

## REDISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM SERINGUEIRA

**Valdemir Antonio Rodrigues**

*Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, valdemirrodriques@fca.unesp.br*

### 1 RESUMO

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido em um povoamento de seringueira, clone RRIM 600, com 15 anos de idade, na região de José Bonifácio - SP, situado a 21°03' latitude (S), 49°41' de longitude (W) e altitude de 490 m, à montante da microbacia do córrego da Barra Grande. A pesquisa teve a finalidade de avaliar a redistribuição das precipitações no ano hídrico 1995/96, estimar a precipitação total, interna e efetiva, escoamento pelo tronco e a interceptação pelas copas do seringal. Foram instalados, a céu aberto e sob o dossel das árvores, pluviômetros e interceptômetros de tronco para quantificar (mm) a redistribuição das chuvas. A precipitação média anual foi de 1053,6 mm, a precipitação interna de 699,4 mm e o escoamento pelo tronco, de 92,3 mm. A interceptação pelas copas e a precipitação efetiva resultaram em 261,9 e 791,7 mm; sendo estes, respectivamente, 24,9% e 75,1% do total da precipitação total incidente no seringal.

**UNITERMOS:** precipitação, precipitação interna e efetiva, escoamento pelo tronco, interceptação pelas copas, seringueira.

### RODRIGUES, V. R. REDISTRIBUTION OF THE PRECIPITATION IN RUBBER TREE

### 2 ABSTRACT

The present work of research was developed in rubber tree plantation, clone RRIM 600, with 15 years of age, in the region of Jose Bonifácio - SP, situated 21°03' latitude (s), 49°41' of longitude (w) and 490 altitude of m, to the sum of the micro watershed of the river Barra Grande. The research had the purpose to evaluate the redistribution of precipitations in hidric year 1995/96, esteem the rain precipitation, effective, throughfall, stemflow and the interception by canopies of the rubber tree. They had been installed the open sky and under the canopy of the trees rain gauges and interception of trunk to quantify (mm) the redistribution of rains. The annual average rain precipitation was of 1053,6 mm, the throughfall of 699,4 mm and stemflow for the 92,3 mm. the interception by canopies and the precipitation effective had resulted in 261,9 and 791,7 mm; being these respectively 24.9% and 75.1% of the rain precipitation in the rubber tree.

**KEY WORDS:** rain precipitation, throughfall and effective, stemflow, interception by canopies, rubber tree.

### 3 INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é toda água líquida ou sólida que cai da atmosfera na superfície terrestre; é um importante fator de ligação entre a fase atmosférica e a fase terrestre do ciclo hidrológico. As precipitações podem ser de forma líquida, tais como: chuva, nevoeiro e sereno; ou sólida: neve, granizo e geada (Lima, 1986).

O processo de interceptação da precipitação ocorre quando a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo, subsequentemente, redistribuída em: água que respinga ao solo, água que escoo pelo tronco e água que volta para a atmosfera por evaporação (Lima, 1986).

A perda por interceptação da chuva pelas copas das árvores é geralmente medida como a diferença entre a precipitação incidente medida a céu aberto e a precipitação efetiva que atinge o piso florestal (Herwitz & Slye, 1995). A perda de chuva por interceptação das copas tem variações porque depende da capacidade das copas, da intensidade e duração das chuvas e das condições ambientais (Kozlowski, 1983).

A interação da precipitação com a vegetação de uma microbacia apresenta dois aspectos hidroquímicos importantes: o primeiro é relativo ao armazenamento de água interceptada pelo dossel; e o segundo refere-se à transferência de espécies químicas da parte aérea das plantas para o sistema solo (Forti, 2004).

A água interceptada pelas copas, que se evapora durante o início do evento chuvoso, provavelmente, é o componente principal do processo de interceptação (Lima, 1986).

A precipitação interna, também denominada de “transprecipitação”, é um componente que apresenta grande variabilidade espacial dentro da floresta. Sua ordem de grandeza varia entre 70 a 80% (Lima & Nicolielo, 1983; Cicco *et al.*, 1986, 1988; Fujieda *et al.*, 1997; Rodrigues, 1999; Arcova *et al.*, 2003; Oliveira Jr. & Dias, 2005) do balanço hídrico anual.

Franken *et al.* (1982) demonstram que o total da interceptação depende significativamente do montante precipitado. Observaram que, para chuvas de até 10 mm, a interceptação pode representar cerca de 34% do total da chuva. A interceptação cai para 16,8% no caso de precipitação entre 60 a 70 mm.

Os povoamentos de pinheiros de densidade média, na Rússia, interceptaram 20% da precipitação, com um máximo de 30% em caso de chuva fraca e um mínimo de 16%, em caso de chuva forte, de acordo com Okhlyabinin (1913, apud Molchanov, 1971).

McCarthy *et al.* (1991) avaliaram os componentes hidrológico, na bacia hidrográfica com *Pinus taeda* em região plana na costa da Carolina do Norte, e verificaram que a perda por interceptação das copas foi acima de 35 % da precipitação total. A drenagem do solo nos meses de inverno e começo da primavera foi de 42 % da precipitação total. A perda anual por interceptação em plantações de coníferas tem sido estimada entre 20 a 40% da precipitação total, de acordo com Rutter *et al.* (1971).

O escoamento da água pelo tronco das árvores depende da quantidade de precipitação que cai de uma só vez, e para uma certa quantidade de água, depende também da rugosidade da casca, que varia com as espécies e com a idade das árvores, segundo Molchanov (1971).

Huber & Oyarzun (1992) estudaram a redistribuição das precipitações em precipitação direta, escoamento pelo tronco e a interceptação pelas copas em um bosque de espécies nativas no Sul do Chile. As perdas por interceptação das copas e da serrapilheira foram estimadas em 29,3% e 8,3%, e a precipitação efetiva atingiu 62,4 %.

Vale ressaltar que não foram encontrados, na literatura consultada, trabalhos similares sobre a redistribuição da precipitação em seringueira.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a redistribuição das precipitações em povoamento homogêneo de seringueira no ano hídrico 1995/96; estimar a precipitação total, interna e efetiva, escoamento pelo tronco e a interceptação pelas copas do seringal.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

##### Descrição da Área de Estudos

A área estudada está compreendida entre as seguintes coordenadas geográficas: 21° 03' de latitude (S), 49° 41' de longitude (W) Grw e altitude de 490 metros. Os trabalhos foram conduzidos no povoamento de seringueira, *Hevea brasiliensis*, clone RRIM 600, localizado na parte superior da microbacia hidrográfica do córrego da Barra Grande, na fazenda da Borracha Paulista Indústria Comércio Importação Exportação Ltda, Região situada entre os municípios de José Bonifácio e Nipoã, Estado de São Paulo.

Segundo a classificação climática de Koppen Aw, clima tropical quente, com chuvas de verão, com temperatura média do mês mais frio superior a 18° C e a do mês mais quente superior a 22° C. As médias anuais de precipitação variam entre 1200 a 1300 mm.

As precipitações pluviométricas foram quantificadas em milímetros nos pluviômetros instalados a céu aberto. O escoamento pelo tronco e as precipitações internas foram quantificadas em mililitros, respectivamente nos interceptômetros de tronco e nos pluviômetros instalados sob dossel do seringal.

Os pluviômetros foram contruídos com peças de cano de PVC, com reduções de 100 para 40 mm onde a parte superior possui uma abertura de 100 mm para a coleta da água das chuvas. Na parte inferior, foram acopladas outras reduções de 40 para 20 mm, e, finalmente, acoplado uma mangueira de 20 cm de comprimento para o escoamento da água em um recipiente de 2 litros.

Os interceptômetros foram construídos de folha de zinco galvanizada em forma circular, com 10 cm de largura, com um orifício de 2 cm de diâmetro, onde foi soldado um cone de 10 cm de comprimento para o escoamento da água interceptada. Na superfície do cone, foi soldada uma peneirinha para retirar as impurezas e, na parte inferior, foi acoplado uma mangueira de 1,8 m de comprimento para o escoamento da água diretamente em um tambor de 50 litros. O diâmetro interno da forma circular variou entre 18 a 25 cm, conforme o diâmetro das árvores.

##### Estimativa da Redistribuição das Precipitações

A precipitação interna ocorrida dentro do seringal foi medida em 06 pluviômetros instalados sob dossel da floresta. A água foi quantificada em mililitros em cada um dos eventos chuvosos e transformada em milímetros de chuva pela seguinte equação 01.

$$PI \text{ (mm)} = V \text{ (cm}^3 \text{)} / A \text{ (cm}^2 \text{)} \times 10 \dots\dots\dots(01)$$

Sendo:

PI = precipitação interna, mm;

V = volume, cm<sup>3</sup>;

A = área do pluviômetro, cm<sup>2</sup>.

Na medição da água escoada pelo tronco (Et), foram instalados nos troncos das árvores 6 coletores denominados de interceptômetros. Os recipientes de coleta da água das

chuvas foram direcionados em tambores de 100 litros, a água foi medida em mililitros e transformada em milímetros de chuva pela equação 02.

$$Et \text{ (mm)} = V \text{ (cm}^3\text{)} / A \text{ (cm}^2\text{)} \times 10 \dots\dots\dots(02)$$

Sendo:

Et = escoamento pelo tronco, mm;

V = volume, cm<sup>3</sup>;

A = área da copa, cm<sup>2</sup>.

Esses dois tipos de interceptômetros de chuva para coletar a precipitação interna e o escoamento pelo tronco foram fundamentais para estimar a precipitação efetiva ocorrida no interior da seringal, determinada pela equação 03.

$$PE \text{ (mm)} = ( PI + Et ) \text{ mm} \dots\dots\dots(03)$$

Sendo:

PE = precipitação efetiva, mm;

PI = precipitação interna, mm;

Et = escoamento pelo tronco, mm.

Próximo do seringal, foram instalados a céu aberto 3 pluviômetros para quantificar as precipitações incidentes (P) médias ocorridas na microbacia hidrográfica. As estimativas da interceptação (Ic) das chuvas pelas copas das árvores foram calculadas utilizando as precipitações incidentes e efetivas, através da equação 04.

$$Ic \text{ (mm)} = ( P - PE ) \text{ mm} \dots\dots\dots(04)$$

Sendo:

Ic = interceptação pelas copas, mm;

PI = precipitação incidente, mm;

PE = precipitação efetiva, mm.

### **Coleta e Análise das Precipitações**

Após cada evento chuvoso durante o ano hídrico em estudo, foram realizadas as medições da água das chuvas, armazenadas nos pluviômetros e interceptômetros redistribuídos no seringal. Os dados em mililitros coletados em cada recipiente foram tabulados e calculados em dados médios mensais. As variáveis analisadas foram: precipitação incidente, interna e efetiva, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas. Os resultados da redistribuição das chuvas no povoamento de seringueira, durante o ano hídrico 1995 / 1996, são apresentados na tabela (1).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Redistribuição das precipitações no seringal**

Os dados médios mensais da redistribuição das chuvas em (mm) no povoamento de seringueira, durante o ano hídrico 1995 / 1996, são apresentados na tabela (1):

**Tabela 1.** Redistribuição média das precipitações (mm) ano hídrico 95/96 em seringueira

Mês	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Total
DP													
P	0	40,2	93,6	123,4	199,6	187,4	80,2	174,0	61,2	79,4	11,2	3,4	1053,6
PI	0	23,4	61,2	80,6	139,8	120,7	50,9	119,7	39,2	54,1	7,6	2,2	699,4
Et	0	4,7	8,9	10,6	16,7	17,0	9,4	13,4	4,9	5,1	1,1	0,5	92,3
PE	0	28,1	70,1	91,2	156,5	137,7	60,3	133,1	44,1	59,2	8,7	2,7	791,7
Ic	0	12,1	23,5	32,2	43,1	49,7	19,9	40,9	17,1	20,2	2,5	0,7	261,9
% Ic	0	30,1	25,1	26,1	21,6	26,5	24,9	23,5	27,9	25,4	22,3	20,6	24,9

Sendo: DP = Distribuição da Precipitação; P = Precipitação incidente, mm; PI = Precipitação interna, mm; Et = Escoamento pelo tronco, mm; PE = Precipitação efetiva, mm; Ic = Interceptação pelas copas, mm.

A maior interceptação média mensal de 30,1% ocorreu no mês de setembro de 95, como pode ser observado na tabela acima. Este fato pode ser atribuído a alguns fatores tais como: 1) as copas das árvores nesta época do ano estão completamente reenfolhadas com maior número de brotos e folhas novas; 2) maior superfície específica das folhas novas; 3) as chuvas que ocorreram após um longo período de estiagem encontram as folhas ressecadas; 4) as chuvas de menor intensidade são interceptadas quase que totalmente pelas folhas.

Michopoulos et al. (2001) observaram os efeitos do pH das precipitações no enriquecimento de cátion na folhagem da floresta de Faia *Fagus moesiaca*, nos períodos de crescimento e dormência, durante 48 meses (Forest Research Institute of Athens). O pH variou de 4,2 a 7,2 e os menores valores foram observados no inverno, por causa da queima de combustíveis fosseis em uma grande cidade da região de Terma Alkmanos, Ilisia, Atenas, Grécia.

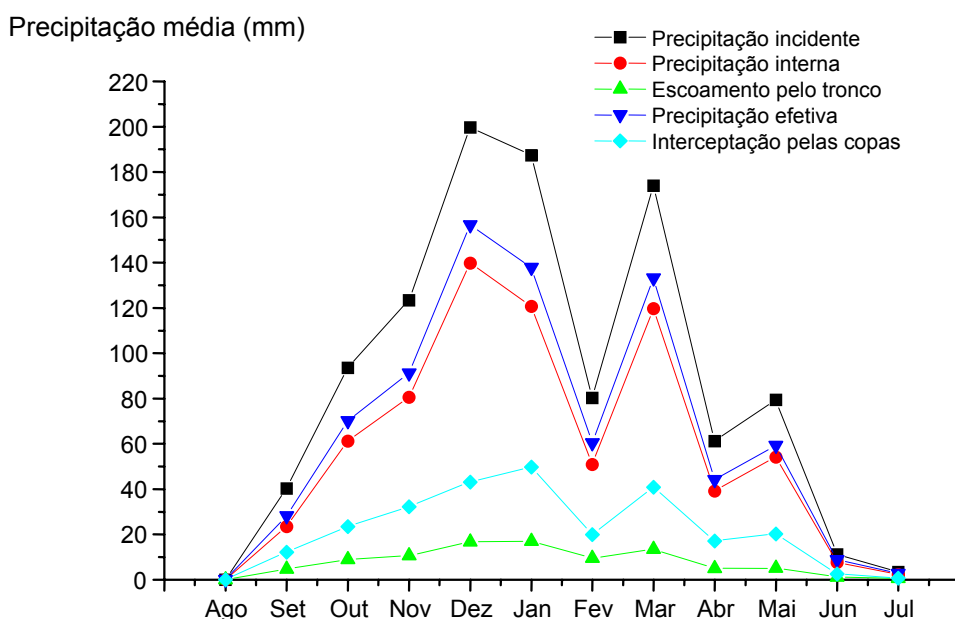
A precipitação incidente média anual foi de 1053,6 mm e deste montante, 791,7 mm foi efetiva, ou seja, 75,1% de chuva que efetivamente chegaram ao solo, esta quantidade foi subdividida em precipitação interna (66,4%) e pelo escoamento pelo tronco (8,7%); o restante da água (24,9%) foi a perda por interceptação pelas copas das árvores de seringueira.

A redistribuição das precipitações pluviométricas no povoamento de seringueira ao longo do ano hídrico 95/96 pode ser observada na figura (1).

A redistribuição das precipitações ao longo do ano e a capacidade de retenção das copas do seringal é em função de uma série de variáveis, tais como: o clone, a densidade do povoamento e das copas, o tamanho das folhas, superfície específica das folhas, configuração, composição e rugosidade das folhas, viscosidade da água, intensidade das precipitações e dos ventos. Lima (1986) ressalta que, durante a chuva, as condições de temperatura, gradiente de pressão de vapor e disponibilidade de energia na região das copas se modificam, onde a evaporação passa a diminuir.

Estas variáveis influem conjuntamente na tensão superficial entre a superfície foliar e a água sobre a superfície. A água fica presa até atingir o equilíbrio entre a tensão superficial e a gravidade, a partir do que a água começa a respingar (Lima, 1986).

Na figura 1, pode-se observar que, no mês de agosto, não houve precipitação e a partir de setembro, as precipitações aumentaram quantitativamente em mm, com variações ao longo dos meses. Os períodos chuvosos com 998,8 mm foram de outubro a maio e os períodos mais secos de 3 meses, de junho a setembro, com apenas 54,8 mm de chuva. A precipitação efetiva neste período é um parâmetro de correlação importante com a umidade do solo e com a produção de látex do seringal, pois, 39,5 mm de INPUT de água efetivamente chegou ao solo florestal.



**Figura 1.** Redistribuição das precipitações no seringal no ano 1995/96

O escoamento pelo tronco de seringueira apresentou suas variações de 0,5 a 17,0 mm, respectivamente nos meses de julho e janeiro.

As maiores quantidades de escoamento na faixa, por ordem decrescente, tem-se o acer, freixo, ulmeiro e pinheiro. No caso da faixa, quando a chuva foi de 33 mm, 10% da água escorreram pelo tronco; nas outras espécies, os valores variaram entre 5% e 0,6% de acordo com Horton (1919, apud Molchanov, 1971).

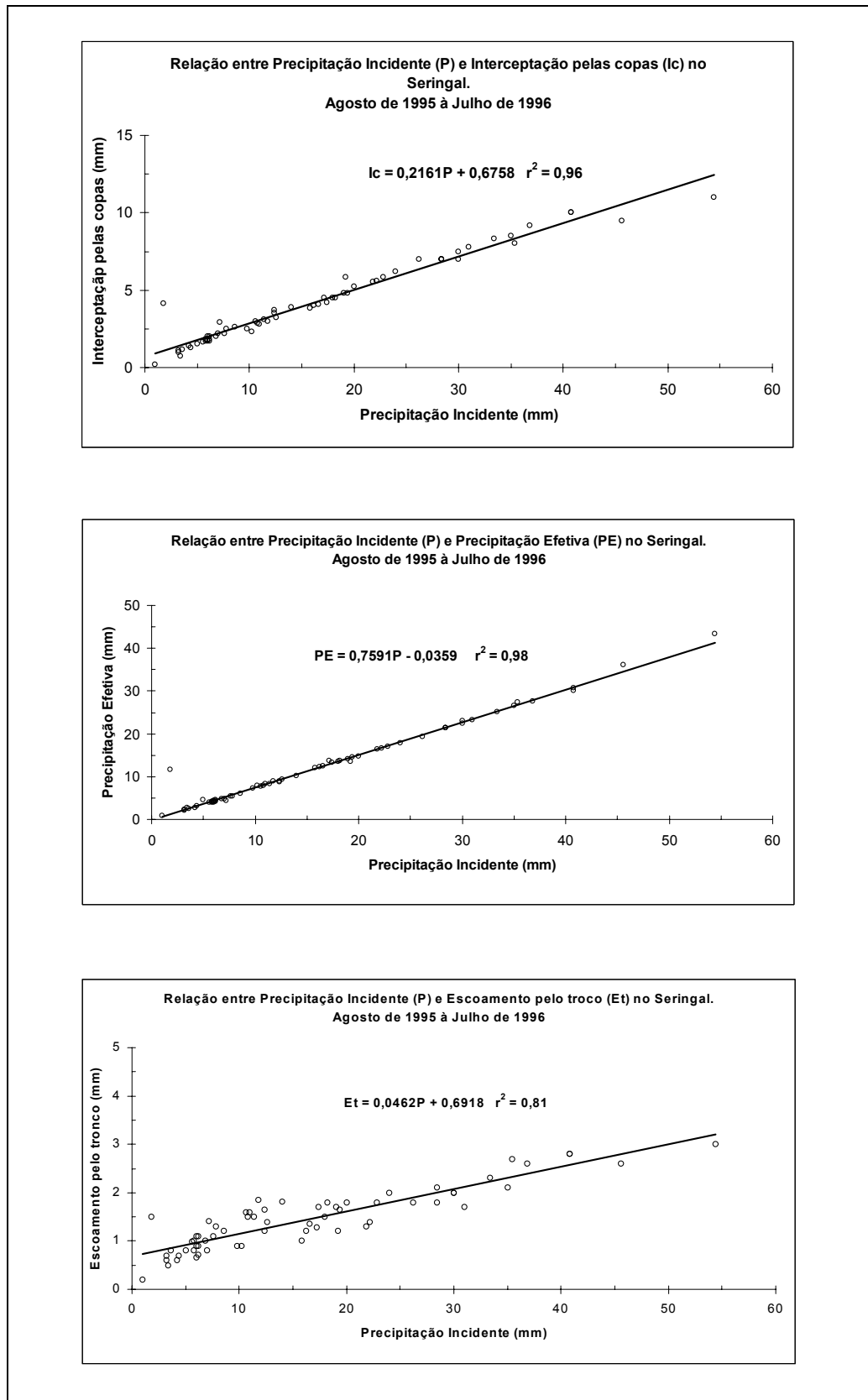
As relações lineares da redistribuição da precipitação em precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e intercepção pelas copas no povoamento homogêneo de seringueira podem ser observadas nas figuras 2.

A correlação das variáveis correlacionadas com precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e intercepção pelas copas, correlacionadas com a precipitação (P) para os períodos 1995 – 1996, encontra-se na tabela 2 e figura 2.

As análises para o período 1995/96 mostraram que a maior correlação com a precipitação foi a precipitação efetiva, com coeficiente de determinação de 98%, seguindo de precipitação interna (PI) e intercepção pelas copas (Ic) com  $r^2$  igual a 96%. A menor correlação foi com escoamento pelo tronco (Et) e a precipitação (P), e pode ser devido a vários fatores, tais como: a densidade de copa e galhos, a rugosidade da casca e a própria intercepção pelas copas (Ic), que sofre variações com uma série de fatores, além da própria intensidade da precipitação.

Segundo Neal et al. (1993), o escoamento pelo tronco de Faia *Fagus sylvatica* em Hampshire, Sul da Inglaterra, foi em média 5% da precipitação efetiva e varia de acordo com a estação: de 1 a 2% durante o período enfolhado e 6 a 16% durante o período de dormência no inverno. A perda por intercepção foi em média 14 a 16% e pouco variou ao longo do ano.

No povoamento de seringueira, a perda por intercepção em média variou de 21,6 a 31,1%, respectivamente nos meses de dezembro e setembro.



**Figura 2.** Relação linear entre precipitação incidente(P) e: interceptação pelas copas (Ic); precipitação efetiva (PE) e escoamento pelo tronco (Et) em seringueira, ano hídrico 1995/96.

**Tabela 2.** Equações para estimativa da redistribuição das precipitações em seringueira clone RRIM 600 com 15 anos, ano hídrico agosto de 1995 a julho de 1996.

Equações (PI; Et; PE e Ic)		Ano Hídrico 1995 - 1996		$r^2$	
PI	=	0,7320 P	-	0,93231	0,96
Et	=	0,0462 P	+	0,6918	0,81
PE	=	0,7591 P	+	0,0359	0,98
Ic	=	0,2161 P	+	0,6758	0,96

## 6 CONCLUSÕES

- A precipitação média anual foi de 1053,6 mm, a precipitação interna, de 699,4 mm e o escoamento pelo tronco das árvores de seringueira foi de 92,3 mm anual.
- A precipitação interna resultou em 66,4% do total de chuvas e o escoamento pelo tronco atingiu 8,7% e o restante da água das chuvas, 24,9%, foi interceptada pelas copas das árvores do seringal.
- A interceptação pelas copas e a precipitação efetiva resultaram em 261,9 e 791,7 mm; sendo estes respectivamente 24,9% e 75,1% do total da precipitação total incidente no seringal.
- A interceptação da água das chuvas pelo dossel do povoamento homogêneo de seringueira, em média de  $\frac{1}{4}$  das precipitações, é um processo hidrológico importante de redistribuição da água no sistema solo/planta/atmosfera.
- O escoamento pelo tronco de seringueira apresentou variações de 0,5 a 17,0 mm, respectivamente nos meses de julho e janeiro.
- A interceptação pelas copas ou retenção temporária da água das chuvas pelas copas e a precipitação efetiva no solo do seringal apresentaram variações em cada evento chuvoso, mensais de 21,6 a 31,1% e anuais.
- Existe uma alta correlação entre precipitação interna, efetiva e interceptação pelas copas das árvores de seringueira, com a precipitação pluviométrica ocorrida no povoamento de seringueira durante o ano hídrico 1995 - 1996.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação pelas copas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore**, vol.27, n.2. Viçosa, 2003.
- CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S.; SHIMOMICHI, P. Y.; FUJIEDA, M. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de mata atlântica. **Silvicultura em São Paulo**. vol.20/22, p. 25-30, 1986, 1988.

FORTI, M. C. Intercepção e transprecipitação, conceitualização e relevância em áreas de florestas. In: WORKSHOP EM MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 8., 2004, Cunha, **anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2004. p. 56-58.

FRANKEN, W. et al. Intercepção das precipitações em floresta amazônica de terra firme. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 12, n. 2, p. 15-22, 1982.

FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V.; CARVALHO, J. L. Hydrological processes at two subtropical Forest catchments: the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 196, p. 26-46, 1997.

HERWITZ, S. R.; SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 168, p. 205-26, 1995.

HUBER, A. M.; OYARZUN, C. E. Redistribución de las precipitaciones en un bosque siempreverde del Sur de Chile. *Turrialba*, Turrialba, v. 42, p. 192-99, 1992.

KOZLOWSKI, T. T. *Water deficits and plant growth*. New York: Academic Press, 1983. v. 3. (Additional woody plants).

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e intercepção em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. Piracicaba. **IPEF**, n.24, p.43-46, 1983.

LIMA, W. P. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986. 241 p.

MCCARTHY, E. J., SKAGGS, R. W., FARNUM, P. Experimental determination of the hydrologic components of a drained forest watershed. *American Society of Agricultural Engineers*, Chicago, v. 34, p. 2031-8, 1991.

MICHOPOULOS, P; BALOUSTSOS, G; NAKOS, G; ECONOMOU, A. Effects of bulk precipitation pH and growth period on enrichment in precipitation beneath the canopy of a beech *Fagus moesiaca* forest stand. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 281, n.1-3, p. 79-85, 2001.

MOLCHANOV, A. A. *Hidrologia florestal*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 419 p.

NEAL, C. et al. Relationships between precipitation, stemflow and throughfall for a lowland beech plantation, Black Wood, Hampshire, Southern England: findings on interception at a forest edge and the effects of storm damage. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 146, p. 221-33, 1993.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, vol.29, n.1, p. 9-15, Viçosa, 2005.

RODRIGUES, V. A. Manejo da seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. e seus efeitos na produção de látex e na conservação da microbacia do Córrego da Barra Grande. Rio Claro, 1999. 113p. Tese (Doutorado Geociências e Meio Ambiente), IGCE, Universidade Estadual Paulista.

RUTTER, A. J. et al. A predictive model of rainfall interception in forests. I. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 9, p. 367-84, 1971.