

# REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM PLANTIO DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (ARAUCARIACEAE) NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR, CUNHA – SP

Rita de Cássia SOUSA<sup>1</sup>

Maurício RANZINI<sup>2</sup>

Francisco Carlos Soriano ARCOVA<sup>3</sup>

Valdir de CICCIO<sup>4</sup>

Carla Daniela CÂMARA<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais influências da floresta sobre o ciclo hidrológico constitui-se na redistribuição das chuvas pelas copas das árvores, onde uma parte é temporariamente retida pelas folhas e ramos, sendo em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado de interceptação, e o restante alcança o piso como transprecipitação e escoamento pelo tronco das árvores. A soma dos dois fluxos hídricos que penetram o dossel, chamada de precipitação efetiva, é responsável pela água do solo, pela transpiração após a absorção pelas raízes e, também, pela alimentação dos rios. Por outro lado, a água interceptada contribui para a evapotranspiração (Arcova *et al.*, 2003).

Pela sua extrema importância no contexto do ciclo hidrológico e do balanço hídrico de bacias hidrográficas, a redistribuição das chuvas pela floresta é um dos temas mais estudados, sendo observada uma grande diversidade de resultados de transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação (Lima, 1976; Lima & Nicolielo, 1983; Bruijnzeel, 1990; Oliveira Júnior & Dias, 2005; Thomaz, 2005; Cicco *et al.*, 2007).

O Instituto Florestal de São Paulo desenvolve desde o final da década de 70 pesquisas sobre diferentes aspectos do ciclo hidrológico em microbacias experimentais no Laboratório de Hidrologia Florestal Engenheiro Agrônomo Walter Emmerich, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha/SP.

Até o momento, as pesquisas concentraram-se basicamente em microbacias recobertas com Mata Atlântica, a fitofisionomia predominante na região. Porém, há nas proximidades considerável ocorrência de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, “pinheiro do Paraná”, sendo a localidade uma grande produtora de sua semente, o pinhão.

O pinheiro é nativo do Brasil, com ocorrência natural em Floresta Ombrófila Mista, em áreas contínuas no sul do país, mas na região sudeste são encontrados fragmentos deste bioma em locais com altitudes elevadas (Souza, 2008). Apesar de ocupar extensas áreas, a sua exploração indiscriminada colocou-a nas listas oficiais das espécies ameaçadas de extinção no território paulista (São Paulo, 2004), no Brasil (Biodiversitas, 2006) e no mundo (International Union for Conservation of Nature - IUCN, 2006).

Em função da importância econômica desta espécie para a comunidade local e, também, pelo fato de sua expressiva presença no Núcleo Cunha, decidiu-se por estudar a redistribuição das chuvas em uma vertente recoberta por essa conífera.

Informações acerca da redistribuição das chuvas em áreas sob vegetação de araucárias podem gerar conhecimentos que subsidiem projetos de conservação da espécie. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo quantificar a redistribuição das chuvas através dos processos de transprecipitação e escoamento pelo tronco, e estimar a interceptação em um plantio de *A. angustifolia*.

(1) Discente do curso de Ciências Biológicas, Universidade Nove de Julho. Bolsista PIBIC/IF. E-mail: rita-sousa@uol.com.br

(2) Orientador. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: ranzini@if.sp.gov.br

(3) Co-orientador. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: arcova@if.sp.gov.br

(4) Co-orientador. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: valdircicco@if.sp.gov.br

(5) Co-orientadora. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil 4232, 85884-000, Medianeira, PR, Brasil. E-mail: carladanielacamara@ig.com.br

## 2 MATERIALE MÉTODOS

A área experimental está inserida no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich, pertencente ao Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar. Com uma extensão de 2.854 ha, localiza-se nas cabeceiras do rio Paraibuna e na margem direita do rio Paraíba do Sul, entre os paralelos 23° 13' 28" e 23° 16' 10" de latitude sul e os meridianos 45° 02' 53" e 45° 05' 15" de longitude oeste de Greenwich, com altitudes entre 1.040 m a 1.160 m (Luiz, 2008).

O sistema fisionômico-ecológico classifica a área como Floresta Ombrófila Densa Montana, isto é, situada na serra com latitude entre 16° a 24° S e altitude entre 500 m a 1.500 m (Veloso, 1991).

Conforme Luiz (2008), em um período de 25 anos de observações no núcleo Cunha, o tipo climático predominante foi o Cwb, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima temperado chuvoso e moderadamente quente, com preponderância de chuvas em verões brandamente quentes.

As precipitações anuais são elevadas, resultantes dos efeitos orográficos da Serra do Mar. A precipitação média anual de 16 anos de observação é de 2.205 mm, com valores extremos de 1.769 mm e 3.040 mm (Cicco, 2004). O período chuvoso estende-se de outubro a março e o período menos chuvoso, compreende os meses de abril a setembro. A temperatura média anual do ar é de 16,8 °C raramente ultrapassando os 20 °C (Luiz, 2008). A umidade relativa média mensal do ar está entre 80% e 85% para o período chuvoso, e inferior a 80% para o restante do ano, com ocorrência frequente de nevoeiros densos nos períodos crepuscular e noturno (Arcova, 1996).

A área experimental abrange 2.000 m<sup>2</sup>, mas o local efetivo de medição é de 600 m<sup>2</sup> (20 x 30 m) com uma faixa de 10 m mantida ao redor da parcela, com o objetivo de atenuar o efeito de borda sobre a mesma. O principal componente do dossel são espécimes de *A. angustifolia*, um plantio com 29 anos, contendo 19 árvores, com diâmetros de 9 cm a 47 cm.

O período experimental abrange os meses de novembro de 2008 a fevereiro de 2009. A precipitação no aberto, isto é, a precipitação que ocorre fora do povoamento de araucária, foi medida por um pluviômetro instalado a 100 m da parcela.

A transprecipitação foi amostrada em uma matriz de 31 pontos, constituída de seis linhas espaçadas por cinco metros, com os pontos distantes 3,3 m entre si. Em cada ponto foi instalado um dispositivo feito de estaca de madeira acoplada a uma base de cano de PVC de 15 polegadas. Em número de quinze, os pluviômetros foram remanejados semanalmente, a partir de sorteio dos 31 pontos pré-estabelecidos.

Para a quantificação do escoamento pelo tronco foram confeccionados coletores de espuma de poliuretano, conforme metodologia proposta por Likens & Eaton (1970), os quais foram instalados nas 19 árvores da parcela.

As quantificações de precipitação no aberto, de transprecipitação e do escoamento pelo tronco foram realizadas diariamente, quando do acontecimento de evento chuvoso.

A transprecipitação correspondeu à média das quantidades de chuva nos 15 pluviômetros. A quantidade de água escoada pelo tronco foi determinada a partir do somatório das coletas de escoamento pelo tronco das 19 árvores. Utilizou-se a superfície total da parcela para a conversão em unidade de milímetros, conforme a equação 1:

$$Et \text{ (mm)} = \left[ \frac{Et \text{ (mL)}}{1000} \right] \div A \quad (1)$$

Et (mm) = escoamento pelo tronco;

Et (mL) = volume total de água dos coletores de escoamento pelo tronco, e

A = área da parcela em metros quadrados.

Para estimativa da interceptação foi empregada a equação 2 proposta por Helvey & Patric (1965):

$$I = Pa - (Tr + Et) \quad (2)$$

I = interceptação (mm);

Pa = precipitação no aberto (mm);

Tr = transprecipitação (mm), e

Et = escoamento pelo tronco (mm).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de coletas foram registrados 48 eventos chuvosos, resultando em 1.121,0 mm de precipitação no aberto, equivalente a 50,8% da precipitação média anual no laboratório. Esse valor parece ser elevado para apenas quatro meses, porém tais dados são relativos ao período chuvoso, o que explica o resultado apresentado. Os valores mensais sobre os componentes analisados podem ser visualizados na TABELA 1.

A transprecipitação e o escoamento pelo tronco foram responsáveis por 1.003,0 mm e 1,8 mm, respectivamente, totalizando 1.004,8 mm de precipitação que chega ao solo. Da precipitação no aberto, estimou-se que 116,2 mm foram interceptados pelas copas das árvores, o que representa 10,4%.

TABELA 1 – Valores correspondentes à precipitação no aberto (Pa), transprecipitação (Tr), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (Pe) e interceptação (I) em (mm) e (%) em relação à precipitação no aberto.

Mês	Pa	Tr		Et		Pe		I	
	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
nov.	273,4	247,8	90,6	0,3	0,1	248,1	90,7	25,3	9,3
dez.	217,3	194,1	89,3	0,3	0,1	194,4	89,5	22,9	10,5
jan.	333,3	289,6	86,9	0,7	0,2	290,3	87,1	43,0	12,9
fev.	297,0	271,5	91,4	0,5	0,2	272,0	91,6	25,0	8,4
Total	1.121,0	1.003,0		1,8		1.004,8		116,2	
Média			89,4		0,2		89,6		10,4

Na TABELA 2 verifica-se que os valores elevados de precipitação efetiva são diretamente proporcionais à precipitação no aberto. A interceptação tende a decrescer com o aumento das classes de chuva, como também verificado por Castro *et al.* (1983), Coelho Neto *et al.* (1986) e Thomaz (2005).

TABELA 2 – Classe de chuva e valores médios por classe de chuva, da precipitação no aberto (Pa) em (mm), precipitação efetiva (Pe) e interceptação (I) em (mm) e (%) em relação à precipitação no aberto (Pa).

Classes (mm)	Frequência	Pa	Pe		I	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
< 5	11	2,7	1,9	71,4	0,8	28,6
5 – 10	8	7,7	5,8	75,0	1,9	25,0
10 – 20	10	16,2	14,5	89,6	1,7	10,4
20 – 30	6	25,2	22,4	88,9	2,8	11,1
30 – 40	3	32,5	30,4	93,5	2,1	6,5
40 – 50	3	44,1	41,1	93,1	3,1	6,9
> 50	7	69,4	63,3	91,1	6,2	8,9

As relações entre a transprecipitação, o escoamento pelo tronco e a interceptação em função da precipitação no aberto podem ser visualizadas na FIGURA 1. A transprecipitação pode ser explicada pela precipitação no aberto em função do alto coeficiente de determinação ( $R^2 = 99,3\%$ ), FIGURA 1A. O mesmo foi observado em outras coberturas vegetais, como em cerrado (Lima & Nicolielo, 1983), em mata ciliar (Lima & Leopoldo, 2000) e na Mata Atlântica (Arcova *et al.*, 2003).

O escoamento pelo tronco apresentou  $R^2$  de 86,4%, o que representa uma elevada relação com a precipitação no aberto (FIGURA 1B). Arcova *et al.* (2003) no mesmo local de estudo, porém em Mata Atlântica, chegou a valores próximos ao apresentado neste trabalho.

SOUSA, R. de C. *et al.* Redistribuição das chuvas em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP.

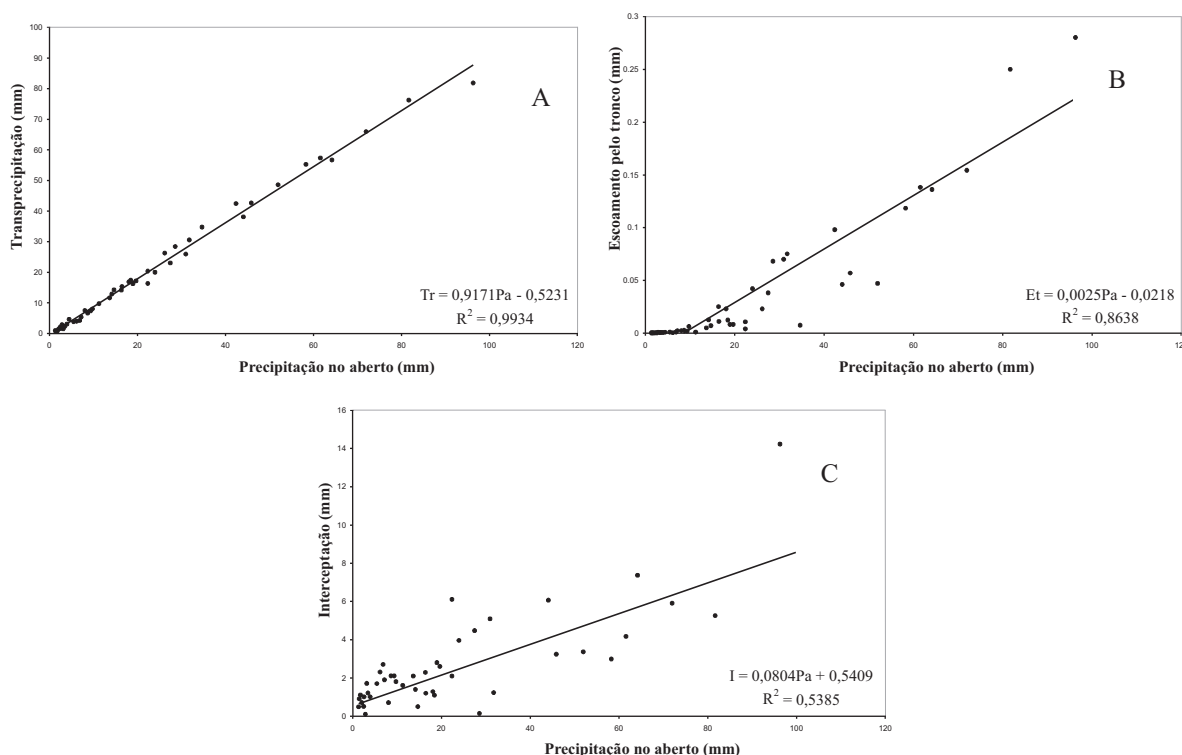


FIGURA 1 – Relação entre a transprecipitação (A), escoamento pelo tronco (B) e interceptação (C) em função da precipitação no aberto.

A relação entre a interceptação e a precipitação no aberto mostrou-se fraca, evidenciado pelo baixo coeficiente de determinação ( $R^2 = 53,8\%$ ), FIGURA 1C. Tal resultado é relevante, pois as perdas por interceptação são menores percentualmente no período chuvoso. Arcova *et al.* (2003) verificaram resultados similares para o mesmo período.

Pelo fato da transprecipitação e do escoamento pelo tronco apresentarem fortes relações com a precipitação no aberto, é possível estimar seus valores a partir da precipitação no aberto.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No reflorestamento de araucária do presente estudo, a precipitação efetiva é diretamente proporcional à precipitação no aberto; já a interceptação tende a decrescer com o aumento da chuva. A transprecipitação e o escoamento pelo tronco possuem fortes correlações com a precipitação no aberto.

Os percentuais de transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação em relação a precipitação no aberto foram: 89,4%, 0,2% e 10,4%, respectivamente. As coletas terão continuidade até atingir um ano de estudos, para que se possam avaliar os processos para um ano hídrico completo, incluindo também o período menos chuvoso.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F. C. S. **Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP.** 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Rev. Árvore**, Viçosa–MG, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

SOUSA, R. de C. *et al.* Redistribuição das chuvas em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP.

BIODIVERSITAS. **Lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Brasil**. 2006. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/florabr/grupo3fim.asp>>. Acesso em: 13 abr. 2009.

BRUIJNZEEL, L. A. The hydrological cycle in moist tropical forest. In: \_\_\_\_\_. **Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review**. Amsterdam: IAHS, 1990. cap. 1, p. 5-38.

CASTRO, P. S. *et al.* Intercepção da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa, MG. **Rev. Árvore**, Viçosa–MG, v. 7, n. 1, p. 76-89, 1983.

COELHO NETTO, A. L.; SANCHE, M.; PEIXOTO, M. N. O. Precipitação e intercepção florestal em ambiente tropical montanhoso, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 55-71, 1986.

CICCO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacia com cobertura vegetal natural de Mata Atlântica, Cunha-SP**. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CICCO, V. *et al.* Recursos hídricos na Mata Atlântica: estudo de caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO, 1., 2007, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPAGHi, 2007. p. 25-33.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. **Water Resources Research**, Champaign, v. 1, p. 193-206, 1965.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. **Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza**. 2006. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

LIKENS, G. E.; EATON, J. S. A polyurethane stemflow collector for trees and shrubs. **Ecology**, Washington, D.C., v. 51, n. 5, p. 938-939, 1970.

LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Quantificação de componentes hidrológicos de uma mata ciliar, através do modelo de balanço de massas. **Revista Árvore**, Viçosa–MG, v. 24, n. 3, p. 241-252, 2000.

LIMA, W. P. Intercepção da água da chuva em povoamentos de eucaliptos e pinheiros. **Revista IPEF**, Piracicaba, n. 13, p. 75-90, 1976.

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

LUIZ, R. A. F. **Classificação climática do Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP**. 2008. 103 f. Trabalho de Graduação Individual (Graduação em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente - SMA. Resolução SMA 48, de 21 de setembro de 2004. Lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. 2004. Disponível em: <<http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/legislacao.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2009.

SOUZA, R. P. M. **Estrutura da comunidade arbórea de trechos de florestas de Araucaria no estado de São Paulo, Brasil**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUSA, R. de C. *et al.* Redistribuição das chuvas em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP.

THOMAZ, E. L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava – PR. **Geografia**, v. 14, n. 1, p. 47-60, 2005.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1991. 124 p.