

INTERCEPTAÇÃO NA FLORESTA SECUNDÁRIA DAS ENCOSTAS DA SERRA DO MAR, REGIÃO DE CUBATÃO, SP¹

Marco Aurélio NALON²

Ana Cristina V. VELLARDI²

RESUMO

No período entre abril/88 a março/90, realizaram-se estudos hidromorfológicos em uma área experimental drenada por canais pluviais, com área de 0,63 ha, localizada à margem esquerda do Rio Pilões, região de Cubatão, SP - P. E. da Serra do Mar. Estes estudos visaram à compreensão da dinâmica da água através da cobertura vegetal com o acompanhamento de elementos do balanço hídrico, tais como: precipitação total (PT), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (ET), penetração (PN), interceptação (IN), escoamento superficial pluvial (ESP) e armazenagem de água no solo (AS). No presente trabalho, são apresentados resultados parciais de PI, ET, PN e IN. A correlação destes com a PT, pôde ser verificada pelas equações de regressão:

$$PI = -1,0962 + 0,9549 * PT$$

$$PN = -1,0529 + 0,9596 * PT$$

$$ET = 0,0480 + 0,0046 * PT$$

$$IN = 1,0429 + 0,0405 * PT$$

Os dados coletados neste período demonstraram que do total de água da precipitação que atingiu a área de estudo penetraram na floresta em forma de PI e ET, respectivamente, 91,09% e 0,32% desta, ficando 8,59% interceptada pela cobertura vegetal.

Palavras-chave: Precipitação total, precipitação interna, escoamento pelo tronco, penetração, interceptação.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação crescente das encostas da Serra do Mar nestes últimos dez anos, somada aos efeitos da poluição ambiental, gerada pelo complexo industrial da baixada costeira, tem destruído a cobertura vegetal e conseqüentemente acentuado a erosão. Tais fatos exigem um conhecimento detalhado da área, a fim de que possam ser entendidos com maior profundidade e seriedade os distúrbios a que está sujeita.

O entendimento da dinâmica hidrológica compreende um dos aspectos básicos para o equacionamento dos problemas e definições dos critérios para o tratamento da área. Conscientes dessa problemática, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, através do Ins-

ABSTRACT

From April/88 to March/90, interception studies were made in experimental area drained for intermittent stream, with 0,63 ha, localized in left margin of Pilões river in Cubatão valley, "P.E. da Serra do Mar". This is a sample of a not much degraded area. The objective of this study was to comprehend the water dynamic through the control of water budget: gross precipitation (PT), throughfall (PI), stemflow (ET), penetration (PN), interception (IN), overland flow (ESP) and infiltration (AS). Shown here are partial results from PI, ET, PN and IN. The equations that relates these parameters with gross precipitation are the following:

$$PI = -1,0962 + 0,9549 * PT$$

$$PN = -1,0529 + 0,9596 * PT$$

$$ET = 0,0480 + 0,0046 * PT$$

$$IN = 1,0429 + 0,0405 * PT$$

The results shows that throughfall, stemflow and interception correspond to 9,09%, 0,32% and 8,59% of gross precipitation.

Key words: Gross precipitation, throughfall, stemflow, penetration, interception.

tituto Florestal, firmou convênio com a PETROBRÁS para execução de um programa de pesquisa, do qual este trabalho é componente.

As escarpas da Serra do Mar, no sudeste brasileiro, são palco freqüente de movimentos coletivos de massa de solo e rocha. A vinculação desses escorregamentos com a estação de chuvas, quando "frentes" num ritmo cíclico, geram intensos fenômenos de instabilidade atmosférica, resultando em fortes chuvas e tempestades orográficas. Tais características imprimem uma dinâmica específica de evolução natural da paisagem ao longo da Serra do Mar intimamente ligada a esses períodos de maior energia.

Visando o conhecimento do papel da cobertura vegetal na distribuição da água proveniente da precipita-

(1) Suporte Financeiro: Convênio IF/PETROBRÁS/SMA.

(2) Instituto Florestal - C.P. 1322-01059 - São Paulo, SP-Brasil.

ção, em escala pontual, foi implantado um estudo de interceptação em uma área amostral pouco degradada nas encostas do Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Pilões. Este estudo englobou a medição da precipitação total que atingiu a área experimental e da interceptação, com a instalação de coletores de precipitação interna e escoamento pelo tronco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ARCOVA & CICCIO (1987) realizaram estudo do fluxo de nutrientes através da precipitação em aberto e interna e do escoamento pelo tronco em floresta natural no P. E. da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. Utilizaram coletores plásticos acoplados a funis, instalados em clareiras e sob a mata, no interior de uma bacia hidrográfica, para captação da precipitação em aberto e interna, respectivamente, remanejados periodicamente. O escoamento pelo tronco foi coletado através de mangueiras fixadas ao redor dos troncos de 12 árvores, escolhidas ao acaso, e armazenado em galões plásticos. Este estudo verificou que a maior responsável pelo fluxo de nutrientes é a precipitação interna, que representa 80,20% da precipitação total anual, e que o escoamento pelo tronco, apesar das altas concentrações verificadas, pouco influi, pois representa 1,1% da precipitação total anual, enquanto as perdas de água por interceptação representam 18,7% da precipitação total anual. Concluíram que a água da precipitação é substancialmente enriquecida ao atravessar a parte aérea da vegetação.

LIMA (1986) apresenta os princípios básicos da hidrologia florestal e ressalta que, para precisão e representatividade da medição da precipitação interna, vários pluviômetros, distribuídos bem abaixo de uma árvore, poderão dar uma medida precisa da precipitação interna naquele ponto, mas este valor está longe de ser representativo da precipitação interna para uma floresta toda. Portanto, usa-se distribuir os instrumentos ao acaso, dentro da floresta. Já o escoamento pelo tronco é de difícil medição em florestas naturais com diversidade de espécies e tamanhos de árvores, uma vez que este varia principalmente com a rugosidade da casca. As medidas de escoamento pelo tronco apresentam dificuldade na transformação do volume de água coletado em cada árvore em mm de altura d'água. A mesma pode ser feita em relação à área da copa da árvore ou medir-se o escoamento pelo tronco de várias árvores de uma parcela e transformar o volume em relação à área da parcela.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os parâmetros utilizados para a seleção da área de estudo foram o grau de degradação da cobertura vegetal, considerando-se os aspectos fitofisionômicos como porte, densidade, extrato e diversidade de espécies, e também os aspectos topográficos e morfológicos das vertentes.

Para a caracterização geral da pluviosidade, na bacia do Rio Pilões, e pontual, nas proximidades da

microbacia, utilizaram-se dados pluviométricos do posto do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), E3 236-R Pilões. Foram calculadas as médias da precipitação mensal e anual e definidos os períodos sazonais de chuva.

Para a medição da precipitação total (PT), implantou-se inicialmente um pluviômetro e um pluviógrafo em uma área equivalente ao alto compartimento da microbacia (altitude 110 m). Posteriormente, os mesmos foram transferidos para a base administrativa do núcleo Pilões, por motivos de segurança do equipamento.

As leituras do pluviômetro foram diárias, enquanto o pluviógrafo forneceu registros em cartas semanais.

O estudo da precipitação interna (PI) e do escoamento pelo tronco (ET) foi executado em três parcelas experimentais no interior da área de estudo (I, II e III) (TABELA 1).

TABELA 1 - Parcelas utilizadas para medição de PI e ET

par- cela	área (m ²)	n ^o cole- tores PI	n ^o cole- tores ET	data início	data término
I	482,0	11	12	25/04/88	10/07/89
II	604,0	22	19	25/04/88	14/03/90
III	198,5	17	7	21/10/89	31/05/90

Em cada parcela, foram instalados interceptômetros, distribuídos ao acaso, para medição da PI. Estes interceptômetros constituem-se de galões de 5 l com funil de 6 polegadas acoplado à sua boca, fixados ao nível do solo.

A medição do ET foi feita em todas as árvores com diâmetro maior que 20,0 cm, em todas as parcelas experimentais. Nas parcelas I, II e III, a água do ET foi coletada através de mangueiras plásticas de 1 polegada, cortadas longitudinalmente e fixadas com pregos, em espiral, ao redor do tronco das árvores, com uma saída para um galão plástico de armazenagem de 10 l. A superfície de contato entre a mangueira e o tronco foi preenchida com massa de calafetação para melhor vedamento e captação da água escoada.

As medições de PI e ET foram feitas diariamente, após a ocorrência de chuvas.

As médias da PI e do ET de cada parcela e entre as parcelas, foram calculadas por média aritmética simples.

Os volumes (V) de PI e ET foram medidos, originalmente no campo, em mililitros (ml) e posteriormente convertidos em altura pluviométrica (mm), para a correlação com a PT, pelas fórmulas:

$$PI \text{ (mm)} = V \text{ (ml)} / 15,3938$$

$$ET \text{ (mm)} = V \text{ (ml)} / A \text{ (m}^2\text{)} * 1000$$

onde:

A: área da parcela experimental.

O grau de correlação da PI e do ET com a PT foi verificado através de equações de regressão linear simples.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Optou-se por uma área localizada à margem esquerda do Rio Pilões, no vale do Cubatão, no P. E. da Serra do Mar - núcleo Pilões (FIGURA 1). Trata-se de uma área amostral pouco degradada pela poluição, com 0,63 ha, orientação SW, drenada por canais pluviais secundários, que convergem a dois canais pluviais principais. Suas vertentes caracterizam-se por apresentar declividade média de 28°, com presença de blocos e matacões em superfície e sub-superfície, vegetação de porte arbóreo com sub-bosque e diversidade de espécies (FIGURA 2).

Durante o período de abril/1988 a março/1990 foram feitas medições de precipitação total (PT), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (ET), penetração (PN), interceptação (IN). O período de estudo compreendeu 2 anos hídricos:

- 1º ANO HÍDRICO : abril/88 a março/89
- 2º ANO HÍDRICO : abril/89 a março/90

De acordo com os dados do posto pluviométrico E3 236-R PILÕES (D.A.E.E.), do período de 1972 a 1986, a precipitação mensal média, que atinge a área, é de 258,4 mm e a anual média é de 2950,7 mm (FIGURA 3).

Esses mesmos dados permitiram caracterizar três períodos de comportamento pluviométrico distintos (TABELA 2).

O posto E3 236-R PILÕES, apesar de se localizar na baixa encosta, apresenta um alto índice pluviométrico.

TABELA 2 - Porcentagem da precipitação total anual por período sazonal, entre 1972 e 1986, do posto E3 236-R PILÕES

período	meses	(%) da PT total anual
chuvoso	abril, maio e setembro	24,3
pouco chuvoso	junho, julho e agosto	10,5
muito chuvoso	outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março	65,2

Os dados de precipitação total, medidos pelo pluviógrafo e pluviômetro instalados na área de estudo, coletados no 1º e 2º anos hídricos, nos dão os seguintes resultados (TABELA 3) (FIGURA 4).

TABELA 3 - Precipitação média mensal e total anual, do período de estudo, em Pilões

período	média mensal	total anual
1º ano hídrico	255,7 mm	3067,8 mm
2º ano hídrico	225,1 mm	2701,4 mm

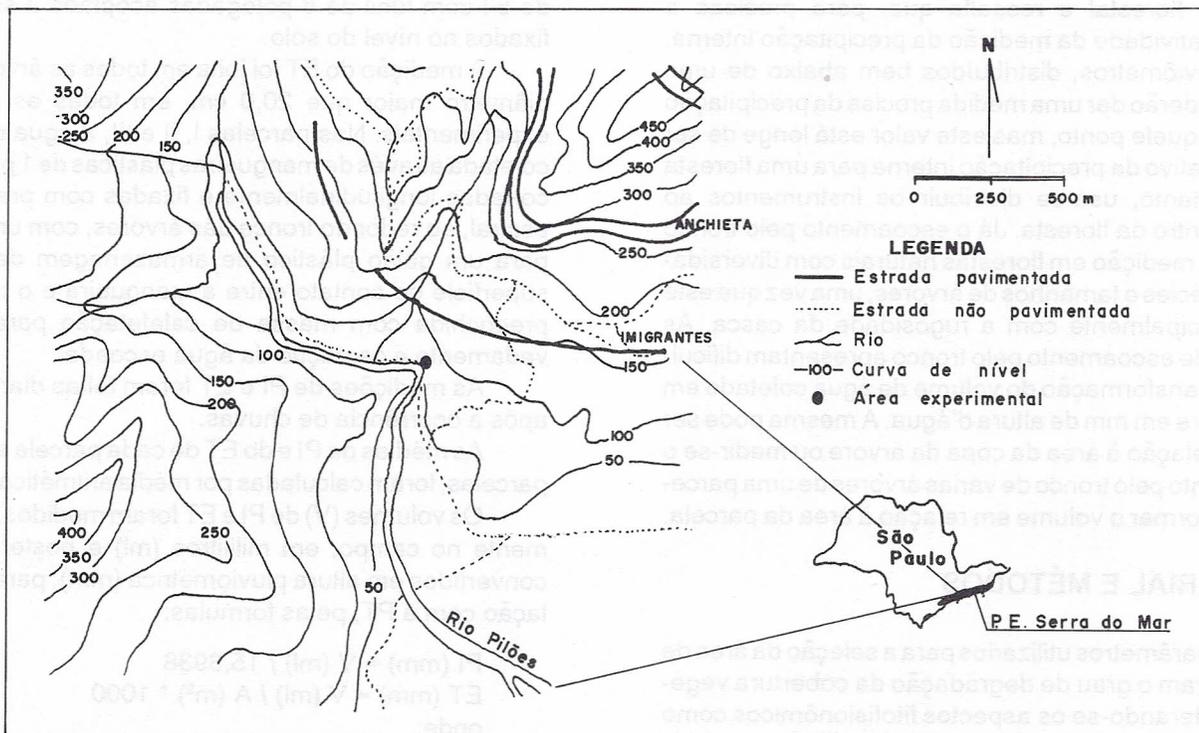


FIGURA 1 - Localização da Área Experimental

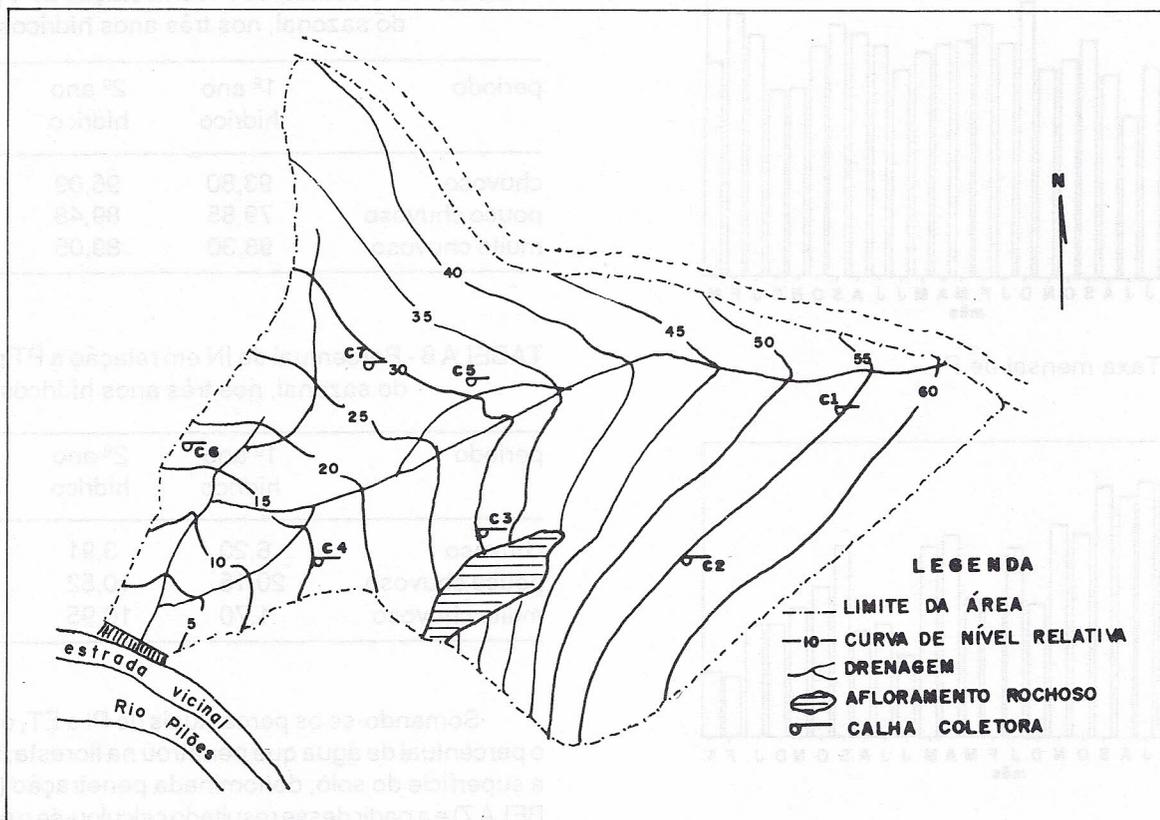


FIGURA 2 - Planta da Área Experimental

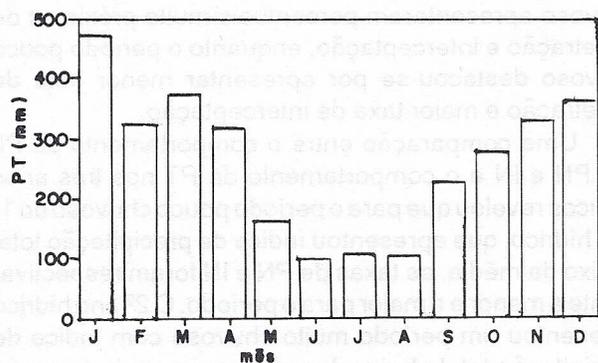


FIGURA 3 - Precipitação mensal média (1972 - 1986)

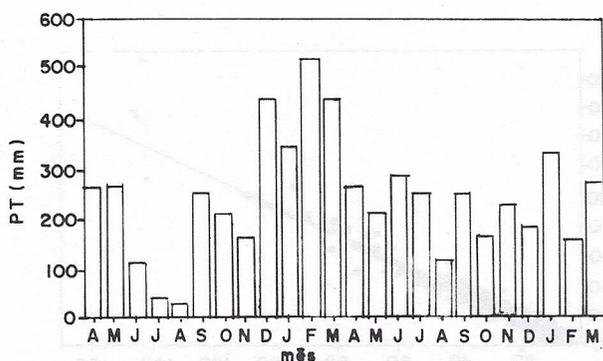


FIGURA 4 - Precipitação mensal (abr/88 - mai/90)

A distribuição percentual das chuvas em relação à precipitação total anual, por período sazonal, ficou assim representada (TABELA 4).

TABELA 4 - Porcentagem da precipitação por período sazonal em relação à precipitação total anual

período	1º ano hídrico (%)	2º ano hídrico (%)
chuvoso	25,8	27,0
pouco chuvoso	5,7	24,2
muito chuvoso	68,5	48,8

Comparando esses resultados com os resultados do período de 1972 a 1986, temos que o período pouco chuvoso do 1º ano hídrico foi bem abaixo da média, devido aos baixos índices mensais de precipitação dos meses de julho/88 e agosto/88. O período muito chuvoso do 2º ano hídrico também apresenta-se abaixo da média de forma geral, contudo, o período pouco chuvoso do mesmo ano apresenta um percentual muito acima da média.

Em termos de precipitação total diária dos 268 eventos registrados entre abr/88 e mar/90, 182 (67,9%) foram entre 0,1 e 20,0 mm, enquanto apenas 4 eventos (1,5%) foram entre 140,0 e 150,0 mm e 1 evento (0,4%), entre 160,0 e 170,0 mm.

O percentual mensal da PI e do ET em relação à PT, para o período entre abril/88 e março/1991, está representado nas FIGURAS 5 e 6.

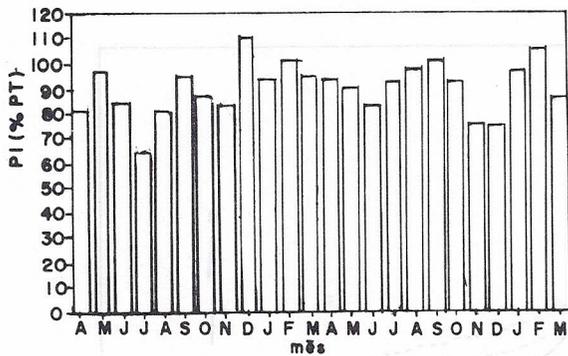


FIGURA 5 - Taxa mensal de PI

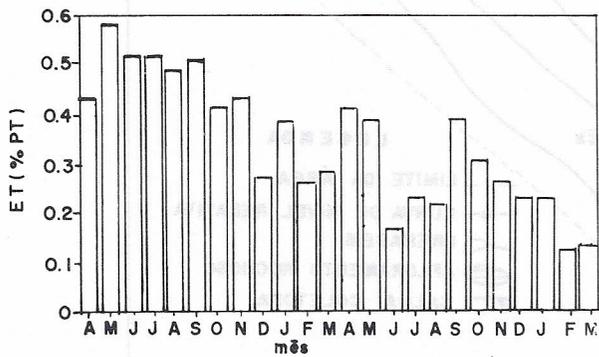


FIGURA 6 - Taxa mensal de ET

Esses dados revelaram uma alta taxa de penetração (PN) da chuva, no interior da floresta, em forma de PI e ET, atingindo o solo.

TABELA 5 - Percentual de PI em relação a PT por período sazonal, nos três anos hídricos

período	1º ano hídrico	2º ano hídrico	geral
chuvoso	93,28	95,69	96,21
pouco chuvoso	79,34	89,28	87,18
muito chuvoso	97,99	88,84	94,46

TABELA 6 - Percentual de ET em relação a PT por período sazonal, nos três anos hídricos

período	1º ano hídrico	2º ano hídrico	geral
chuvoso	0,52	0,39	0,45
pouco chuvoso	0,51	0,20	0,27
muito chuvoso	0,32	0,21	0,27

Agrupando esses resultados por período sazonal, nos três anos hídricos, obtivemos os seguintes resultados (TABELAS 5 e 6)

TABELA 7 - Percentual de PN em relação a PT por período sazonal, nos três anos hídricos

período	1º ano hídrico	2º ano hídrico	geral
chuvoso	93,80	96,09	96,66
pouco chuvoso	79,85	89,48	87,44
muito chuvoso	98,30	89,05	94,73

TABELA 8 - Percentual de IN em relação a PT por período sazonal, nos três anos hídricos

período	1º ano hídrico	2º ano hídrico	geral
chuvoso	6,20	3,91	3,34
pouco chuvoso	20,15	10,52	12,56
muito chuvoso	1,70	10,95	5,27

Somando-se os percentuais de PI e ET, obtivemos o percentual de água que penetrou na floresta, atingindo a superfície do solo, denominada penetração (PN) (TABELA 7) e a partir desse resultado calculou-se o percentual de água que ficou retido pela cobertura vegetal, denominado interceptação (IN) (TABELA 8).

De forma geral, os períodos chuvoso e muito chuvoso apresentaram percentuais muito próximos de penetração e interceptação, enquanto o período pouco chuvoso destacou-se por apresentar menor taxa de penetração e maior taxa de interceptação.

Uma comparação entre o comportamento do PI, ET, PN e IN e o comportamento da PT nos três anos hídricos revelou que para o período pouco chuvoso do 1º ano hídrico, que apresentou índice de precipitação total abaixo da média, as taxas de PN e IN foram respectivamente a menor e a maior para o período. O 2º ano hídrico apresentou um período muito chuvoso com índice de precipitação total abaixo da média e um período pouco chuvoso com índice de precipitação total acima da média. As taxas de PI, ET, PN e IN nesses dois períodos apresentaram-se muito semelhantes entre si.

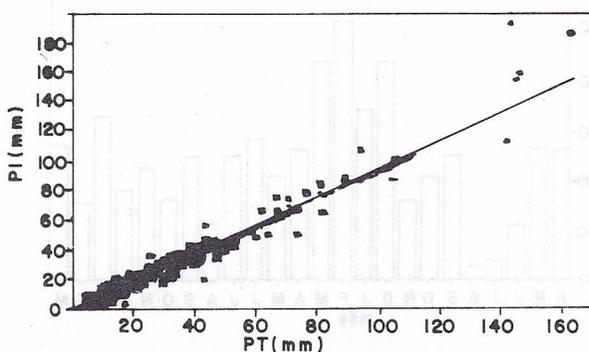


FIGURA 7 - Regressão linear PI x PT

TABELA 9 - Equações de regressão linear simples entre PI, ET, PN e IN com a PT, coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (r²) e teste "F", por ano hídrico

PERÍODO	EQUAÇÃO	r	r ²	F
GERAL	PI = -0,5561 + 0,9412 * PT	0,9624	0,9261	3236,6589 **
GERAL	ET = 0,0197 + 0,0611 * PT	0,8220	0,6757	554,3528 **
GERAL	PN = -1,7844 + 1,0226 * PT	0,9790	0,9584	5951,5422 **
GERAL	IN = 1,7880 - 0,2915 * PT	0,0928	0,0086	2,2434 **

(*) significativo a nível de 5%

(**) significativo a nível de 1%

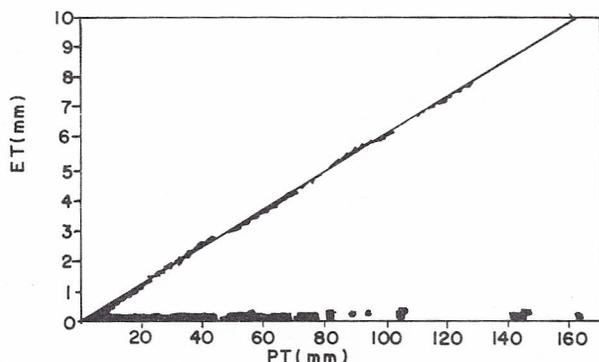


FIGURA 8 - Regressão linear ET x PT

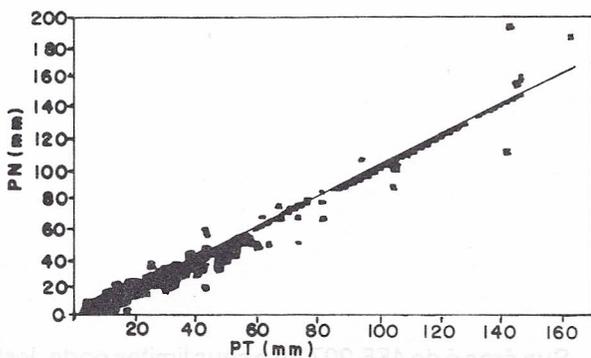


FIGURA 9 - Regressão linear PN x PT

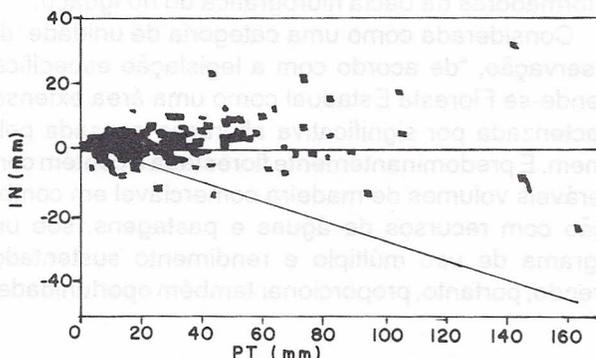


FIGURA 10 - Regressão linear IN x PT

A correlação da PI, ET, PN e IN com a PT foi verificada através de equações de regressão linear simples, mostradas na TABELA 9.

Os gráficos das equações gerais estão apresentados a seguir (FIGURAS 7, 8, 9 e 10).

5 CONCLUSÃO

Os resultados dos 2 anos hídricos estudados, mostram que há uma sazonalidade no comportamento da PI, ET, PN e IN.

A PI é a principal forma de penetração da água da chuva na floresta, atingindo suas maiores taxas nos períodos chuvoso e muito chuvoso. O ET é responsável por uma parcela insignificante da água que penetra na floresta, sendo mais intenso no período muito chuvoso.

A interceptação tem sua maior taxa no período pouco chuvoso e sua menor taxa no período muito chuvoso.

Os períodos pouco chuvoso e muito chuvoso possuem comportamento pluvial oposto. No primeiro predominam chuvas de baixa quantidade, intensidade e frequência, o que permite que as folhas das árvores sequem entre uma chuva e outra, aumentando sua capacidade de retenção de água e conseqüentemente a interceptação. No segundo predominam chuvas de alta quantidade, intensidade e frequência, de forma que as folhas das árvores ficam com suas superfícies molhadas com mais constância, diminuindo sua capacidade de retenção de água e aumentando o gotejamento, ou seja, a precipitação interna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S. & CICCIO, V. de., 1987. Fluxo de Nutrientes através da Precipitação, Precipitação Interna e Escoamento pelo Tronco em Floresta Natural Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - núcleo Cunha, SP. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 41 (1): 37-58.
- LIMA, V. P., 1986. *Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacia Hidrográfica*. Piracicaba. São Paulo, Depto. de Silvicultura. ESALQ, 242 p.