuva interceptada pelas folhas, ramos e galhos das árvores e que volta à atmosfera por evaporação;

PT = Precipitação total ou seja, a quantidade de chuva que chega até o topo das copas das árvores;

Et = escoamento pelo tronco, parte da chuva que se escoou pelo tronco das árvores, atingindo o solo, e

PI = Precipitação interna, parcela da chuva que chega ao solo florestal, quer através de gotas que passam diretamente pelos vazios entre as copas das árvores, quer através de gotas que respingam das folhas ou ramos.

Helvey & Patric (1965) definiram ainda o termo de precipitação efetiva (PE) como sendo a soma da precipitação interna com o escoamento pelo tronco (Et), ou seja a parcela da água de chuva que efetivamente chega ao solo.

Para a estimativa da perda por interceptação no ecossistema estudado observou-se os parâmetros referentes à precipitação total, precipitação interna e escoamento pelo tronco.

De um modo geral, as leituras eram feitas semanalmente, obtendo-se valores volumétricos que, posteriormente, eram transformados em milímetros de altura de água.

Na observação da precipitação total (PT) utilizou-se a média de três pluviômetros com 100 cm² de superfície de captação.

A parcela da água de chuva relativa à precipitação interna (PI) foi observada através da média de 30 pluviômetros com 100 cm² de superfície de captação, instalados no interior da floresta a 1,20 m da superfície do solo.

Para a quantificação da parcela escoada pelo tronco (Et) utilizou-se de coletores semelhantes aos descritos por Lima (1976), instalados em 37 árvores existentes em uma superfície de 12 m de raio.

Nesses sistemas, cada árvore era envolvida por uma calha de plástico flexível, ou seja, mangueiras plásticas transparentes, cortadas longitudinalmente, cujos comprimentos e seção variavam em função do diâmetro do tronco das árvores. As calhas eram fixadas ao redor dos troncos através de pequenos pregos, sendo que o contacto tronco-calha foi vedado com massa própria para calafetação. Na extremidade inferior de cada calha foi adaptado um funil de plástico que conduzia a água captada para um reservatório.

A transformação dos valores obtidos em volume de água para milímetros de altura de água foi feita dividindo-se o volume total de água coletado através das 37 árvores pela superfície de 12 m de raio.

O DAP (diâmetro à altura do peito) dessas árvores variou de 68 mm a 516 mm, tendo sido desprezadas as árvores com diâmetro inferior a 50 mm.

RESULTADOS

O registro de dados conjuntos, envolvendo a precipitação total (PT) e as parcelas correspondentes a precipitação interna e escoamento pelo tronco teve início em 18/04/80, e desde essa data até 14/04/81 foram feitas 46 observações, das quais 38 apenas foram aproveitadas nos cálculos referentes a perda por interceptação (I). As 8 restantes, deixaram de ser computadas em razão da ausência de chuva na semana ou devido a transbordamentos parciais dos reservatórios coletores de água escoada pelo tronco.

Na Tabela 1 tem-se os resultados dessas observações, em milímetros, apresentados na

forma de valores médios de precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva calculada e perda por interceptação calculada, observados em função das classes de altura de chuvas, ou seja, da precipitação total. A perda por interceptação foi calculada de acordo com a equação (1).

Os valores percentuais médios relativos aos dados inclusos na Tabela 1 são apresentados na Tabela 2 assumindo-se como sendo 100% os valores da precipitação total.

Através da Tabela 3 tem-se uma relação entre a precipitação verificada para o período de 18/04/80 a 14/05/81 e suas respectivas repartições em mm, bem como os respectivos percentuais médios. Observa-se que tais valores são referentes somente às 38 leituras aproveitadas para os devidos cálculos.

Conforme já observado, os resultados até aqui citados são referentes ao período em que foi possível se fazer as leituras que incluíram precipitação total e suas respectivas repartições em precipitação interna e escoamento pelo tronco.

No entanto, em período anterior a instalação dos sistemas coletores de água escoada pelo tronco, foram feitas uma série de medidas referentes somente a precipitação total e a parcela correspondente à precipitação interna.

Os resultados dessas observações estão apresentados na Tabela 4, e correspondem ao período de 31/10/79 a 18/04/80.

A perda por interceptação calculada para os resultados apresentados na Tabela 4 considerando-se o escoamento pelo tronco como sendo cerca de 0,3%, será de 22,9%.

TABELA 1 — Valores médios de precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva calculada e perda por interceptação calculada, observados em função das classes de altura de chuvas.

Classes de PT	Freqüência	PI (mm)	Et (mm)	PE (mm)	I (mm)
< — 10	2	2,8	0,00	2,80	1,50
10 — 20	8	11,8	0,03	11,83	4,47
20 — 30	3	17,3	0,06	17,36	6,64
30 — 40	4	26,5	0,08	26,58	7,32
40 — 50	7	33,8	0,18	33,98	11,02
50 — 60	5	42,3	0,19	42,49	12,51
60 — 70	6	47,1	0,24	47,34	15,96
> — 70	3	112,9	0,40	113,30	16,30

TABELA 2 — Valores percentuais médias observados para a precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva calculada, e perda por interceptação em função das classes de altura de chuva.

Classes de PT	Freqüência	PI (%)	Et (%)	PE (%)	I (%)
< — 10	2	65,1	0,0	65,1	34,9
10 — 20	8	72,4	0,2	72,6	27,4
20 — 30	3	72,1	0,3	72,4	27,6
30 — 40	4	78,2	0,2	78,4	21,6
40 — 50	7	75,1	0,4	75,5	24,5
50 — 60	5	77,2	0,3	77,5	22,5
60 — 70	6	74,4	0,4	74,8	25,2
> — 70	3	87,1	0,3	87,4	12,6

TABELA 3 — Relação entre a precipitação total e suas respectivas repartições em mm e percentuais médios, observados no período de 18-04-80 a 14-05-81.

	PT	PI	Et	PE	I
Milímetros de chuva	1.705,4	1.337,6	5,9	1.343,5	361,9
Porcentagem	100	78,4	0,3	78,7	21,3

TABELA 4 — Relação entre a precipitação total e a precipitação interna, verificada para o período de 31-10-79 a 18-04-80.

N.º de Observações	PT	PT	PI	PI
	mm	%	mm	%
22	1.388,7	100	1.067,1	76,8

A Figura 1 apresenta a curva de regressão para os valores da precipitação interna em função dos valores observados para a precipitação total.

Nesta figura incluem-se a equação de regressão, o coeficiente de regressão "r" e o número de pares de valores utilizados. Da mesma forma, tem-se na figura 2 e 3, as curvas de regressão para o escoamento pelo tronco e precipitação efetiva. Os valores de r dessas equações, através do teste t, demonstraram ser significativos ao nível de 0,1% de probabilidade.

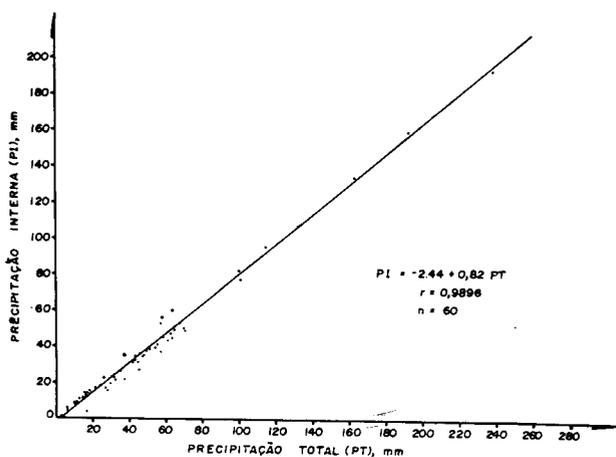


Fig. 1 — Curva de regressão para os valores da precipitação interna em função dos valores observados para a precipitação total.

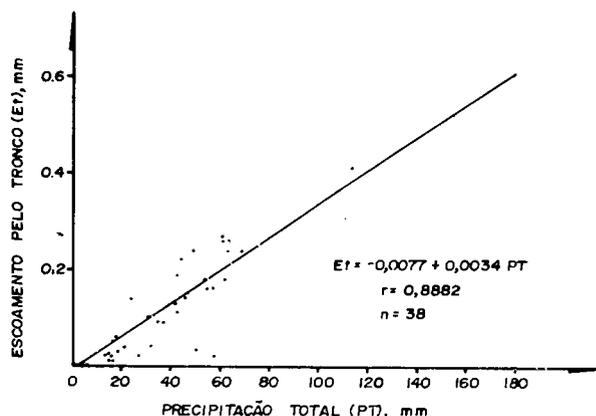


Fig. 2 — Curva de regressão para os valores do escoamento pelo tronco em função dos valores observados para a precipitação total.

DISCUSSÃO

Observando-se a Tabela 1 pode-se verificar que os valores médios da precipitação interna, escoamento pelo tronco e perda por interceptação tendem a aumentar proporcionalmente com o aumento da precipitação total, fato este já ressaltado por vários outros autores, entre eles, Aussenac (1968) e Lima (1976).

Em alguns casos, no entanto, tais valores apresentaram uma certa variação de chuva para chuva, sobretudo para aquelas inferiores a 20 mm semanais. Como exemplo, pode-se observar através das figuras 1 e 2 que para uma chuva de 16,5 mm obteve-se 3,7; 0,01 e 12,7 mm respectivamente para a precipitação interna, escoamento pelo tronco e perda por interceptação, enquanto que, para um outro evento de igual valor, esses mesmos resultados foram da ordem de 12,8; 0,02 e 3,5.

Essas variações demonstram que os valores obtidos na repartição de uma chuva depen-

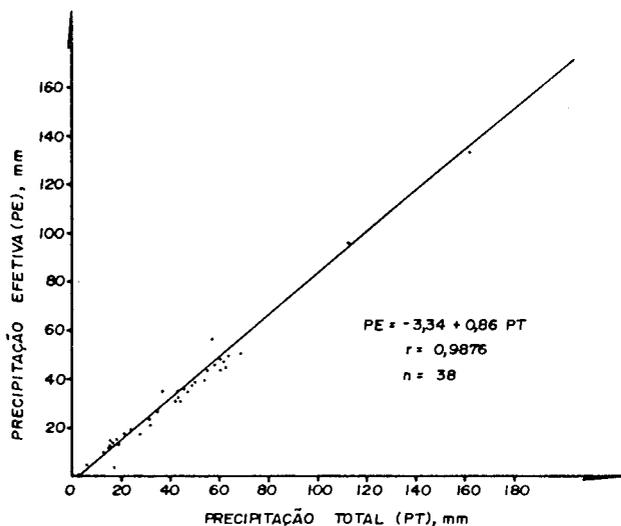


Fig. 3 — Curva de regressão para os valores da precipitação efetiva em função dos valores observados para a precipitação total.

dem de uma série de fatores, entre eles, do estado de saturação da floresta, da intensidade da precipitação e da ocorrência de ventos durante ou após o evento chuvoso.

Assim, quando os intervalos entre as chuvas forem relativamente pequenos não haverá tempo suficiente para que a água proveniente de uma chuva anterior e retida pelas folhas, ramos e troncos seja evaporada. Nessas condições uma precipitação em seqüência deverá apresentar valores relativamente altos para a precipitação interna e baixo para a perda por interceptação, enquanto que em um caso oposto, os resultados esperados seriam também opostos, isso considerando-se uma chuva de semelhante intensidade.

Segundo Aussenac (1968), o processo da perda por interceptação ocorre da seguinte forma: "A altura de água máxima susceptível de ser retida é uma função da superfície foliar, dos galhos e ramos, da morfologia das folhas e do tipo de ramificação. No início de um evento chuvoso, a maior parte das gotas de água são interceptadas pela copa das árvores, até que a capacidade máxima de armazenamento seja atingida, ou seja, até que as forças de tensão sejam compensadas pela ação da força de gravidade. Os fenômenos de evaporação interferem no início do pro-

cesso, pois a temperatura da superfície foliar pode ser mais elevada que aquela do ar, mas com o desenvolvimento da chuva, esses fenômenos diminuem rapidamente. Finalmente, quando a capacidade de saturação é atingida, a copa das árvores não conseguem reter mais que as quantidades necessárias à compensação da água perdida por evaporação. Se a chuva continuar, o povoamento vegetal deixa de interceptar quantidades adicionais". Na Floresta Amazônica, de um modo geral, ocorrem chuvas de grande intensidade e curta duração, é de se esperar que tanto o processo de compensação da tensão superficial pela ação da gravidade, bem como a capacidade de saturação da copa sejam rapidamente atingidos.

Por esses motivos, acredita-se que os valores percentuais da repartição da chuva, apresentados na Tabela 2, mostram apenas pequenas variações entre os diferentes tamanhos de classe de chuva com uma certa exceção às chuvas menores que 10 mm e maiores que 70 mm.

De acordo com os resultados compilados por Molchanov (1963) pode-se observar que em florestas artificiais com chuvas de baixa intensidade as variações percentuais dos parâmetros precipitação interna, escoamento pelo tronco e perda por interceptação são bem mais amplas que aquelas contidas no Quadro II. Na citação feita por Molchanov (1963) tem-se, para o caso de povoamentos constituídos por Epiceas (*Picea abies*) com 61 anos de idade, uma variação de 29,2% a 71,2% na precipitação interna em função de classes de chuva que variaram de intensidade inferior a 5 mm até valores superiores a 20 mm; enquanto que para o escoamento pelo tronco essa amplitude foi de 0% a 4,8%. Para povoamento constituído por Pinheiros com 64 anos de idade, considerando-se a mesma amplitude de chuva, essas variações foram da ordem de 51,5% a 89,8% e 0% a 1,8%, respectivamente para a precipitação interna e escoamento pelo tronco.

Desse modo considerando-se o tipo de chuva que normalmente cai na Região Amazônica, curta duração e intensidade alta, e o tipo de floresta, é de se esperar pequenas variações percentuais em função da classe de chuva conforme aquelas vistas na Tabela 2.

As relações entre a precipitação total e os valores de precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva podem ser observadas com maiores detalhes, analisando-se as Figuras 1, 2 e 3.

Através das regressões estabelecidas, pode-se estimar as quantidades das respectivas repartições em função dos valores de precipitação total, considerando-se que os respectivos coeficientes de regressão apresentaram significâncias estatísticas a nível de 0,1%.

Considerando-se os coeficientes r^2 dessas equações, pode ser observado que a variável precipitação interna é explicada em 97,9% pela quantidade chuva, enquanto que o escoamento pelo tronco é explicado em cerca de 78,8% pela variável precipitação total.

Com relação ao escoamento pelo tronco, os resultados apresentados na Tabela 1 e Figura 2 demonstram que o mesmo é um parâmetro de importância relativamente baixa, e em termos práticos não influi nos valores da precipitação efetiva e perda por interceptação. A variação de seus valores de 0,0 a 0,40 mm, está aquém dos erros de medida dos demais valores observados para o cálculo da perda por interceptação.

A pequena quantidade de água que se escoou pelo tronco, deve-se provavelmente ao tipo de chuva comum na região e a morfologia das árvores. O tipo de chuva, como já foi abordado, caracteriza-se por grande intensidade e curta duração. Assim o fluxo de água que se inicia através de galhos, ramos e troncos, após uma determinada chuva, pode ser interrompido em função do início da evaporação. Com relação a morfologia ressalta-se que as árvores, de um modo geral, são de porte elevado e conseqüentemente, a distância a ser percorrida por uma massa de água qualquer é extensa, expondo-se a maiores perdas pelo processo da evaporação.

Analisando-se os dados obtidos, e vistos na Figura 2, pode-se observar que o escoamento pelo tronco é um parâmetro muito variável de chuva para chuva, quando comparado aos valores obtidos para a precipitação interna.

Assim sendo, com base nos resultados obtidos por vários autores, entre eles, Mol-

charov (1963), Helvey & Patric (1965), Ausenac (1968), Dewalle & Pausell (1969) e Lima (1976), bem como naqueles obtidos com a presente pesquisa pode-se deduzir que o escoamento pelo tronco depende não só da quantidade e intensidade de chuva como também de uma série de outros fatores, entre os quais a rugosidade do tronco, morfologia do vegetal, idade do povoamento, diâmetro do tronco ou mesmo da posição da espécie dentro do ecossistema.

Na Tabela 3, tem-se uma relação entre a precipitação e suas respectivas repartições obtidas através de 38 observações, que se estenderam desde 18/04/80 a 14/05/81. Esses resultados permitem verificar que dos 1.705,4 mm de chuva precipitados no local do ensaio 1.337,6 mm corresponderam à precipitação interna; 5,9 mm ao escoamento pelo tronco; 1.343,5 mm a precipitação efetiva, enquanto que 361,9 mm fizeram parte da fração perdida por interceptação. Isso equivale a dizer que do total da chuva que chega ao topo da copa das árvores 78,7% atingem e recarregam o solo, enquanto que os 21,3% são interceptados pelos ramos e folhas, e por evaporação retornam à atmosfera.

Da mesma forma, na Tabela 4 apresenta-se dados de 22 observações feitas somente para a precipitação interna em função da precipitação total, constatada no período de 31/10/79 a 18/04/80. Verifica-se que do total de 1.388,7 mm precipitados no referido período, 1.067,1 mm representaram a precipitação interna, fração esta correspondente a 76,8% da chuva bruta.

Esse resultado, de 76,8% para a precipitação interna, praticamente, não difere daquele apresentado na Tabela 3, ou seja 78,7%, o que vem a demonstrar, uma vez mais, que as repartições das chuvas, em valores percentuais, são relativamente constantes, dado o tipo de chuva característico da região.

Levando-se em consideração os resultados da Tabela 3 e aqueles da Tabela 4 tem-se para a precipitação interna um valor médio de 77,7% e assumindo-se como 0,3% o escoamento pelo tronco, a perda por interceptação média, para o período estudado, será da ordem de 22%.

No entanto, todos esses valores, ora obtidos, diferem em muito daqueles relatados por Jordan & Heuveldop (1981). Esses autores fizeram semelhantes estudos em Floresta Amazônica na região de San Carlos, Venezuela, concluindo que da precipitação total, 5% são perdidos por interceptação, 8% se escoam pelo tronco e 87% correspondem à precipitação interna. Tais discrepâncias, provavelmente, refletem entre outros fatos, distintos comportamentos em função das diferentes espécies presentes em cada local de ensaio, bem como do número de árvores por área. No trabalho desenvolvido por Jordan & Heuveldop (1981) a projeção teórica da copa de cada árvore, envolvendo aquelas com diâmetros acima de 10 cm, foi da ordem de 14 m², enquanto que no presente trabalho essa projeção foi de 12,2 m².

Além desses fatos, a metodologia empregada foi também diferente Jordan & Heuveldop (1981) se utilizaram, na avaliação da precipitação interna, de pluviômetros não convencionais. Na estimativa da quantidade escoada pelo tronco, esses autores, trabalharam com 38 árvores, amostradas em função da variação do diâmetro do povoamento, e cujos dados obtidos foram, posteriormente, extrapolados para uma determinada área.

Acredita-se que essa metodologia, utilizada na determinação do escoamento pelo tronco, seja válida para florestas homogêneas, onde os espaçamentos entre os indivíduos são previamente definidos.

Comparando-se esses resultados, com aqueles relatados por Geiger (1966), Sim (1972) e Lima (1976), entre outros, pode ser verificado que o comportamento da Floresta Amazônica, de terra firme, neste aspecto, difere de outros ecossistemas constituídos por florestas artificiais, sub-tropicais ou mesmo tropical.

Desse modo, pode-se concluir que a perda por interceptação é um parâmetro extremamente variável, em função de uma série de fatores. Tal fato, implica na necessidade crescente de pesquisas semelhantes em diferentes locais da região amazônica, desde que se tenha por objetivo o estabelecimento de uma adequada

política de uso do solo, da água e manejo das essências florestais, aliados às condições ecológicas do local.

Considerando-se que a precipitação média da região em estudo é da ordem de 2.000 m anuais, pode-se deduzir a importância da perda por interceptação no ciclo hidrológico da região. Sendo a perda por interceptação de 22%, em média, conclui-se por simples cálculos que cerca de 440 m de chuva são retidos pela cobertura florestal, anualmente. Considerando-se ainda, que a Bacia Modelo, local do estudo, apresenta uma superfície de cerca de 23,4 km² deduz-se que um volume da ordem de 10,3 x 10⁶ m³ de água deixam de participar do deflúvio anual, à razão média de 327 l/s, volume este que retorna à atmosfera, voltando a integrar novas precipitações.

Assim, essa apreciável quantidade de água além de participar do equilíbrio hídrico da região, deixa de causar prejuízos ao solo através do processo de erosão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FINEP, CNPq e a CNEN pelos recursos e apoio necessários à realização desta pesquisa.

SUMMARY

This study was conducted in the Model Basin, located at the Km 14 of ZF-2 road, in a representative plot of the "terra firme" Amazon Forest. The main objective was to quantify the fraction of the rainfall intercepted by the forest canopy. For this determination, three rain gauges were installed in a clear area place, and thirty others into the canopy. In order to collect the stemflow thirty seven collector systems were also provided. From the results, it was possible to conclude that 22% from total rainfall were intercepted by canopy and 77.7% has reached the soil surface as throughfall. The stemflow represented only 0.3% of that total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSSENAC, G.
1968 — Interception des précipitations par le couvert forestier. *Ann. Sci. forest.*, 25 (3): 135-156.

- GEIGER, R.
1966 — **The climate near the ground**. Cambridge, Harvard University Press. 611p.
- DEWALLE, D.R. & PAUSSELL, L.K.
1969 — Canopy interception, stemflow and streamflow on a small drainage in the Missouri azarks. **Missouri Agricultural Experiment Station, Boletim** (951): 1-26.
- HELVEY, J.D. & PATRIC, J.H.
1965 — Design criteria for interception studies. **International Association Science Hydrology, Boletim** (7): 131-137.
- JORDAN, C.F. & HEUVELDOP, J.
1981 — The water bridget of an Amazonia rain forest. **Acta Amazonica**, 11 (1): 87-92.
- KARSCHON, R. & HETH, D.
1967 — **The water balance of a plantation of Eucalyptus camaldulensi Ilanot.**, 3: 7-34.
- LEONARD, R.E.
1961 — Net precipitation in northern hardwood forest. **Journal of Geophysical Research**, 66 (8): 2.417-2.421.
- LIMA, W. de P.
1976 — Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e pinheiro. **IPEF, Piracicaba**, 13: 75-90.
- LINSLEY, R.K.; KOHLER, M.A.; PAULHUS, J.L.H.
1949 — **Applied Hydrology**. Ed. McGraw-Hill, New Yorkd 689p.
- MOLCHANOV, A.A.
1963 — **Hidrologia Florestal**. Trad. Zózimo Pimenta de Castro Rego. Ed. Fundação Colouste Gulenkian, Lisboa, 419p.
- RUTTER, A.J.
1963 — Studies in the water relations of *Pinus sylvestris* in plantation conditions: 1 — measurements of rainfall and interception. **Journal of Ecology**, 51: 191-203.
- SIM, L.K.
1972 — Interception loss in the humid forested areas. **Malayan Nature Journal**, 25 (2): 104-111.
- SMITH, M.K.
1973 — Through fall, stemflow and interception in pine and eucalypt forest. **Australian Forestry**, 36 (3): 190-197.
- SWANK, W.T.; GOEBEL, N.B.; HELVEY, J.D.
1972 — Interception loss in loblolly pine stands on the south Carolina Piedmont. **Journal of soil ans water conservation**, 27 (4): 160-164.

(Aceito para publicação em 28/04/82)