

ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA, VIÇOSA-MG

Alexandre Simões Lorenzon¹, Herly Carlos Teixeira Dias², Kelly Cristina Tonello³

RESUMO – O presente trabalho foi realizado na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. O objetivo foi avaliar o escoamento superficial da água de chuva em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Para tanto, realizou-se a quantificação das variáveis precipitação em aberto, escoamento superficial, capacidade de infiltração e resistência mecânica do solo, no período de setembro de 2010 a abril de 2011. Em média, o escoamento superficial foi igual a 2,08% da precipitação em aberto. A capacidade de infiltração foi de 1.509 mm/h. A resistência mecânica do solo, na camada de 0-10 cm de profundidade, foi de 0,45 MPa. Embora estes últimos valores evidenciam as boas condições do solo na floresta, o escoamento superficial foi relativamente alto para essas condições. A camada de serapilheira aliada à declividade pode estar direcionando a água da chuva para camadas mais baixas do terreno, favorecendo assim o escoamento superficial.

Palavras chave: compactação do solo, hidrologia florestal, infiltração.

SURFACE RUNOFF OF RAIN WATER IN A FRAGMENT OF ATLANTIC FOREST, VIÇOSA-MG

ABSTRACT – This study was carried in Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The aim was to evaluate the surface runoff of rainwater in a fragment of the Seasonal Semideciduous Forest. Therefore, we carried out the quantification of gross precipitation, surface runoff, infiltration capacity and soil mechanical resistance, in period from September 2010 to April 2011. On average, the surface runoff was equal to 2.08% of the gross precipitation. The infiltration capacity was 1,509 mm/h. The soil mechanical resistance, in the layer 0-10 cm deep, was of 0.45 MPa. Although these latter values show good soil conditions in the forest, the surface runoff was relatively high for those conditions. The litter layer combined with the steepness may be directing rainwater to lower layers of the ground, thus favoring surface runoff.

Keywords: infiltration, forest hydrology, soil compaction.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do papel das florestas sobre os vários aspectos da água é de fundamental importância no que diz respeito ao ciclo hidrológico, bem como, na elaboração de práticas de manejo florestal com a finalidade de manutenção e conservação hidrológica das bacias hidrográficas (Lima, 2008).

A cobertura do solo é o fator mais importante no processo de escoamento superficial e da infiltração

(Cogo et al., 1984; Moura et al., 2009) e, independente do tipo de cobertura vegetal, a velocidade do escoamento superficial diminui acentuadamente com o aumento na porcentagem de cobertura sobre o solo (Lopes et al., 1987; Costa et al., 2013).

Nesse sentido, as florestas são os agentes mais eficazes na redução da erosão hídrica, pois o dossel florestal forma uma barreira que dissipa a energia cinética

¹ Doutorando em Ciência Florestal - Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Viçosa - Av. PH Rolfs s/n, Centro - 36570-000 - Viçosa, MG - alelorenzon@yahoo.com.br.

² Professor - Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Viçosa - Av. PH Rolfs s/n, Centro - 36570-000 - Viçosa, MG - herly@ufv.br.

³ Professora - Departamento de Ciências Ambientais - Universidade Federal de São Carlos - Rod. João Leme dos Santos, km 110 - 18052-780 - Sorocaba, SP - kellytonello@ufscar.br.



da água da chuva antes de atingir o solo (Fernandes et al., 2013). Além disso, os resíduos vegetais presentes no solo armazenam a água da chuva influenciando o processo de infiltração e do escoamento superficial (Bertol et al., 2006). Brandão et al. (2009) ressaltam ainda a importância do sistema radicular das plantas, que aumentam a macroporosidade do solo favorecendo a movimentação da água.

O escoamento superficial é um dos componentes mais importantes do ciclo hidrológico, devido seu potencial para causar erosão, assoreamento dos cursos d'água e enchentes. Por isso, esse processo é um dos mais estudados e modelados na hidrologia. Ele ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a taxa de infiltração da água no solo ou quando a capacidade de acumulação de água no solo for ultrapassada (Pruski et al., 2003).

Dentre os fatores que influenciam o escoamento superficial pode-se citar: textura e compactação do solo, umidade, cobertura vegetal, o manejo do solo, a área da bacia hidrográfica, a existência de declividades acentuadas e depressões retentoras de água e a quantidade e a intensidade da precipitação (Alencar et al., 2006; Mello, 2009).

Ainda são poucos os estudos desenvolvidos no intuito de se esclarecer e quantificar a relação existente entre o tipo de cobertura vegetal e o processo de escoamento superficial. As bacias hidrográficas e seus atributos físicos, biológicos e climáticos podem assumir características muito distintas mesmo apresentando superfícies similares, necessitando assim, de maiores estudos em diferentes condições de superfície para que se possa ter uma maior compreensão desse fenômeno natural (Saraiva Neto, 2009).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o escoamento superficial da água de chuva sobre o solo em uma bacia hidrográfica coberta por Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, no município de Viçosa-MG, no período de setembro de 2010 a março de 2011.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso (Figura 1), um fragmento de mata atlântica, localiza-se no município de Viçosa,

Zona da Mata de Minas Gerais. Situada entre as latitudes de 20°41'20" S e 20°49'35" S e entre as longitudes de 42°49'36" W e 42°54'27" W, a área possui 194 ha e está a uma altitude média de 650 metros.

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 et al., 2013).

A Mata do Paraíso pertence ao domínio da Floresta Estacional Semidecidual, dentro do bioma denominado Floresta Tropical Atlântica ou Mata Atlântica, (Veloso et al., 1991; Franco et al., 2014) compondo um mosaico em diferentes estágios sucessionais e pequenas áreas de brejo (Silva Junior et al., 2004). Conforme a espécie florestal poderá haver variação na queda das folhas, de meados de maio até praticamente fins de outubro (Castro et al., 1983).

Os solos da Mata do Paraíso são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo nas áreas com perfis convexos, Latossolo Câmbico nos topos das elevações, Argilossolos nas áreas de perfis côncavos e nos terraços (Correa, 1984).

2.2. Metodologia

O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho-Amarelo na área de regeneração inicial. Os dados de precipitação e escoamento superficial foram obtidos no período de setembro de 2009 a março de 2011, totalizando 38 medições. As leituras foram feitas, quando possível, logo após cada evento de chuva. Assim, cada coleta constitui de uma ou mais precipitações. As medições foram procedidas com o auxílio de provetas e baldes graduados. Os estudos de resistência mecânica do solo e capacidade de infiltração foram realizados em abril de 2011.

2.2.1. Precipitação em aberto (PA)

A precipitação em aberto foi obtida por medições realizadas em um pluviômetro de PVC com área de captação de 167 cm² (Equação 1). A intensidade de precipitação foi obtida por um pluviógrafo. Os dois aparelhos foram instalados em uma torre acima do dossel da floresta.



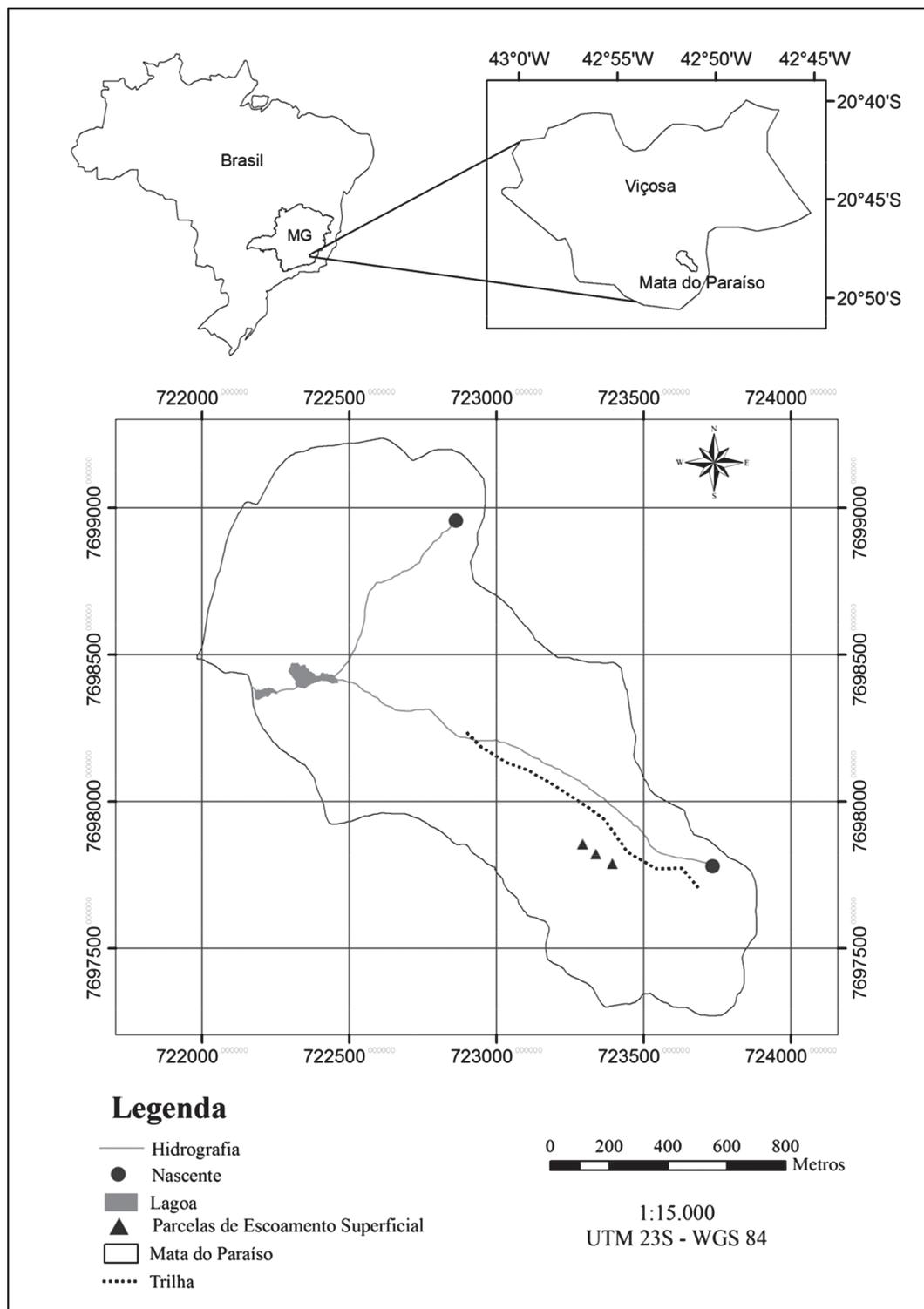


Figura 1 - Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

$$PA = \left(\frac{V}{A} \right) \times 10 \quad (1)$$

Em que PA é a precipitação em aberto (mm), V é o volume coletado no pluviômetro (ml) e A é a área de captação do pluviômetro (cm²).

2.2.2. Escoamento superficial (ES)

Para medição do escoamento superficial, foram lançadas três parcelas com áreas de 13,71 m², 14,79 m² e 14,86 m². As parcelas foram delimitadas com chapas de ferro galvanizadas. A declividade média das parcelas foi de 23%. A água da chuva, captada nas parcelas, foi direcionada por mangueira para tonéis de plástico. O cálculo para a determinação do escoamento superficial está descrito na equação 2. Foi realizada análise de regressão para verificar o comportamento do escoamento superficial em função da precipitação em aberto e da intensidade de precipitação.

$$ES = \left(\frac{V}{A} \right) \quad (2)$$

Onde ES é o escoamento superficial (mm), V é o volume (L) e A é a área da parcela (m²).

2.2.3. Resistência mecânica do solo

Para a determinação da resistência mecânica foi utilizado um penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf, descrito em Stolf et al. (1983).

A resistência mecânica foi determinada a partir de sete pontos amostrais. As repetições foram espaçadas, aproximadamente, 100 metros entre si, sendo os pontos distanciados 10 m da trilha de acesso para o interior da mata. Além disso, a escolha dos pontos levou em consideração a facilidade de acesso e a conservação da floresta, visto que em certas áreas ocorreram perturbações antrópicas que descaracterizam a vegetação. Foi avaliado o número de impactos na camada de 0 a 45 cm de profundidade. Os valores da resistência mecânica foram obtidos pelo software fornecido pelo fabricante do aparelho. Os resultados foram apresentados em valores médios para cada 2 cm de profundidade.

2.2.4. Capacidade de infiltração

Para a determinação da capacidade de infiltração de água no solo da Mata do Paraíso foi utilizado um infiltrômetro de anéis, modelo Turf-Tec, com cabo e

cronômetros adaptados. Os anéis, que são instalados de forma concêntrica, foram enterrados até 10 cm de profundidade. As medidas de infiltração foram feitas no anel interno. O teste foi finalizado quando o gasto de água em função do tempo estabilizou. Nesse ponto diz-se que o solo atingiu a taxa básica de infiltração. O estudo foi desenvolvido a partir de ensaios de infiltração realizados em três pontos amostrais distanciados 250 metros entre si e, aproximadamente, 10 m da trilha em direção ao interior da mata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação em aberto foi igual a 1425,51 mm e o escoamento superficial igual a 29,69 mm, o que correspondeu a 2,08% da precipitação em aberto. Esse valor foi próximo ao observado por Freitas et al. (2013), que estudando o escoamento superficial em fragmento de mata atlântica encontraram valores médios de 15,5 mm, correspondendo a 1,3% da precipitação em aberto. Em plantios de eucalipto, Lima (1988) encontrou valores relativos à precipitação em aberto de 2,44%. Alencar et al. (2006), ao avaliarem a influência da precipitação no escoamento superficial em área de cerrado no Distrito Federal, observaram valores 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 2 pode-se observar que os valores absolutos de escoamento superficial tendem a aumentar com o aumento da precipitação, embora não sejam proporcionais à quantidade precipitada. Segundo Pruski et al. (2003), o escoamento superficial sofre influência da intensidade de precipitação, explicando essas diferenças. Para precipitações em aberto de até 1 mm, o escoamento superficial não foi desencadeado, indicando que esse fenômeno inicia-se apenas a partir de uma determinada quantidade e intensidade de precipitação que exceda a capacidade de interceptação das copas das árvores, serapilheira e a capacidade de infiltração da água no solo.



Valores relativos de escoamento superficial apresentaram valores distintos ao longo dos eventos de chuva, não apresentando a mesma magnitude de variação em relação à precipitação em aberto. Os maiores valores de escoamento superficial não estão necessariamente associados as maiores precipitação. Precipitações menores chegaram a produzir valores relativos de escoamento superficial superiores a precipitações maiores, mostrando que o escoamento superficial não pode ser explicado por uma única variável (Figura 3).

Observa-se na Figura 4 que o escoamento superficial possui maior correlação com a quantidade de precipitação do que com a intensidade de precipitação. Ao relacionar as maiores lâminas de escoamento superficial com a intensidade de precipitação, verificou-se que essas lâminas não estão, necessariamente, associadas aos

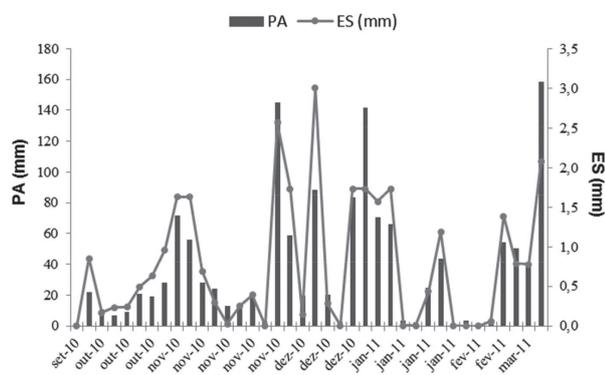


Figura 2 - Valores absolutos de precipitação em aberto (PA) e escoamento superficial (ES). Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

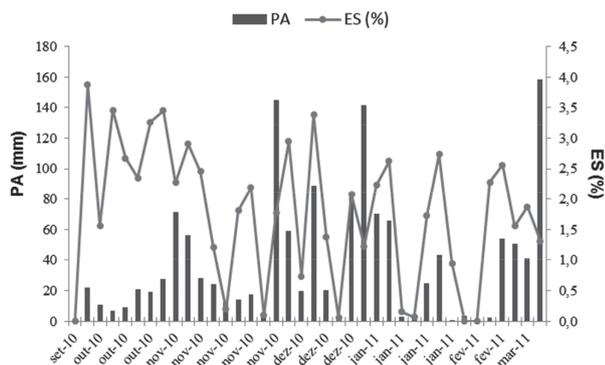


Figura 3 - Valores absolutos de precipitação em aberto (PA) e relativos de escoamento superficial (ES). Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

maiores valores de intensidade de precipitação. Outros autores, também verificaram que o total precipitado influencia mais significativamente o escoamento superficial que a intensidade da precipitação (Alencar et al., 2006; Chaves & Piau, 2008).

Segundo Brandão et al. (2009), o escoamento superficial é altamente influenciado pela capacidade de infiltração e pela compactação da camada superficial do solo. Observou-se nesse estudo, um valor médio de resistência mecânica do solo de 0,45 MPa para a camada de 0-10 cm de profundidade. Segundo o USDA (1993), o valor encontrado é considerado baixo, indicando que este solo possui boas condições físicas. Estudos realizados em outros ecossistemas, para essa mesma faixa de profundidade, encontraram valores médios de 1,60 MPa para o Cerrado e 1,40 MPa em áreas de Floresta Amazônica (Ralisch et al., 2008; Silva Filho et al., 2010). Embora os valores encontrados possam dar uma ideia das peculiaridades do solo de cada ecossistema, a metodologia utilizada, o tipo e a umidade do solo, são fatores determinantes na magnitude dos resultados. Como as medições nesse estudo foram realizadas logo após o período de chuvas é de se esperar um valor mais baixo para a resistência mecânica do solo.

Observa-se que a resistência do solo aumenta gradualmente a medida que se avança no perfil do solo, evidenciando um adensamento do solo nas camadas mais profundas, o que é uma restrição à percolação da água (Figura 5). Entretanto, esse adensamento é considerado normal, haja vista a melhoria da estrutura do solo nas camadas superficiais proporcionada pela vegetação. O ponto mais adensado do perfil do solo não chega a atingir os 2 MPa, que para alguns autores é considerado o valor, a partir do qual, começa haver impedimento ao crescimento do sistema radicular das plantas e a infiltração da água no solo (Sene et al., 1985; Merotto & Mundstock, 1999; Imhoff et al., 2000).

A capacidade de infiltração média encontrada foi de 1509 mm/h. De acordo com a classificação de Reichardt (1990), essa capacidade de infiltração é considerada muito alta. É possível observar que a taxa de infiltração, em todos os pontos foi acima de 700 mm/h, indicando que o solo dessa floresta possui boas condições à infiltração, corroborando com os valores encontrados para resistência mecânica (Tabela 1). A evolução da taxa de infiltração ao longo do tempo nos três pontos amostrados pode ser observada na Figura 6.

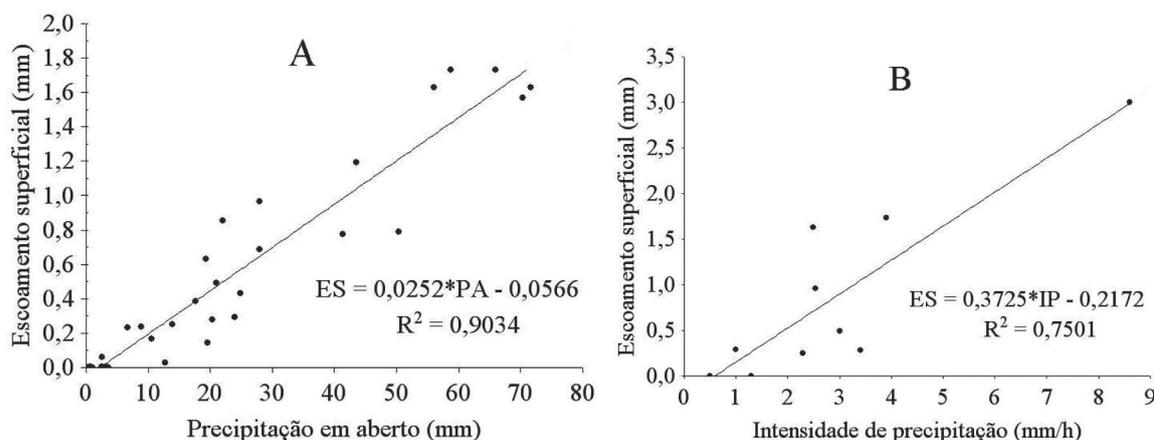


Figura 4 - Relação entre o escoamento superficial e a precipitação em aberto (A) e a intensidade de precipitação (B). Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

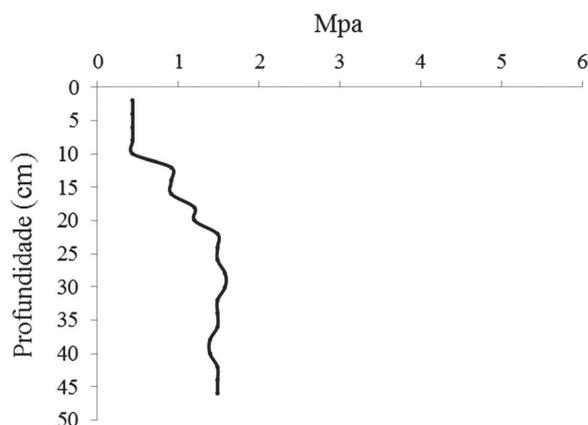


Figura 5 - Curva de resistência mecânica do solo. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

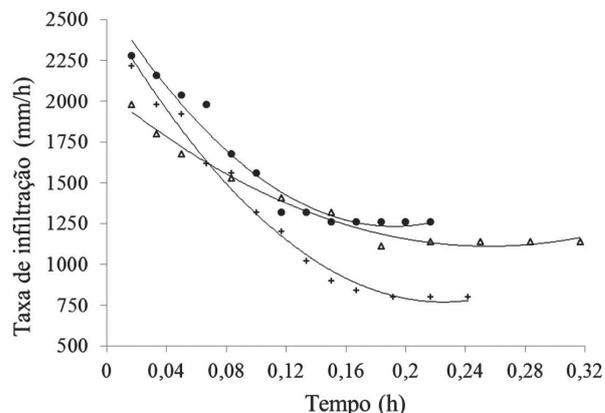


Figura 6 - Curva de taxa de infiltração na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

Tabela 1 - Valores de taxa de infiltração (TI) e capacidade de infiltração (CI) nos três pontos amostrados. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011

Repetição	TI (mm/h)	CI (mm/h)
1	1260	1733
2	800	1372
3	1140	1422
Média	1067	1509

Mendonça et al. (2009), encontraram valores médios de capacidade de infiltração para área de floresta nativa no extremo sul do Estado do Ceará em torno de 2160 mm/h. Souza & Alves (2003), em estudos de infiltração em área de Cerrado, no Mato Grosso do Sul, encontraram

valores de 330 mm/h. As diferenças encontradas entre os trabalhos podem ser atribuídas a vários fatores, podendo-se citar como os principais: a metodologia utilizada, o tipo de solo e a cobertura vegetal do local. Contudo, em todos os trabalhos verificaram-se boas condições hídricas das áreas nativas de floresta.

Embora o solo da floresta ofereça boas condições à infiltração, o escoamento superficial encontrado foi relativamente alto para essas condições. Observações em campo evidenciaram que a camada de serapilheira, principalmente folhas, apesar de fornecer proteção contra os impactos das gotas de chuva e a erosão do solo, favoreceu o escoamento superficial. As folhas sobrepostas sob o solo atuaram como um “telhado” impedindo que a água da chuva infiltrasse no solo

direcionando-a até a calha de coleta do escoamento superficial. Vallejo (1982), estudando o efeito da serapilheira na distribuição das águas pluviais em área de Mata Atlântica, observou que a camada de serapilheira, não decomposta, absorve quase três vezes o seu peso em água. Essa capacidade de absorção de água aliado a declividade do terreno pode ter favorecido para valores mais elevados de escoamento superficial.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o escoamento superficial foi de 29,69 mm, o que corresponde a 2,08% da precipitação em aberto. Observou-se também que o escoamento superficial tem maior correlação com o total precipitado do que com a intensidade da precipitação.

A capacidade de infiltração e a compactação do solo na camada de 0-10 cm de profundidade, em média, foram iguais a 1509 mm/h e 0,45 MPa, respectivamente.

Para as condições de solo observadas, o escoamento superficial é relativamente alto. A camada de serapilheira pode estar direcionando a água da chuva para camadas mais baixas do terreno, favorecendo assim o escoamento superficial. Maiores estudos devem ser realizados, a fim de se entender os processos que regem o escoamento superficial, bem como a influência dos diferentes ecossistemas florestais sobre o mesmo.

5. LITERATURA CITADA

- ALENCAR, D.B.S.; SILVA, C.L.; OLIVEIRA, C.A.S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Revista Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.103-112, 2006.
- BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; FABIAN, E.L. et al. Escoamento superficial em diferentes sistemas de manejo em um Nitossolo Háplico típico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.243-250, 2008.
- BERTOL, I; MELLO, E.L.; COGO, N.P. et al. Parâmetros relacionados com a erosão hídrica sob taxa constante da enxurrada, em diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.715-722, 2006.
- BRANDÃO, V.S.; CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F.F. et al. **Infiltração da água no solo**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2009. 120p.
- CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; PINTO, M.F. et al. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.3-9, 2009.
- CASTRO, P.S.; VALENTE, O.F.; COELHO, T.D. et al. Interceptação da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.7, n.1, p.76-89, 1983.
- CHAVES, H.M.L.; PIAU, L.P. Efeito da variabilidade da precipitação pluvial e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento de uma bacia hidrográfica do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.333-343, 2008.
- COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society America Journal**, v.48, p.368-373, 1984.
- CORREA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado em Solos). Viçosa, MG: UFV, 1984. 87f.
- COSTA, C.F.G.; FIGUEIREDO, R.O.; OLIVEIRA, F.A.; SANTOS, I.P.O. Escoamento superficial em Latossolo Amarelo distrófico típico sob diferentes agroecossistemas no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.162-169, 2013.
- FERNANDES, R.P.; SILVA, R.W.C.; SALEMI, L.F.; ANDRADE, T.M.B.; MORAES, J.M. Geração de escoamento superficial em uma microbacia com cobertura de cana-de-açúcar e floresta ripária. **Revista Ambiente & Água**, v.8, n.3, p.178-190, 2013.
- FRANCO, B.K.S.; MARTINS, S.V.; FARIA, P.C.L.; RIBEIRO, G.A.; MIRANDA NETO, A. Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.38, n.1, p.31-40, 2014.



- IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Spatial heterogeneity of soil properties in areas under elephant-grass short-duration grazing system. **Plant and Soil**, v.219, p.161-168, 2000.
- LIMA, W.P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelsas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, n.38, p.5-16, 1988.
- LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2 ed. Piracicaba: IPEF, 2008. 253p.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; CASSOL, E.A. Influência da cobertura vegetal morta na redução da velocidade e na distribuição de tamanho dos sedimentos transportados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, p.193-197, 1987.
- LORENZON, A.S.; DIAS, H.C.T.; LEITE, H.G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.619-627, 2013.
- MEROTTO, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.197-202, 1999.
- MELLO, E.L. **Modelo de suporte à avaliação do impacto do uso e manejo do solo no balanço hídrico e nas perdas de solo**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Viçosa, MG: UFV, 2009. 65f.
- MENDONÇA, L.A.R.; VÁSQUEZ, M.A.N.; FEITOSA, J.V. et al. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.1, p.89-98, 2009.
- MOURA, A.E.S.S.; CORREA, M.M.; SILVA, E.R.; FERREIRA, R.L.C.; FIGUEIREDO, A.C.; POSSAS, J.M.C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na bacia do Prata, Recife, PE. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.461-469, 2009.
- FREITAS, J.P.O.; DIAS, H.C.T.; BARROSO, T.H.A.; POYARES, L.B.Q. Distribuição da água da chuva em Mata Atlântica. **Revista Ambiente & Água**, v.8, n.2, p.100-108, 2013.
- PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. **Escoamento superficial**. Viçosa: UFV, 2003. 88p.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T.M.; OKUMURA, R.S. et al. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.381-384, 2008.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Monole, 1990. 188p.
- SARAIVA NETO, P. **Avaliação do escoamento superficial de água da chuva em um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa, MG**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Viçosa, MG: 2009. 24f.
- SENE, M.; VEBRASKAS, M.J.; NADERMAN, G.C. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Science Society America Journal**, v.49, p.422-427, 1985.
- SILVA FILHO, E.P.; COTTAS, L.R.; MARINI, G.B.S. Avaliação da compactação dos solos em áreas de pastagens e florestas em Porto Velho-Rondônia. **Boletim de Geografia**, v.28, n.1, p.145-155, 2010.
- SILVA JUNIOR, W.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F. et al. Regeneração de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, v.66, p.169-179, 2004.
- SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.18-23, 2003.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. 9p.
- USDA, **Soil survey manual**. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p.



VALLEJO, L.R. **A influência do “litter” na distribuição das águas pluviais.**

Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 1982. 88p.

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.

Recebido para publicação em 28/08/2015 e aprovado em 30/07/2015.

