

Interceptação da chuva em diferentes formações florestais na região sul do Brasil

Rainfall interception in different forest formations in the southern region of Brazil

Vanessa Sari¹, Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva² e João Batista Dias de Paiva³

¹Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

sari.vanessa@yahoo.com.br

²(In Memoriam) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

eloizadepaiva@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

jbdpaiva@gmail.com

Recebido: 07/04/15 - Revisado: 19/10/15 - Aceito: 02/12/15

RESUMO

A interceptação das chuvas (I) pela vegetação pode afetar o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, influenciando os processos de modelagem hidrológica. As limitações do monitoramento e a grande variedade do clima e da vegetação brasileira dificultam as estimativas do processo de interceptação e; por isso, essa variável é geralmente negligenciada ou subestimada durante as modelagens hidrológicas. Esse estudo analisou a interceptação da chuva em duas florestas de mata nativa, características do Bioma Mata Atlântica (parcelas MA1 e MA2), e uma floresta de eucalipto (parcela RE); localizadas na região sul do Brasil. A precipitação interna (Pi) e o escoamento pelo tronco (Et) foram monitorados por coletores de baixo custo, sendo utilizados 40 coletores de Pi na parcela MA1 e 20 coletores nas parcelas MA2 e RE, e 3 coletores de Et em cada parcela. No total foram analisadas 40, 34 e 22 coletas de Pi e 17, 18 e 6 coletas de Et nas parcelas MA1, MA2 e RE, respectivamente. A precipitação total (P) observada foi igual a 2046,50; 1726,23 e 957,96 mm; e a Pi total verificada foi de 75,97; 82,40 e 78,07% de P, para as parcelas MA1, MA2 e RE, respectivamente. O Et foi igual a 5,69; 2,91 e 11,09% de P; e a I estimada foi de 17,76; 16,90 e 14,56% de P, para as parcelas MA1, MA2 e RE, respectivamente. Os valores de Pi e I observados estão dentro da faixa reportadas por outros autores para vegetação semelhante, entretanto o Et monitorado foi bem superior aos resultados relatados. As relações de ajuste apresentaram limitações devido ao número de coletores de Et utilizados, do número de coletas de Pi e Et monitoradas, sobretudo em RE e também; em razão da grande variabilidade espacial e temporal dos processos analisados, que dificultam o processo de monitoramento.

Palavras Chave: Mata atlântica. Precipitação interna. Escoamento pelo tronco

ABSTRACT

Rainfall interception by vegetation (I) can affect the hydrological behavior of a watershed, influencing the hydrological modeling processes. The limitations of monitoring and the wide variety of Brazilian climate and vegetation make it difficult to estimate the interception process. Therefore interception is often overlooked or underestimated in hydrological modeling. This study analyzed the rainfall interception in two forests with native vegetation belonging to the Atlantic Forest biome (MA1 and MA2 plots), and a eucalyptus forest (RE plot); located in southern Brazil. The throughfall (Pi) and stemflow (Et) were monitored for low cost collectors. Forty Pi collectors were used in MA1 plot and 20 collectors in MA2 and RE plots, and three Et collectors in each plot. In total 40, 34 and 22 collections of Pi and 17, 18 and 6 Et collections in MA1, MA2 and RE plots, respectively were analyzed. The total precipitation (P) observed was equal to 2046.50; 1726.23 and 957.96 mm; and total Pi found was 75.97; 82.40 and 78.07% of P, for the plots MA1, MA2 and RE, respectively. The Et was equal to 5.69; 2.91 and 11.09% P; and the estimated I was 17.76; 16.90 and 14.56% P, for MA1, MA2 and RE plots, respectively. Observed values of Pi and I are within the range reported by other authors for similar vegetation, however monitored Et was well above the reported results. The adjustment ratios presented limitations due to the number of Et collectors used and the number of Pi and Et collections monitored, especially in the RE plot; and also because of the large spatial and temporal variability of the processes analyzed, that make the monitoring process difficult.

Keywords: Atlantic forest. Throughfall. Stemflow

INTRODUÇÃO

A interceptação das chuvas pelo dossel da vegetação pode afetar o balanço hídrico e a hidrologia nas regiões com grande cobertura vegetal e, por consequência, influenciar os processos de modelagem hidrológica. De fato, a parcela da chuva que retorna diretamente à atmosfera, em função da evaporação da água interceptada, pode representar um percentual significativo do total precipitado, sobretudo em regiões de clima quente (SAVENIJE, 2004).

Conforme estudos realizados por Almeida e Soares (2003), Arcova, Cicco e Rocha (2003), Oliveira Júnior e Dias (2005), Thomaz (2005), Alves et al. (2007), Moura et al. (2009), Scheer (2009), Moura et al. (2012) e Diniz et al. (2013), os valores interceptados pela vegetação mata atlântica podem variar entre um mínimo de 4,20 e um máximo de 52,40% da precipitação incidente. O valor mediano referente a esses estudos mostra um percentual de 20,65% das chuvas interceptadas pela vegetação. Por outro lado, resultados determinados por Lima (1976), Greenwood et al. (1985), Almeida e Riekerk (1990), Crockford e Richardson (1990a; 1990b), Andrade et al. (1995), Valente, David e Gash (1997), Putuhena e Cordery (2000), Huber e Iroumé (2001), Almeida e Soares (2003), Lane et al. (2004), Balieiro et al (2007), Huber et al. (2010), Bulcock & Jewitt (2012), Trevisan et al. (2012) e Livesley, Baudinette e Glover (2014) demonstram menores valores de interceptação em reflorestamento de eucalipto (entre 10,00 e 43,90% da precipitação incidente, com valor mediano observado igual a 16,20% da precipitação).

No entanto, apesar de sua relevância, a interceptação é ainda uma das variáveis mais subestimadas nos estudos de modelagem hidrológica que tem por base os processos chuva-vazão (SAVENIJE, 2004). Em modelos hidrológicos largamente utilizados, como o TOPMODEL (BEVEN et al., 1984) e o Tank Model (SUGAWARA, 1995), a interceptação é simplesmente desprezada ou considerada apenas implicitamente nos processos de calibração do modelo (CHAFFE et al., 2010); ou ainda, como um reservatório com pequena capacidade de armazenamento.

Há que se considerar, entretanto, que por ser um dos primeiros processos da modelagem hidrológica a ser determinado na cadeia dos processos chuva-vazão, a interceptação pode influenciar a disponibilidade de água para o solo. Dessa forma, um erro introduzido em sua estimativa será automaticamente propagado para a modelagem das fases subsequentes (SAVENIJE, 2004). Sendo assim, conhecer a magnitude da chuva interceptada pela vegetação é essencial para a compreensão e modelagem dos processos hidrológicos, e também para a adaptação dos modelos existentes, já que muitos deles podem estar subestimando (ou superestimando) os cálculos dos percentuais de chuva interceptados.

Comumente, a determinação do total interceptado por uma vegetação é realizada através da partição da chuva precipitada em precipitação interna (P_i), escoamento pelo tronco (E_t) e total interceptado (I). Esse particionamento é influenciado por: i) fatores climáticos, tais como: intensidade e volume precipitado, chuva antecedente, velocidade do vento, temperatura do ar, umidade do ar, e radiação solar (BULCOCK; JEWITT, 2012;

CROCKFORD; RICHARDSON, 2000; LIVESLEY; BAUDINETTE; GLOVER, 2014); ii) características da vegetação, como por exemplo: tipo, orientação, altura e densidade da vegetação, capacidade de armazenamento, grau de desenvolvimento vegetal, características da casca, presença/ausência de líquens e fungos, padrões de ramificação da copa, e ângulo de inclinação dos ramos (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000; GERMER; ELSERBEER; MORAES, 2006; KEIM; SKAUGSET; WEILER, 2005; STAELSENS et al., 2008); e iii) período/estação do ano, em especial para aquelas regiões com ocorrência de períodos chuvosos e pouco chuvosos bem definidos (ARCOVA; CICCO; ROCHA, 2003; MOURA et al., 2012).

As interações entre o clima e a estrutura vegetal podem ocasionar diferenças significativas entre os percentuais de precipitação interna para espécies com características semelhantes (BRAUMAN; FREYBERG; DAILY, 2010). Além disso, a ocorrência de pontos de gotejamento (drippoints) e de caminhos preferenciais contribui para a variabilidade espacial e temporal desse particionamento. Tais pontos podem tornar-se ativos quando um dado evento excede os limites de armazenamento da vegetação, seja pela intensidade, pelo volume ou pela duração da precipitação (DUNKERLEY, 2010). Adicione-se ainda, o aumento de P_i e de sua variação espacial em função de aberturas no dossel (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000).

A vegetação do tipo Mata Atlântica apresenta grande incidência de drippoints, em razão do elevado número de espécies vegetais presentes e também, pelo entrelaçamento existente entre os galhos. Essas particularidades contribuem para a acentuada variabilidade espacial da cobertura florestal e para a alta heterogeneidade dos processos de distribuição da precipitação interna (MOURA et al., 2012).

Tais características, somadas à grande diversidade do clima e da vegetação presente no território brasileiro (GIGLIO; KOBAYAMA, 2013), dificultam a estimativa do processo de interceptação; demandando um elevado número de instrumentos coletores, ou uma realocação desses, ou ainda, uma grande área de monitoramento, para a garantia de uma adequada representatividade dos valores de P_i monitorados (DEGUCHI et al., 2006). Isso porque, a correta identificação da precipitação interna representa uma fase crítica na avaliação do total dessas perdas, de modo que um erro significativo nessa estimativa de P_i resultará em um erro correspondente na determinação das perdas por interceptação, levando a subestimativa ou a superestimativa dos valores calculados (DUNKERLEY, 2010). Desse modo, conhecer as características da vegetação predominante na bacia, bem como as consequências decorrentes de variações na cobertura vegetal constitui-se em fator essencial aos processos de modelagem e à melhor compreensão do ciclo hidrológico.

Nesse contexto, essa pesquisa analisa os processos de interceptação da chuva pelo dossel da vegetação, considerando duas florestas de mata nativa (características do Bioma Mata Atlântica) e uma floresta de eucalipto, localizadas na região sul do Brasil. Para a estimativa da interceptação, em cada tipologia vegetal, foram monitorados a precipitação incidente, a precipitação interna e o escoamento pelo tronco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área experimental

O monitoramento foi realizado em três parcelas, sendo duas delas (MA1 e MA2) com vegetação do tipo mata nativa (Floresta Estacional Decidual), característica do Bioma Mata Atlântica, e uma delas (RE) composta por reflorestamento de eucalipto (*Eucalyptus Grandis*). Tais parcelas estão localizadas na região Sul do Brasil, nas cabeceiras do Rio Vacacaí Mirim (Figura 1). A área estudada possui aproximadamente 4,5 km², com vegetação predominante do tipo mata nativa, característica do bioma Mata Atlântica, além de áreas de campo nativo, pastagens, agricultura e plantios de eucalipto.

Conforme o sistema de classificação de Köppen, o clima é do tipo subtropical Cfa; caracterizado pela ocorrência de precipitações durante todos os meses do ano, sem grande diferença quantitativa entre o mês mais chuvoso e o mês mais seco (FELTRIN et al., 2011). A precipitação média anual varia de 1.700 a 1.800 mm, com uma frequência de 113 dias de chuva no ano. A temperatura média anual situa-se em torno de 19,3°C, sendo a média das temperaturas máximas do mês mais quente (janeiro) de 31,5°C e do mês mais frio (julho) de 9,3°C (MORENO, 1961).

Precipitação incidente (P)

O monitoramento da precipitação incidente foi rea-

lizado por meio de um pluviógrafo automático, localizado a aproximadamente 165 m da parcela MA1 (mata atlântica 1), 1,4 km da parcela MA2 (mata atlântica 2), e 1,38 km da parcela RE (reflorestamento de eucalipto). O pluviógrafo situado mais próximo das áreas MA2 e RE apresentou problemas operacionais e, por isso, os dados monitorados foram descartados.

A distância do pluviógrafo às parcelas MA2 e RE pode ser um fator de erro na estimativa da intercepção, já que apesar da precipitação ser considerada homogênea dentro da bacia, essas parcelas localizam-se em altitude superior ao ponto onde o pluviógrafo está instalado.

Precipitação interna (Pi)

A precipitação interna foi monitorada nas três parcelas (MA1, MA2 e RE) a partir de coletores instalados abaixo do dossel, distribuídos de tal forma a obter uma adequada representatividade espacial. A tabela 1 apresenta as características gerais das parcelas monitoradas.

Os coletores de Pi foram confeccionados utilizando-se conexões comerciais de tubulações de esgoto, conforme metodologia proposta por Baumhardt et al. (2009). Ao unir esses componentes, forma-se um pluviômetro de montagem rápida, de fácil limpeza e manutenção. Uma tela de PVC foi colocada na parte superior do coletor para evitar a entrada de folhas, insetos e pequenos animais que pudessem interromper o fluxo da água. Cada coletor foi instalado em uma estaca de madeira, através de abraçadeiras de nylon, a 60 cm da superfície

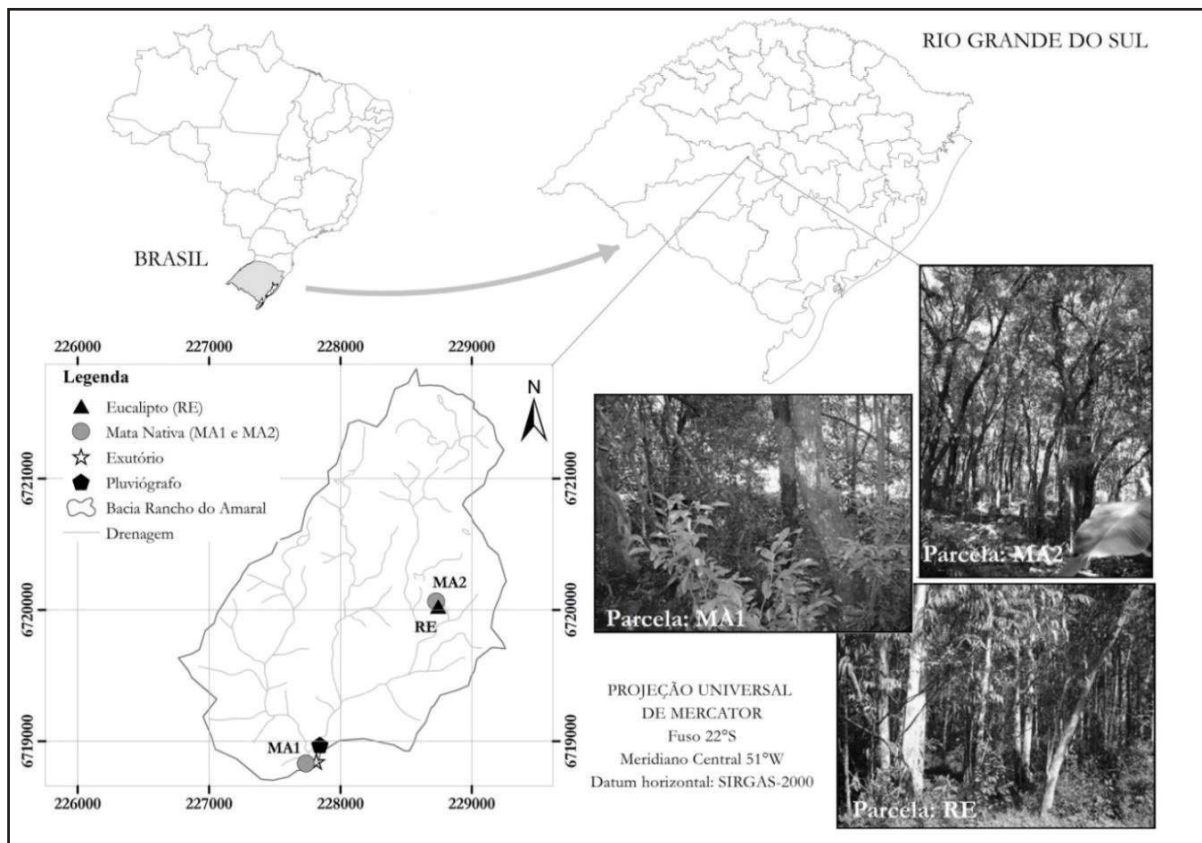


Figura 1 – Localização das parcelas para monitoramento de Pi e Et e do pluviógrafo para monitoramento de P



Figura 2 - Coletores utilizados para monitoramento de Pi a) vista superior e b) vista lateral

do solo. Isso permite que se abranja a influência de todos os galhos das árvores sobre a interceptação, inclusive daqueles mais próximos ao solo. A figura 2 mostra uma vista superior e lateral desses coletores.

Em geral, a grande variabilidade espacial da precipitação interna em florestas naturais, especialmente as tropicais, requer a utilização de um grande número de medidores, geralmente maior que 20 ou 30, para a adequada caracterização de Pi (BRUIJNZEEL; EUGSTER; BURKARD, 2005). Métodos fixos de coleta tipicamente apresentam maior coeficiente de variação nos valores de Pi monitorados, em comparação aos métodos de rotação, exigindo, portanto, maior número de coletores para estimativa de Pi em um mesmo nível de confiança e erro (HOLWERDA; SCATENA; BRUIJNZEEL, 2006). Dessa

Tabela 1 – Resumo das características da vegetação e do processo de monitoramento de Pi nas parcelas MA1, MA2 e RE

| Descrição | Parcela monitorada | | |
|--|---|--|---|
| | MA1 | MA2 | RE |
| Área | 12 m x 50 m | 21 m x 12 m | 10 m x 20 m |
| Características da vegetação | floresta nativa com exemplares vegetais de porte e idade variados | floresta nativa com exemplares vegetais já desenvolvidos | floresta plantada (eucalipto) – monitoramento realizado em uma área de rebrote com 3 anos |
| Tipo de área | área de preservação permanente | área de conservação (propriedade particular) | reflorestamento (espaçamento: 3 x 2 m) |
| Nº de exemplares na parcela monitorada | não determinado (grande variabilidade de tamanho e idade) - superior a 200 árvores | 26 árvores | 116 árvores |
| Diâmetro das árvores | poucos centímetros até ~90 cm | ~100 a 150 cm | ~20 a 90 cm |
| Altura das árvores | alguns centímetros até 15 m | 15 a 20 m | 10 a 15 m |
| Espécies presentes | <i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.; <i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer; <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão; <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.; <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees; <i>Casearia sylvestris</i> Sw.; <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.; <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.; <i>Celtis</i> sp.; <i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.; Liana; <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.; <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.; <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong; <i>Phytolacca dioica</i> L.; unha de gato (família Fabaceae); <i>Urea baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd | <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.; <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart; <i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer; <i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer; <i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.; <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.; <i>Cupania vernalis</i> Cambess.; <i>Nectandra lanceolata</i> Nees; <i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.; <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez; <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.; <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.; <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.; <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard; <i>Casearia decandra</i> Jacq.; <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.; <i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn. | Eucalipto ssp. (<i>Eucalyptus Grandis</i>) |
| Nº de pontos de monitoramento | 101 | 60 | 60 |
| Espaçamento dos pontos | 1 m | 1 m | 1 m |
| Nº de aparelhos utilizados | 40 | 20 | 20 |
| Posição do aparelho | 20 fixos e 20 rotacionáveis | rotacionáveis | rotacionáveis |
| Processo de rotação | ponto de monitoramento para alocação definido mediante sorteio prévio | coletor alocado 1 posição de monitoramento a frente da posição anterior | coletor alocado 1 posição de monitoramento a frente da posição anterior |

forma, essa necessidade de maior número de coletores pode ser minimizada pela aplicação de um sistema de rotação dos instrumentos de monitoramento (LLOYD; MARQUES, 1988).

Assim, nessa pesquisa, adotou-se o processo de rotação dos aparelhos coletores nas três parcelas analisadas, com o objetivo de assegurar maior representatividade das amostras monitoradas, tendo-se em vista a variabilidade espacial de Pi (ocorrida, sobretudo na parcela MA1). Esse processo também evita erros nos resultados por ação da existência de pontos de gotejamento (caminhos preferenciais) ou ainda, pela concentração de áreas protegidas (maior intensidade foliar).

Em cada parcela monitorada, a água coletada nos coletores era armazenada em garrafas plásticas tipo “pet” de dois litros, as quais no momento da coleta eram substituídas por outras garrafas vazias. Essas garrafas eram pesadas em balança de precisão e tiveram os pesos transformados em milímetros de chuva pela equação 1:

$$CC_{P_i} = \frac{X}{\pi \cdot (R_{pluv})^2} \quad (1)$$

onde: CC_{P_i} é a chuva coletada (L/m^2 ou mm); R_{pluv} é o raio do coletor utilizado na coleta (m); e X é o volume de água coletada (L) ou peso de água coletada, já que: 1kg de água=1dm³ de água= 1L de água e, 1L/m²=1mm.

Escoamento pelo tronco (Et)

A literatura reporta que, comumente, o escoamento pelo tronco constitui uma pequena parcela do total precipitado (entre 1 e 15% de P) e, em muitos casos, seu valor está dentro da faixa de erros da amostragem. Há que se considerar ainda, que sua medição somente é viável para vegetação com tronco de magnitude razoável (suficientemente grande para a instalação de coletor tipo colar). Em função disso e também pelo custo envolvido em sua mensuração, essa parcela é, na maioria das vezes, desprezada nos estudos de intercepção (HELVEY; PATRIC, 1966).

Nesta pesquisa, Et foi determinado através de um experimento em campo. Para esse experimento foram selecionadas três árvores dentro de cada parcela e nelas arranjados dispositivos de coleta, ao redor dos troncos, de maneira a captar e acondicionar (em recipientes de 20 litros) as águas que por eles escoavam. As árvores foram escolhidas tendo por base a

abrangência da variação dos diâmetros dentro de cada parcela. Diâmetros menores do que 15 cm (parcela MA1) não foram considerados, em razão de dificuldades operacionais para alocação das mangueiras dos coletores.

A metodologia utilizada para confecção desses dispositivos foi semelhante àquela adotada por Santos (2009): uma mangueira com diâmetro ³/₄ de polegadas foi particionada à meia seção e fixada nos caules por meio de pregos, completando uma volta e meia em torno do tronco. A água coletada escoava, por gravidade, até o recipiente de armazenamento. Para garantir melhor aderência do dispositivo à casca da árvore e também, a completa vedação utilizou-se uma substância vedante (cola a base de silicone) na interface entre a mangueira e o tronco. A figura 3 mostra esse dispositivo de coleta.

A grande desvantagem desse sistema de coleta é que na ocorrência de precipitação intensa (Et elevado) poderá ocorrer o extravasamento de parte da água que está escoando, invalidando a coleta. Por outro lado, esse é um método extremamente barato, de fácil confecção e manuseio, além de não apresentar grandes danificações em razão do crescimento da planta, ou seja, as perdas por defeitos do dispositivo de coleta são pequenas.

Para a determinação da área de contribuição para cada coletor foi assumido que as copas das árvores monitoradas eram circulares. O diâmetro foi considerado como sendo a média dos diâmetros medidos nas quatro direções da copa, a partir do caule até o ponto onde se observava os últimos galhos. Essa medida foi realizada considerando um ponto do caule a uma altura de 1,50 metros da superfície do solo. A tabela 2 apresenta as características das três árvores consideradas para estimativa de Et em cada uma das parcelas monitoradas (MA1, MA2 e RE).

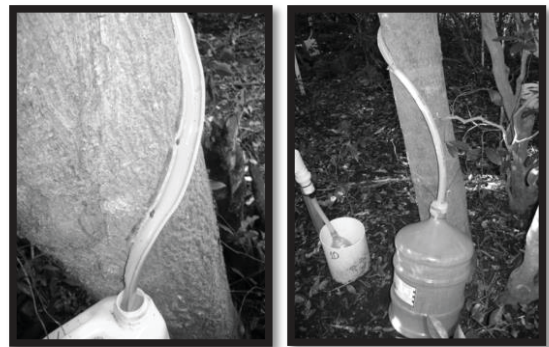


Figura 3 – Coletores utilizados para monitoramento do escoamento pelo tronco

Tabela 2 – Características das três árvores monitoradas para estimativa de Et nas parcelas MA1, MA2 e RE

| Parcela monitorada | Diâmetro do tronco a 1,50 m da superfície do solo (m) | | | Diâmetro da copa (m) | | | Área da copa (m ²) | | |
|--------------------|---|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
| MA1 | 0,22 | 0,80 | 0,88 | 1,33 | 1,80 | 2,58 | 1,38 | 2,54 | 5,21 |
| MA2 | 1,24 | 1,04 | 1,40 | 2,28 | 2,48 | 2,68 | 4,06 | 4,81 | 5,62 |
| RE | 0,76 | 0,82 | 0,67 | 2,08 | 2,50 | 2,08 | 3,38 | 4,91 | 3,39 |

T₁= tronco árvore 1; T₂= tronco árvore 2 e T₃= tronco árvore 3

Após serem coletadas, as águas provenientes de cada um dos três troncos foram pesadas e os valores finais (total coletado em cada tronco) foram determinados por meio da equação 2:

$$CC_{Et} = \frac{Y}{\pi \cdot (R_c)^2} \quad (2)$$

onde: CC_{Et} é a chuva coletada em L/m² (ou seja: mm de chuva); Y é o volume de água coletada (L) e; R_c é o raio médio da copa da árvore onde o dispositivo de coleta foi instalado (m).

Todavia, há que se destacar que o percentual resultante desse monitoramento apresenta limitações, já que foram escolhidas apenas três árvores dentro de cada parcela, desprezando-se àquelas de menor diâmetro. Em virtude disso, não há garantia de que a variabilidade das características dos troncos e das ramificações esteja adequadamente representada.

Para melhor representatividade dos resultados de Et estimados, Germer, Werther e Elsenbeer (2010) sugerem que, em florestas tropicais, o monitoramento de Et englobe uma ampla faixa de diâmetros dos caules, além do monitoramento daquelas espécies que possuam elevada capacidade de produção de escoamento pelo tronco, sobretudo quando essas espécies estão entre as dominantes. Por outro lado, Moura et al. (2009) verificaram que a maior parcela da variância do escoamento pelo tronco, em uma Floresta Atlântica, é melhor explicada pelas árvores emergentes (diâmetro superior a 20 cm).

Maiores limitações da metodologia poderiam ser verificadas na parcela MA1, onde a variabilidade da vegetação presente é maior. Já nas parcelas MA2 e RE os diâmetros, as estruturas das copas e os padrões de ramificações são mais semelhantes e, por isso, espera-se percentuais de Et menos variáveis.

O valor de Et para uma dada coleta de Pi foi estimado como a média dos três valores determinados pela equação 2. Na impossibilidade de monitoramento de Et em uma dada coleta, em decorrência de problemas operacionais dos coletores (por exemplo, transbordamento dos recipientes coletores), a estimativa de Et foi realizada tendo por base as equações de ajuste determinadas pelos valores de Et monitorados. Na situação extrema, em que um ajuste satisfatório não possa ser realizado, o valor de Et foi considerado com um percentual constante da precipitação incidente. Esse percentual foi determinado com base no monitoramento realizado nessa pesquisa e ainda, considerando os valores de Et reportados por outros autores que tenham analisado tipologias vegetais semelhantes.

Interceptação (I)

A interceptação foi obtida pela diferença entre a precipitação e a soma da precipitação interna com o escoamento pelo tronco (equação 3).

$$I = P - (Pi + Et) \quad (3)$$

onde: I é a precipitação interceptada; P é a precipitação incidente; Pi é a precipitação que atravessa a vegetação (precipitação interna); e Et é a parcela que escoou pelo tronco das árvores.

Na parcela MA1 foram monitoradas 40 coletas plu-

viométricas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2011, tendo sido realizadas 40 coletas de precipitação interna e 17 de escoamento pelo tronco. Já na parcela MA2 foram analisadas 35 coletas pluviométricas, entre janeiro de 2010 e fevereiro de 2011, sendo realizadas 34 coletas de Pi e 18 coletas de Et. Um evento resultou em Pi nula, ou seja, toda a chuva (P=1,9 mm) foi interceptada. Na parcela RE foram avaliadas 22 coletas de precipitação entre janeiro e agosto de 2010; sendo monitoradas 22 coletas de Pi e apenas 6 coletas de Et. O pequeno número de coletas de Et nessa parcela deveu-se ao transbordamento dos recipientes coletores em grande parte dos eventos monitorados. Após esse período, o monitoramento nessa parcela foi interrompido em decorrência do corte da vegetação para extração da madeira. Cada coleta realizada compôs-se de um ou mais eventos pluviométricos.

O pequeno número de amostras coletadas, especialmente para a determinação de Et, pode ser um fator limitante na determinação das variáveis Pi, Et e I já que a variabilidade desses processos pode ser grande, principalmente em razão de alterações nas características climáticas das coletas monitoradas. A variabilidade da precipitação incidente, somada a variabilidade da vegetação, pode ocasionar diferenças significativas nos percentuais coletados de um evento para outro.

Os dados observados de precipitação interna, escoamento pelo tronco, bem como a interceptação estimada, foram relacionados com a precipitação total incidente nas três parcelas analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 são apresentados os coeficientes de correlação entre os dados monitorados de P, Et e Pi, bem como a correlação entre P e I, para as parcelas MA1, MA2 e RE. De forma geral, os valores de Et e Pi estão bem correlacionados aos valores de P monitorados ($p < 0,05$), nas três parcelas estudadas; indicando que tais variáveis são bastante influenciadas pelas características da precipitação. A pior correlação foi observada entre os valores de P e Et para a parcela RE, isso porque o número de amostras coletadas nessa área foi muito pequeno, consequência da ocorrência de extravasamento dos recipientes coletores na maioria das coletas monitoradas. Em contrapartida, a correlação entre P e I é menos expressiva, sendo a pior correlação verificada na parcela MA1, onde a vegetação é mais variável e, por isso, a influência dos fatores relacionados a vegetação é maior.

Tabela 3- Coeficiente de correlação (R) entre as variáveis P-Et, P-Pi e P-I, para as parcelas MA1, MA2 e RE

| Parcela | Correlação R | | |
|---------|--------------|--------|-------|
| | P x Et | P x Pi | P x I |
| MA1 | 0,930 | 0,992 | 0,393 |
| MA2 | 0,928 | 0,959 | 0,799 |
| RE | 0,401 | 0,936 | 0,732 |

Na tabela 4 são descritos os valores totais, a média e o desvio padrão, a mediana, os valores mínimos e máximos de P, Pi e Et monitorados nas parcelas MA1, MA2 e RE, além das estimativas de I para cada parcela. Para a determinação de Et nas parcelas MA1 e MA2 foram monitorados eventos onde a precipitação incidente foi superior a 100 mm, enquanto que para a parcela RE o maior valor de P observado para a determinação de Et foi aproximadamente 50 mm. Essa característica é um fator limitante para as análises e ajustes realizados em RE, já que o escoamento tende a ser maior na medida em que P aumenta. Entretanto, essa elevação não ocorre de forma linear, uma vez que outros fatores (como as características dos ramos e caule) também influenciam a relação PxEt.

Na parcela MA2, uma das coletas realizadas, com P=1,90 mm, foi totalmente interceptada pela vegetação (I=100% de P), e em três das coletas monitoradas a Pi média da coleta foi superior a P (Pi=163,18% de P, P=40,60 mm; Pi=102,88% de P, P=13,50 mm; e Pi=109,23% de P, P=109,30 mm). Da mesma forma, na parcela RE, em três das coletas realizadas a Pi média também foi superior a P (Pi=135,96% de P, com P=40,6 mm; Pi=117,42% de P, sendo P=12,40 mm; e Pi=100,88% de P, com P=13,48 mm). Esses valores não foram considerados para a apresentação dos resultados mínimos e máximos de Pi (Tabela 3). Os valores de I<0 também não foram considerados nos cálculos da média, desvio padrão e mediana de I descritos na tabela.

Em 92,5%, 74,3% e 59,10% das coletas de Pi nas parcelas MA1, MA2 e RE, respectivamente, pelo menos um dos pontos monitorados (de um total de 40 pontos/coleta em MA1 e 20 pontos/coleta em MA2 e RE) apresentou Pi>P.

Essas ocorrências justificam-se pela existência de drippoints, que ocasionaram o fluxo de água direcionado por caminhos preferenciais; gerando maior contribuição em determinados pontos de monitoramento, em comparação com outros. Soma-se a isso, as aberturas nos dosséis, responsáveis por maior coleta de Pi em dados pontos de monitoramento. De fato, em grande número das coletas realizadas, a Pi variou consideravelmente nas três parcelas (em especial em MA1), mesmo nos coletores mais próximos entre si, sendo que muitos deles registraram Pi menor ou maior do que a Pi média estimada; sobretudo em MA1. A parcela RE mostra as menores variações nos valores de Pi, isso porque as características da vegetação são as mais homogêneas entre as parcelas, já que as árvores foram plantadas no mesmo período, com espaçamento padrão. A parcela MA2 mostra variações menores se comparada à MA1, consequência da maior uniformidade das plantas presentes, que estão em um estágio mais avançado de desenvolvimento.

Lloyd e Marques (1988) verificaram que 29% das medidas de precipitação interna superaram a precipitação total, e que 1,6% ultrapassaram o dobro desta em uma floresta de terra firme (Floresta Amazônica não perturbada), monitorada em Manaus (Amazonas, Brasil). Germer, Elsenbeer e Moraes (2006) também observaram essa ocorrência em, aproximadamente, 19% dos eventos monitorados em uma floresta tropical aberta (Floresta Ombrófila Aberta, com grande número de palmeiras), localizada em Rondônia. Da mesma forma, Moura et al. (2009) identificaram que cerca de 37% e 15% das coletas individuais de Pi foram superiores a precipitação no período chuvoso e pouco chuvoso, respectivamente; considerando um

Tabela 4 – Resumo dos resultados de P, Pi e Et monitorados e da estimativa de I para as parcelas MA1, MA2 e RE

| Parcela | Variável | Total | Mínimo | Máximo | Média±desvio | Mediana |
|---------|-------------|---------|-------------------|---------------------|---------------|---------|
| MA1 | P (mm) | 2046,5 | 3,80 | 177,00 | 51,16±42,76 | 36,43 |
| | Pi (mm) | 1554,77 | 1,16 | 147,46 | 38,87±37,17 | 26,29 |
| | Pi (% de P) | 75,97 | 19,32 (P=6,00 mm) | 89,14 (P=38,00 mm) | 67,49±16,44 | 72,13 |
| | Et (mm) | 56,19 | 8,76 | 0,05 | 3,12±3,01 | 1,48 |
| | Et (% de P) | 5,69 | 0,53 (P=9,44 mm) | 10,51 (P=73,48 mm) | 4,59±2,96 | 4,09 |
| | I (mm) | 363,42 | 0,72 | 26,94 | 9,09±5,52 | 7,90 |
| | I(% de P) | 17,76 | 0,98 (P=73,50 mm) | 78,42 (P=6,00 mm) | 27,77±18,02 | 22,48 |
| MA2 | P (mm) | 1726,23 | 1,89 | 149,91 | 49,32±36,98 | 37,98 |
| | Pi (mm) | 1422,35 | 3,38 | 144,74 | 41,83±33,70 * | 30,25 * |
| | Pi (% de P) | 82,40 | 51,19 (P=6,61 mm) | 96,55 (P=149,91 mm) | 80,31±20,00 * | 77,98 * |
| | Et (mm) | 29,16 | 0,03 | 4,05 | 1,46±1,22 | 1,19 |
| | Et (% de P) | 2,91 | 0,44 (P=6,61 mm) | 4,96 (P=81,51 mm) | 2,70±1,31 | 2,50 |
| | I (mm) | 291,71 | 0,55 | 26,21 | 9,41±7,51 | 7,13 |
| | I(% de P) | 16,9 | 2,81 (P=78,43 mm) | 48,37 (P=6,61 mm) | 24,33±18,42 | 19,35 |
| RE | P (mm) | 957,96 | 4,73 | 100,10 | 43,54±28,81 | 37,49 |
| | Pi (mm) | 747,88 | 1,30 | 81,70 | 33,99±20,92 | 29,08 |
| | Pi (% de P) | 78,07 | 27,51 (P=4,73 mm) | 88,36 (P=43,97 mm) | 80,19±20,81 | 79,56 |
| | Et (mm) | 19,24 | 0,77 | 4,91 | 3,21±1,48 | 3,42 |
| | Et (% de P) | 11,09 | 7,04 (P=36,80 mm) | 36,42 (P=13,48 mm) | 14,63±11,19 | 9,97 |
| | I (mm) | 139,45 | 0,32 | 35,23 | 7,34±8,26 | 5,29 |
| | I(% de P) | 14,56 | 1,64 (P=43,97 mm) | 56,20 (P=4,73 mm) | 15,72±12,83 | 13,92 |

Para estimativa de I e identificação da Pi (%) máxima e mínima, desconsiderou-se a coleta com P=1,90 mm (I=100%) e as coletas com Pi>P (onde: I<0)

Para estimativa de I e determinação da Pi (%) máxima e mínima, desconsiderou-se as coletas com Pi>P (onde: I<0)

* desconsiderada a coleta com I=100% para cálculo da média, mediana e desvio padrão de Pi

fragmento de Mata Atlântica situada em Recife (Pernambuco).

Além dessa influência, provocada pela ocorrência de drippoints e aberturas no dossel, é importante salientar também erros advindos da variabilidade espacial das precipitações, já que as medidas de P_i e P não foram realizadas no mesmo local (pluviômetro localizado a 165 m da parcela MA1, 1,4 km da MA2 e 1,38 km da parcela RE). Nesse caso, a distância e a diferença de altitude entre as parcelas experimentais (MA2 e RE, principalmente) e o pluviógrafo automático poderiam ter contribuído para a ocorrência de P_i superiores a P .

No entanto, de maneira geral, as P_i registradas (por evento, média, mediana e total) nas parcelas MA1 e MA2 estão dentro da faixa de variação (47,60-94,00% de P , com média de $79,51 \pm 9,58\%$ de P e mediana de 80,00% de P) reportada para Floresta Atlântica (ALVES et al., 2007; ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003; DINIZ et al., 2013; MOURA et al., 2009; MOURA et al., 2012; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005; SCHEER, 2009; THOMAZ, 2005).

O percentual total de P_i observado na parcela MA1 é próximo do valor reportado por Diniz et al. (2013) para uma Floresta Atlântica secundária, com 60 anos de regeneração ($P_i=76,87\%$ de P), localizada em Pinheiral/RJ. Para a mesma vegetação, com menor período de regeneração (20 anos), os autores observaram $P_i=77,63\%$ de P . Thomas (2005) observou $P_i=77,00\%$ de P para uma Floresta Atlântica secundária (Ombrofíla Mista com araucária), localizada em Guarapuava/PR. Alves et al. (2007) registraram $P_i=79,05\%$ de P para uma área com vegetação Mata Atlântica, em estágio inicial de regeneração, situada em Viçosa/MG. Moura et al. (2012) também observaram uma P_i (72,1% de P) muito semelhante ao valor mediano de P_i verificado nessa pesquisa. Os autores analisaram o sub-bosque de um fragmento de Floresta Atlântica, localizada em Recife (durante uma estação pouco chuvosa). Deon (2015) observou $P_i=51,96\%$ de P na mesma parcela MA1 analisada nesse estudo. Para monitoramento de P , a autora utilizou um pluviômetro semelhante aos coletores de P_i utilizados nessa pesquisa, o que pode ter introduzido alguns erros na estimativa de P coletada. As diferenças observadas podem também ser decorrentes da variabilidade dos eventos pluviométricos (principalmente volume e intensidade) avaliados pela autora e também, pelo crescimento da vegetação, que pode ter gerado maior capacidade de armazenamento do dossel e, portanto, maior interceptação.

Não foram encontradas diferenças significativas nos valores de P_i monitorados, a um nível de significância de 0,05, pelos sistemas móvel e fixo de coleta (20 coletores fixos e 20 móveis). No entanto, quando são considerados apenas os valores das P_i médias de cada coleta, o coeficiente de variação (CV) e o erro padrão (E_p) das estimativas de P_i , resultante do período monitorado, são maiores para o sistema fixo (CV=22,41% e $E_p=3,59\%$ contra 21,71% e 3,19% para o sistema móvel). Análises da persistência temporal da variabilidade espacial da P_i também demonstram que, de modo geral, os coletores tendem a manter o mesmo padrão de comportamento para diferentes classes de precipitação incidente; sendo observados valores de P_i acima ou abaixo da P_i média da coleta, concentrados em determinados pontos de monitoramento (SARI; PAIVA; PAIVA, 2015).

A P_i total observada na parcela MA2 se aproxima dos

valores registrados por: Arcova, Cicco e Rocha (2003) para uma Floresta Atlântica secundária, localizada em Cunha/SP (81,20% de P); Oliveira Júnior e Dias (2005) para um fragmento de regeneração de Mata Atlântica secundária, situada em Viçosa/MG (80% de P) e; Alves et al. (2007) para uma área de regeneração avançada de Floresta Atlântica, localizada em Viçosa/MG (81,86% de P). Os percentuais monitorados também se assemelham aos observados por Scheer (2009) para uma Floresta Atlântica (Ombrofíla Densa Aluvial, capoeira) no estágio de regeneração inicial/intermediária (84% de P) e; por Moura et al. (2009) para o bosque superior de um fragmento de Floresta Atlântica, localizada em Recife/PE (84,9% de P).

Por outro lado, o escoamento pelo tronco, monitorado nessas parcelas, foi bem superior à faixa de variação (0,11-2,1% de P , com média de $0,82 \pm 0,71\%$ de P e mediana de 0,5% de P) observada para essa tipologia vegetal (ALVES et al., 2007; ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003; DINIZ et al., 2013; MOURA et al., 2009; MOURA et al., 2012; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005). Em geral, apenas os menores valores de E_t monitorados encontram-se dentro da faixa reportada em estudos realizados para Mata Atlântica. Apesar disso, os percentuais observados encontram-se dentro da faixa relatada por outros autores para florestas tropicais, entre eles: Raich (1983) para uma floresta úmida com um ano de idade (4% de P), situada na Costa Rica; Iroume e Huber (2000) para uma área de floresta nativa (8% de P), localizada na Província de Malleco (Chile); Manfroi et al. (2004) para uma floresta tropical de planície (3,5% de P), localizada em Borneo; e McJannet, Wallace e Reddell (2007) para diferentes florestas tropicais (E_t variando entre 2 e 11% de P), situadas em Queensland (Austrália).

Os valores de E_t observados na parcela MA2 se aproximam daqueles registrados por Moura et al. (2012), para o sub-bosque de um fragmento de Floresta Atlântica, localizada em Recife/PE (2,1% de P), monitorado durante o período chuvoso. Santos (2009) registrou E_t superior (7,4% de P) ao observado na parcela MA1, para uma Floresta Atlântica localizada em Rio Negrinho/SC. O autor empregou metodologia semelhante para o monitoramento do escoamento pelo tronco. Por outro lado, estudo realizado por Deon (2015) na parcela MA1, utilizando os mesmos pontos de monitoramento e a mesma metodologia empregados nessa pesquisa, resultou em um escoamento muito semelhante (5,61% de P) ao monitorado nesse estudo. Comumente, essas diferenças observadas no escoamento pelo tronco em florestas tropicais podem ser atribuídas às condições climáticas, à composição das espécies e à metodologia de monitoramento empregada (BRUIJNZEEL, 1990).

A interceptação estimada para as parcelas MA1 e MA2 se assemelham aos valores reportados por: Arcova, Cicco e Rocha (2003) para uma Floresta Atlântica secundária (18,6 e 16% de P , considerando todo o período de monitoramento e apenas o período chuvoso, respectivamente); Oliveira Júnior e Dias (2005) para um fragmento de regeneração de Mata Atlântica secundária (18,3% de P); Alves et al. (2007) para áreas de Floresta Atlântica em regeneração avançada (18,36% de P) e inicial ($P_i=20,57\%$ de P) e; Scheer (2009) para Floresta Atlântica (Ombrofíla Densa Aluvial, capoeira) no estágio de regeneração inicial/intermediária (16% de P). Os percentuais médios e medianos verificados

também se assemelham aos valores observados por Almeida e Soares (2003) e Thomaz (2005), que registraram I igual a 23,90; 23,00% de P, respectivamente e também, por Diniz et al. (2013) que observaram I igual a 22,11; 20,73 e 23,01% de P, para áreas de Floresta Atlântica com 20, 30 e 60 anos de regeneração, respectivamente. Deon (2015) verificou valores interceptados da ordem de 46,66% de P na parcela MA1, um percentual bem superior ao verificado nesse monitoramento.

Os percentuais de Pi na parcela RE são próximos aos observados por Andrade et al. (1995) para uma área de *Eucalyptus Grandis* (78,2% de P), com 2 a 3 anos de idade, situada em Mogi-Guaçu (São Paulo) e Balieiro et al. (2007) para *Eucalyptus Grandis* (78,5% de P), em uma parcela monitorada em Seropédica (Rio de Janeiro). A vegetação analisada nessa pesquisa coincide com aquelas monitoradas por esses autores. Os resultados monitorados nesse estudo também se aproximam dos percentuais reportados por: Greenwood, Klein e Beresford (1985) para vegetações de *Eucalyptus Globulus* (77,56% de P) e *Eucalyptus Wandoo* (81,56% de P), localizadas em North Bannister (Austrália); Lane et al. (2004) para duas áreas de *Eucalyptus Urophylla* (77,60 e 82,5% de P), com 4-5 anos de idade, localizadas em Leizhou Peninsula (China); e Trevisan et al. (2012) para uma parcela com *Eucalyptus Urograndis* (81% de P), situada em São Luis da Paraitinga (São Paulo). Lima (1976) reportou um percentual um pouco maior (83,60% de P) para uma parcela com *Eucalyptus Saligna Smith*, com 6 anos de idade, localizada em Piracicaba (São Paulo). Crockford e Richardson (1990b) relataram Pi de 84,5% de P para uma área contendo *Eucalyptus Rossii*, *Eucalyptus Mannifera*, *Eucalyptus Macrorhyncha* e *Eucalyptus Meliodora*, situada em Canberra.

Em contrapartida, os percentuais de Et monitorados são bem superiores à faixa de variação (Et médio de $2,89 \pm 1,93\%$ de P; com mediana de 2,41% de P, maior valor de 8,1% de P e menor de 0,27% de P) reportada por outros autores (ALMEIDA; RIEKERK, 1990; ANDRADE et al., 1995; BALIEIRO et al., 2007; CROCKFORD; RICHARDSON, 1990a,b; GREENWOOD et al., 1985; HUBER; IROUMÉ, 2001; LANE et al., 2004; LIMA, 1976; LIVESLEY; BAUDINETTE; GLOVER, 2014; SHINZATO et al., 2011; TREVISAN et al., 2012; VALENTE; DAVID; GASH, 1997). Todavia, o valor total e mediano de Et monitorado assemelham-se ao registrado por Andrade et al. (1995) para a mesma vegetação (8,1% de P). Já Balieiro et al. (2007), ao analisar Et em vegetação semelhante, relataram um percentual menor (5,9% de P).

Para as coletas em que o escoamento pelo tronco não foi monitorado, adotou-se um percentual igual a 10% de P. Esse valor foi determinado pela média entre os resultados observados nesse estudo e os percentuais 8,1 e 5,9% de P, determinados por Andrade et al. (1995) e Balieiro et al. (2007), respectivamente, que analisaram o mesmo tipo de vegetação monitorada nessa pesquisa. Apesar dessa medida introduzir limitações e ser uma fonte de erros no cálculo da intercepção, optou-se pela adoção desse percentual ao invés de utilizar somente a Pi para cálculo de I, desprezando Et nos casos sem monitoramento. Entende-se que a ocorrência de transbordamento dos três recipientes coletores (20 L cada), para as coletas sem monitoramento de Et, por si só já indica um percentual elevado para Et e, portanto, a

adoção de 10% de P não estaria superestimando os valores de Et para cálculo de I; embora possa ser um percentual levemente subestimado.

Os valores interceptados assemelham-se aos resultados reportados por: Lima (1976) para *Eucalyptus Saligna Smith* (12,20% de P); Greenwood et al. (1985) para uma parcela com *Eucalyptus Wandoo* (16,23% de P); Almeida e Riekerk (1990) para uma área contendo *Eucalyptus Globulus Stand* (16,8% de P), monitorada em Odemira, (Alentejo, Portugal); Andrade et al. (1995) para vegetação *Eucalyptus Grandis* (13,7% de P); Putuhena e Cordery (2000) para uma floresta de eucalipto (Et médio de 14,9% de P e Et total igual a 15,09% de P), monitorada em Central Tablelands de NSW (Austrália); Lane et al. (2004) para vegetação *Eucalyptus Urophylla* (16,20% de P); Balieiro et al. (2007) para *Eucalyptus Grandis* (15,6% de P); Bulcock e Jewitt (2012) também para *Eucalyptus Grandis* (14,9% de P), considerando uma floresta monitorada em KwaZulu-Natal Midlands (África do Sul); e Trevisan et al. (2012) para vegetação *Eucalyptus Urograndis* (14% de P). Os resultados aproximam-se ainda, dos valores relatados por Crockford e Richardson (1990b) para uma área com *Eucalyptus Rossii*, *Eucalyptus Mannifera*, *Eucalyptus Macrorhyncha*, *Eucalyptus Meliodora* (11,4% de P); e Huber et al. (2010) para vegetação de *Eucalyptus Globulus Labill* (11,4% de P), com 9 anos de idade, monitorada na região de Biobío (Chile).

Os valores de Pi e Et para a vegetação eucalipto são, geralmente, superiores aqueles determinados para mata nativa (parcelas MA1 e MA2) e, em consequência, as perdas por intercepção são menores para aquela tipologia vegetal. Essa diferença é decorrência da menor estrutura das ramificações, forma e tamanho mais alongado da copa, características dos eucaliptos, bem como da maior presença de áreas abertas sob o dossel. Tais fatores decorrem em maior Pi e Et, conforme pode ser confirmado no monitoramento realizado. Os ramos mais inclinados (característica dos eucaliptos) geram o afunilamento do escoamento, direcionando maior quantidade de água e mais rápida condução nesse tipo de vegetação, quando comparadas àquelas com ramos apontados para baixo ou em posição horizontal. Há que se considerar ainda, que na vegetação nativa existem musgos, líquens, fungos e outras espécies associadas aos ramos e caules, diminuindo a quantidade de escoamento pelo tronco que chega ao solo. Além disso, a mata nativa é caracterizada pela alta biodiversidade e pela estrutura em subcamadas da copa (bosque e sub-bosque). Essas características resultam em maiores percentuais de intercepção dessa vegetação em relação ao eucalipto, que apresenta menor capacidade de armazenamento da copa.

Os percentuais de Pi monitorados para a parcela MA2 são superiores aqueles encontrados para a parcela MA1. Em contrapartida, os valores observados para Et em MA2 são, frequentemente, inferiores àqueles registrados na parcela MA1, enquanto que os resultados da intercepção são geralmente maiores na parcela MA1, confirmando a maior capacidade de armazenamento dessa parcela em comparação à MA2. Tal comportamento ocorre porque o número de árvores presentes na parcela MA2 é menor (26 árvores), sendo a vegetação mais esparsa e regular, com altura das árvores e padrão das copas

muito semelhantes; além de não existirem tantas ramificações e o padrão dessas ser semelhante. Por outro lado, a parcela MA1 possui bosque e sub-bosque, com maior variabilidade das características da vegetação presente, sobretudo porque existem várias árvores em crescimento nessa parcela, enquanto que na parcela MA2 as árvores são mais desenvolvidas, com diâmetro superior a 1 m. Além da vegetação mais diversificada em relação às demais, a parcela MA1 possui também a maior área monitorada (12 x 50 m) e, portanto, maior número de árvores dentro da parcela (superior a 200). Tais características são responsáveis pela maior capacidade de armazenamento dessa parcela, bem como, pela maior variação de Pi.

Kellman e Roulet (1990) notaram uma correlação negativa entre o diâmetro do tronco e o volume escoado, ou seja, quanto maior o diâmetro do caule menor o escoamento pelo tronco. Essa particularidade explicaria os valores superiores de Et observados na parcela MA1, onde os diâmetros monitorados são menores. Togashi, Montezuma e Leite (2012) observaram que o percentual de chuva que atravessa a vegetação é menor para áreas de vegetação mais densa, decrescendo o fluxo de atravessamento (Pi) da mata secundária inicial, para a borda da vegetação e floresta secundária avançada.

Na figura 4 são apresentadas as relações de ajuste entre P e Pi, para as parcelas MA1, MA2 e RE, sendo o ajuste adotado do tipo não-linear, já que a relação P x Pi é também influenciada por fatores relacionados a vegetação, característica climáticas e época do ano. Os modelos conseguem representar

adequadamente os valores de Pi monitorados para as diferentes precipitações (Figura 4a,d,g), com boa relação entre os dados de Pi calculados e observados (Figura 4b,d,h). Entretanto, alguns erros observados na determinação de Pi são superiores a 10 mm. Maiores erros foram verificados para o modelo ajustado para RE, seguido de MA2 (Figura 4c,f,i), o que se supõe ser decorrência do menor número de coletas analisadas nessas parcelas e da maior distância do pluviômetro em relação a localização das parcelas RE e MA2, o que pode ter influenciado a representatividade dos valores de Pi coletados.

Na figura 5 são mostradas as relações de ajuste entre P e Et (ajuste não-linear), para as parcelas MA1 e MA2. Não foi possível ajustar adequadamente uma relação P x Et para a parcela RE, pois o número de amostras coletadas foi muito pequeno (extravasamento dos recipientes coletores). Os dois modelos conseguem representar satisfatoriamente os valores de Et monitorados para as diferentes precipitações (Figura 5a,d), entretanto com limitações. Comumente, os modelos apresentam uma relação satisfatória entre os valores de Et calculados e observados (Figura 5b,e), com maiores erros observados para o ajuste na parcela MA1 (Figura 5c,f). As principais fontes de erro relacionam-se ao pequeno número de amostras coletadas, bem como, a metodologia empregada no monitoramento, que considerou apenas três instrumentos coletores por parcela analisada. Além disso, na parcela MA1 ocorre maior variação do tamanho da copa e dos diâmetros do tronco das três árvores analisadas. A parcela MA2, por outro lado, apresenta maior homogeneidade

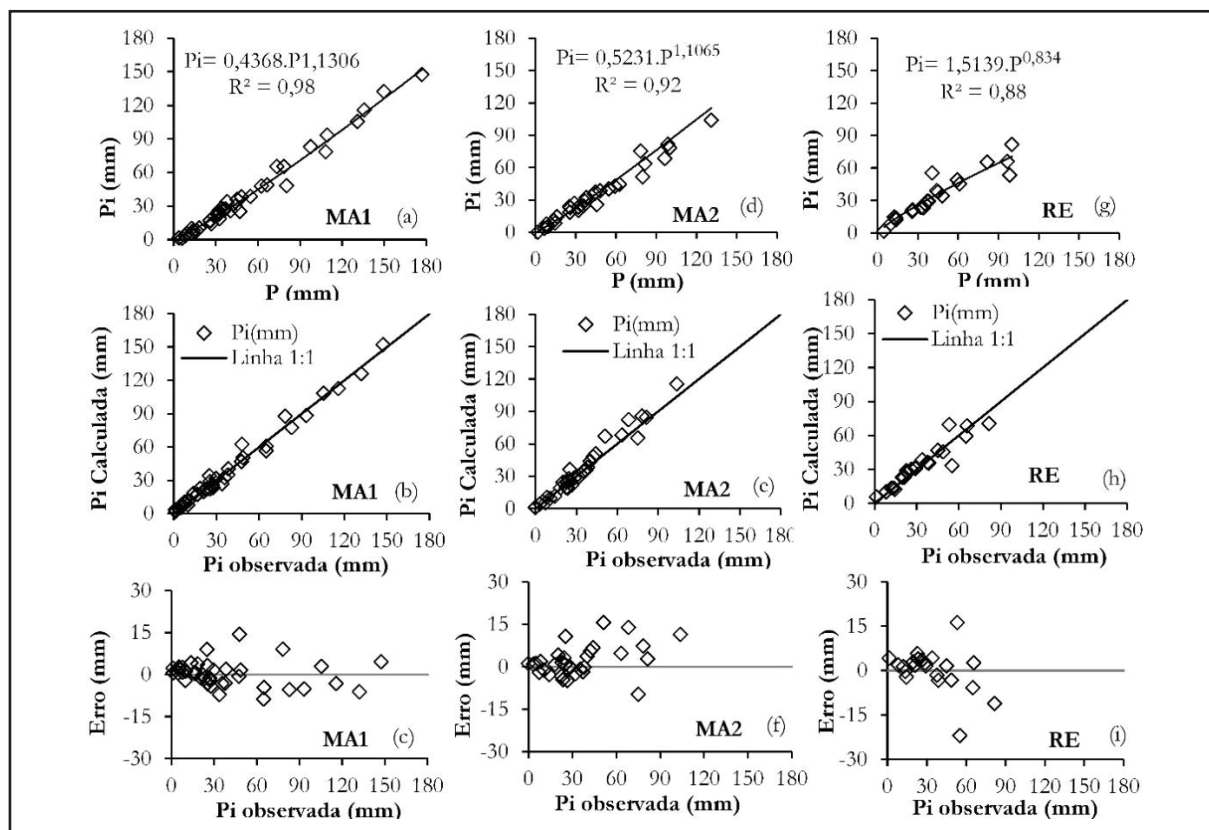


Figura 4 – Ajuste P x Pi nas parcelas MA1 (a), MA2 (d) e RE (g); qualidade do ajuste entre os dados de Pi observados e calculados (linha 1:1) nas parcelas MA1 (b), MA2 (e) e RE (h) e; erro verificado entre os valores de Pi observados e calculados nas parcelas MA1 (c), MA2(f) e RE (i)

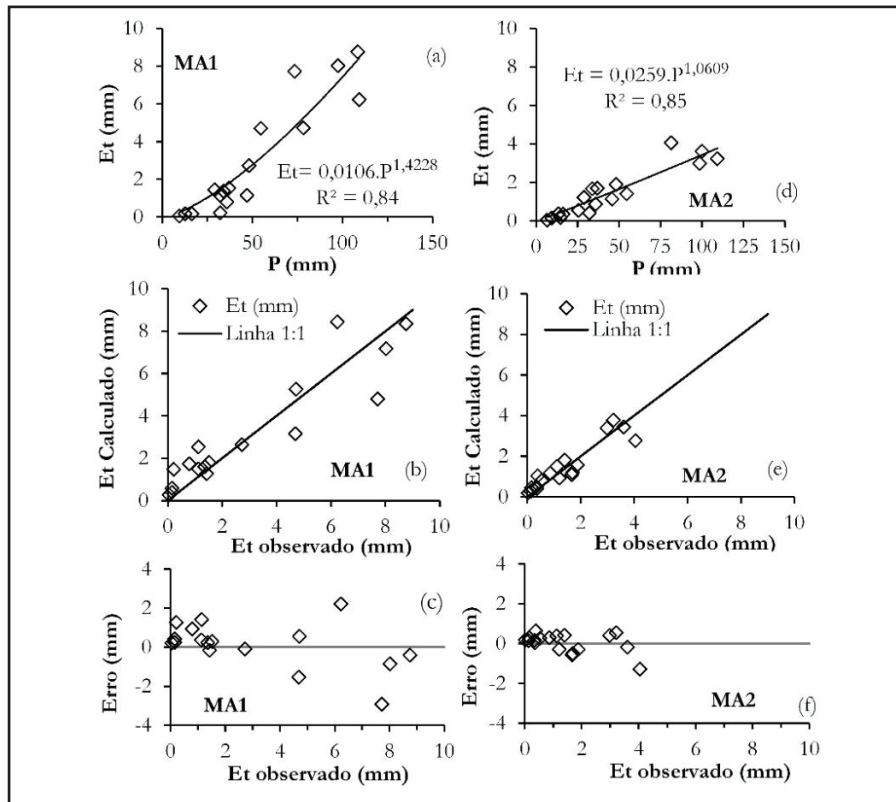


Figura 5 – Ajuste PxEt nas parcelas MA1 (a) e MA2 (d); qualidade do ajuste entre os dados de Et observados e calculados (linha 1:1) nas parcelas MA1 (b) e MA2 (e) e; erro verificado entre os valores de Et observados e calculados nas parcelas MA1 (c) e MA2(f)

dessas características, por sua vegetação estar em um estágio mais avançado de desenvolvimento. Tais particularidades podem ter contribuído para a menor variabilidade de Et em MA2 e, por consequência, no melhor ajuste da relação PxEt nessa parcela.

Na figura 6 é apresentada a relação PxI para as parcelas MA1, MA2 e RE. O ajuste é do tipo não-linear, caracterizado por funções exponencial e potencial. Para a parcela MA1 o modelo foi ajustado para I em percentual de P, enquanto que para as parcelas MA2 e RE somente foi possível a construção de um ajuste entre P e I para valores interceptados em mm. Em geral, os modelos ajustados apresentam um desempenho mediano (Figuras 6a,d,g), ocorrendo maiores diferenças entre os valores de I observados e calculados (Figura 6b,e,h) em comparação aos ajustes PxPi e PxEt. Os erros entre a I calculada e observada tendem a aumentar para maiores valores de interceptação (Figuras 6c,f,i).

A qualidade inferior dos ajustes PxI indicam limitações ocorridas, possivelmente, em função de: i) número insuficiente de amostras de Et monitoradas nas três parcelas, decorrentes do extravasamento dos recipientes coletores; ii) metodologia de coleta inadequada para assegurar a representatividade de Et (apenas três árvores monitoradas por parcela); iii) erros decorrentes da adoção de um percentual constante de P para cálculo de Et em RE; iv) número insuficiente de coletas de Pi em RE; v) erros na determinação de P devido à distância do pluviômetro às parcelas MA2 e RE e; vi) influência de drippoints, áreas de maior intensidade foliar e aberturas no dossel que, combinadas às variabilidades das características pluviométricas de cada coleta, originaram variações significativas dos valores

de Pi monitorados entre os coletores em uma mesma coleta e entre coletas distintas..

Para além disso, as relações entre P e I também demonstram que a precipitação incidente, por si só, pode não ser um bom preditor para a variável interceptação. Disso conclui-se que outros fatores, além de P, exercem forte influência sobre a variável interceptação. Isso pode ter ocorrido em função de características da vegetação, em especial devido à cor da folha (que influencia o processo de evaporação); e à capacidade de armazenamento de água das espécies presentes. Essa última é muito dependente do índice de área foliar, visivelmente maior na parcela MA1, em razão da ocorrência de bosque e sub-bosque e maior número de árvores. Tais fatores, somados a existência de eventos pluviométricos próximos, podem ter ocasionado a redução do percentual interceptado e o aumento da precipitação sob o dossel. Isso porque, nesse caso, não houve tempo para secagem das folhas e, portanto, poderia ter existido a reminiscência de água de um evento para outro.

Some-se a isso a influência de fatores climáticos e das características da chuva, tais como: a radiação solar, a ação do vento, a intensidade e o volume pluviométrico, que podem ter resultado em variações nos valores monitorados nas três parcelas, sobretudo para Pi. A parcela RE, por exemplo, com menor estrutura da copa, menor densidade da vegetação e maior abertura no dossel pode ter recebido maior influência da radiação solar e do vento, o que poderia ter gerado maior ou menor desvio das gotas de chuva em direção aos coletores, bem como, alterações nas quantidades armazenadas nos recipientes; afetando os ajustes realizados entre as variáveis monitoradas e a

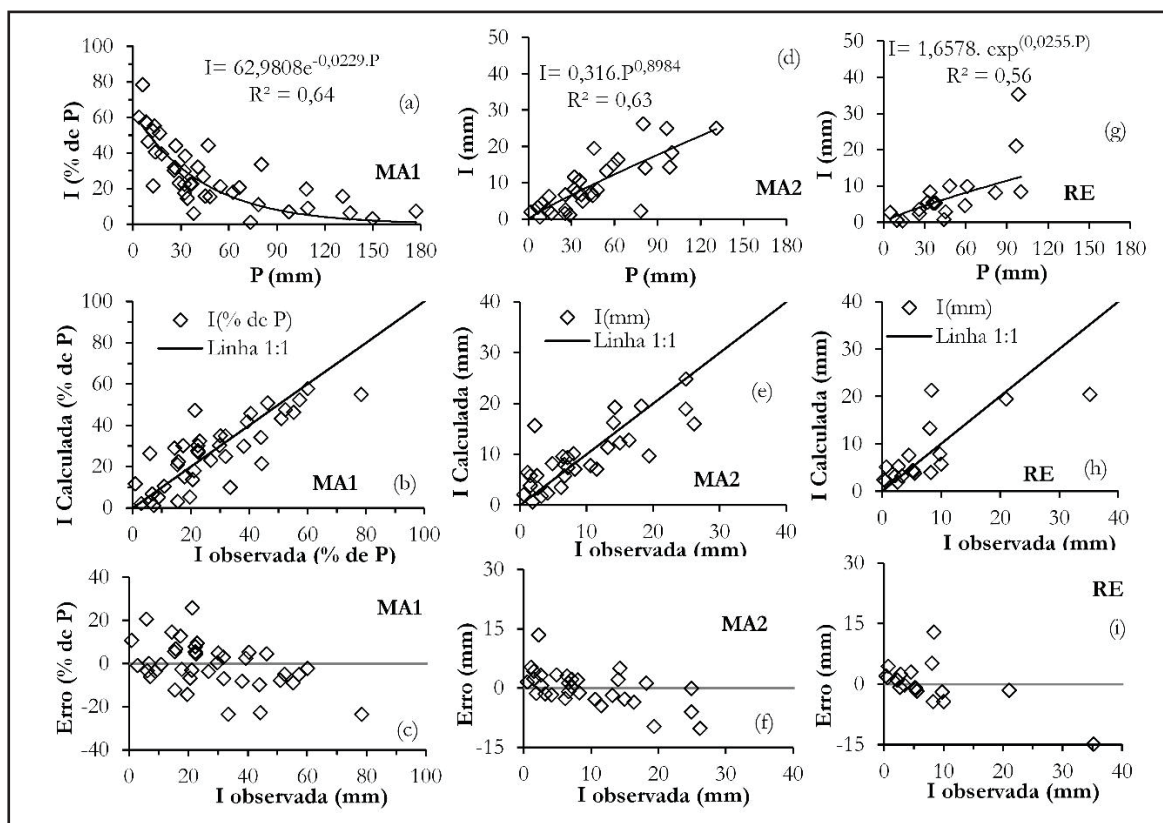


Figura 6 – Ajuste P x I nas parcelas MA1 (a), MA2 (d) e RE (g); qualidade do ajuste entre os dados de I observados e calculados (linha 1:1) nas parcelas MA1 (b), MA2 (e) e RE (h) e; erro verificado entre os valores de I observados e calculados nas parcelas MA1 (c), MA2(f) e RE (i)

precipitação. O mesmo pode ter ocorrido com a parcela MA2. Por outro lado, a parcela MA1 apresenta maior densidade da vegetação, com dossel e sub-dossel e, por isso, espera-se menor influência desses fatores sobre os totais monitorados. Na parcela RE, as variações consideradas nas características pluviométricas (volume total e intensidade) provavelmente também foram menores, pois foram analisadas apenas 22 coletas de Pi e 6 de Et. Tais particularidades podem ter limitado as relações de ajuste nessa parcela, já que esses fatores influenciam nos percentuais interceptados pela vegetação.

Uma análise mais aprofundada, utilizando as equações ajustadas (PxPi e PxEt) para a parcela MA1 e todos os valores de precipitação compreendidos no período de monitoramento (18/12/09 a 17/02/11) e ainda, desse período até os dias atuais (30/09/15), demonstram percentuais totais de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação muito próximos para os dois períodos.

Entretanto, os percentuais totais de Pi são um pouco menores do que aqueles monitorados, enquanto que o Et total calculado pela equação de ajuste é muito próximo daquele verificado a partir dos dados monitorados. Os totais interceptados (calculados pela equação 3) mostram-se superiores aos observados no monitoramento. Já os valores médios e medianos de Pi e Et são relativamente inferiores aos monitorados (quase 1/2 desse valor para Et e em torno de 1/4 do valor para Pi). Em contrapartida, a I média e mediana estimada a partir de Pi e Et calculados é quase o dobro da verificada no monitoramento.

Tabela 5 – Percentuais de Pi, Et e I calculados a partir das relações de ajuste P x Pi, P x Et e P x I, para o período de monitoramento e desse período até os dias atuais

| | P (mm) | Pi (% P) | Et (% P) | I=P-(Pi+Et) (% P) | Ieqo |
|--|----------|----------|----------|-------------------|-------|
| Período monitorado: 18/12/09 a 17/02/11 | | | | | |
| T | 2372,46 | 69,41 | 5,03 | 25,57 | - |
| M | 11,69 | 50,24 | 2,15 | 47,61 | 51,61 |
| Dp | 20,95 | 13,97 | 1,79 | 15,69 | 14,92 |
| Me | 2,60 | 49,48 | 1,59 | 48,93 | 59,19 |
| Ma | 177,00 | 84,76 | 9,07 | 72,13 | 62,94 |
| Mi | 0,03 | 27,63 | 0,24 | 6,17 | 1,37 |
| Período: 18/12/09 a 30/09/15 | | | | | |
| T | 11316,34 | 69,37 | 5,02 | 25,61 | - |
| M | 11,92 | 50,44 | 2,18 | 47,38 | 51,35 |
| Dp | 21,11 | 14,15 | 1,79 | 15,88 | 14,86 |
| Me | 3,28 | 51,01 | 1,75 | 47,24 | 58,23 |
| Ma | 193,40 | 86,87 | 9,82 | 72,13 | 62,94 |
| Mi | 0,03 | 27,63 | 0,24 | 3,31 | 0,62 |

Sendo: T= valor total; M= média; Dp= desvio padrão da média, Me=mediana, Ma= valor máximo, Mi= valor mínimo

Os valores médios e medianos de I calculados pela equação ajustada PxI mostram o mesmo comportamento (Tabela 5), porém são ainda maiores do que os valores calculados a partir das relações de ajuste $PxPi$ e $PxEt$ (I determinada pela equação 3). Os resultados do monitoramento realizado por Deon (2015), comumente, mostram maiores valores de Et nessa parcela e menores valores de Pi e I para o período compreendido entre março de 2013 e março de 2014. Tais análises dos valores monitorados nesse estudo e também, por Deon (2015), demonstram que a intercepção calculada a partir das equações ajustadas tende a ser superestimada, enquanto que os valores de Et e Pi são, geralmente, subestimados.

CONCLUSÕES

Os percentuais de intercepção estimados nessa pesquisa, para vegetação do tipo floresta nativa (Bioma Mata Atlântica) e eucalipto (*Eucalyptus Grandis*), demonstram que, nas regiões com grande cobertura vegetal, a adequada avaliação desse processo tem elevada importância para estudos hidrológicos e processos de modelagem hidrológica.

As informações monitoradas mostram que a intercepção na vegetação nativa é superior àquela verificada para eucalipto, consequência da maior variabilidade das matas nativas em relação às florestas plantadas, que apresentam padrões de cultivo e manejo, com menor densidade da vegetação e menor estrutura dos dosséis.

Os valores observados para Pi e I são semelhantes aos reportados por outros autores para tipologias vegetais semelhantes. Contudo, o Et verificado apresenta percentuais mais elevados em relação a outros estudos com mesma vegetação, sugerindo que essa variável nem sempre pode ser negligenciada nas avaliações do processo de intercepção. Todavia, há que se considerar erros na determinação de Et advindos de limitações na metodologia empregada, já que foram analisadas apenas três árvores dentro de cada parcela estudada e; além disso, o número de coletas realizadas foi pequeno.

As relações de ajuste apresentaram limitações devido ao número de coletores de Et utilizados, do número de coletas de Pi e Et monitoradas, sobretudo na parcela RE e também; em razão da grande variabilidade espacial e temporal dos processos analisados, que dificultam o processo de monitoramento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. de; SOARES, J. V. Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (mata atlântica) na costa leste do Brasil. *Rev. Árvore*, v. 27, n. 2, p. 159-170, mar./abr. 2003.

ALMEIDA, A. P. de; RIEKERK, H. Water balance of *Eucalyptus globulus* and *Quercus suber* forest stands in south Portugal. *Forest Ecol. Manag.*, v. 38, n. 1-2, p. 55-64, Dec. 1990.

ALVES, R. F.; DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. de; GARCIA, F. N. M. Avaliação da precipitação efetiva de um fragmento de mata atlântica em diferentes estágios de regeneração no município de viçosa, MG. *Rev. Ambiente Água*, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2007.

ANDRADE, G. de C.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C. A.; BELLOTE, A. F. J.; MORO, L. Contribución del agua de lluvia en la oferta de nutrientes minerales para *Eucalyptus grandis*. *Bosque*, v. 16, n. 1, p. 47-51, 1995.

ARCOVA, F. C. F.; CICCIO, V. de; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e intercepção das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo. *Rev. Árvore*, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

BALIEIRO, F. de C.; FRANCO, A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Evaluation of the throughfall and stemflow nutrient contents in mixed and pure plantations of acacia mangium, pseudosamanea guachapele and eucalyptus grandis. *Rev. Árvore*, v. 31, n. 2, p. 339-346, 2007.

BAUMHARDT, E.; MAZIERO, E.; SILVA, A. S.; ANTOLIN, A. T.; SÁ, Y. R. V.; ÁVILA, C. B.; CRUZ, J. C.; MULLER, I.; SILVA, J. C. M. Intensidade de amostragem de interceptômetros em microbacia florestada para validação dos valores de intercepção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRH, 2009.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J.; SCHOFIELD, N.; TAGG, A. F. Testing a Physically based flood forecasting model (Topmodel) for three U.K. catchments. *J. Hydrol.*, v. 69, n. 1-4, p. 119-143, Feb. 1984.

BRAUMAN, K. A.; FREYBERG, D. L.; DAILY, G. C. Forest structure influences on rainfall partitioning and cloud interception: a comparison of native forest sites in Kona, Hawai'i. *Agric. Forest Meteorol.*, v. 150, n. 2, p. 265-275, Feb. 2010.

BRUIJNZEEL, L. A. S. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review*. Netherlands: UNESCO; International Hydrological Programme, 1990.

BRUIJNZEEL, L. A. S.; EUGSTER, W.; BURKARD, R. Fog as a Hydrologic Input. In: ANDERSON, M. G. (Ed.). *Encyclopedia of Hydrological Sciences*. Chichester, UK.: John Wiley, 2005. p. 559-582.

BULCOCK, H. H.; JEWITT, G. P. W. Field data collection and analysis of canopy and litter interception in commercial forest plantations in the KwaZulu-Natal Midlands, South Africa. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 16, n. 10, p. 3717-3728, Oct. 2012.

CHAFFE, P. L. B.; KOBIYAMA, M.; YAMASHIKI, K.; TAKARA, K. Is interception information important for rainfall-runoff modeling? *Ann. J. Hydraulic Eng.*, v. 54, p. 73-78, Feb. 2010.

CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. Partitioning of

rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: II stemflow and factors affecting stemflow in a dry sclerophyll eucalypt forest. *Hydrol. Processes*, v. 4, n. 2, p. 145-155, Apr./June 1990a.

CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia: IV the relationship of interception and canopy storage capacity, the interception of these forests, and the effect on interception of thinning the pine plantation. *Hydrol. Processes*, v. 4, n. 2, p. 169-188, Apr./June 1990b.

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

DEGUCHI, A.; HATTORIA, A. S.; SHIGEAKI, A.; PARK, H-T. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: Application of the revised Gash model. *J. Hydrol.*, v. 318, n. 1-4, p. 80-102, Mar. 2006.

DEON, E. H. de A. *Interceptação da chuva em floresta estacional decidual em Santa Maria*, RS. 2015. 61 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

DINIZ, A. R.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F. de C.; MACHADO, D. L.; MENEZES, C. E. G. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios Sucessionais de floresta atlântica, Pinheiral – RJ. *Ciênc. Florestal*, v. 23, n. 3, p. 389-399, 2013.

DUNKERLEY, D. A new method for determining the throughfall fraction and throughfall depth in vegetation canopies. *J. Hydrol.*, v. 385, n. 1-4, p. 65-75, May 2010.

FELTRIN, R. M.; PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de; BELING, F. A. Lysimeter soil water balance evaluation for an experiment developed in the Southern Brazilian Atlantic Forest region. *Hydrol. Processes*, v. 25, n. 15, p. 2321-2328, July 2011.

GERMER, S.; ELSENBEER, H.; MORAES, J. M. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, south-western Amazonia (Rondônia, Brazil). *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v.10, n. 3, p. 383-393, 2006.

GERMER, S.; WERTHER, L.; ELSENBEER, H. Have we underestimated stemflow? Lessons from an open tropical rainforest. *J. Hydrol.*, v. 395, n. 3-4, p. 169-179, Dec. 2010.

GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. Interceptação da chuva: uma revisão com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras. *RBRH: revista brasileira de recursos hídricos*, v. 18, n. 2, p. 297-317, abr./jun. 2013.

GREENWOOD, E. A. N.; KLEIN, L.; BERESFORD, J. D.; WATSON, G. D. Differences in annual evaporation between

grazed pasture and Eucalyptus species in plantations on a saline farm catchment. *J. Hydrol.*, v. 78, n. 3-4, p. 261-278, June 1985.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Design criteria for interception studies. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION SCIENCE HYDROLOGY. *Symposium Design of Hydrological Networks*. Washington: [s.n.], 1966. P. 131-137. (Bulletin, 67).

HOLWERDA, F.; SCATENA, F.; BRUIJNZEEL, L. A. Throughfall in a Puerto Rican lower Montane rain forest: a comparison of sampling strategies. *J. Hydrol.*, v. 327, n. 3-4, p. 592-602, Aug. 2006.

HUBER, A.; IROUMÉ, A. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest covers in Chile. *J. Hydrol.*, v. 248, n. 1-4, p. 78-92, July 2001.

HUBER, A.; IROUMÉ, A.; MOHR, C.; FRÈNE, C. Efecto de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile. *Bosque*, v. 31, n. 3, p. 219-230, 2010.

IROUME, A.; HUBER, A. Interceptación de las lluvias por la cubierta de bosques y efecto en los caudales de crecida en una cuenca experimental en Malalcahuello, IX Región, Chile. *Bosque*, v. 21, n. 1, p. 45-56, 2000.

KEIM, R. F.; SKAUGSET, A. E.; WEILER, M. Temporal persistence of spatial patterns in throughfall. *J. Hydrol.*, v. 314, n. 1-4, p. 263-274, Nov. 2005.

KELLMAN, M.; ROULET, N. Stemflow and throughfall in a tropical dry forest. *Earth Surface Processes Landforms*, v. 15, n. 1, p. 55-61, Feb. 1990.

LANE, P. N. J.; MORRIS, J.; NINGNAN, Z.; GUANGYI, Z.; GUOYI, Z.; DAPING, X. Water balance of tropical eucalypt plantations in south-eastern China. *Agric. Forest Meteorol.*, v. 124, n. 3-4, p. 253-267, Aug. 2004.

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

LIVESLEY, S. J.; BAUDINETTE, B.; GLOVER, D. Rainfall interception and stemflow by eucalypt street trees—The impacts of canopy density and bark type. *Urban Forestry Urban Greening*, v. 13, n. 1, p. 192-197, 2014.

LLOYD, C. R.; MARQUES, A. O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in amazonian rainforest. *Agric. Forest Meteorol.*, v. 42, n. 1, p. 63-73, Jan. 1988.

MANFROI, O. J.; KOICHIRO, K.; NOBUAKI, T.; MASAKAZU, S.; NAKAGAWA, M.; NAKASHIZUKA, T.; CHONG, L. The stemflow of trees in a Bornean lowland tropical forest. *Hydrol. Processes*, v. 18, n. 13, p. 2455-2474, Sept. 2004.

- MCJANNET, D.; WALLACE, J.; REDDELL, P. Precipitation interception in Australian tropical rainforests: II. Altitudinal gradients of cloud interception, stemflow, throughfall and interception. *Hydrol. Processes*, v. 21, n. 13, p. 1703-1718, June 2007.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- MOURA, A. E. S. S. de; CORREA, M. M.; SILVA, E. R. da; FERREIRA, R. L. C.; FIGUEIREDO, A. de C.; POSSAS, J. M. C. Intercepção das chuvas em um fragmento de floresta da mata atlântica na bacia do Prata, Recife, PE. *Rev. Árvore*, v. 33, n. 3, p.461-469, 2009.
- MOURA, A. E. S. S.; CORREA, M. M.; SILVA, E. R.; LIMA, G. S.; SENA, J. R.; FIGUEIRÉDO, A. C. Precipitação Efetiva nos Períodos Chuvoso e Pouco Chuvoso em um Fragmento de Mata Atlântica, Recife –PE. *RBRH: revista brasileira de recursos hídricos*, v. 17, n. 7, p. 7-16, out./dez. 2012.
- OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da mata atlântica. *Rev. Árvore*, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.
- PUTUHENA, W. M.; CORDERY, I. Some hydrological effects of changing forest cover from eucalypts to *Pinus radiata*. *Agric. Forest Meteorol.*, v. 100, n. 1, p. 59-72, Jan. 2000.
- RAICH, J. W. Throughfall and stemflow in mature and year-old wet tropical forest. *Tropical Ecol.*, v. 24, n. 2, p. 234-243, 1983.
- SANTOS, I. dos. *Monitoramento e modelagem de processos hidrogeomorfológicos: mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica*. 2009. 167 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D. de; PAIVA, J. B. D. de. Precipitação interna em Floresta Atlântica: comparação entre os sistemas de monitoramento fixo e móvel. *RBRH: revista brasileira de recursos hídricos*, v. 20, n. 4, p. 849-861, out./dez. 2015.
- SAVENIJE, H. H. G. The importance of interception and why we should delete the term evapotranspiration from our vocabulary. *Hydrol. Processes*, v. 18, n. 8, p. 1507-1511, June 2004.
- SCHEER, M. B. Fluxo de nutrientes pela precipitação pluviométrica em dois trechos de floresta ombrófila densa em Guaraqueçaba, Paraná. *Floresta*, v. 39, n. 1, p. 117-130, jan./mar. 2009.
- SHINZATO, E. T.; TONELLO, K. C.; GASPAROTO, E. A. G.; VALENTE, R. O. A. Escoamento pelo tronco em diferentes povoamentos florestais na Floresta Nacional de Ipanema em Iperó, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 39, n. 92, p. 395-402, dez. 2011.
- STAELENS, J.; SCHRIJVER, A. D.; VERHEYEN, K.; VERHOEST, N. E. C. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow, and interception within a single beech (*Fagus sylvatica* L.) canopy: influence of foliation, rain event characteristics, and meteorology. *Hydrol. Processes*, v. 22, n. 1, p. 33-45, Jan. 2008.
- SUGAWARA, M. Tank Model. In: SINGH, V. P. (Ed.). Computer models of watershed hydrology. [Michigan]: *Water Resources*, 1995. p. 165-214.
- THOMAZ, E. L. Avaliação de intercepção e precipitação interna em capoeira e Floresta secundária em Guarapuava–PR. *Geografia*, v. 14, n. 1, p. 47-60, jan./jun. 2005.
- TOGASHI, H. F.; MONTEZUMA, R. de C. M.; LEITE, A. F. Precipitação incidente e fluxo de atravessamento das chuvas em três estágios sucessionais de floresta atlântica no maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro. *Rev. Árvore*, v. 36, n. 5, p. 907-917, set./out. 2012.
- TREVISAN, R.; SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; SILVA, R. W. da C.; MARTINELLI, L. A.; MORAES, J. M. de. Dinâmica da Água em uma Microbacia com Cobertura Florestal de Eucalipto localizada na Serra do Mar no Vale do Paraíba do Sul. *RBRH: revista brasileira de recursos hídricos*, v. 17, n.4, p. 207-216, out./dez. 2012.
- VALENTE, F.; DAVID, J. S.; GASH, J. H. C. Modelling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models. *J. Hydrol.*, v. 190, n. 1-2, p. 141-162, 1997.

Contribuições dos autores:

Vanessa Sari: desenvolvimento do trabalho experimental e coletas dos dados, organização dos dados e realização das análises e interpretação dos resultados. Desenvolveu a pesquisa bibliográfica, a estruturação, a redação e o fechamento do texto apresentado nesse artigo

Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva (In Memoriam): professor orientador do trabalho experimental e metodologia aplicada no monitoramento, originado a partir da dissertação de mestrado da 1ª autora. Ofereceu importantes contribuições intelectuais para a concepção e a realização da pesquisa, cujos resultados são apresentados nesse artigo.

João Batista Dias de Paiva : ofereceu importantes contribuições intelectuais para a realização da pesquisa experimental e para as análises e interpretações dos resultados. Contribuiu para o fechamento do texto desse artigo.