Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

REPARTIÇÃO DA CHUVA EM FLORESTA NEBULAR MONTANA NA SERRA DO MAR

ARCOVA, Francisco Carlos Soriano - francisco.arcova@gmail.com
Instituto Florestal de São Paulo

RANZINI, Maurício - ranzini@gmail.com.br
Instituto Florestal de São Paulo

CICCO, Valdir de - valdir.cicco@gmail.com
Instituto Florestal de São Paulo

GALVANI, Emerson – egalvani@usp.br
Universidade de São Paulo / USP

Submetido em: 07/03/2020
Aceito para publicação em: 29/10/2020
Publicado em: 12/11/2020
DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.72157

RESUMO: A repartição da chuva em Floresta Ombrófila Densa Montana foi avaliada em diferentes escalas de tempo. Em uma parcela de 500 m^2 foram instalados 50 suportes para colocação de pluviômetros. Semanalmente foram sorteados 25 pontos onde foram alocados os pluviômetros. O escoamento pelo tronco foi medido em dez árvores. Um pluviômetro mediu a precipitação no aberto. A interceptação foi calculada pela equação do balanço hídrico do dossel. Os percentuais de transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação em relação à precipitação no aberto acumulada durante o experimento foram 82,1%, 1,1% e 16,8%, respectivamente. No período semestral úmido a contribuição relativa dos três processos foi de 83,8%, 1,2% e 14,9% e no período semestral pouco úmido de 78,0%, 0,9% e 21,1%, respectivamente. No verão ocorreu o maior percentual de transprecipitação (87,0%) e o menor de interceptação (11,7%). No inverno constatou-se o menor percentual de transprecipitação (77,5%) e de escoamento pelo tronco (0,8%) e o maior de interceptação (21,7%). A transprecipitação no decorrer do estudo variou de 0% a 106,0% da precipitação no aberto e os coeficientes de variação foram elevados. A transprecipitação e a precipitação no aberto se ajustaram a uma regressão linear simples. A proporção da transprecipitação (%) apresentou baixa relação com a precipitação no aberto. Houve ampla variabilidade da transprecipitação entre as posições de colocação dos pluviômetros. Alguns pontos exibiram concentração de água da chuva e outros apenas retenção.

PALAVRAS-CHAVE: transprecipitação, escoamento pelo tronco, interceptação, Mata Atlântica.

PARTITIONING OF RAINFALL IN TROPICAL MONTANE CLOUD FOREST IN THE SERRA DO MAR, BRAZIL

ABSTRACT: Partitioning of rainfall in Montana Dense Ombrophylous Forest was evaluated at different time scales in Cunha, Brazil. In a plot of 500 m^2 were installed 50 supports for placing rain gauges under the canopy. Weekly, 25 points were selected where the rain gauges were allocated. Stemflow was obtained in ten trees. Gross precipitation was measured with one rain gauge installed in clearings. The interception was calculated by the canopy water balance equation. The percentages of throughfall, stemflow and interception in relation to the accumulated gross precipitation during the experiment were 82.1%, 1.1% and 16.8%, respectively. In the humid half-year period, the relative contribution of these three processes was 83.8%, 1.2% and 14.9% and in the low-humid half-year period, 78.0%, 0.9% and 21.1%, respectively. Partitioning of

rainfall varied with seasons. In summer there was the highest percentage of throughfall (87.0%) and the lowest interception (11.7%). In winter, the lowest percentage of throughfall (77.5%) and stemflow (0.8%) and the highest percentage of interception (21.7%) were observed. Throughfall during the study ranged from 0% to 106.0% of the gross precipitation and the coefficients of variation were high. The amounts of throughfall and gross precipitation showed a strong positive correlation and fit a simple linear regression. The proportion of throughfall (%) presented a low relation with the gross precipitation. There was great variability of throughfall between the positions of rain gauges placement. Some points were characterized by rainwater concentration and others by only retention.

KEYWORDS: throughfall, stemflow, interception, tropical rainforest.

INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica ocorre em 7 das 9 maiores bacias hidrográficas brasileiras. Suas florestas são fundamentais para a manutenção dos processos hidrológicos, assegurando o suprimento de água para 120 milhões de pessoas (LINO; DIAS, 2005). Sua superfície, de acordo com o Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428 de 2006, Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008) é de 131.029.898 ha. No período de 2017/2018, a área de formações florestais totalizou 16.269.972 ha, correspondendo a 12,4% do território definido pela legislação federal (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2019). Para que esse notável serviço de provisão hídrica da Mata Atlântica seja assegurado para as futuras gerações é premente estabelecer políticas de conservação desse bioma, e estas devem ser fundamentadas, dentre outros requisitos, por resultados de pesquisas científicas.

No contexto das relações hidrológicas das florestas tropicais a compreensão do balanço hídrico é crucial para avaliar o papel que a floresta exerce na regulação da água para os rios (McJANNET; WALLACE; REDDELL, 2007). Um importante processo do balanço hídrico é a repartição da chuva em nível das copas. A precipitação pluviométrica acima das copas – precipitação no aberto (P) tem três caminhos possíveis: ser retida pelas folhas, ramos e troncos das árvores e evaporar durante a chuva ou logo após o seu encerramento (perda por interceptação ou interceptação, I), traspassar os espaços vazios da copa ou gotejar após o contato com a vegetação (transprecipitação, Tr), escorrer pelos troncos (escoamento pelo tronco, Et) (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000; SATO et al., 2011; GIGLIO; KOBIYAMA, 2013). A soma de Tr e de Et é definida como precipitação efetiva (Pe) (ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003; SANTOS, 2009; LORENZON; DIAS; LEITE, 2013). A interceptação é, normalmente, determinada pelo balanço hídrico do dossel, pela diferença entre P e Pe (FLEISCHBEIN et al., 2005; CAO et al., 2008).

A repartição é função das características da chuva (quantidade, intensidade, duração e distribuição temporal), condições meteorológicas (temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento, presença de nevoeiro), vegetação (composição em espécies, idade, área basal, densidade da floresta, morfologia e arquitetura do dossel, presença de epífitas) e a interação entre esses fatores (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000; FLEISCHBEIN et al., 2005).

A transprecipitação predomina sobre o escoamento pelo tronco e constitui-se no maior fluxo de água para o piso (FLEISCHBEIN et al., 2005; CAO

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

et al., 2008), representando cerca de 80,0% da precipitação no aberto (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006). O volume de escoamento pelo tronco é, geralmente, muito pequeno em comparação à transprecipitação, razão pelas quais muitas vezes não é avaliado nos estudos (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000; SALEMI et al., 2013). A interceptação e a transpiração compõem a evapotranspiração. Uma característica inerente às florestas é a elevada perda por interceptação, em parte devido à sua altura que induz condições aerodinamicamente rugosas, aumentando a evaporação da água nas copas (HUTLEY et al., 1997).

A repartição da chuva varia com a época do ano – úmida ou seca (NALON; VELLARDI, 1993; MOURA et al., 2012; CICCO et al., 2019), com as estações do ano (PACHECHENIK, 2010; GIGLIO, 2013) e com os meses (GALVANI; LIMA, 2016). Essa variabilidade temporal é influenciada pelas condições que predominam durante o ano e que influenciam as características da chuva, do clima e das espécies florestais (GERRITS; PFISTER; SAVENIJE, 2010).

O processo de repartição também varia espacialmente, sobretudo em florestas tropicais, que apresentam elevada diversidade de espécies e estrutura complexa do dossel, que originam grande heterogeneidade da transprecipitação (LLOYD; MARQUES FILHO, 1988; WULLAERT et al., 2009) e do escoamento pelo tronco (LLOYD; MARQUES FILHO, 1988; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ; WILLIAMS-LINERA; HOLWERDA, 2017).

A Amazônia e a Mata Atlântica concentram a maior parte dos estudos de repartição da chuva no Brasil (GIGLIO; KOBIYAMA, 2013). Resultados dos experimentos nas fitofisionomias da Mata Atlântica estão na Tabela 1. A transprecipitação varia de 47,8% a 91,1% (média=79,4%, mediana=79,7%), o escoamento pelo tronco de 0,1% a 5,7% (média=1,3%, mediana=0,9%) e a interceptação de 8,6% a 46,6% (média=19,3%, mediana=18,5%). A maior parte das pesquisas são desenvolvidas na Floresta Estacional Semidecidual. A Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Decidual completam o cenário dos estudos.

Tabela 1 - Resultados de estudos de repartição das chuvas no Bioma Mata Atlântica. Tr, Et e I como percentagem de P.

Local	Fitofisionomia	P (mm)	Tr (%)	Et (%)	I (%)	Referência
Viçosa, MG	FESD	822,9	87,4	0,2	12,4	Castro et al. (1983)
Cunha, SP	FODM	2252,6	80,7	1,1	18,2	Cicco et al. (1986-1988)
Cubatão, SP	FODsM	8811,2	91,1	0,3	8,6	Nalon e Vellardi (1992)
Cunha, SP	FODM	2220,3	81,2	0,2	18,6	Arcova,Cicco e Rocha (2003)
Tel. Borba, PR	FOM	1800,0	89,7	0,8	10,9	Pachechenik (2010)
Recife, PE	FODTB	1548,1	87,9	2,0	10,1	Moura et al. (2012)
Rio Negrinho, SC	FOM	1621,0	84,4	3,2	13,0	Giglio (2013)
Rio Negrinho, SC	FOM	1006,0	74,4	1,3	24,3	Sá, Chaffe e Oliveira (2015)
Rio Negrinho, SC	FOM	652,1	89,6	0,4	10,0	Sá, Chaffe e Quillet (2016)
Viçosa, MG	FESD	1039,5	80,0	1,7	18,3	Oliveira Jr e Dias (2005)
	FESD (RI)	997,1	79,0	0,4	20,6	Alves et al. (2007)
	FESD (RA)	997,1	80,9	0,8	18,3	
	FESD	1182,6	81,0	0,9	18,1	Freitas et al. (2013)
	FESD (RI)	1501,0	84,4	0,7	14,9	Lorenzon, Dias e Leite, 2013
	FESD (RA)	1501,0	73,0	1,9	25,1	
	FESD (RI)	1934,0	79,4	0,4	20,2	Freitas et al. (2016)
	FESD (RA)	1934,0	72,7	1,5	25,8	
Santa Maria, RS	FED (AIV)	2046,5	76,0	5,7	17,8	Sari, Paiva e Paiva (2016)
	FED (AD)	1726,2	82,4	2,9	16,9	
Pinheiral, RJ	FESsM (FSEI)	1553,3	77,6	0,3	22,1	Diniz et al. (2013)
	FESsM (FSEM)	1553,3	79,0	0,2	20,7	
	FESsM (FSEA)	1553,3	76,9	0,1	23,0	
Viçosa, MG	FESD	1338,3	76,7	2,6	20,7	Oliveira Jr. (2006)
Iperó, SP	FESD	540,1	76,2	1,0	22,8	Tonello et al. (2014)
Santa Maria, RS	FED (AI)	511,0	47,8	5,6	46,6	Deon (2015)
Serra do Japi, SP	FESD	1062,0	68,3	0,1	31,6	Gonzales (2017)
Lavras, MG	FESDM	3225,0	87,3	0,6	12,1	Junqueira Jr.et al. (2019)
Média			79,4	1,3	19,3	
Mediana			79,7	0,9	18,5	

FED=Floresta Estacional Decidual, FESD=Floresta Estacional Semidecidual, FESsM=Floresta Estacional Semidecidual Submontana, FESDM=Floresta Estacional Semidecidual Montana, FODM=Floresta Ombrófila Densa Montana, FODsM=Floresta Ombrófila Densa Submontana, FODTB=Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, FOM=Floresta Ombrófila Mista, RI=regeneração inicial, RA=regeneração avançada, AIV=árvores de idade variadas, AD=árvores desenvolvidas, FSEI=floresta secundária em estádio inicial, FSEM= floresta secundária em estádio médio, FSEA=floresta secundária em estádio avançado; AI=área experimental I.

Os objetivos da presente pesquisa foram quantificar os processos da repartição da chuva em Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar em diferentes escalas de tempo e avaliar aspectos da transprecipitação

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA E CLIMA DA REGIÃO DO ESTUDO

O estudo foi implementado na microbacia experimental D do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich-LHFWE, no Parque Estadual da Serra do Mar, em Cunha, São Paulo (23º13’ e 23º16’S, 45º02’ e 45º05’W). A área se insere nos domínios do bioma Mata Atlântica. A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa com formações Montana e Alto-Montana (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

O clima da região tem predomínio das massas tropicais. A proximidade da Serra do Mar com o Oceano Atlântico é responsável pela ocorrência de pluviosidade no inverno. A influência orográfica é exercida sobre a Massa Tropical Atlântica que produz chuva na orla litorânea (MONTEIRO, 1973). A precipitação pluviométrica média anual no LHFWE é de 2.015,7 mm, com valor

mínimo de 1.491,3 mm e máximo de 3.169,0 mm. No período semestral úmido (outubro a março) as chuvas são normalmente concentradas e de elevada intensidade. No período semestral pouco úmido (abril a setembro) ocorrem chuvas mais uniformes e de baixa intensidade, que podem se estender durante o dia. Nevoeiros de montanha são frequentes envolvendo a floresta (ARCOVA, 2013).

A microbacia D tem área de 56 ha e cotas altimétricas entre 1.045 e 1.228 m. A cobertura vegetal original foi retirada no início dos anos 1950 e deu lugar à pastagem nas planícies e em terrenos pouco declivosos. Após o abandono desta atividade nos anos 1970 ocorreu regeneração natural da floresta. Atualmente, há diferentes estádios de desenvolvimento da vegetação, que passam pelo estádio inicial de regeneração, composto, predominantemente, por vegetação de porte arbóreo baixo e esparso até o estádio avançado de regeneração, onde há árvores altas e densamente espaçadas (DOMINGUES; MATTOS; FURIAN, 2001).

DELINEAMENTO DO ESTUDO E ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização do estudo foi delimitada uma parcela de 500 m^2 (20 x 25 m) na porção mediana da vertente com orientação norte da microbacia D (1.112 m de altitude), cuja a vegetação é a mais representativa da área; secundária em estádio médio de regeneração, composto por arbóreo de porte médio e denso. A parcela possui 52 árvores com DAP igual ou maior que 10 cm, distribuídas em 16 famílias e 22 espécies. Mais detalhes em Arcova (2013).

A repartição da chuva foi determinada segundo a equação 1:

$$P = Tr + Et + I \quad (1)$$

Para a determinação da precipitação no aberto (P) foi usado um pluviômetro de 20 cm de diâmetro instalado em uma clareira localizada a 100 metros da parcela. Na quantificação da transprecipitação (Tr) foram utilizados outros 25 pluviômetros, instalados a 1,5 m do solo por meio de suportes feitos de estaca de madeira e tubo de PVC. A parcela de 500 m^2 foi subdividida em 50 subparcelas de 2,5 x 4,0 m. No centro de cada uma foi fixado um suporte para pluviômetro, identificados com numeração de 1 a 50. A cada semana foi feito rodízio dos equipamentos através de sorteio aleatório de 25 suportes. A transprecipitação em cada evento foi calculada pela mediana das quantidades medidas nos 25 pluviômetros. As medições dos dois processos foram feitas com proveta graduada em milímetros de altura de água (acurácia de 0,1 mm).

Para a determinação do escoamento pelo tronco foram selecionadas 10 árvores, onde foram instalados dispositivos confeccionados com espuma de poliuretano, mangueira e galão plástico (ARCOVA, 2013). O escoamento pelo tronco (mm) para cada evento de chuva foi calculado a partir da área basal das árvores com coletores de água e a área basal da parcela (equação 2) (McJANNET; WALLACE; REDDELL, 2007). As medições foram feitas com proveta graduada em mililitros.

$$Et_{parcela} = (Et_{medido} \times \text{área basal da parcela}) / \text{área basal das árvores com coletor} \quad (2)$$

As medições foram realizadas, em sua maioria, diariamente. Alguns episódios constituem-se na soma de chuvas ocorridas em mais de um dia. As

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

coletas estenderam- se de 07 de outubro de 2009 a 27 de setembro de 2010. Os dados foram agrupados nas escalas anual, dos períodos semestrais úmido (chuvoso) e pouco úmido (pouco chuvoso), sazonal (primavera, verão, outono e inverno) e mensal.

Os dados de precipitação no aberto (mm), transprecipitação (mm e proporção de Tr em relação à P em porcentagem), escoamento pelo tronco (mm e proporção de Et em relação à P em porcentagem) e interceptação (mm e proporção de I em relação à P em porcentagem) foram analisados com a estatística descritiva, sendo a apresentação dos resultados feita na forma de tabelas e gráficos. As medidas de tendência central utilizadas foram a mediana e a média e as medidas de dispersão foram os valores máximos e mínimos, a amplitude, desvio padrão e o coeficiente de variação em porcentagem.

No estudo da transprecipitação (mm, proporção de Tr em relação à P em porcentagem e coeficiente de variação em porcentagem) foram utilizados a análise de diagrama de dispersão e o coeficiente de correlação (R). Também foi definido o melhor modelo de ajuste entre as equações linear, logarítmica, exponencial e de potência, tendo como variável independente a precipitação no aberto (mm). Antes de realizar a análise de correlação e a análise de regressão foi verificada a necessidade ou não de transformação de dados e para isso utilizou-se o teste de normalidade - D'Agostino-Pearson. Para dados que mesmo após a transformação não apresentaram normalidade, foi utilizado o teste não-paramétrico de correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PRECIPITAÇÃO NO ABERTO

Do universo de coletas (122) um total de 105 foram usadas nas análises. Foram descartados eventos em que houve transbordamento de pluviômetros de transprecipitação ou de coletores de escoamento pelo tronco.

No período de outubro de 2009 a setembro de 2010, a precipitação no aberto na estação meteorológica do LHFWE totalizou 2.727,4 mm (Figura 1), suplantando em 712,4 mm a média histórica de 2.015,7 mm de 30 anos de registros (ARCOVA, 2013). Episódios de chuva elevados ocorreram em outubro e dezembro de 2009 e julho de 2010, com desvios em relação à média de 227,0 mm, 424,4 mm e 61,8 mm nos respectivos meses. A maior parte dos eventos descartados incidiu nos dois primeiros meses. Novembro foi mais seco que o normal, com desvio de -81,0 mm. No restante do ano hidrológico a precipitação foi muito próxima aos valores médios de cada mês.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

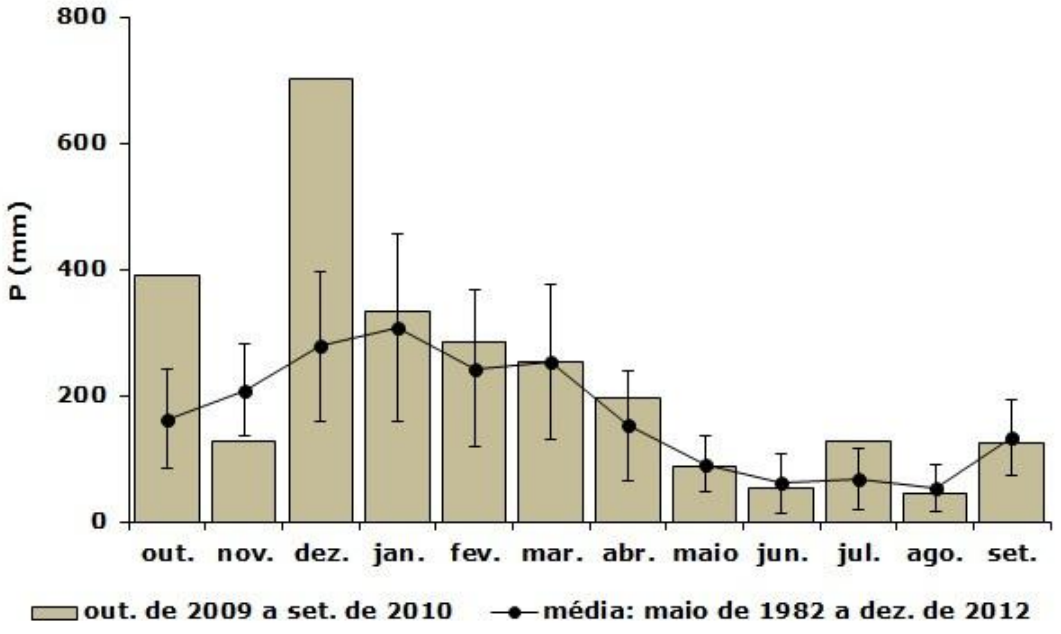

Figura 1 - Precipitação no aberto mensal no período de outubro de 2009 a setembro de 2010. Os círculos sólidos e as linhas verticais são a média e o desvio padrão para o período de maio de 1982 a dezembro de 2012.

Excluídos os eventos com perda de dados, a precipitação no aberto acumulada durante o experimento foi de 1,870,7 mm. Setenta por cento (70,0%) desse volume se concentraram no período semestral úmido e 30,0% no período semestral pouco úmido (Tabela 2). Essa distribuição foi consistente com a da série histórica de outubro de 1982 a setembro de 2012 da microbacia D, cujos percentuais médios foram de 71,8% e 28,2%, respectivamente (ARCOVA, 2013). Houve nítida diferença entre a pluviometria no verão e na primavera e dessas com as do outono e inverno (Tabela 2). A ligeira predominância da quantidade de chuva no inverno sobre o outono decorreu de um evento atípico de 148,3 mm e seis dias de duração em julho. Esse foi o mês com menos ocorrências (4), seguido de maio e junho com 5 episódios cada. Janeiro foi o mês com mais eventos (16), embora o mais chuvoso tenha sido dezembro, que totalizou 333,3 mm, correspondendo à 18,0% da precipitação no aberto de todo o estudo.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 2 - Estatística da precipitação no aberto nas escalas anual, dos períodos semestrais chuvoso e pouco chuvoso, sazonal e mensal.

Período experimental	N° de eventos	P (mm)	% sobre P de todo o estudo
Todo o estudo	105	1870,7	100,0
Período úmido	66	1315,4	70,0
Período pouco úmido	39	555,3	30,0
Primavera	30	528,5	28,0
Verão	34	764,8	41,0
Outono	21	264,2	14,0
Inverno	20	313,2	17,0
Outubro	8	121,3	6,0
Novembro	13	167,2	9,0
Dezembro	11	333,3	18,0
Janeiro	16	161,2	9,0
Fevereiro	9	264,0	14,0
Março	9	268,4	14,0
Abril	8	92,0	5,0
Maio	5	45,5	2,0
Junho	5	73,5	4,0
Julho	4	180,5	10,0
Agosto	10	46,8	3,0
Setembro	7	117,1	6,0

REPARTIÇÃO DA CHUVA

Os números da repartição da chuva nas escalas de tempo avaliadas estão na Figura 2. A precipitação no aberto durante todo o estudo (1.870,7 mm) foi redistribuída em 1.535,8 mm de transprecipitação (82,1%), 21,4 mm de escoamento pelo tronco (1,1%) e 313,5 mm de interceptação (16,8%). Esses percentuais estão alinhados aos de outras localidades do bioma Mata Atlântica (Tabela 1), cujas média e mediana são, respectivamente: transprecipitação (78,6% e 80,0%); escoamento pelo tronco (1,4% e 0,8%) e interceptação (19,6% e 18,4%).

Os percentuais de transprecipitação e de interceptação do presente estudo diferem dos obtidos em Floresta Ombrófila Densa Submontana, onde Nalon e Vellardi (1992) encontraram 91,1% de transprecipitação e 8,6% de interceptação e em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, quando Moura et al. (2012) registraram 87,9% e 10,1% para os mesmos processos. Embora os três tipos de ambientes estejam sob influência direta da maritimidade é uma característica das florestas tropicais montanas a elevada densidade de epífitas nas árvores (FLEISCHBEIN et al., 2005), dentre elas as bromélias. Estas plantas podem armazenar considerável quantidade de água da chuva em seu interior, sendo esse atributo resultado da distribuição espiralada de suas folhas e a forma de cone invertido, que formam pequenos tanques (COGLIATTI-CARVALHO et al., 2010). Assim, a transprecipitação e o escoamento pelo tronco nesta fitofisionomia tendem a ser menores e a interceptação maior. Essa é uma

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

hipótese, porém as influências das epífitas na interceptação ainda não são claras (FLEISCHBEIN et al., 2005).

Os percentuais ora obtidos são próximos aos registrados anteriormente no LHFWE (Tabela 1). Por outro lado, é grande a divergência dos valores de transprecipitação na microbacia D e o da microbacia localizada no município de São Luís do Paraitinga, a poucos quilômetros do LHFWE. Também em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana, à altitude de cerca de 1.000 m e com alta incidência de nevoeiros de montanha, Salemi et al. (2013) registraram valor médio de 67,5% em relação à precipitação no aberto (2.360 mm). A discordância deve ser resultado de diferenças específicas entre os locais, como na diversidade da cobertura vegetal, na densidade da floresta, na estrutura do dossel e na história do sítio (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006). O fato das metodologias usadas nos dois estudos serem diferentes também pode ter influenciado os resultados (JUNQUEIRA JUNIOR et al., 2019). Levia Junior e Frost (2006) destacam que a variação da transprecipitação em um mesmo tipo florestal é, geralmente, maior que a observada entre diferentes tipos florestais.

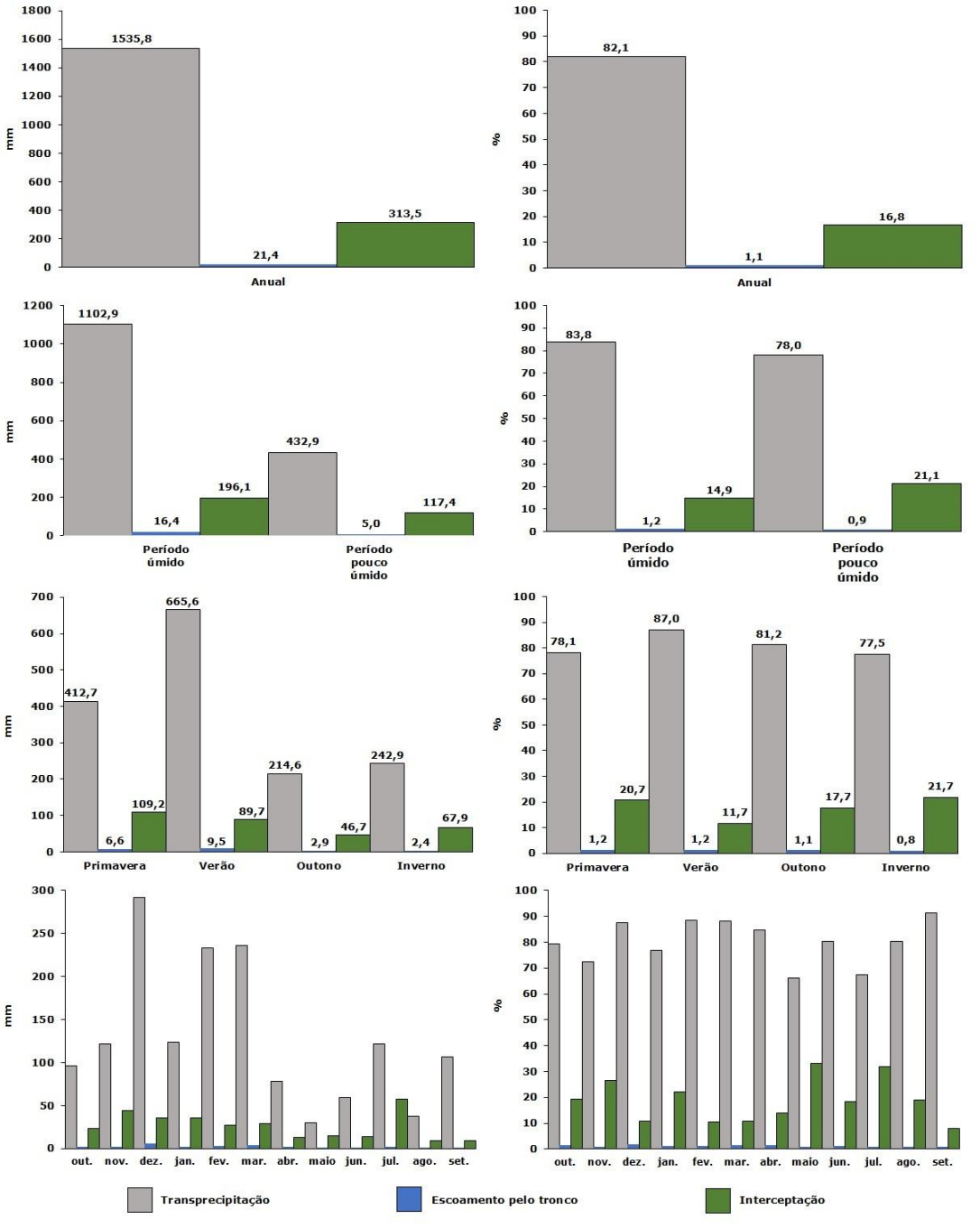

Figura 2 - Transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação em valores absolutos (a esquerda) e em porcentagem sobre a precipitação no aberto (a direita) nas diferentes escalas de tempo abordadas no estudo.

Como mencionado anteriormente, 70,0% da precipitação no aberto se concentraram no período semestral úmido e 30,0% no período semestral pouco úmido. Em resposta a essa diferença a magnitude dos processos da repartição da chuva divergiu entre as duas épocas do ano (Figura 2). No período úmido a precipitação no aberto (1.315,4 mm) foi redistribuída em 83,8% de transprecipitação, 1,2% de escoamento pelo tronco e 14,9% de interceptação.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

No período pouco úmido o total de chuva (555,3 mm) foi partilhado em 78,0% de transprecipitação, 0,9% de escoamento pelo tronco e 21,1% de interceptação. Portanto, houve uma diferença da ordem de 6,0 pontos percentuais na transprecipitação e na interceptação entre os dois períodos. Este comportamento deve ser resultado, dentre outros fatores, das características distintas das chuvas que prevalecem nas duas épocas do ano em Cunha. Entre abril e setembro a tendência é que as chuvas sejam menos intensas e de menor magnitude que no período úmido. Nesta condição, a proporção da chuva interceptada é alta (KURAJI; TANAKA, 2003). Outros estudos em Mata Atlântica registraram comportamento similar aos obtidos na presente pesquisa (NALON; VELLARDI, 1992; ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003; MOURA et al., 2012; CICCO et al., 2019; JUNQUEIRA JUNIOR et al, 2019).

A repartição da chuva variou com as estações do ano (Figura 2). No verão, que é caracterizado por chuvas frequentes, de grande intensidade e magnitude, a precipitação no aberto (765 mm) gerou o maior percentual de transprecipitação entre as quatro estações (87,0%). Somada ao escoamento pelo tronco de 1,2% conferiu o menor índice de interceptação (11,7%). No extremo oposto, a precipitação no aberto no inverno (243 mm) originou o menor percentual de transprecipitação (77,5%) e de escoamento pelo tronco (0,8%) e ocasionou a maior taxa de interceptação (21,7%). Nessa estação as chuvas são pouco frequentes, de baixa intensidade e reduzida quantidade, condições que favorecem taxas altas de interceptação (KURAJI; TANAKA, 2003). A primavera e o outono, que são períodos de transição climática, apresentaram percentuais de transprecipitação e de interceptação intermediários aos das outras duas estações.

A variação sazonal da repartição da chuva foi registrada em outros ambientes da Mata Atlântica. Na Floresta Ombrófila Mista do planalto norte catarinense, Giglio (2013) observou percentuais de transprecipitação ligeiramente maiores no verão e no outono, e menores na primavera e no inverno. Na Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Pachechenik (2010) constatou diferenças nos percentuais de transprecipitação (96,9% no verão, 83,0% no outono, 88,6% no inverno e 88,3% na primavera) e de escoamento pelo tronco (0,8% no verão, 0,4% no outono, 1,0% no inverno e 0,9% na primavera). No manguezal de Cananéia-SP, Galvani e Lima (2016) verificaram maior proporção de transprecipitação no verão (96,3%), seguido da primavera (83,2%), inverno (82,6%) e outono (78,9%).

Quanto a distribuição mensal, metade da transprecipitação de todo o período amostral (762 mm) ocorreu em dezembro (292,2 mm), fevereiro (233,4 mm) e março (236,3 mm) (Figura 2) que, normalmente, são três dos quatro meses mais chuvosos. Por outro lado, maio (30,1 mm) e junho (37,6 mm) contribuíram com apenas 4,4% da transprecipitação anual. As maiores quantidades de escoamento pelo tronco também foram medidas nos meses com maior pluviosidade: dezembro (5,1 mm), fevereiro (3,0 mm) e março (3,4 mm) e, juntos, corresponderam a 54,0% de todo o fluxo pelo tronco. As menores quantidades ocorreram em maio (0,3 mm) e agosto (0,4 mm), representado apenas 3,0% da soma de todo o escoamento pelo tronco. As maiores interceptações incidiram em julho (57,3 mm) e novembro (44,5 mm), correspondendo à 33,0% da interceptação anual, e as menores em agosto (8,8 mm) e setembro (9,1 mm), contribuindo com 6,0% de toda a interceptação.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Em termos absolutos, a transprecipitação apresentou elevada variação no decorrer do ano e ritmo similar ao da precipitação total, coincidindo com o ocorrido na microbacia B (ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003) e na Floresta Estacional Semidecidual da Mata do Paraíso-MG (FREITAS et al., 2013, OLIVEIRA JUNIOR, 2006). A interceptação, ao contrário, exibiu tendência de diminuição ao longo do ano, com exceção aos meses de outubro e julho, este último certamente influenciado pelo evento atípico já mencionado. Na microbacia B, a interceptação mensal acompanhou mesma tendência que a precipitação no aberto (ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003).

Em se tratando da proporção dos processos de repartição em relação à precipitação no aberto, a transprecipitação foi mais homogênea ao longo do ano e teve os maiores valores em setembro (91,0%), seguido de fevereiro, março e dezembro com 88,0%. Os menores percentuais ocorreram em maio (66,0%) e julho (67,0%). O escoamento pelo tronco variou de apenas 0,7 % (maio e julho) a 1,5% (dezembro). A interceptação foi bastante heterogênea. Os maiores valores ocorreram em maio (33,0%) e julho (32,0%) e o menor em setembro (8,0%).

Em oposição aos nossos resultados referentes à evolução mensal da interceptação absoluta durante o ano, Freitas et al. (2013) registraram ritmo semelhante ao da precipitação no aberto. Em termos da proporção dos processos de repartição em relação à precipitação no aberto, Oliveira Junior (2006) obteve maior variabilidade que a nossa ao longo do estudo de três anos de monitoramento.

TRANSPRECIPITAÇÃO

A transprecipitação é a principal forma de chegada de água ao piso da microbacia D e corresponde a 98,6% da precipitação efetiva (1.557,2 mm). Esse percentual está em conformidade aos obtidos em estudos anteriores realizados em Cunha, isto é, 99,7% na microbacia D (CICCO et al., 1986-1988) e 98,6% na microbacia B (ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003).

Os dados de transprecipitação média em cada evento ao longo do estudo estão plotados na Figura 3. A precipitação no aberto variou de 0,1 mm a 148,3 mm. Não houve transprecipitação em apenas dois eventos, cujas precipitações foram 0,1 e 0,4 mm. No decorrer do ano, a transprecipitação variou amplamente, tanto em termos absolutos (0 a 111 mm) quanto em termos percentuais (0% a 106,3%). Essa alta variabilidade temporal também foi registrada em outros estudos conduzidos na Mata Atlântica. Em Floresta Estacional Semidecidual, Castro et al. (1983) obtiveram valores entre 0% e 98,6%. Em Floresta Estacional Decidual com árvores já desenvolvidas, Sari, Paiva e Paiva (2016) obtiveram percentuais de 0% a 163,2%.

Na mesma microbacia D, porém na vertente oposta, Cicco et al. (1986-1988) registraram menor amplitude (42,5% a 97,2%). A diferença de resultados entre os dois estudos deve-se ao grau de detalhamento de cada um deles. No primeiro experimento foram utilizados 16 pluviômetros mantidos fixos. No presente estudo foram empregados 25 pluviômetros que foram realocados em 50 posições possíveis. Para amostragem da transprecipitação nas florestas tropicais é recomendado entre 20 e 30 pluviômetros e esses devem ser remanejados periodicamente (BRUIJNZEEL; EUGSTER; BURKARD, 2005). O

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

número de coletas feitas nos experimentos também contribuiu. Em nosso estudo foram 105, mais que o dobro das 51 realizadas por Cicco et al. (1986-1988).

A variabilidade espacial da transprecipitação é, usualmente, expressa em termos de coeficientes de variação (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006, LIMA, 2017). Os coeficientes de variação no decorrer do estudo foram elevados, com cinco deles maiores que 100% (Figura 3). Nesses eventos a precipitação no aberto foi baixa; entre 0,4 mm e 1,7 mm. Chuvas de quantidade reduzida tendem a provocar elevada variabilidade da transprecipitação (RODRIGO; ÁVILA, 2001; CAO et al., 2008) devido à não saturação das copas (LIMA, 2017). O coeficiente de variação médio da transprecipitação durante o estudo foi de 47,9%, coincidente ao limite superior de valores para as florestas tropicais e subtropicais (3,0% a 48,0%) (LIMA, 2017).

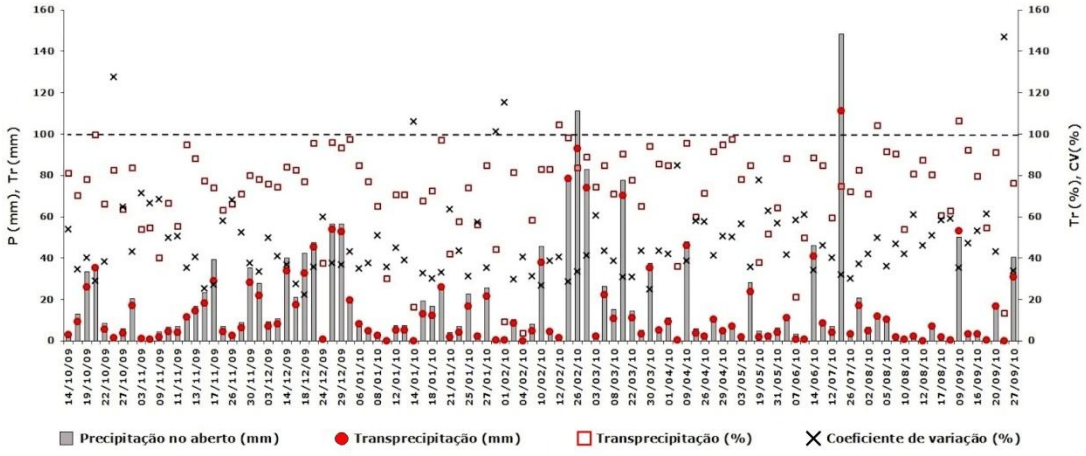

Figura 3 - Precipitação no aberto por evento (mm), transprecipitação média (mm e % de P) e coeficiente de variação da transprecipitação (%) ao longo do período experimental. A linha horizontal separa os percentuais acima de 100,0%.

A transprecipitação (mm) e a precipitação no aberto (mm), após transformação logarítmica, apresentaram forte correlação de Pearson positiva (R=0,9901) (Figura 4-A). Os dados transformados se ajustaram a uma regressão linear simples com elevado coeficiente de determinação (R^2=0,9806), donde se corrobora que a transprecipitação é fortemente influenciada pela quantidade de precipitação no aberto. Nas diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica o modelo linear é o que apresenta melhor ajuste entre as duas variáveis (CASTRO et al., 1983, NALON; VELLARDI, 1993, MOURA et al., 2012, TONELLO et al., 2014, SARI; PAIVA; PAIVA, 2016; GALVANI; LIMA, 2016, SOUSA et al., 2016; CICCO et al., 2019; GROPPO et al., 2019). A correlação de Spearman entre o percentual de transprecipitação (%) e a precipitação no aberto (mm) também é positiva (FIGURA 4-B), porém média (R=0,6045).

A regressão que melhor ajustou os dados foi a logarítmica, mas com reduzido coeficiente de determinação (R^2=0,3797). A tendência de arranjo dos dados da presente pesquisa é similar à observada no estudo realizado anteriormente na microbacia D (CICCO et al., 1986-1988), alterando apenas a magnitude de valores. Os percentuais de transprecipitação cresceram de forma acentuada para baixos valores de precipitação no aberto, passaram a crescer mais moderadamente para precipitações de até 50 mm e daí tenderam a se estabilizar no patamar de 82%. Castro et al. (1983) também obtiveram equação

logarítmica para estudo conduzido em Floresta Estacional Semidecidual na Mata do Paraíso.

O coeficiente de variação da transprecipitação decresceu com a precipitação no aberto, sendo a correlação de Spearman entre ambas negativa e forte (R=-0,7518) (Figura 4-C). Os maiores valores de coeficiente de variação ocorreram para chuvas inferiores ou iguais a 12,5 mm, corroborando a discussão feita anteriormente sobre a Figura 4. Para chuvas superiores a 25 mm o coeficiente de variação tendeu a se estabilizar e oscilou em torno de 30,0%. O modelo de potência foi o que melhor ajustou as duas variáveis, porém com coeficiente de determinação apenas moderado (R^2=0,4335). Lima (2017) obteve um ajuste melhor para esse modelo (R^2= 0,649), porém pouco inferior ao exponencial (R^2= 0,684).

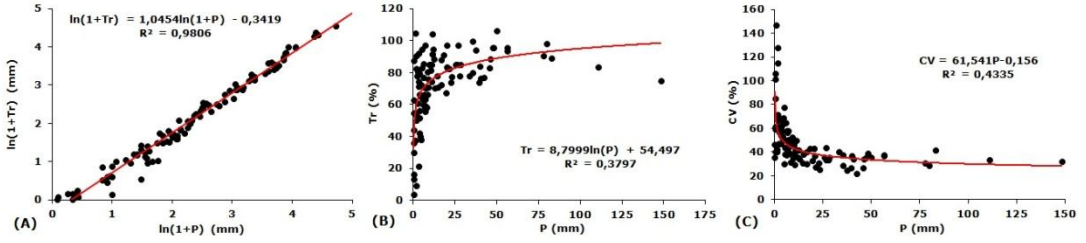

Figura 4 - Diagramas de dispersão para precipitação no aberto (mm) e transprecipitação (mm) (A); percentual da transprecipitação (%) (B) e coeficiente de variação (%) (C), e respectivas regressões.

Em 3 eventos a precipitação no interior da floresta superou a precipitação no aberto. O LHFWE está localizado em uma região com elevada incidência de nevoeiros ao longo do ano, sendo a precipitação oculta uma das possíveis causas para o sucedido. Porém, essa possibilidade deve ser vista com cautela, pois estudos sobre o potencial hidrológico dos nevoeiros mostraram que esse processo não é significativo para a microbacia D (ARCOVA, 2013). Erros na medição da precipitação no aberto (subestimativa) e da transprecipitação (superestimativa) também podem causar interceptação negativa (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000, GERMER; ELSENBEER; MORAES, 2006).

A possibilidade mais provável é a ocorrência de "*drippoints*" no interior da floresta, que se refere ao fluxo de água direcionado por caminhos preferenciais gerando maior gotejamento em determinados locais (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000; GERMER; ELSENBEER; MORAES, 2006). O dossel das florestas tropicais é diverso e geometricamente complexo, com grande potencial para a formação de "*drippoints*" (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006). Os pontos P2, P5, P23 e P24 são exemplos desta condição (Tabela 3). Nesses pontos, em aproximadamente 60,0% dos eventos, a transprecipitação superou a precipitação no aberto. Na Mata Atlântica há considerável incidência de locais onde ocorre a concentração de água da chuva devido ao grande número de espécies vegetais presentes e ao entrelaçamento entre os ramos das árvores (MOURA et al., 2012; GIGLIO, 2013; SOUSA et al., 2016, CICCO et al., 2019).

Finalmente, não se pode desconsiderar uma possível influência dos fungos, cipós e epífitas, muito comuns na Mata Atlântica de altitude. Esses organismos podem causar obstruções ao fluxo de água pelos galhos e troncos e gerar pontos de gotejamento onde a chuva interna pode ser superior a chuva que incide sobre a vegetação (FLEISCHBEIN et al., 2005, GIGLIO, 2013). Ainda observando a Tabela 3, verifica-se que, contrariamente aos "*drippoints*", em

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

nove pontos (P6, P15, P18, P22, P27, P34, P38, P41e P42) a transprecipitação sempre foi menor que a precipitação no aberto. Nesses locais a vegetação apenas retém parte da água (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006).

Tabela 3 - Frequências absoluta e relativa do número de eventos que a transprecipitação (Tr) é maior que precipitação no aberto (P) ou é menor ou igual a ela nos pontos de colocação dos pluviômetros.

Ponto	Nº de eventos com Tr/P>100%	Nº eventos com Tr/P≤100%	Total	% eventos com Tr/P>100%	% eventos com Tr/P≤100%	Total
1	1	59	60	1,7	98,3	100%
2	33	19	52	63,5	36,5	100%
3	2	47	49	4,1	95,9	100%
4	24	29	53	45,3	54,7	100%
5	35	26	61	57,4	42,6	100%
6	0	62	62	0,0	100,0	100%
7	6	49	55	10,9	89,1	100%
8	21	38	59	35,6	64,4	100%
9	6	46	52	11,5	88,5	100%
10	22	38	60	36,7	63,3	100%
11	9	44	53	17,0	83,0	100%
12	23	37	60	38,3	61,7	100%
13	11	34	45	24,4	75,6	100%
14	16	52	68	23,5	76,5	100%
15	0	64	64	0,0	100,0	100%
16	2	55	57	3,5	96,5	100%
17	22	37	59	37,3	62,7	100%
18	0	36	36	0,0	100,0	100%
19	8	40	48	16,7	83,3	100%
20	4	48	52	7,7	92,3	100%
21	5	57	62	8,1	91,9	100%
22	0	64	64	0,0	100,0	100%
23	32	20	52	61,5	38,5	100%
24	44	29	73	60,3	39,7	100%
25	11	34	45	24,4	75,6	100%
26	11	24	35	31,4	68,6	100%
27	0	71	71	0,0	100,0	100%
28	3	52	55	5,5	94,5	100%
29	7	42	49	14,3	85,7	100%
30	15	36	51	29,4	70,6	100%
31	18	45	63	28,6	71,4	100%
32	14	25	39	35,9	64,1	100%
33	5	31	36	13,9	86,1	100%
34	0	34	34	0,0	100,0	100%
35	7	23	30	23,3	76,7	100%
36	9	48	57	15,8	84,2	100%
37	1	58	59	1,7	98,3	100%
38	0	36	36	0,0	100,0	100%
39	25	26	51	49,0	51,0	100%
40	16	28	44	36,4	63,6	100%
41	0	38	38	0,0	100,0	100%
42	0	52	52	0,0	100,0	100%
43	23	29	52	44,2	55,8	100%
44	22	28	50	44,0	56,0	100%
45	12	45	57	21,1	78,9	100%

46	3	45	48	6,3	93,8	100%
47	3	46	49	6,1	93,9	100%
48	4	51	55	7,3	92,7	100%
49	10	45	55	18,2	81,8	100%
50	7	37	44	15,9	84,1	100%

Foi observada ampla variação da transprecipitação entre as 50 posições de colocação dos pluviômetros (Figuras 5 e 6). Em 29 pontos prevaleceram valores na faixa de 80,1% a > 100,0%. Nesse grupo destacam-se os pontos P2, P5, P24 e P43 nos quais, aproximadamente, 80,0% dos eventos estiveram na classe superior de transprecipitação. No extremo oposto, nos pontos P1, P6, P22 e P24 predominou a faixa de 0,1% a 30,0%. De forma intermediária, em 4 pontos a transprecipitação esteve na faixa de 30,1% a 50,0% e em 15 pontos esteve entre 50,1% e 80,0%. Nos pontos P14 e P1 ocorreram os maiores percentuais de transprecipitação, que foram 482,0% e 306,0%, respectivamente. Ambos no dia 23/10/2019, cuja a precipitação no aberto foi de apenas 1,7 mm. Esses dois pontos apresentaram os maiores coeficientes de variação (90,0%).

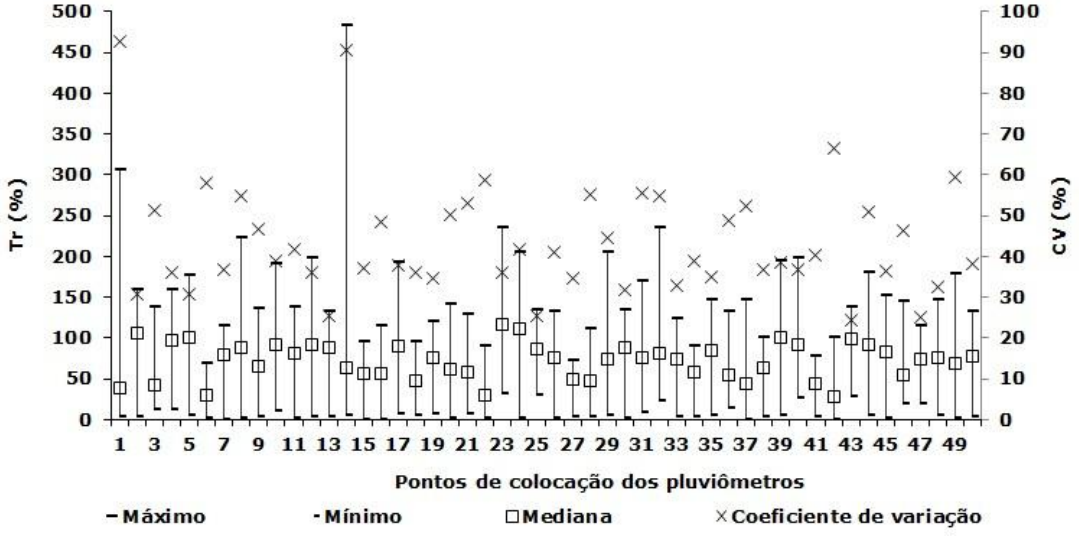

Figura 5 - Mediana, valores máximos, mínimos e coeficiente de variação da transprecipitação como porcentagem da precipitação no aberto nos 50 pontos de colocação dos pluviômetros.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

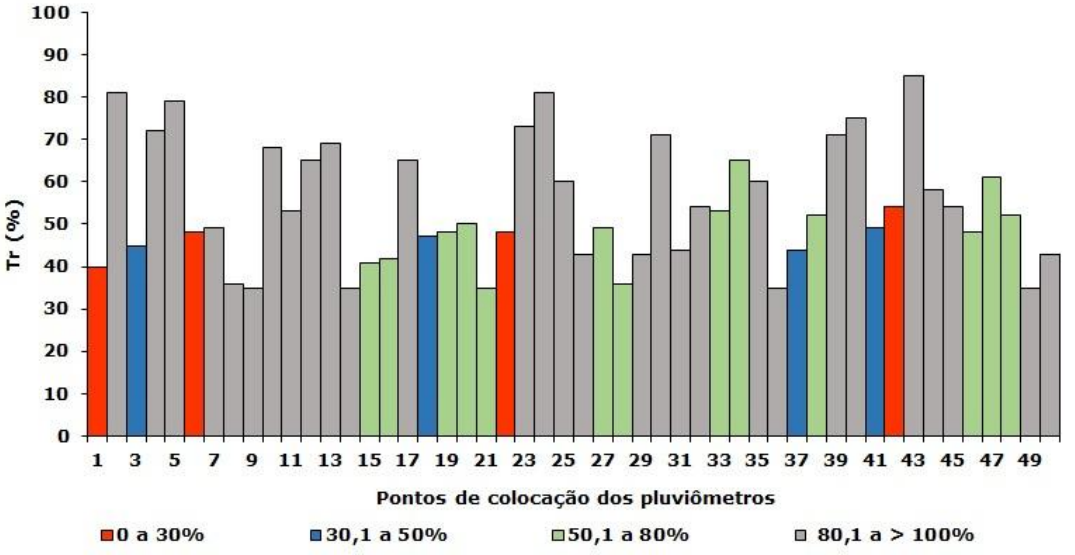

Figura 6 - Prevalência de classes de transprecipitação como percentagem da precipitação no aberto nos 50 pontos de colocação dos pluviômetros.

A variabilidade da transprecipitação no interior da floresta é influenciada por fatores relacionados ao posicionamento dos pluviômetros em relação à copa (proximidade do tronco, se posicionado na periferia ou na parte interior da projeção da copa) (LEVIA JUNIOR; FROST, 2006) e de aspectos inerentes à própria vegetação, como o tamanho da copa, orientação e forma das folhas, anglo de inserção dos ramos, presença de obstáculos ao fluxo de água nos ramos, tipo de casca da árvore e aberturas no dossel (CROCKFORD; RICHARDISON, 2000). A parcela usada no presente experimento foi originalmente estabelecida para um estudo de avaliação da precipitação oculta na microbacia D (ARCOVA, 2013) e não houve preocupação em obter informações sobre a influência da posição dos pluviômetros em relação aos troncos e às copas que poderiam subsidiar nossa discussão atual.

Nosso ponto de vista é que a elevada variabilidade da transprecipitação no interior da parcela do estudo reflete a ampla heterogeneidade e complexidade da sua vegetação. A parcela possuí 52 árvores com altura variando entre 3 e 22 metros, DAP entre 10 e 54 cm, distribuídas em 22 espécies e 16 famílias, sendo algumas bifurcadas, além de arvoretas com DAP menor que 10 cm. Nessa grande diversidade da massa vegetal existem, copas pequenas e copas grandes, copas que ultrapassam o teto do dossel, folhas largas, folhas miúdas, folhas ásperas, folhas lisas, folhas pendentes e folhas empinadas, ramos com casca lisa e ramos com casca rugosa com diferentes inclinações e ângulo de inserção no tronco, cipós, touceiras de bambu, diferentes espécies de epífitas em ramos e troncos, clareiras provocadas pela queda de árvores e de ramos grandes, adensamento do dossel devido ao entrelaçamento de galhos. Essas condições típicas de uma floresta tropical úmida secundária são potencialmente geradoras de diversidade da transprecipitação.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

CONCLUSÕES

O artigo avaliou a repartição da chuva em diferentes escalas de tempo e estudou aspectos da transprecipitação em uma microbacia coberta com Floresta Ombrófila Densa Montana. Destaca-se, que esse é um dos processos importantes para o entendimento do funcionamento hidrológico de bacias hidrográficas com Mata Atlântica e, portanto, para o estabelecimento de políticas de conservação desse bioma.

Os percentuais de transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação em relação à precipitação no aberto acumulada durante o experimento foram 82,1%, 1,1% e 16,8%, respectivamente. Esses números corroboraram os resultados da literatura registrados para o bioma da Mata Atlântica. São consistentes aos encontrados em estudos anteriores realizados no LHFWE.

A repartição da chuva variou entre os períodos semestrais do ano hídrico. No período úmido, a precipitação no aberto foi redistribuída em 83,8% de transprecipitação, 1,2% de escoamento pelo tronco e 14,9% de interceptação. No período pouco úmido, o total de chuva foi partilhado em 78,0% de transprecipitação, 0,9% de escoamento pelo tronco e 21,1% de interceptação.

A repartição da chuva variou com as estações do ano. No verão, a precipitação no aberto gerou a maior transprecipitação (87,0%) e a menor interceptação (11,7%). No inverno, ocorreu o oposto: a menor transprecipitação (77,5%) e a maior interceptação (21,7%). A primavera e o outono apresentaram percentuais de transprecipitação e de interceptação intermediários aos das outras duas estações.

A transprecipitação no decorrer do estudo variou de 0% a 106,0% da precipitação no aberto. Os coeficientes de variação foram elevados, principalmente para os eventos de chuva reduzida.

As quantidades de transprecipitação e precipitação no aberto apresentaram forte correlação positiva e se ajustaram a uma regressão linear simples (R^2=0,9823), indicando que o gotejamento é fortemente influenciado pela quantidade de precipitação.

Alguns pontos de medição da transprecipitação se distinguiram por concentrar a água da chuva e outros por reterem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.F. et al. Avaliação da precipitação efetiva de um fragmento de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração no município de Viçosa, MG. *Revista Ambi-Água*, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2007.

ARCOVA, F.C.S.; CICCO, V.; ROCHA, P.A.B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257- 262, mar./abr. 2003.

ARCOVA, F.C.S. 2013. Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP. 2013. 175 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) -

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BRUIJNZEEL, L.A.; EUGSTER, W.; BURKARD, R. Fog as hydrologic input. In: ANDERSON, M. G. (Ed.). *Encyclopedia of hydrological sciences*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. cap. 38, p. 559-582.

CAO, Y. et al. Effects of forest plantations on rainfall redistribution and erosion in the red soil region of southern China. *Land Degradation & Development*, v. 19, p. 321-330, 2008.

CALUX, J.; THOMAZ, E.L. Interceptação e precipitação interna: comparação entre Floresta Ombrófila Mista e *Pinus elliotttii var. elliott*. *GeoAmbiente on-line*, Jataí, n. 19, p. 24-39, jul./dez. 2012.

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

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

CICCO, V. et al. Interceptação da chuva em ambiente da Mata Atlântica em clima tropical de altitude. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 24, p. 89-107, jan./jun. 2019.

COGLIATTI-CARVALHO, L. et al. Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 24, n.1, p. 84-95, jan./mar. 2010.

CROCKFORD; R.H.; RICHARDSON, D.P. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes*, Amsterdam, v. 14, n. 16-17, p. 2903-2920, 2000.

DEON, E.H.A. *Interceptação da chuva em Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, RS*. 2015. 61 p. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental)–Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

DINIZ, A.R. et al. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios sucessionais de Floresta Atlântica, Pinheiral – RJ. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 389-399, jul./set. 2013

DOMINGUES, E.N.; MATTOS, I.F.A.; FURIAN, S.M. Geomorfologia e cobertura vegetal atual da microbacia do ribeirão do Barracão no núcleo Cunha-Parque Estadual da Serra do Mar-SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.13, n. 2, p. 189-200, dez. 2001.

FLEISCHBEIN, K. et al. Rainfall interception in a lower montane forest in Ecuador: effects of canopy properties. *Hydrological Processes*, Amsterdam, v. 19, p. 1355-1371, 2005.

FREITAS, J.P.O. et al. Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 100-108, 2013.

FREITAS, J.P.O. et al. Net precipitation in a semideciduous forest fragment in Viçosa city, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 793-801, 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2017-*

2018. São Paulo, 2019. (Relatório Técnico). Acesso em: 12.09.2019. Disponível em: https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B. Interceptação da Precipitação no Manguezal no Litoral Sudeste do Brasil. *Espaço Aberto*, Rio de Janeiro, v. 6, n.1, p. 111-130, 2016.

GERMER, S.; ELSENBEER, H.; MORAES, J.M. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, south-western Amazonia (Rondônia, Brazil). *Hydrology and Earth System Sciences*, Amsterdam, v. 10, p. 383-393, 2006.

GERRITS, A.M.J.; PFISTER, L; SAVENIJE, H.H.G. Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest. *Hydrological Processes*, Amsterdam, v. 24, p. 3011-3025, 2010.

GIGLIO, J.N. *Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por Floresta Ombrófila Mista*. 2013. 194 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) –Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

GIGLIO, J.N.; KOBIYAMA, M. Interceptação da chuva: uma revisão com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 297-317, 2013.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ; T.M.; WILLIAMS-LINERA, G.; HOLWERDA, F. Understory and small trees contribute importantly to stemflow of a lower montane cloud forest. *Hydrological Processes*, Amsterdam, p. 1–10, 2017.

GROPPO, J.D. et al. Capacidade de retenção de água do dossel vegetativo: comparação entre Mata Atlântica e plantação florestal de eucalipto. *Ciências Florestais*, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 96-104, jan./mar., 2019.

HUTLEY, L.B. et al. Australian Journal of Botany, Collingwood, v.45, p. 311-329, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências nº 1).

JUNQUEIRA JUNIOR, J.A. et al. Rainfall partitioning measurement and rainfall interception modelling in a tropical semi-deciduous Atlantic forest remnant. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 275, p.170–183, 2019.

KURAJI; K.; TANAKA, M. Rainfall interception studies in the tropical forests. *Journal of Japanese Forestry Society*, Tokyo, v. 85, p. 18-28, 2003.

LEVIA JUNIOR, D. F.; FROST, E. E. Variability of throughfall volume and solute inputs in wooded ecosystems. *Progress in Physical Geography*, Thousand Oaks, v. 30, n. 5, p. 605–632, 2006.

LIMA, R.S. *Fatores de variação das estimativas de precipitação interna em uma floresta secundária*. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, 2017.

LINO, C.F.; DIAS, H. *Águas da Mata Atlântica: programa água e florestas da Mata Atlântica*. São Paulo: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2005. 41 p. (Documento de Trabalho n ° 34)

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

LORENZON, A.S.; DIAS, H.C.T.; LEITE, H.G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 619-627, 2013.

MCJANNET, D.; WALLACE, J.; REDDELL, P. Precipitation interception in Australian tropical rainforests: II. Altitudinal gradients of cloud interception, stemflow, throughfall and interception. *Hydrological Processes*, Amsterdam, v. 21, n. 13, p. 1703-1718, 2007.

MONTEIRO, C.A.F. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de atlas*. 1973. 129 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

MOURA, A.E.S.S. et al. Precipitação efetiva nos períodos chuvoso e pouco chuvoso em um fragmento de Mata Atlântica, Recife — PE. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 7-16, out./dez. 2012.

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

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

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

OLIVEIRA JUNIOR, J.C**.** *Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais*. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, viçosa, Minas Gerais, 2006.

PACHECHENIK, P.E. *Demanda hídrica em plantio de pínus e em uma floresta nativa, na região de Telêmaco Borba.* 2010. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)–Setor de Ciências Agrárias, UFPR, Curitiba, Paraná, 2010.

RODRIGO, A.; AVILA, A. Influence of sampling size in the estimation of mean throughfall in two Mediterranean holm oak forests. *Journal of Hydrology, Amsterdam*, v. 243, n. 3, p. 216-227, 2001.

SÁ, J.H.M.; CHAFFE, P.L.B.; OLIVEIRA, D.Y. Análise comparativa dos modelos de Gash e de Rutter para a estimativa da interceptação por Floresta Ombrófila Mista. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 1008-1018, 2015.

SÁ, J.H.M.; CHAFFE, P.L.B.; QUILLET, M.J.J. The influence of the interception process on the precipitation quality in a catchment covered by subtropical Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 742-751, 2016.

SADEGHI, S.M.M.; ATTAROD, P.; ABBASIAN, P. Rainfall interception loss by a *Cupres sus arizonica* stand. *Advances in Bioresearch*, Agra, v. 5, n. 4., p. 24-29, 2014.

SALEMI, L.F. et al. Land-use change in the Atlantic rainforest region: Consequences for the hydrology of small catchments. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.499, n. 1, p. 100-109, 2013.

SANTOS, I. *Monitoramento e modelagem de processos hidrogeomorfológicos: mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica*. 2009. 167 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2009.

SARI, V; PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA, J.B.D. Interceptação da chuva em diferentes formações florestais na região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 21, n.1, p. 65-79, 2016.

SATO, A.M.; AVELAR, A.S.; COELHO NETTO, A.L. Spatial variability and temporal stability of throughfall in a eucalyptus plantation in the hilly lowlands of southeastern Brazil. *Hydrological Processes*, Amsterdam, v. 25, p. 1910–1923, 2011.

SOUSA, R.C. et al. Interceptação pluviométrica pelo dossel de Floresta Ombrófila Mista Alto-montana no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. *FLORESTA*, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 243 - 250, abr.-jun., 2016.

TONELLO, K.C. et al. Precipitação efetiva em diferentes formações florestais na Florestal Nacional de Ipanema. *Revista Árvore*, Viçosa, v.38, n. 2, p. 383-390, 2014.

WULLAERT, H. et al. Spatial throughfall heterogeneity in a montane rain forest in Ecuador: extent, temporal stability and drivers. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 377, p.71-79, 2009