

ALTERAÇÕES NOS CICLOS NATURAIS: O CASO CUBATÃO

José Luiz TIMONI ¹

1 INTRODUÇÃO

A floresta atlântica é um sistema de clímax, bastante sensível, com condições favoráveis para altos índices de fotossíntese, temperatura e umidade. Porém, ocorre um ciclo de água bastante intenso que influencia não só o balanço hídrico das bacias hidrográficas como também a ciclagem de nutrientes (CETESB, 1980; SILVA FILHO, 1988).

Os elementos minerais advindos da precipitação atmosférica e distribuídos na floresta através do dossel, fazem parte de uma complexa cadeia de entrada de bioelementos que ajudam a suprir adequadamente o estado nutricional do sistema. Entretanto, quando a poluição ambiental é em grande escala e sem controle, esses elementos são lixiviados através da água em maiores taxas, que ocorrem nos ecossistemas naturais preservados, principalmente os cátions nutrientes contidos no solo mineral e orgânico da floresta (SMITH, 1981; JHONSON et alii, 1982; MOHNEN, 1988).

A quantificação desses processos, ou seja, a entrada, distribuição e saída da água e dos nutrientes através da chuva, representa um importante processo na hidrologia e no ciclo de nutrientes em um ecossistema florestal (LIMA, 1986).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar um desses processos, ou seja, quantificar e caracterizar os fluxos da água pluviométrica, precipitação interna e lixiviada em dois ecossistemas florestais de mata atlântica, sendo um preservado e outro altamente perturbado pela poluição atmosférica no município de Cubatão (SP).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi instalado no município de Cubatão, em duas áreas: uma preservada ao longo do rio Pilões e outra altamente perturbada no rio Moji. A área possui o clima Cf (Köppen), precipitação média anual 2.626 mm e temperatura média 25°C (SILVA FILHO, 1988).

As coletas de água da precipitação atmosférica (PT), precipitação interna (PI) e lixiviada (L) foram efetuadas no período de setembro de 1987 a agosto de 1988. Os intervalos entre coletas foram mensais e, conforme a possibilidade, diárias.

2.1 Quantificação da água da precipitação atmosférica (PT)

As quantidades de água da precipitação atmosférica acima do dossel da floresta, no ecossistema perturbado e preservado, foram medidas através de pluviômetro padrão, colocado no sistema perturbado na Ultrafértil S/A e, no preservado, em uma clareira a 100m da floresta.

2.2 Quantificação da água da precipitação interna (PI)

O volume de água que atravessa o dossel da floresta e atinge o solo foi calculado nas parcelas utilizadas para estudo de fitossociologia, em ambos os ecossistemas, através da colocação de 6(seis) coletores, em cada área, constituídos de vidro com 20cm de diâmetro. Esses coletores foram instalados a 1,30m da superfície do solo, conduzindo a água coletada a um recipiente de depósito de 10 litros, através de uma mangueira plástica.

Coletou-se a água por parcela e a medida foi considerada em altura de coluna de água, em mm. Os dados da PI foram relacionados com a PT através de regressão linear, pela equação:

$$PI = a - PT$$

onde, a = constante de regressão linear

2.3 Quantificação da água lixiviada (L)

A água lixiviada através do solo até a profundidade de 50cm foi calculada utilizando-se lisímetros, instalados por parcelas ao lado dos coletores da PI, também num total de 6 (seis) em cada ecossistema.

Os lisímetros, constituídos de tubo de polietileno com área de 100 cm² e 60 cm de comprimento, possuem na parte inferior uma torneira por onde passa a água lixiviada a qual, através de mangueira, foi armazenada em um recipiente de 10 litros. Este recipiente foi colocado paralelamente ao lisímetro, acondicionado em dois latões de 50 cm, a uma profundidade de 1 m.

No interior do tubo, da base para a superfície, colocou-se um filtro composto de 7cm de pedra e 3cm de areia fina, ambos lavados e esterelizados em muflas a 700°C/8h. Este filtro foi utilizado para facilitar o fluxo de água.

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

Aqui também se transformou o volume em altura de água em mm, e correlacionou-se os dados com a precipitação por regressão linear, cuja equação foi idêntica a da PI.

3 RESULTADOS

Utilizou-se 92 eventos da precipitação atmosférica (PT), precipitação interna (PI) e água lixiviada (L) por ecossistema, na determinação das equações de regressão (TABELA 1). Os valores foram grupados em classes de precipitação, tendo como base a precipitação atmosférica. Nesse sentido, o intervalo entre classes foi de 5 mm.

Os resultados das equações de regressão, representações gráficas e coeficientes de determinação da precipitação interna e água lixiviada, em ambos ecossistemas, são apresentados nas FIGURAS 1, 2, 3 e 4.

Os resultados das estimativas mensal e anual da PT, PI e L, nas áreas perturbada e preservada, são representados na TABELA 2.

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os coeficientes de determinação (r^2) e o de significância (F) obtidos nos modelos de equação de regressão estudados, mostraram-se bastante altos e podem ser explicados pela regularidade entre as variáveis em questão (PT, PI e L).

A análise das FIGURAS 1, 2 e 3 mostra a tendência linear dos modelos matemáticos obtidos.

TABELA 1 - Valores da água, em mm, da precipitação atmosférica (PT), precipitação interna (PI) e lixiviada (L), nos ecossistemas preservados (PEV) e perturbado (PET), utilizados nas equações de regressão linear

PT (mm)	PI (mm)		L (mm)	
	PEV	PET	PEV	PET
5,0	2,6	3,7	1,9	0,9
10,0	5,3	8,6	4,5	2,0
15,0	7,2	9,7	5,3	2,9
20,0	10,2	13,8	8,6	4,2
25,0	16,6	19,5	11,7	7,3
30,0	18,8	26,9	13,4	9,3
35,0	20,0	26,5	13,9	10,2
40,0	28,1	32,4	16,7	12,2
45,0	32,6	38,6	17,9	13,7
50,0	33,3	40,1	19,1	15,6
55,0	39,6	44,5	19,8	14,9
60,0	42,7	49,3	22,5	15,6
65,0	44,4	52,4	23,0	15,8
70,0	49,0	55,3	27,3	16,7
75,0	49,4	58,0	27,1	15,3
80,0	51,6	61,5	28,6	15,9
85,0	50,4	60,9	29,3	17,1
90,0	53,4	62,7	29,4	18,4

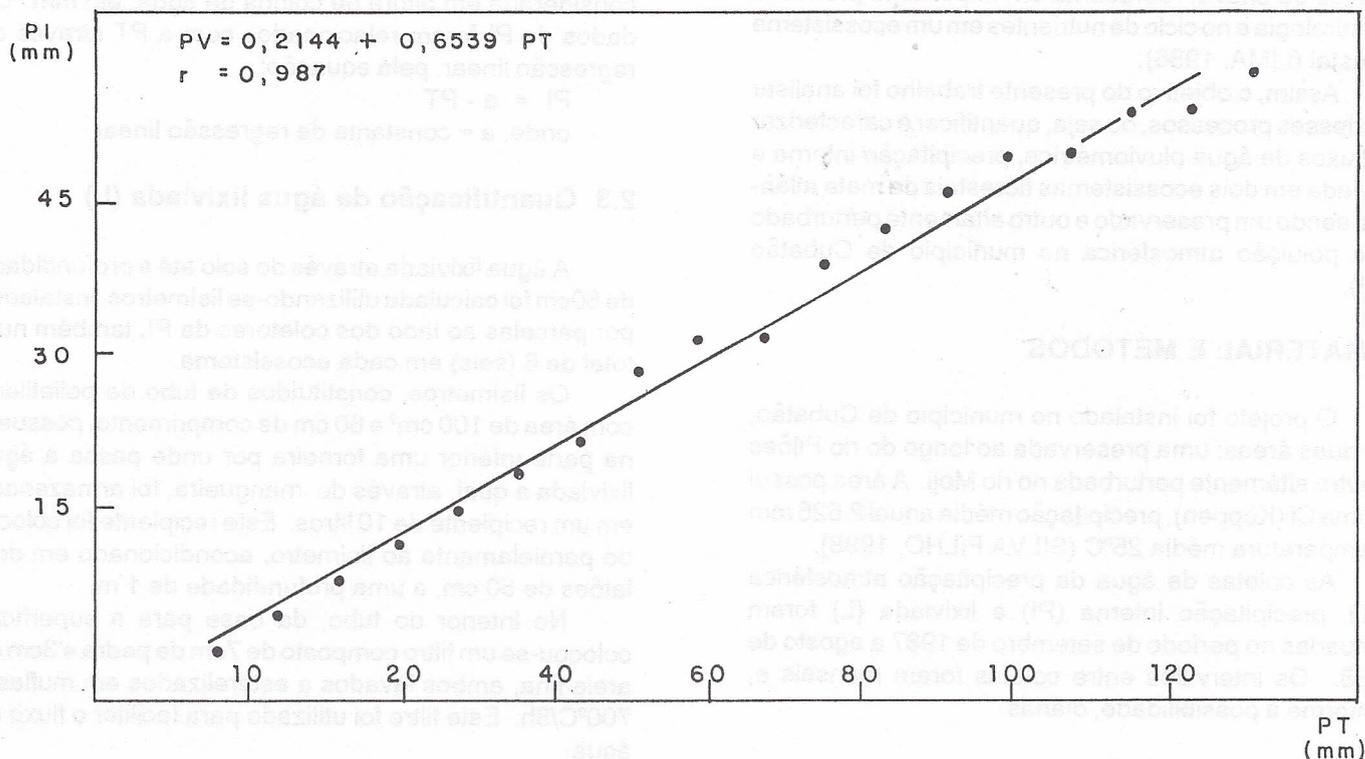


FIGURA 1 - Representação gráfica da correlação da PT (precipitação atmosférica) e PI (precipitação interna) e a expressão matemática da equação de regressão, no ecossistema preservado (PEV), em Cubatão (SP)

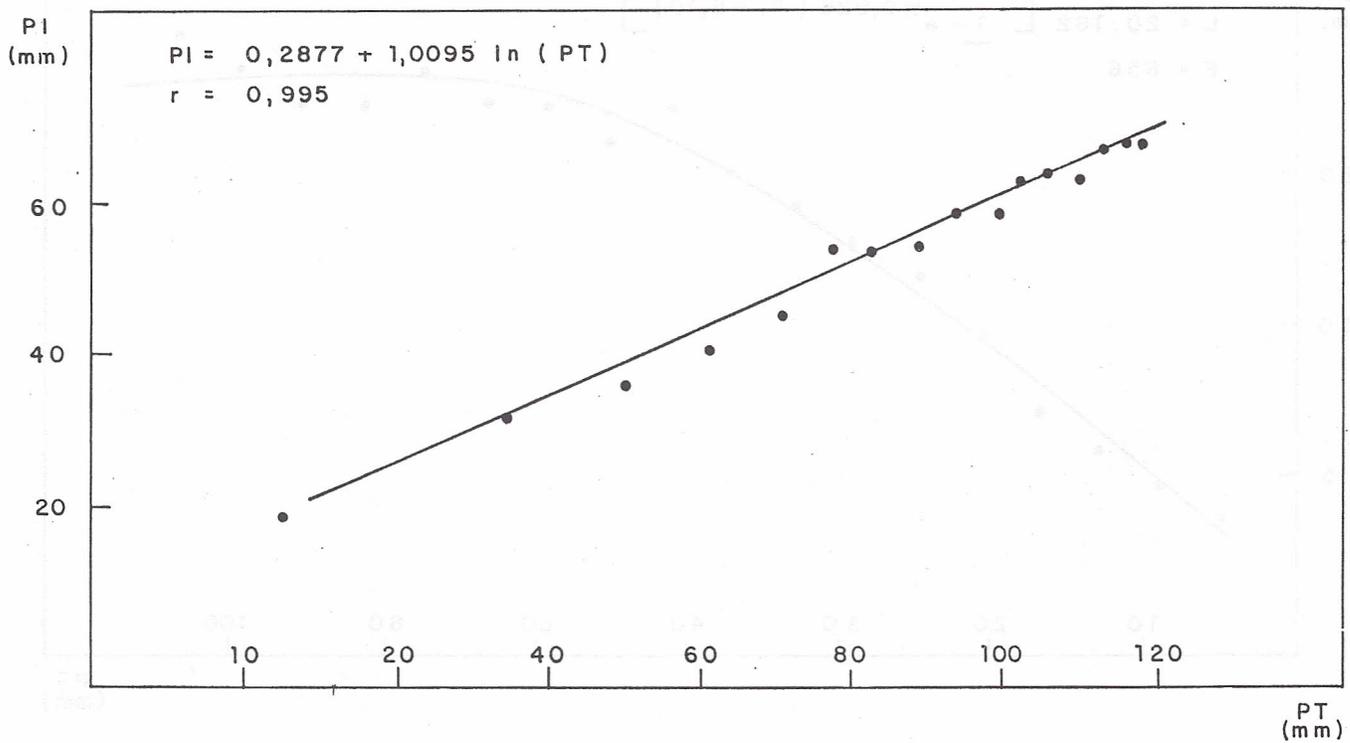


FIGURA 2 - Representação gráfica da correlação da PT (precipitação atmosférica) e PI (precipitação interna) e a expressão matemática da equação de regressão, no ecossistema perturbado (PET), em Cubatão (SP)

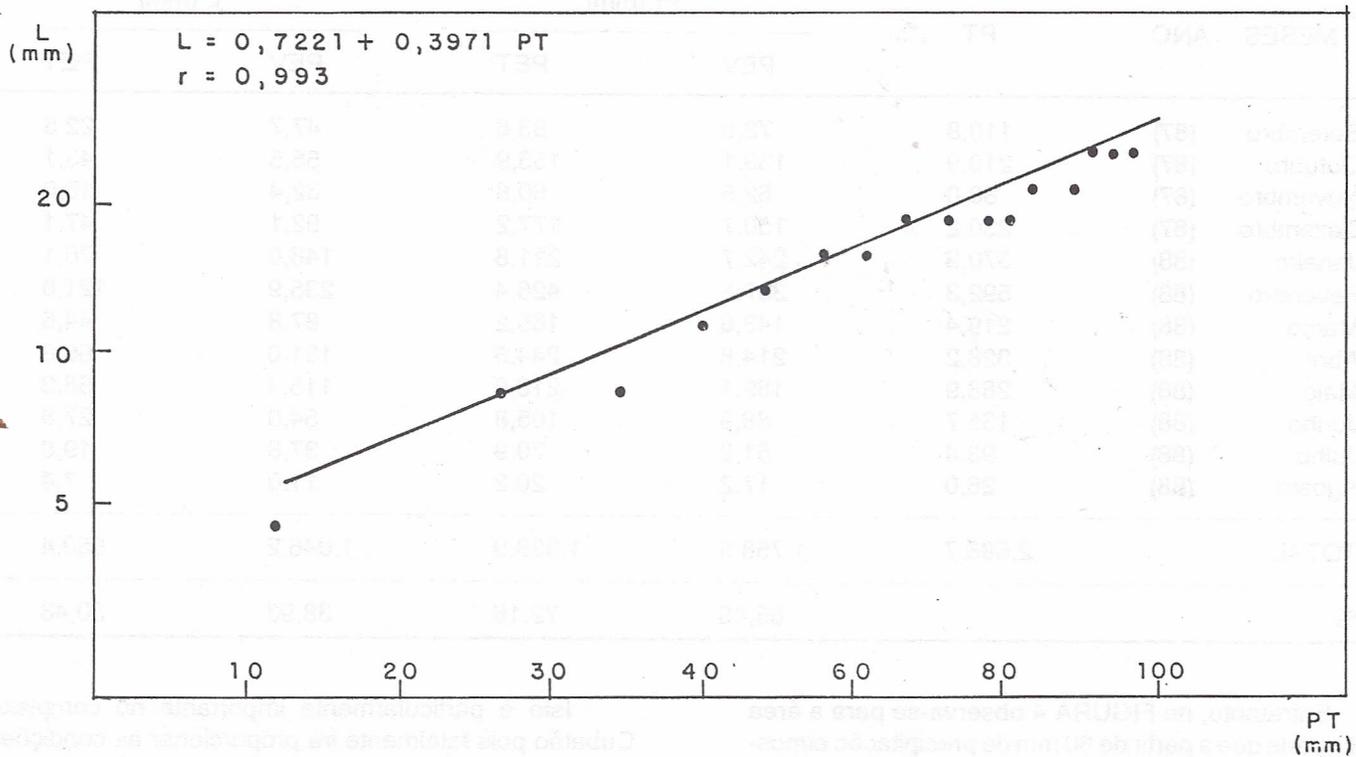


FIGURA 3 - Representação gráfica da correlação da PT (precipitação atmosférica) e L (água lixiviada) e a expressão matemática da equação de regressão, no ecossistema preservado (PEV), em Cubatão (SP)

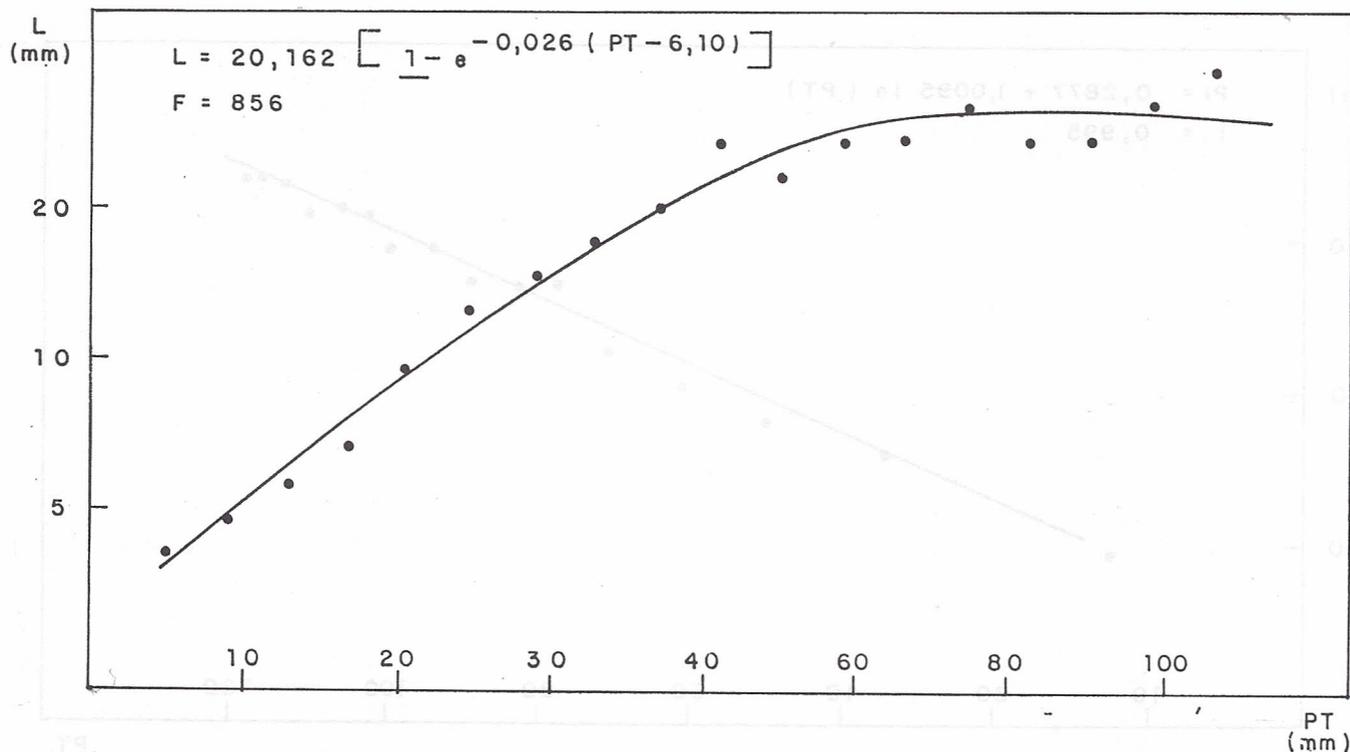


FIGURA 4 - Representação gráfica da correlação da PT (precipitação atmosférica) e L (água lixiviada) e a expressão matemática da equação de regressão, no ecossistema perturbado (PET), em Cubatão (SP)

TABELA 2 - Valores mensais da precipitação atmosférica (PT), precipitação interna (PI) e água lixiviada (L) até 50 cm, em mm, das áreas preservada (PEV) e perturbada (PET), na Mata Atlântica, Cubatão (SP)

MESES	ANO	PT	PI (mm)		L (mm)	
			PEV	PET	PEV	PET
Setembro	(87)	110,8	72,6	83,6	47,7	22,6
Outubro	(87)	210,9	138,1	153,9	55,5	43,1
Novembro	(87)	80,0	52,5	60,8	32,4	16,0
Dezembro	(87)	230,2	150,7	177,2	92,1	47,1
Janeiro	(88)	370,9	242,7	211,8	148,0	76,1
Fevereiro	(88)	592,3	387,5	426,4	235,9	121,0
Março	(88)	219,4	143,6	165,2	87,8	44,6
Abril	(88)	328,2	214,8	244,5	131,0	66,8
Mai	(88)	288,9	189,1	218,6	115,4	58,9
Junho	(88)	135,7	88,9	105,8	54,6	27,8
Julho	(88)	93,4	61,2	70,9	37,8	19,0
Agosto	(88)	26,0	17,2	20,2	11,0	7,4
TOTAL		2.686,7	1.758,9	1.938,9	1.046,2	550,4
%			65,46	72,16	38,93	20,48

Entretanto, na FIGURA 4 observa-se para a área perturbada que a partir de 60 mm de precipitação atmosférica, a tendência da curva é de estabilidade. Este fato permite uma observação interessante: quando as chuvas ultrapassam 60 mm, o excedente não se infiltra no solo, ocorrendo portanto um acréscimo considerável no escoamento superficial.

Isto é particularmente importante no complexo Cubatão pois fatalmente irá proporcionar as condições favoráveis para deslizamentos.

Os dados da TABELA 2 indicam que a quantidade anual da precipitação interna (PI) no ecossistema preservado (PEV) representa 65,46% da precipitação total (PT) e no perturbado (PET), 72,16%.

Este fato mostra que a cobertura florestal e a densidade numérica do povoamento são fatores que afetam a interceptação e distribuição de água pelo dossel e, conseqüentemente, alteram o ciclo hidrológico e de nutrientes nos ecossistemas florestais.

ZINKE (1967) analisando a interceptação da chuva em vários ecossistemas florestais nos Estados Unidos, conclui que quando se remove as árvores superiores dos povoamentos florestais há uma alteração nas características do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas. O autor cita que também há alterações no ciclo de nutrientes e desenvolvimento dessas florestas.

Nota-se ainda na TABELA 2 que a água lixiviada, até a profundidade de 50cm, representa na área perturbada (PET) 20,48% da precipitação atmosférica (PT) enquanto que na área preservada (PEV), os valores são da ordem de 38,93% da PT. Portanto, os solos da área preservada absorvem o dobro de água dos solos do sistema perturbado.

Este fato foi observado por JHONSON (1983) em áreas perturbadas pela poluição nos Estados Unidos. O autor observou que os solos dessas áreas eram compactados, pouco permeáveis e dificultavam um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas usadas na reconstituição da cobertura florestal.

Esta evidência é também observada por MUDD & KOZLOWSKI (1975) e coloca em risco programas de reflorestamentos em áreas poluídas, com sementes e mudas pouco desenvolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB. 1980. Degradação de vegetação da Serra do Mar em Cubatão. Avaliação Preliminar. São Paulo, CETESB, 104 p.
- JOHNSON, D.W. et alii, 1982. Nutrient cycling in forest of Pacific Northwest. In: Edmonos R.L. Ed. *Analysis of coniferous forest ecosystems in the Western United*. LIMA, W. P., 1988. *Princípios de Hidrologia Florestal para o manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba, ESALQ/USP. 242 p. (Apostila).
- MOHNEN, W., 1988. The Challenge of Acid Rain. *Scientific American*, 259(2): 14-22.
- MUDD, J. B. & KOZLOWSKI, T. T., 1975. *Responses of Plants to Air Pollution*. Academic Press. 383 p.
- SILVA FILHO, N. L., 1988. *Recomposição da cobertura vegetal de um trecho degradado da Serra do Mar, Cubatão, SP*. Campinas. Fundação Cargill, 53 p.
- SMITH, W. H., 1981. Air Pollution and Forest: Interaction Between contaminants and forest Ecosystems. New York, Springer VERIAG. 379 p.
- ZINKE, P. J., 1967. Forest interception Studies in the United States. In: W.E. Sopper and H.W. Lull (Ed.) *Forest Hidrology*. p. 137-161.