



## Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica

doi: 10.4136/ambi-agua.1141

**João Paulo Oliveira de Freitas\***; **Herly Carlos Teixeira Dias**;  
**Thiago Henrique Azevedo Barroso**; **Lucas de Barros Quaresma Poyares**

Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa, MG, Brasil  
Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de  
Hidrologia Florestal e Manejo de Bacias Hidrográficas  
\*Autor correspondente: e-mail: joao.p.freitas@ufv.br,  
herly@ufv.br, thiago.barroso@ufv.br, lucas.poyares@ufv.br

### RESUMO

A cobertura florestal tem grande importância dentro do contexto do balanço hídrico e pode alterar o mecanismo de entrada de água na superfície do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a precipitação interna, escoamento pelo tronco, escoamento superficial em relação à precipitação em aberto em um fragmento de Mata Atlântica. A precipitação em aberto foi obtida por um pluviógrafo e um pluviômetro instalados em uma torre acima do dossel da floresta. Para quantificação da precipitação interna, foram lançadas seis parcelas de 20 x 20 m, contendo 25 pluviômetros distanciados cinco metros entre si, por parcela. Para a medição do escoamento pelo tronco foram adaptados coletores nos troncos das árvores com circunferência  $\geq 15$  cm. Para a medição do escoamento superficial, foram lançadas três parcelas com áreas de 13,71 m<sup>2</sup>, 14,79 m<sup>2</sup> e 14,86 m<sup>2</sup>. As parcelas foram delimitadas com chapas de ferro galvanizadas. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que as florestas têm papel importante no ciclo hidrológico, do total precipitado (1182,6 mm) uma fração é interceptada pela copa das árvores, sendo evaporada de volta à atmosfera, outra parte (958,1 mm), correspondendo a 81% da precipitação total, passa pelo dossel atingindo o solo. O escoamento pelo tronco foi de 10,8 mm correspondendo a 0,9 % do total precipitado. O escoamento superficial foi de 15,5 mm, correspondendo a 1,3% da precipitação em aberto. A cobertura vegetal tem papel importante na redução do volume de água escoada na superfície do solo.

**Palavras-chave:** Precipitação, Hidrologia Florestal, Manejo de Bacias Hidrográficas.

## Rainfall distribution in the Atlantic Rainforest

### ABSTRACT

Forest cover is of great importance in the context of water balance and may alter the mechanism of water absorption into the soil surface. The aim of this study was to evaluate the throughfall, stemflow, and surface runoff compared to rainfall in a fragment of the Atlantic Rainforest. Rainfall was measured through a rain gauge and a pluviograph installed on a tower above the forest canopy. To quantify the throughfall, six plots of 20 x20 m were laid, with 25 pluviometers five meters spaced from each other, for each plot. To measure the stemflow, collectors were adapted on the tree trunks having  $\geq 15$  cm circumference. For the runoff estimate, three plots were established with areas of 13.71 m<sup>2</sup>, 14.79 m<sup>2</sup> and 14.86 m<sup>2</sup>. The plots were demarcated with galvanized iron sheets. Based on the results, it can be concluded that forests play an important role in the hydrological cycle: from the total precipitation (1182.6 mm), one portion is intercepted by the tree canopy and evaporated back

into the atmosphere; another portion (958.1 mm) corresponding to 81% of the total precipitation, passes through the canopy and hits the ground. The stemflow was 10.8 mm, corresponding to 0.9 % of the total rainfall. The runoff was 15.5 mm, which corresponds to 1.3% of the rainfall. The vegetation has an important role in reducing the runoff volume on the soil surface.

**Keywords:** Precipitation, Forest Hydrology, Watershed Management.

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica foi ao longo dos anos sendo desmatada dando lugar à agricultura e às cidades reduzindo sua área inicial, restando menos de 93% de sua área (Myers et al., 2000). As unidades de conservação se tornaram um instrumento para proteger o pouco que resta da mata, sendo de fundamental importância não só pela proteção de espécies animais e vegetais, mas também como locais para pesquisas científicas.

Devido a esse passado de degradação, hoje existem pequenos fragmentos de floresta em diferentes estágios sucessionais. Além disto, as florestas semidecíduais em regeneração são também um importante laboratório natural, capaz de gerar informações indispensáveis ao entendimento da dinâmica sucessional dessas comunidades florestais.

De acordo com Valverde (1958), naquele tempo as florestas estacionais semidecíduais da Zona da Mata de Minas Gerais, já estavam severamente modificadas pelo ciclo do café, pela pecuária extensiva e pelo plantio da cana de açúcar.

A preocupação com o uso adequado dos recursos hídricos tem aumentado nos últimos anos à medida que os problemas ocorridos em decorrência das chuvas têm provocado cada vez mais transtornos à sociedade como as inundações em períodos chuvosos bem como a escassez pela diminuição da vazão dos cursos d'água em épocas secas. Alterações que são influenciadas pela baixa taxa de infiltração dos solos devido à falta de cobertura vegetal que é de fundamental importância na taxa de infiltração diminuindo a velocidade que a água da chuva chega ao solo, aumentando o escoamento superficial e diminuição da recarga do lençol freático.

Durante um período de chuva, a quantidade de água que chega ao solo de uma floresta é diferente da quantidade que chega em uma área aberta (sem cobertura vegetal). Em florestas naturais ou plantadas, a quantidade de água de chuva que atinge a serapilheira é denominada precipitação efetiva que é dada pela precipitação interna e escoamento pelo tronco (Lima, 1975).

A precipitação interna é a precipitação que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas e gotas que respingam do dossel (Arcova et al., 2003).

Segundo Moura et al. (2009) a cobertura florestal tem grande importância dentro do contexto do balanço hídrico de determinado local e pode alterar o mecanismo de entrada de água na superfície do solo. O formato da cobertura vegetal, a área foliar e a estrutura da casca são consideradas fatores-chave para se determinar a capacidade de armazenamento de água no dossel, afetando a interceptação das chuvas e os demais componentes do balanço hídrico local.

A água da chuva que precipita sobre uma mata, segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração (perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração, ocorrendo concomitantemente) ou atinge o solo, através da folhagem ou do tronco das árvores. De toda a água que chega ao solo, uma parte tem escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte sofre armazenamento temporário por infiltração no solo, podendo ser liberada para a

atmosfera através da evapotranspiração, manter-se como água no solo por mais algum tempo ou filtrar como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo que não for evapotranspirada, escoar devagar pela floresta, compondo o chamado deflúvio, sustentando os mananciais hídricos.

O conhecimento do tamanho de cada uma das três frações na partição das chuvas, interceptação, precipitação interna e escoamento pelo tronco será um complemento indispensável para se obter valor preciso do balanço hídrico numa floresta (Jiménez et al., 1996). A quantidade de água envolvida nesses três processos é variável e depende de fatores relacionados tanto com a vegetação quanto pelas condições climáticas na qual a floresta está inserida (Leopoldo e Conte, 1985)

Sobrepondo-se às mudanças climáticas, de caráter global, há os efeitos das variabilidades climáticas regionais sobre as variáveis hidrológicas e sedimentológicas, bem como os impactos da mudança do uso e manejo do solo. No que diz respeito ao escoamento, estudos mostram significativa amplificação em relação a aumentos de precipitação (Tucci, 2002).

O tipo de cobertura vegetal implica distintos comportamentos nos atributos do solo e da água, sendo que a remoção das florestas tem causado aumento significativo dos processos que levam à degradação de imensas áreas, com prejuízos à hidrologia e à biodiversidade (Bueno et al., 2005). Rizzi (1985) aborda aspectos da importância das florestas nativas na produção e conservação dos mananciais hídricos, com funções de interceptar a água da chuva, proporcionar condições ótimas de infiltração e reduzir o escoamento superficial.

Assim sendo, este trabalho teve por objetivo avaliar os processos hidrológicos: precipitação efetiva, precipitação interna, escoamento pelo tronco e escoamento superficial em relação a precipitação em aberto em um fragmento de Mata Atlântica no Município de Viçosa-MG.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, a 229 km da capital Belo Horizonte. A área possui 194 ha e está localizada entre as latitudes de 20° 41' 20" S e 20° 49' 35" S e entre as longitudes de 42° 49' 36" WGr e 42° 54' 27" WGr (Oliveira Junior, 2006) a uma altitude média de 650 metros. A estação está localizada na bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina que é afluente do ribeirão São Bartolomeu, na bacia hidrográfica do rio Doce. Na região há ocorrência da formação florestal estacional semidecidual tropical, em parte caducifólia (Veloso et al., 1991). Conforme a espécie florestal poderá haver variação na queda das folhas, de meados de maio até praticamente fins de outubro (Castro et al., 1983).

A maioria dos solos é de textura argilosa, sendo classificados como Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos nas áreas com perfis convexos, Câmbicos nos topos, Argissolos nas áreas de perfis côncavos e nos terraços e, finalmente, Hidromórficos aluviais no leito maior dos cursos d'água (Correa, 1984).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como temperado quente, com verões chuvosos e invernos frios e secos (Cwb). A precipitação média anual e a umidade relativa ficam em torno de 1268,2 mm e 81%, respectivamente, sendo a temperatura média anual igual a 20°C, conforme dados obtidos na estação meteorológica local, no período de 1968 a 2010 (Lorenzon, 2011).

A precipitação em aberto foi obtida por um pluviógrafo e por medições realizadas em um pluviômetro de PVC com área de captação de 167 cm<sup>2</sup>, instalado em uma torre acima do dossel da floresta.

Para quantificação da precipitação interna (*PI*), foram lançadas seis parcelas de 20 m x 20 m, três na área de regeneração inicial e três na área de regeneração avançada, espaçadas 10 m entre si. Cada parcela é composta por 25 pluviômetros distanciados 5 m entre si. Os pluviômetros foram construídos com PVC e garrafas “pets”, com área individual de captação central de 75,4 cm<sup>2</sup> e 81,7 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Para o cálculo da precipitação interna da parcela, utilizou-se a Equação 1:

$$PI = \frac{\sum\left(\frac{V}{A}\right) \times 10}{25} \quad [1]$$

em que:

*PI* é a precipitação interna (mm),

*V* é o volume de água coletada em cada pluviômetro (mL) e

*A* é a área de captação de cada pluviômetro (cm<sup>2</sup>).

Para a medição do escoamento pelo tronco (*Et*) foi demarcado, dentro de cada parcela de precipitação interna, uma sub-parcela de 10 x 10 m, onde foram adaptados coletores à base de poliuretano nos troncos das árvores com circunferência  $\geq 15$  cm medidas a 1,30 m sobre o nível do solo (CAP). A água da chuva foi direcionada por uma mangueira de 5/8” afixadas aos coletores para recipientes individuais de plástico. Para cálculo do escoamento pelo tronco da parcela utilizou-se a Equação 2:

$$Et = \sum \frac{V}{AS} \quad [2]$$

em que:

*Et* é o escoamento pelo tronco (mm),

*V* é o volume de água coletada em cada coletor (L) e

*AS* é a área da sub-parcela (100 m<sup>2</sup>).

Os dados foram armazenados em planilha apropriada, tabulados e submetidos a uma análise de correlação.

Para a medição do escoamento superficial, foram lançadas sistematicamente, três parcelas na área de regeneração inicial com áreas de 13,71 m<sup>2</sup>, 14,79 m<sup>2</sup> e 14,86 m<sup>2</sup>. As parcelas foram delimitadas com chapas de ferro galvanizadas. A declividade média da área é de 23%. A água de chuva, captada nas parcelas, foi direcionada por mangueira para tonéis de plástico cuja medição foi realizada por balde e provetas. O cálculo para a determinação do escoamento superficial está descrito na Equação 3:

$$Es = \frac{V}{A} \quad [3]$$

em que:

*Es* é o escoamento superficial (mm),

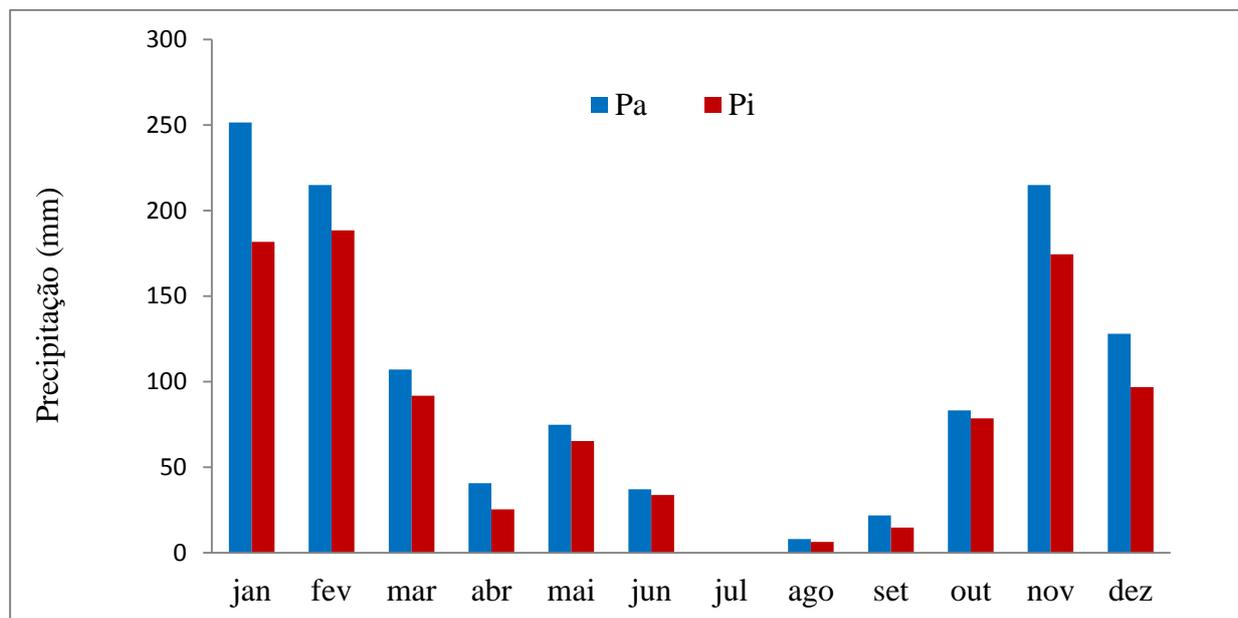
*V* é o volume (L) e

*A* é a área da parcela (m<sup>2</sup>).

Os dados foram obtidos no período de janeiro 2012 a dezembro de 2012. As leituras foram feitas, quando possível, logo após cada evento de chuva. Assim cada coleta constitui de uma ou mais precipitações. As medições foram realizadas com o auxílio de provetas e baldes graduados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os valores totais mensais da precipitação em aberto (PA), precipitação interna (PI), compreendidos entre janeiro a dezembro de 2012, podendo ser observado que do total precipitado uma pequena parte 213,7 mm é interceptada, sendo que a maior parte, 958,1 mm atinge diretamente o solo.



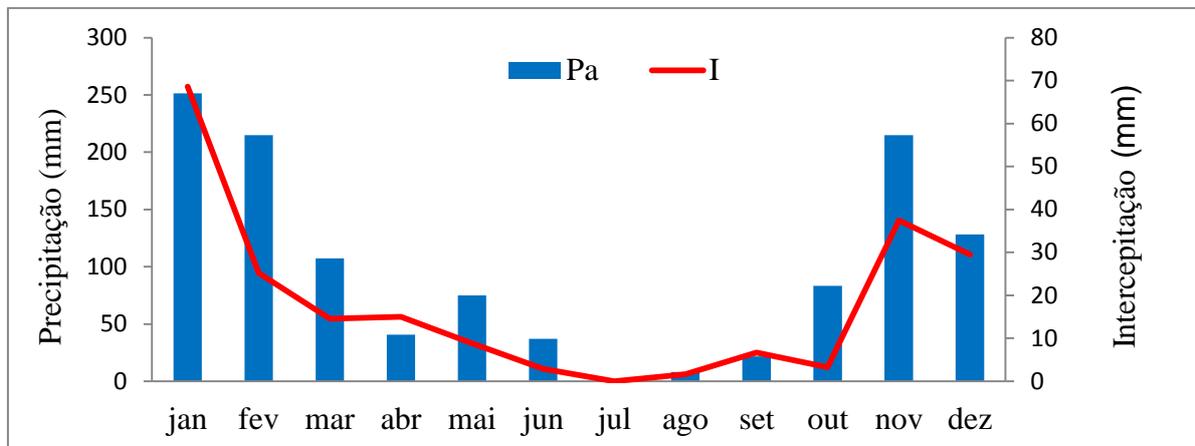
**Figura 1.** Precipitação em aberto (PA) e precipitação interna (PI) na Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, MG, 2012.

O valor da precipitação interna no fragmento foi de 958,1 mm correspondendo a 81% da precipitação total na área que foi de 1182,6 mm. Observando que a precipitação interna representa a maior parte da água que atinge o solo da mata. Os valores de precipitação interna são influenciados pela densidade do dossel bem como o formato da copa das árvores, que irão determinar uma maior ou menor precipitação interna.

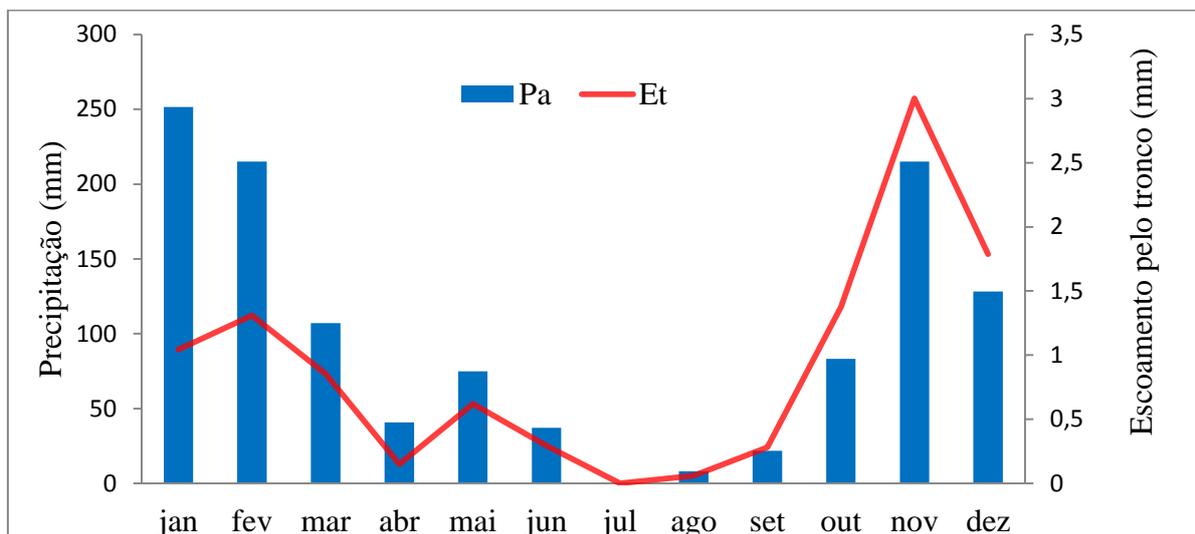
Uma das principais influências da floresta ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, em que parte é temporariamente retida pela massa vegetal e, em seguida, evaporada para atmosfera, processo denominado interceptação. O restante alcança o solo por precipitação interna ou pelo escoamento de água pelo tronco das árvores (Arcova et al., 2003), em que a soma desses dois processos é denominado precipitação efetiva.

Do total de chuva precipitada uma parte 18,1 % foi interceptada pela copa das árvores e possivelmente evaporada, voltando novamente à atmosfera (Figura 2). Outra parte 0,9 % foi interceptada pela copa das árvores, escoando pelo tronco até atingir o solo como mostra a Figura 3. Apesar de apresentar valores muito baixos, o escoamento pelo tronco é importante

peelo fato de que a água escoada leva um maior tempo até atingir o solo, o que favorece o processo de infiltração.



**Figura 2.** Precipitação em aberto (PA) e Intercepção (I) na Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, MG, 2012.

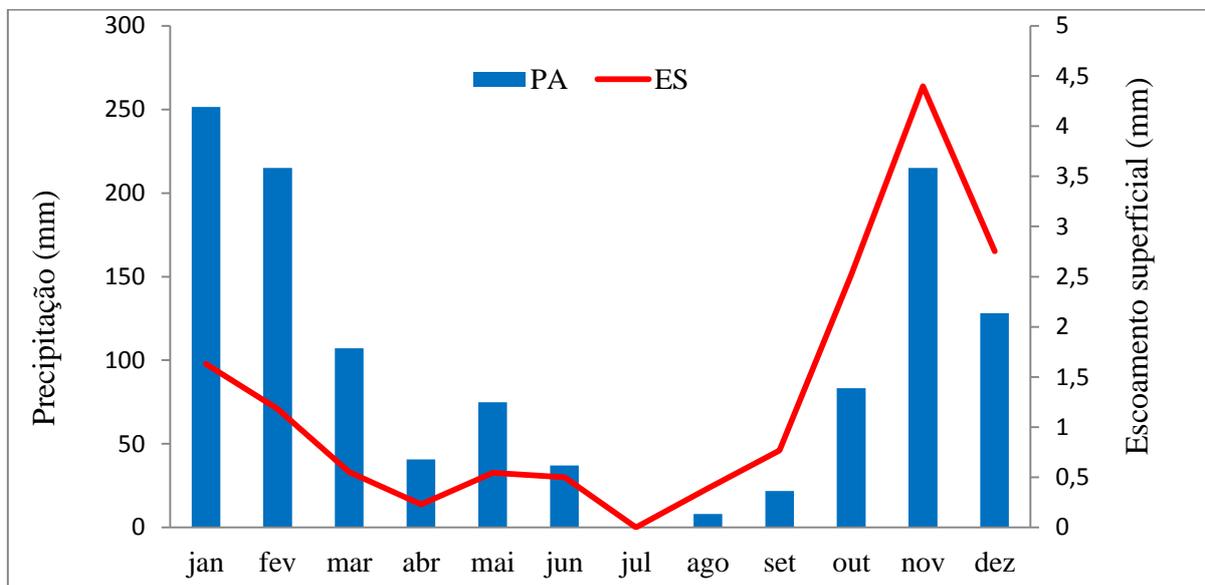


**Figura 3.** Precipitação em aberto (PA) e Escoamento pelo tronco (ET) na Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, MG, 2012.

A precipitação em aberto foi de 1182,6 mm e o escoamento superficial igual a 15,5 mm o que correspondeu a 1,3 % da precipitação em aberto. Esse valor foi abaixo do observado por Lima (1988), que estudando o escoamento superficial em plantios de eucaliptos em terrenos com declividade de 7 %, encontrou valores médios de 2,44 % em relação à precipitação em aberto. Alencar et al. (2006), ao avaliar a influência da precipitação no escoamento superficial em área de cerrado no Distrito Federal, observaram valores médios, próximos de 3,55 % em relação à precipitação em aberto. Para culturas agrícolas, a perda de água por escoamento superficial é ainda maior. Carvalho et al. (2009), observaram, em um terreno cultivado com milho e com declividade de 9 %, valores de escoamento superficial em torno de 28,49 % em relação à precipitação em aberto. Bertol et al. (2008), observaram, em um terreno com 12 % de declividade, valores de escoamento superficial iguais a 34 e 24 % para um plantio convencional de feijão e soja, respectivamente.

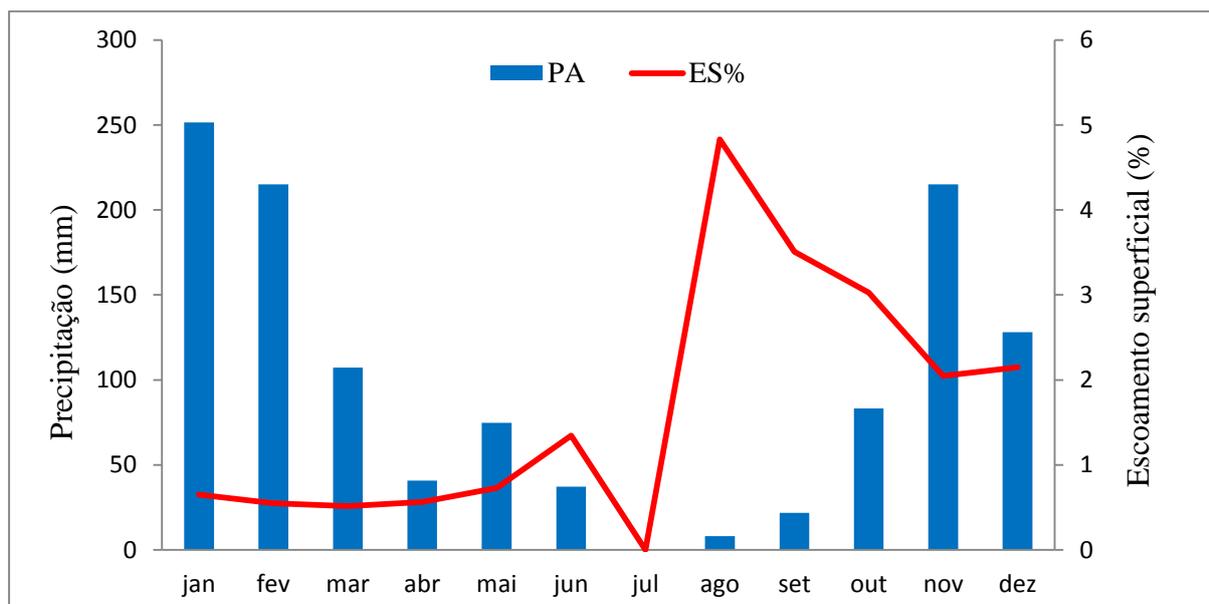
Na Figura 4 observam-se os valores de escoamento superficial, que variam de acordo com o volume precipitado, porém não são proporcionais à quantidade precipitada, os maiores

valores encontram-se nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, quando ocorre o período chuvoso na região, com chuvas de alta intensidade favorecendo assim o escoamento superficial.



**Figura 4.** Precipitação em aberto (PA) e escoamento superficial (ES) em mm. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2012.

Na Figura 5 está representada a porcentagem da água de escoamento superficial em relação à precipitação em aberto, podendo-se observar valores baixos de escoamento em relação ao total precipitado. Carvalho et al. (2009) observaram, em um terreno cultivado com milho e declividade de 9%, valores de escoamento superficial em torno de 28,49 % em relação à precipitação em aberto. Bertol et al. (2008) observaram, em um terreno com 12% de declividade, valores de escoamento superficial iguais a 34 e 24% para um plantio convencional de feijão e soja, respectivamente.



**Figura 5.** Precipitação em aberto (PA) e escoamento superficial (ES) em %. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2012.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o fragmento de Mata Atlântica em estudo tem papel importante no ciclo hidrológico. Do total precipitado (1182,6 mm), uma fração é interceptada pela copa das árvores sendo evaporada de volta à atmosfera, outra parte (958,1 mm) correspondendo a 81% da precipitação total passa pelo dossel atingindo o solo. Apesar de apresentar valores muito baixos, o escoamento pelo tronco é importante pelo fato de que a água escoada pelo tronco leva um maior tempo até atingir o solo, o que favorece o processo de infiltração. O escoamento superficial foi de 15,4 mm, o que corresponde a 1,3 % da precipitação em aberto. A cobertura vegetal tem papel importante na redução do volume de água escoada na superfície do solo, diminuindo o seu valor.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, D. B. S. de; SILVA, C. L. da; OLIVEIRA, C. A. S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 103-112, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100012>
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, mar-abr. 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200014>
- BERTOL, I; BARBOSA, F.T.; FABIAN, E. L.; PEGORARO, R.; ZAVASCHI, E; GONZÁLEZ, A. P.; VÁZQUEZ, E. V. Escoamento superficial em diferentes sistemas de manejo em um Nitossolo Háplico típico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n.3, p. 243-250, 2008.
- BUENO, F. B.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde - Conchal – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 742-748, set./dez. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000300020>
- CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; PINTO, M. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRAS, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000100001>
- CASTRO, P. S.; VALENTE, O. F.; COELHO, T. D. ; RAMALHO, R. S. Interceptação da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa- MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 76-89, 1983.
- CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.
- JIMÉNEZ, M. S. et al. Laurel forests in Tenerife, Canary Islands: the annual course of sap flow in *Laurus* trees and stand. **Journal of Hydrology**, v.183, n.3/4, p.307-321, 1996. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694\(95\)02952-4](http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694(95)02952-4)

- LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. Repartição da água de chuva em cobertura florestal com características típicas de cerrado. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 6., 1985, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1985. v. 3. p.212-220.
- LIMA, W.P. **Estudos de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço em plantações de eucaliptos e pinus.** 1975. 111f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Piracicaba, 1975.
- LIMA, W. P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutrientes em microparcelsas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, Piracicaba, n. 38, p. 5-16, 1988.
- LORENZON, A. S. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG.** 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- MOURA, A. E. S. S.; CORREA, M. M.; SILVA, E. R.; FERREIRA, R. L. C.; FIGUEIREDO, A. de C.; POSSAS, J. M. C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na bacia do Prata, Recife, PE. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.461-469, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000300008>
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>
- OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais.** 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciencia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.
- RIZZI, N. E. Função da floresta na manutenção da qualidade da água para uso humano. **Revista Florestal**, São Carlos, v. 15, n. 12, p. 54-65, 1985.
- TUCCI, C. E. M. Impactos da variabilidade climática sobre os recursos hídricos do Brasil. Brasília: ANA, 2002. 70p. (Relatório de Consultoria)
- VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n. 1, p. 1-82, 1958.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.