

**REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS PELAS COPAS DAS ÁRVORES EM PLANTIO DE
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze (ARAUCARIACEAE)
NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR, CUNHA – SP¹**

**REDISTRIBUTION OF RAINFALL BY THE CANOPIES OF
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze (ARAUCARIACEAE) TREES
AT SERRA DO MAR STATE PARK, CUNHA – SP**

Rita de Cássia SOUSA²; Maurício RANZINI^{2, 4};
Francisco Carlos Soriano ARCOVA²; Valdir de CICCIO²;
Carla Daniela CÂMARA³

RESUMO – O presente artigo aborda estudo realizado sobre a redistribuição das chuvas pelas copas das árvores em um plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze com 30 anos de idade, situado no Parque Estadual da Serra do Mar, município de Cunha, no Estado de São Paulo. Na pesquisa foram medidos diariamente a transprecipitação (Tr) e o escoamento pelo tronco (Et) das árvores em uma parcela de 600 m², dotada de 15 pluviômetros e dispositivos de coleta de água escoada pelo tronco em 19 árvores. Um pluviômetro instalado próximo à parcela forneceu os dados de precipitação no aberto (Pa). A interceptação (I) foi estimada pela equação: $I = Pa - (Tr + Et)$. O período experimental abrangeu outubro de 2008 a setembro de 2009. Foram registrados 113 eventos chuvosos, resultando em 2.123,5 mm de precipitação no aberto, sendo que 267,8 mm foram interceptados pelas copas, 1.852,8 mm foram transprecipitados e apenas 2,9 mm escoaram pelo tronco das árvores. Os percentuais de transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação em relação à precipitação no aberto foram: 87,3%, 0,1% e 12,6%, respectivamente. Proporcionalmente, as maiores interceptações pelas copas das araucárias ocorreram quando das precipitações de menores magnitudes.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*; interceptação; transprecipitação; escoamento pelo tronco.

ABSTRACT – This paper deals with the redistribution of rainfall by canopies of 30 years old in *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze trees, located at Serra do Mar State Park, Cunha city, São Paulo state – Brazil. Daily throughfall (Tr) and stemflow of trees (Et) in a plot of 600 m², equipped with 15 rain gauges and devices for collecting stemflow water on 19 trees were measured. A rain gauge installed in the open area located near the plot provided the rainfall data in the open (Pa). The interception (I) was estimated by the equation: $I = Pa - (Tr + Et)$. The experimental period covered from October 2008 to September 2009. One hundred and thirteen rain events were recorded, resulting in 2,123.5 mm of precipitation in the open, and 267.8 mm were intercepted by the canopies, 1,852.8 mm were throughfall and just 2.9 mm were stemflow. The percentages of throughfall, stemflow and interception in relation to rainfall in the open were: 87.3%, 0.1% and 12.6%, respectively. Proportionally, the biggest interceptions at araucaria canopies were registered when smaller magnitude precipitations occurred.

Keywords: *Araucaria angustifolia*; interception; throughfall; stemflow.

¹Recebido para análise em 12.05.10. Aceito para publicação em 15.03.11. Publicado *online* em 16.06.11.

²Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil.

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil, 4232, 85884-000 Medianeira, PR, Brasil.

⁴Autor para correspondência: Maurício Ranzini – ranzini@ig.com.br

1 INTRODUÇÃO

As florestas possuem estreita relação com o ciclo hidrológico, interferindo no movimento da água nos seus diferentes compartimentos. Uma das principais influências da floresta ocorre no recebimento das chuvas pelo dossel, quando se dá o primeiro fracionamento da água. Uma parte fica retida temporariamente nas copas das árvores e, em seguida, evaporada, processo denominado interceptação. O restante alcança o piso florestal como transprecipitação (precipitação interna) e através do escoamento pelo tronco, sendo a soma desses dois

fluxos hídricos conhecida como precipitação efetiva (Arcova et al., 2003). Pela sua importância no ciclo hidrológico e no balanço hídrico de bacias hidrográficas, a redistribuição das chuvas pela floresta é bem estudada, sendo observada grande diversidade de resultados nos diferentes processos. No Brasil, foram realizadas pesquisas com diferentes fisionomias vegetais, nativas e exóticas (Tabela 1). Excetuando o presente estudo, apenas o conduzido por Thomaz (2005) abordou a redistribuição das chuvas em ambiente com predomínio de árvores de *A. angustifolia*, porém, não foram feitas medições de escoamento pelo tronco.

Tabela 1. Percentuais de transprecipitação (Tr), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (Pe) e interceptação (I), em relação à precipitação no aberto, segundo estudos com diferentes coberturas florestais, realizados no Brasil.

Table 1. Percents of throughfall (Tr), stemflow (Et), net precipitation (Pe) and interception (I), in relation to rainfall in the open, according to studies on different forest cover, in Brazil.

| Cobertura florestal | Local e período experimental | Tr (%) | Et (%) | Pe (%) | I (%) | Fonte |
|--|---|--------|--------|--------|-------|----------------------------|
| <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> (6 anos) | Piracicaba/SP jun. 73 a jun. 75 | 90,4 | 3,0 | 93,4 | 6,6 | Lima (1976) |
| <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. (6 anos) | Piracicaba/SP jun. 73 a jun. 75 | 83,6 | 4,2 | 87,8 | 12,2 | Lima (1976) |
| <i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldl. (13 anos) | Agudos/SP jul. 77 a jun. 80 | 88,0 | – | 88,0 | 12,0 | Lima e Nicolielo (1983) |
| <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W. H. G. Barrett e Golfari (13 anos) | Agudos/SP jul. 77 a jun. 80 | 88,3 | – | 88,3 | 11,7 | Lima e Nicolielo (1983) |
| Cerradão | Agudos/SP jul. 77 a jun. 80 | 72,7 | – | 72,7 | 27,3 | Lima e Nicolielo (1983) |
| Floresta Ombrófila Densa | Rio de Janeiro/RJ jan. 67 a dez. 83 e jan. 77 a dez. 83 | 88,6 | – | 88,6 | 11,4 | Coelho Netto et al. (1986) |
| <i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (5 anos) | Piracicaba/SP ago. 89 a maio 91 | 95,0 | – | 95,0 | 5,0 | Mendes et al. (1992) |
| Floresta Ombrófila Densa | Cubatão/SP abr. 88 a mar. 91 | 89,6 | 0,6 | 90,2 | 9,7 | Nalon e Vellardi (1993) |
| Mata ciliar | São Manuel/SP out. 96 a set. 97 | 61,5 | 0,9 | 62,4 | 37,6 | Lima e Leopoldo (2000) |

continua
to be continued

continuação – Tabela 1
 continuation – Table 1

| Cobertura florestal | Local e período experimental | Tr (%) | Et (%) | Pe (%) | I (%) | Fonte |
|--|-------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------------------------------|
| Floresta Ombrófila Densa Montana (regeneração com 45 anos) | Cunha/SP nov. 07 a nov. 08 | 81,2 | 0,2 | 81,4 | 18,6 | Arcova et al. (2003) |
| <i>Coffea arabica</i> L. (8 anos) | Duas Barras/RJ jul. 01 a mar. 02 | 81,0 | – | 81,0 | 19,0 | Miranda et al. (2004) |
| Floresta Estacional Semidecidual | Viçosa/MG set. 02 a maio 03 | 80,0 | 1,7 | 81,7 | 18,3 | Oliveira Júnior e Dias (2005) |
| Floresta secundária com <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze | Guarapuava/PR jan. a dez. 02 | 77,0 | – | 77,0 | 23,0 | Thomaz (2005) |
| Capoeira | Guarapuava/PR jan. a dez. 02 | 47,6 | – | 47,6 | 52,4 | Thomaz (2005) |
| Floresta Ombrófila Densa (mata alterada) | Rio de Janeiro/RJ jan. a set. 92 | 92,4 | – | 92,4 | 7,6 | Zaú et al. (2007) |
| Floresta Ombrófila Densa (floresta) | Rio de Janeiro/RJ jan. a set. 92 | 81,3 | – | 81,3 | 18,7 | Zaú et al. (2007) |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. (17 anos) | Assis/SP ago. 06 a jan. 07 | 69,9 | – | 69,9 | 30,1 | Gênova et al. (2007) |
| <i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg. (17 anos) | Assis/SP ago. 06 a jan. 07 | 88,5 | – | 88,5 | 11,5 | Gênova et al. (2007) |
| <i>Pinus elliottii</i> Engelm. (17 anos) | Assis/SP ago. 06 a jan. 07 | 73,3 | – | 73,3 | 26,7 | Gênova et al. (2007) |
| Mata ciliar (regeneração com 17 anos) | Assis/SP ago. 06 a jan. 07 | 86,9 | – | 86,9 | 13,1 | Gênova et al. (2007) |
| Floresta tropical úmida de terra firme | Melgaço/PA jan. a dez. 04 | 78,5 | – | 78,5 | 21,5 | Oliveira et al. (2008) |
| Floresta Estacional Semidecidual de Planalto | São Paulo/SP jun. 99 a dez. 01 | 78,4 | – | 78,4 | 21,6 | Cicco (2009) |
| Floresta Ombrófila Densa Montana | Cunha/SP abr. 00 a fev. 04 | 76,0 | – | 76,0 | 24,0 | Cicco (2009) |
| Mata Atlântica | Recife/PE maio 06 a jan. 07 | 84,9 | 2,4 | 87,3 | 12,7 | Moura et al. (2009) |
| <i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (15 anos) | José Bonifácio/SP ago. 96 a jul. 97 | 70,4 | 7,1 | 77,5 | 22,5 | Rodrigues (2009) |

No Laboratório de Hidrologia Florestal Engenheiro Agrônomo Walter Emmerich, localizado no núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, são desenvolvidas diferentes pesquisas no campo da hidrologia florestal, principalmente em microbacias recobertas por Mata Atlântica (Arcova e Cicco, 2005).

Nesse local, existem plantios de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, o “pinheiro do Paraná”.

Na realidade, em todo o município de Cunha há presença de plantios dessa espécie, proporcionando, desta forma, renda complementar para as comunidades locais. Além disso, por sua exploração indiscriminada, está presente nas listas

oficiais das espécies ameaçadas de extinção no território paulista (São Paulo, 2009), no Brasil (Biodiversitas, 2009) e no mundo (International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2009). Em contrapartida, há pouco conhecimento da influência dessa cobertura florestal sobre a redistribuição da água das chuvas pelo dossel.

Preliminarmente, foram apresentados em um evento científico os resultados parciais, referentes a outubro de 2008 a março de 2009 (Souza et al., 2009). Com os dados de abril a setembro de 2009 somados aos do período anterior, este artigo teve como objetivo analisar um ano hídrico completo dos processos da redistribuição das chuvas pelas copas das árvores de *A. angustifolia* no Parque Estadual da Serra do Mar,

núcleo Cunha (SP). As informações obtidas poderão gerar conhecimentos que irão subsidiar projetos de conservação, manejo e recuperação dessa espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich, no núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar. Está situada nas cabeceiras do rio Paraibuna 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 (Figura 1), com altitudes entre 1.040 m a 1.160 m (Cicco, 2009).

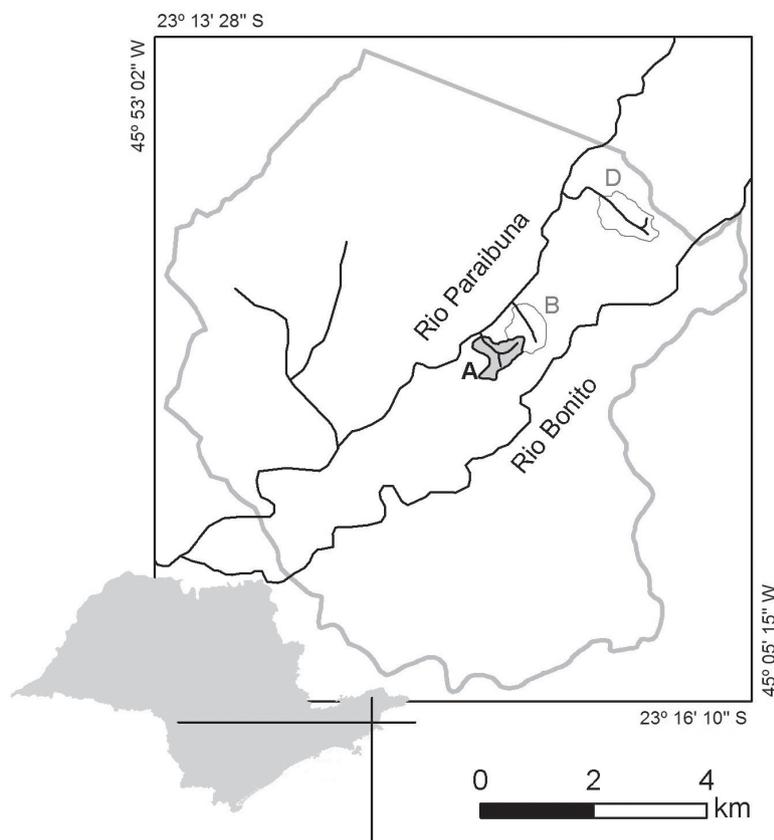


Figura 1. Localização do Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich, Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Cunha.

Figure 1. Location of the Cunha Forest Hydrological Laboratory.

O tipo climático predominante é o Cwb, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima temperado chuvoso e moderadamente quente, com preponderância de chuvas em verões brandamente quentes (Luiz, 2008 apud Cicco, 2009). As precipitações anuais são elevadas, resultantes dos efeitos orográficos da Serra do Mar. A precipitação média anual é de 2.200 mm (Cicco, 2009). 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 20 °C (Cicco, 2004). 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).

O estudo foi realizado em um plantio de *A. angustifolia* com 30 anos de idade, com árvores entre 15 e 20 metros de altura, com presença de sub-bosque pouco desenvolvido (Figura 2).



Figura 2. Vista da área experimental com o plantio *Araucaria angustifolia*.

Figure 2. View of experimental area with the planting *Araucaria angustifolia*.

Para a quantificação da transprecipitação e do escoamento pelo tronco das árvores foi delimitada uma parcela retangular de 600 m² (20 m x 30 m), com orientação leste e inclinação de 22° (40%), contendo dezenove árvores com DAP variando de 9 cm a 47 cm, com um índice de área foliar de 1,3 e uma área basal de 1,7 m², sendo mantida uma faixa de 10 metros de largura ao redor da parcela com o objetivo de atenuar eventual efeito de borda.

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 de madeira acoplado a uma base de

cano de PVC de 15 polegadas de diâmetro. Sobre essas bases foram colocados quinze pluviômetros com diâmetro de 20 cm a 1,30 m do solo (NAKAASA Instruments Company Ltd., do Japão). Semanalmente, os mesmos foram remanejados, seguindo a metodologia proposta por Lloyd e Marques (1988), a partir de sorteio dos 31 pontos pré-estabelecidos.

Para a quantificação do escoamento pelo tronco foram confeccionados coletores de espuma de poliuretano adaptados de metodologia proposta por Likens e Eaton (1970), os quais foram instalados a 1,30 m do solo nas 19 árvores da parcela (Figura 3).



Figura 3. Vista do dispositivo de coleta de água de escoamento pelo tronco.

Figure 3. View of the device for collecting stemflow water.

Para se obter a transprecipitação na parcela foi calculada a média aritmética dos valores de transprecipitação medida 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. Para a conversão de valores de mililitros em unidade de milímetros, utilizou-se a superfície total da parcela, conforme a equação 1:

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

em que:

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.

Um pluviômetro instalado no posto meteorológico do laboratório, localizado a 100 metros da parcela experimental, foi utilizado para a quantificação da precipitação no aberto.

Para a estimativa da interceptação de água pelas copas das árvores foi empregada a equação 2, proposta por Helvey e Patric (1965):

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

em que:

I = interceptação (mm);

Pa = precipitação no aberto (mm);

Tr = transprecipitação (mm), e

Et = escoamento pelo tronco (mm).

O período experimental abrangeu os meses de outubro de 2008 a setembro de 2009. As coletas foram realizadas diariamente. Apenas nos fins de semana, quando não havia pessoal para efetuar as coletas, foram gerados dados que podem ser resultados da soma das chuvas de dois dias consecutivos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental foram registrados 113 eventos de chuvas, resultando em 2.123,5 mm de precipitação no aberto. Desses registros, 68 ocorreram no período chuvoso, totalizando 1.565,9 mm e 45 no período menos chuvoso, somando 557,6 mm. Os valores mensais da precipitação no aberto e dos componentes da redistribuição das chuvas podem ser visualizados na Tabela 2.

A transprecipitação foi a principal via de entrada de água no solo, totalizando 1.852,8 mm, correspondendo a 87,3% da precipitação no aberto. O escoamento pelo tronco contribuiu com 2,9 mm, isto é, 0,1% da precipitação no aberto. Esse percentual é inferior aos encontrados nos estudos realizados no Brasil para os diferentes tipos florestais, cujos valores variaram de 0,2% a 7,1%. Alguns fatores podem explicar esse resultado, como a rugosidade do fuste da araucária e os diferentes materiais empregados para sua determinação.

No período das chuvas (outubro a março) os percentuais de transprecipitação variaram de 86,2% a 91,4%, média de 89,0%, enquanto no período menos chuvoso, os valores foram menores, de 74,0% a 90,7%, média de 81,0%. Para o escoamento pelo tronco observa-se que no período chuvoso o percentual médio foi de 0,15%, enquanto no restante do ano o percentual foi inferior, isto é, apenas 0,08%.

A interceptação média anual foi estimada em 267,8 mm, correspondendo a 12,6% da precipitação no aberto. Esse valor está próximo aos menores registrados nos estudos realizados no Brasil. O menor percentual mensal de interceptação ocorreu em fevereiro (8,4%), e o maior em setembro (25,9%). Os percentuais de interceptação no período menos chuvoso suplantaram os da estação das chuvas, de 18,7% contra 10,6%, em média.

Tabela 2. 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.

Table 2. Values corresponding to the precipitation in the open (Pa), throughfall (Tr), stemflow (Et), net precipitation (Pe) and interception (I) in (mm) (%) in relation to rainfall in the open.

| Mês/Ano | Pa | | Tr | | Et | | Pe | | I | |
|-----------|---------|---------|------|------|-----|---------|------|-------|------|--|
| | (mm) | (mm) | % | (mm) | % | (mm) | % | (mm) | % | |
| out./2008 | 166,0 | 143,0 | 86,2 | 0,4 | 0,2 | 143,4 | 86,4 | 22,6 | 13,6 | |
| nov./2008 | 273,4 | 247,8 | 90,6 | 0,3 | 0,1 | 248,1 | 90,7 | 25,3 | 9,3 | |
| dez./2008 | 217,3 | 194,3 | 89,4 | 0,3 | 0,1 | 194,6 | 89,5 | 22,7 | 10,5 | |
| jan./2009 | 333,3 | 289,6 | 86,9 | 0,7 | 0,2 | 290,3 | 87,1 | 43,0 | 12,9 | |
| fev./2009 | 297,0 | 271,5 | 91,4 | 0,5 | 0,2 | 272,0 | 91,6 | 25,0 | 8,4 | |
| mar./2009 | 278,9 | 254,1 | 91,1 | 0,3 | 0,1 | 254,4 | 91,2 | 24,5 | 8,8 | |
| abr./2009 | 86,6 | 64,4 | 74,4 | 0,0 | 0,0 | 64,4 | 74,4 | 22,2 | 25,6 | |
| maio/2009 | 58,4 | 45,9 | 78,6 | 0,1 | 0,2 | 46,0 | 78,8 | 12,4 | 21,2 | |
| jun./2009 | 81,4 | 73,8 | 90,7 | 0,0 | 0,0 | 73,8 | 90,7 | 7,6 | 9,3 | |
| jul./2009 | 110,9 | 98,7 | 89,0 | 0,1 | 0,1 | 98,8 | 89,1 | 12,1 | 10,9 | |
| ago./2009 | 101,9 | 82,1 | 80,6 | 0,1 | 0,1 | 82,2 | 80,7 | 19,7 | 19,3 | |
| set./2009 | 118,4 | 87,6 | 74,0 | 0,1 | 0,1 | 87,7 | 74,1 | 30,7 | 25,9 | |
| TOTAL | 2.123,5 | 1.852,8 | 87,3 | 2,9 | 0,1 | 1.855,7 | 87,4 | 267,8 | 12,6 | |

No núcleo Cunha, onde foi realizado o presente estudo, porém, em Mata Atlântica, Cicco et al. (1986/88) e Arcova et al. (2003), obtiveram valores de interceptação da ordem de 18%; portanto, o povoamento de *A. angustifolia* reteve em suas copas, aproximadamente, 6 pontos percentuais a menos que a vegetação nativa da região de Cunha.

Em estudo com floresta secundária com *A. angustifolia* no município de Guarapuava, PR, Thomaz (2005) estimou a interceptação como sendo 23% da precipitação no aberto. É importante observar que nesse experimento a floresta continha dois estratos. O primeiro formado por *A. angustifolia*, com altura de 20 e 25 m, e o segundo composto por diversas espécies. Dessa forma, há uma diferença de 10,4 pontos percentuais entre o experimento conduzido por Thomaz (2005) e o presente estudo.

Nakano (1982?) observou que a interceptação depende de algumas variáveis da floresta, tais como,

espécies, estrutura (densidade e estratificação), idade e das condições climáticas (quantidade, intensidade e duração da chuva). O autor relatou um experimento para verificar a influência da estratificação na interceptação das chuvas por floresta natural de *Pinus densiflora* (40 – 45 anos, altura média de 15 m e diâmetro à altura do peito – DAP, de 20 cm), numa mesma localidade do Japão. A floresta, que tinha um extrato inferior composto por *Alnus hirsuta*, *Corylus sieboldiana* e *Quercus serrata*, interceptou, em média, 10,8 pontos percentuais a mais do que a que tinha apenas um estrato, ou seja, só *P. densiflora*. Portanto, a diferença observada por Nakano (1982?) e por Thomaz (2005) pode ser atribuída, em grande medida, à estratificação da floresta.

As interceptações foram menores nas classes de precipitações de maiores magnitudes (Tabela 3), como também verificado por Castro et al. (1983), Coelho Neto et al. (1986), Thomaz (2005), Cicco (2009) e Moura et al. (2009).

Tabela 3. Classe de chuva, frequência 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.

Table 3. Class of rain, frequency and average values by class of rain, precipitation in the open (Pa) in (mm), net precipitation (Pe) and interception (I) in (mm) (%) in relation to rainfall in the open.

| Classe (mm) | Frequência | Pa | | Pe | | I | |
|----------------|------------|------|------|------|------|------|--|
| | | (mm) | (mm) | % | (mm) | % | |
| ≤ 5 | 30 | 2,6 | 1,8 | 69,2 | 0,8 | 30,8 | |
| 5 – 10 | 21 | 7,3 | 5,4 | 74,0 | 1,9 | 26,0 | |
| 10 – 20 | 27 | 14,5 | 12,4 | 85,5 | 2,1 | 14,5 | |
| 20 – 30 | 12 | 24,8 | 21,9 | 88,3 | 2,9 | 11,7 | |
| 30 – 40 | 4 | 32,4 | 28,7 | 88,6 | 3,7 | 11,4 | |
| 40 – 50 | 6 | 45,5 | 40,2 | 88,3 | 5,3 | 11,7 | |
| 50 – 60 | 8 | 53,4 | 49,7 | 93,1 | 3,7 | 6,9 | |
| ≥ 60 | 5 | 75,2 | 67,8 | 90,2 | 7,4 | 9,8 | |

As relações entre a transprecipitação, o escoamento pelo tronco e a interceptação com a precipitação no aberto, nos períodos chuvoso (c) e menos chuvoso (mc), podem ser visualizadas na Figura 4. A transprecipitação pode ser explicada pela precipitação no aberto em função do alto coeficiente de determinação ($R^2 = 99,4\%$) para o período chuvoso e com um $R^2 = 97,6\%$ para o menos chuvoso (Figura 4A). O mesmo foi observado em outras coberturas vegetais, como em cerrado (Lima e Nicolielo, 1983), em mata ciliar (Lima e Leopoldo, 2000) e na Mata Atlântica (Coelho Netto et al., 1986; Arcova et al., 2003; Moura et al., 2009). Para o escoamento pelo tronco (Figura 4B) as relações foram distintas com a época do ano,

apresentando elevado valor de coeficiente de determinação no período chuvoso ($R^2 = 83,8\%$) e baixo no menos chuvoso ($R^2 = 47,3\%$). Arcova et al. (2003), na mesma área de estudo, porém em Mata Atlântica, chegaram a valores maiores nos dois períodos ($R^2 = 93,6\%$, período chuvoso e $R^2 = 80,4\%$, período menos chuvoso).

A relação entre a interceptação e a precipitação no aberto (Figura 4C) mostrou-se baixa nos dois períodos, evidenciada pelos valores de coeficiente de determinação da ordem de 50%. Dessa forma, as variáveis apresentaram grande dispersão dos dados, indicando fraca dependência.

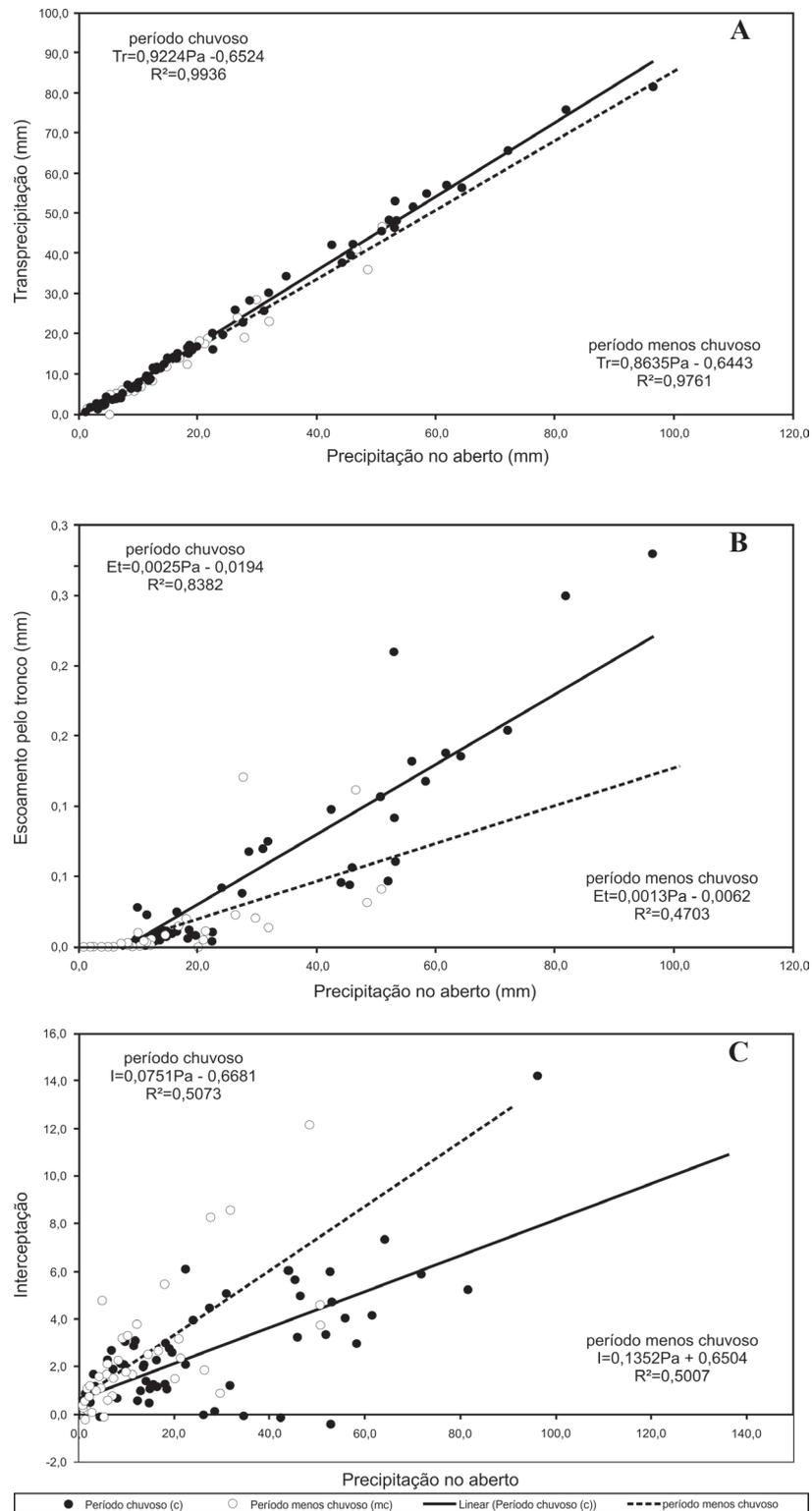


Figura 4. Relação entre a precipitação no aberto e a transprecipitação (A), o escoamento pelo tronco (B) e a interceptação (C). Plantio de *Araucaria angustifolia* no núcleo Cunha (SP). Período de outubro de 2008 a setembro de 2009.

Figure 4. Relationship between the precipitation in the open and throughfall (A), stemflow (B) and interception (C). Planting of *Araucaria angustifolia* in the nucleus Cunha (SP). From October 2008 to September 2009.

4 CONCLUSÕES

Após a passagem da chuva pelo dossel de *Araucaria angustifolia*, a transprecipitação foi a principal via de entrada de água no sistema, correspondendo, em média, a 87,3% da precipitação no aberto, sendo maior em oito pontos percentuais no período chuvoso em relação ao menos chuvoso.

O escoamento pelo tronco foi responsável por apenas 0,1% da precipitação no aberto, um montante ínfimo da precipitação que efetivamente chegou ao solo (87,4%).

A interceptação foi de 12,6% da precipitação no aberto, com predomínio no período menos chuvoso (18,7%) do que no restante do ano (10,6%). Quanto maior a classe de precipitação menor foi o percentual de interceptação.

A relação da precipitação no aberto com a transprecipitação foi forte, independente da época do ano, enquanto para o escoamento pelo tronco foi apenas na época das chuvas. Já para a interceptação, a proporção da variação foi fraca nos dois períodos.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Florestal e seus funcionários, João Batista Amaro dos Santos, João da Conceição Aparecida e Vanderley César Pereira, pela realização das coletas. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida no Programa de Iniciação Científica do Instituto Florestal – PIBIC-IF.

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. Manejo de bacias hidrográficas. In: HONDA, E.A.; YAMAZOE, G. (Org.). **25 anos de cooperação JICA – Instituto Florestal.** São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. p. 34-46.

ARCOVA, F.C.S.; 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. **R. Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

BIODIVERSITAS. **Lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Brasil.** 2006. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/florabr/grupo3fim.asp>>. Acesso em: 14 out. 2009.

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

CICCIO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacias com cobertura 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.

_____. **Determinação da evapotranspiração pelos métodos dos balanços hídrico e de cloreto e a quantificação da interceptação das chuvas na Mata Atlântica: São Paulo, SP e Cunha, SP.** 2009. 138 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. et al. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica – São Paulo. **Silvic. São Paulo**, v. 20/22, p. 25-30, 1986/88.

COELHO NETTO, A.L.; SANCHE, M.; PEIXOTO, M.N.O. Precipitação e interceptação florestal em ambiente tropical montanhoso, Rio de Janeiro. **R. Brasileira de Engenharia**, v. 4, n. 2, p. 55-70, 1986.

GÊNOVA, K.B.; HONDA, E.A.; DURIGAN, G. Interceptação da chuva em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 1., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2007. p. 281-285. (**IF Sér. Reg.**, n. 31, 2007).

HELVEY, J.D.; PATRIC, J.H. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. **Water Resources Research**, 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/details/32975/0>>. Acesso em: 14 out. 2009.

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

LIMA, W.P. Interceptação da chuva em povoamento de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, n. 13, p. 75-90, 1976.

_____; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerradão. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, 1983.

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

LLOYD, C.R.; MARQUES FILHO, A.O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in Amazonian rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 42, n. 1, p. 63-73, 1988.

MENDES, M.E.G. et al. Relações hídricas em seringal no município de Piracicaba. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 103-109, 1992.

MIRANDA, R.A.C.; PEREIRA, F.R.; MONAT, A.S. Interceptação de chuva em cafezais adensados na região serrana centro-norte fluminense. **R. Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n. 2, p. 283-288, 2004.

MOURA, A.E.S.S. et al. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, PE. **R. Árvore**, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

NAKANO, H. **A propriedade da floresta de conservar a água do solo e o aproveitamento desta**. Tradução Nihon Honyaku Center. [S.l.]: JICA, [1982?]. 78 p.

NALON, M.A.; VELLARDI, A.C.V. Estudo do balanço hídrico nas escarpas da Serra do Mar, região de Cubatão, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 5, n. 1, p. 39-58, 1993.

OLIVEIRA, L.L. et al. Modelagem da interceptação na Floresta Nacional de Caxiuanã, no leste da Amazônia. **R. Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 318-326, 2008.

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

RODRIGUES, V.A. Redistribuição das chuvas pelas copas de um povoamento de seringueira, José Bonifácio, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, n. 1, p. 19-26, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente – SMA. Resolução SMA nº 48, de 22 de setembro de 2004. Lista oficial de espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. Disponível em: <<http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/legislacao.htm>>. Acesso em: 14 out. 2009.

SOUZA, R.C. et al. Interceptação em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Cunha, SP. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL, 2., 2009, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPABHi, 2009. p. 117-123.

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

ZAÚ, A.S.; COELHO NETTO, A.L.; OLIVEIRA, R.R. Cobertura florestal: degradação, resultantes ecológicas e efeitos de borda no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro/RJ. In: ENCONTRO IALE-BR, 1., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: GEOHECO-UFRJ, 2007. p. 63-65.