

IMPORTÂNCIA DO MANEJO DA BACIA HIDROGRÁFICA E DA DETERMINAÇÃO DE PROCESSOS HIDROLÓGICOS

Ana Paula Vilela Carvalho¹, Dayane Valentina Brumatti², Herly Carlos Teixeira Dias³

RESUMO – O acelerado processo de crescimento e desenvolvimento da sociedade tem contribuído com uma intensa degradação do ambiente, em especial dos recursos hídricos. O aumento de superfícies impermeáveis, devido às construções civis e vias asfaltadas; e mudanças do uso do solo, nas quais florestas são transformadas em áreas de pastagem e plantios agrícolas, acarretam em um desequilíbrio do ciclo hidrológico. Desta forma, é de fundamental importância a realização de um manejo adequado da bacia hidrográfica para que haja a manutenção da produtividade e da qualidade da água, bem como para a conservação do crescimento florestal. Assim, o presente trabalho relata a importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação dos processos hidrológicos, tais como precipitação efetiva, escoamento superficial e infiltração.

Palavras-chave: Escoamento superficial, infiltração, precipitação.

IMPORTANCE OF WATERSHED MANAGEMENT AND THE DETERMINATION OF HYDROLOGICAL PROCESSES

ABSTRACT – *The accelerated growth and development of society has contributed to a rapid degradation of the environment, especially water resources. The increase in impervious surfaces due to civil construction and paved roads; and changes in land use, where forests are turned into pasture and agricultural crops, cause an imbalance in the hydrological cycle. Thus, it is of fundamental importance to carry out a proper management of the basin so that there is the maintenance of productivity and water quality, as well as for the conservation of forest growth. Seen that, this paper describes the importance of watershed management and determination of hydrological processes, such as effective rainfall, runoff and infiltration.*

Keywords: Infiltration, precipitation, runoff surface.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de crescimento e desenvolvimento da sociedade tem contribuído com uma intensa degradação do ambiente, em especial dos recursos hídricos. A água é um elemento essencial para a vida, sendo que todo seu valor pode ser avaliado pelos diversos usos que ela se destina; além de ser um importante componente do organismo humano, tem relevância social, econômica e ambiental, é matéria-prima para inúmeros processos industriais, gera energia, faz parte do ciclo produtivo vegetal e é via de transporte, entre outras funções.

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos têm como principais preocupações minimizar os impactos do uso do solo e eliminar, por meio da reflexão sobre a importância da proteção dos recursos hídricos e realização de atividades educativas e conscientizadoras, o descaso presenciado a cada dia com a água, devido ao uso inadequado desse recurso pelo homem.

A ausência de planejamento na utilização dos recursos naturais faz com que o uso de técnicas inadequadas acabe gerando um ciclo de conseqüências negativas. Entre elas estão a má conservação do solo e da água, a erosão, a baixa produtividade e as perdas econômicas e ambientais.

Além disso, citam-se o aumento de superfícies

¹ Doutoranda em Meteorologia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa/MG. E-mail: ana.vilela@ufv.br

² Mestranda em Meteorologia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa/MG. E-mail: dayanebrumatti@yahoo.com.br

³ Professor do Departamento de Engenharia Florestal, DEF/UFV, Viçosa/MG. E-mail: herly@ufv.br



impermeáveis devido às construções civis e vias asfaltadas (inclusive nas margens de rios e córregos), e mudanças do uso do solo, nas quais florestas são transformadas em áreas de pastagem e cultivos agrícolas.

Assim, é necessário o desenvolvimento de estudos voltados ao monitoramento e análise dos componentes hidrológicos. É preciso analisar os fatores que têm influência sobre as bacias hidrográficas, em especial o papel da vegetação e de que maneira ela interfere na dinâmica da água nas bacias hidrográficas, e qual é a sua importância para a manutenção destas, via processos de interceptação pluviométrica, precipitação interna, escoamento pelo tronco e fluxos de água no solo (Balbinot et al., 2008).

O presente trabalho relata a importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação dos processos hidrológicos, tais como precipitação efetiva, escoamento superficial e infiltração.

1.1. Manejo da bacia hidrográfica

Um grande avanço para o gerenciamento de recursos hídricos foi a Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou, no Brasil, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo como preceitos básicos: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a consideração dos múltiplos usos da água, o reconhecimento da água como um bem finito, vulnerável e dotado de valor econômico e a necessidade da consideração da gestão descentralizada e participativa desse recurso (Brasil, 1997).

As bacias hidrográficas constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas. Elas apresentam características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas. O planejamento do uso da terra deve se basear no conhecimento científico dos recursos existentes na bacia hidrográfica e suas inter-relações (Castro, 1980).

Conforme Valente & Gomes (2005), a bacia hidrográfica é delimitada no espaço geográfico pelo divisor de águas, representado pela linha que une pontos de cotas mais elevadas, fazendo com que a água da chuva, ao atingir a superfície do solo, tenha seu destino dirigido no sentido de outro córrego ou rio.

Os autores ainda afirmam que o manejo de bacias hidrográficas, na concepção original da Sociedade Americana de Engenheiros Florestais, é definido como

o uso racional dos recursos naturais de uma bacia, visando produção de água em quantidade e qualidade.

Segundo Rocha (1997), o manejo de microbacias consiste na elaboração e aplicação de diagnósticos físico-conservacionistas, socioeconômico, ambiental, hídrico, edáfico, botânico e faunístico, a fim de identificar todos os problemas da bacia e propor soluções compatíveis com cada situação.

Apesar do reconhecimento de diversos aspectos positivos envolvidos no manejo de bacias hidrográficas até o momento, como por exemplo mobilização social e educação ambiental, alguns fatores ainda deixam a desejar para uma prática adequada em tais unidades, como: propostas de ações não explicitadas ou pouco detalhadas; falta de transparência na descrição dos programas ou projetos; sobreposição de objetivos e ações; falta de embasamento teórico-metodológico e imprecisão de termos e ausência de análises sobre a dinâmica fluvial (Silva, 2010).

No que diz respeito à conservação do solo é inegável a proteção exercida pela cobertura vegetal viva e também pela morta (serrapilheira), e estas características podem ser empregadas no manejo de bacias hidrográficas, para produção de água de boa qualidade (Balbinot et al., 2008).

Como exemplo, em uma bacia hidrográfica com uso florestal, considerando o impacto da retirada da cobertura vegetal (corte raso) ao final do período de rotação, a prática reduz fortemente o processo de evapotranspiração, modificando o regime hídrico da microbacia. Neste caso, o nível do lençol freático pode subir e o escoamento superficial aumentar, alterando o deflúvio dos rios e prejudicando a qualidade da água. Ainda altera as condições de vida da fauna e dos microrganismos do solo dentro do povoamento cortado e provoca a destruição do subboscue, eventual refúgio e fonte de alimento para a fauna silvestre (Poggiani, 1996).

Um manejo que leve em consideração as características hidrológicas das microbacias desempenha um importante papel na manutenção da sua produtividade, assim como na conservação do crescimento florestal (Ranzini & Lima, 2002).

1.2. Processos hidrológicos

O ciclo hidrológico é a movimentação que a água realiza entre a atmosfera, os oceanos e os continentes.



Sua manutenção se dá pela energia proveniente do sol, uma vez que tal energia aumenta as demandas por evaporação da água líquida ou do derretimento da mesma quando em seu estado sólido (Tucci, 2001).

Os processos hidrológicos correspondem a todas as formas de circulação da água no ambiente. Precipitação, interceptação, evaporação, transpiração, infiltração e escoamento superficial são exemplos de processos hidrológicos (Bittencourt, 2000).

Nos continentes a água que é precipitada pode seguir vários caminhos: uma parte pode ser devolvida diretamente à atmosfera por evaporação; outra parte pode originar o escoamento sobre a superfície do terreno (escoamento superficial). O restante da água infiltra no solo e a água que se movimenta no perfil do solo representa o processo de percolação. Esta água que infiltra no solo pode atingir os aquíferos quando se movimenta para maiores profundidades, constituindo o escoamento subterrâneo. A água ainda pode acumular nas camadas superiores do solo e voltar à atmosfera através do processo denominado evaporação (Silva, 2002).

A precipitação é definida como toda a água, na forma líquida ou sólida, que cai da atmosfera em direção ao solo. Os principais tipos de precipitação são a chuva, a garoa, a neve e o granizo (Pinto et al., 1996). De acordo com a intensidade, duração e frequência da precipitação haverá uma influência na erosão do solo devido ao impacto das gotas e pelo escoamento superficial produzido (Pruski, 1990).

Segundo Helvey & Patric (1965b), citado por Lima (1976), “A interceptação é um processo hidrológico pelo qual a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo subsequentemente redistribuída em: I) água que respinga ao solo; II) água que escoar pelo tronco; III) água que volta à atmosfera por evaporação”.

A infiltração é o processo que define a entrada da água no solo e determina quanto de água penetra no solo e quanto escoar superficialmente. O uso do solo exerce significativa influência sobre a infiltração e por meio do manejo integrado de bacias hidrográficas, baseados em técnicas conservacionistas de solo e água, pode-se modificar a capacidade de infiltração (Lima, 2008).

O processo de evapotranspiração corresponde à combinação de dois processos: a evaporação, que

é o processo por meio do qual a água líquida é convertida em vapor (vaporização) e removida da superfície evaporante (remoção de vapor), e a transpiração, que consiste na vaporização da água líquida contida nos tecidos das plantas e a remoção do vapor à atmosfera. A energia solar e a disponibilidade de água são condições necessárias para sustentar a evapotranspiração (Allen et al., 1998).

O escoamento superficial é um componente do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo. O empoçamento da água nas depressões existentes na superfície do solo começa a ocorrer somente quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração, ou quando a capacidade de infiltração de água no solo for ultrapassada. Desta forma, quando é esgotada a capacidade de retenção superficial, a água começa a escoar pela superfície do solo (Pruski, 2003).

Em ecossistemas florestais é necessário que o balanço hídrico do ecossistema seja completo e os efeitos do desenvolvimento das florestas e estádios sucessionais sejam percebidos com êxito (Tonello et al., 2004). Em áreas urbanas ressalta-se esta necessidade, a fim de evitar impactos maiores advindos das enchentes.

1.2.1. Precipitação efetiva

A água precipitada ao entrar em contato com a cobertura vegetal passa a sofrer interferência das suas características e irá influenciar, sob diferentes formas, quando em contato à superfície do solo. Considerando um ecossistema florestal, as diferentes formas pelas quais a vegetação interfere na precipitação estão representadas na Figura 1. A precipitação é classificada em precipitação em aberto, precipitação interna, escoamento pelo tronco, interceptação e precipitação efetiva (Lima, 2008).

A precipitação em aberto é aquela medida acima do dossel florestal ou acima do nível da copa da vegetação (Lima, 2008). A precipitação interna é constituída pelas gotas que atravessam diretamente o dossel florestal e as gotas que respingam do dossel.

Uma parte da precipitação é temporariamente retida pela cobertura vegetal e depois é evaporada para a atmosfera constituindo o processo denominado de interceptação. Outra parte chega ao solo como precipitação interna e como fluxo que escoar pelo tronco das árvores (Arcova et al., 2003).

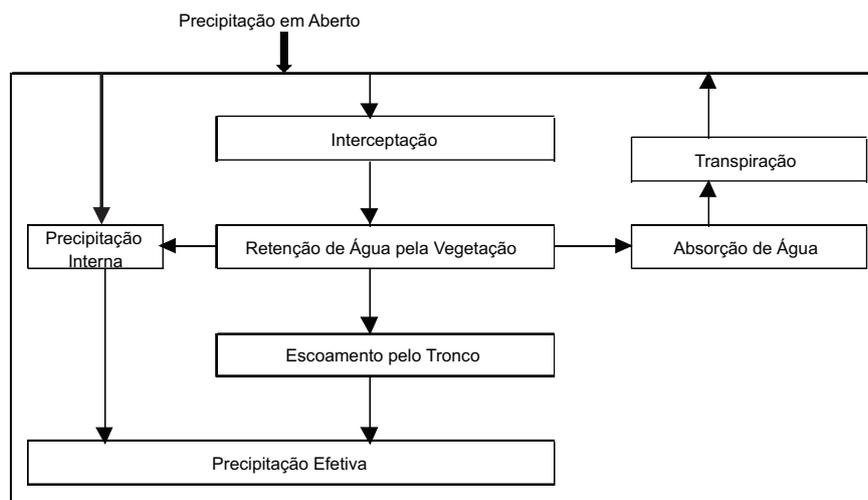


Figura 1 - Influência da vegetação no processo de precipitação.
 Fonte: Adaptado de Lima, 2008.

A interceptação é um processo hidrológico importante no balanço hídrico, principalmente em áreas com florestas de grande porte. A influência da cobertura vegetal no recebimento e redistribuição das chuvas é significativa no balanço hídrico de um determinado local (Oliveira et al., 2008).

A precipitação efetiva (Pe) é a quantidade de chuva que atinge o solo, sendo resultado da soma da precipitação interna e escoamento pelo tronco. De acordo com Tonello et al. (2004) a precipitação efetiva é influenciada pela cobertura florestal que irá contribuir com o abastecimento da água no solo e ser um indicativo do volume de água efetivamente precipitada na superfície da bacia hidrográfica.

Em um estudo desenvolvido na Mata do Paraíso, município de Viçosa-MG, localizada em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, no período entre setembro de 2002 e maio 2003, Oliveira Júnior & Dias (2005) observaram uma precipitação efetiva (PE) de 849,6 mm, correspondendo a 81,7% da precipitação no aberto (PA) igual a 1.039,5 mm, em que a precipitação interna (PI) e o escoamento pelo tronco (Et) contribuam com 80,0% e 1,7%, respectivamente.

No experimento realizado em janeiro a dezembro de 2004 na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, a precipitação efetiva foi de 905,4 mm, o que correspondeu a 78,5% da precipitação total (Oliveira et al., 2008).

1.2.2. Escoamento superficial

Os processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica possuem duas direções de fluxo: vertical, representado pela precipitação e evapotranspiração, e horizontal, representado pelo escoamento. A vegetação tem papel fundamental em todo o processo hidrológico da bacia hidrográfica, principalmente na interceptação e evapotranspiração, atuando, indiretamente, em todas as fases do ciclo (Tucci & Clarke, 1997).

O escoamento superficial é resultado da água precipitada que não foi interceptada pela cobertura vegetal ou retida sobre a superfície do terreno e não infiltrou e que, conseqüentemente, acaba escoando nos caminhos de maior declividade (Tucci, 1998). Ocorre quando a intensidade da precipitação excede a velocidade de infiltração da água no solo. Após a velocidade de infiltração ser excedida, a água começa a preencher as depressões existentes na superfície do solo e, na seqüência, começa o escoamento superficial (Mohamoud et al., 1990), sendo este considerado o principal responsável pelo rápido aumento da vazão após a ocorrência de uma precipitação (Griebeler et al., 2001).

Os principais aspectos que influenciam as alterações no escoamento são: teor de umidade do solo, intensidade da precipitação, diferenças de elevação, profundidade e declividade do solo e grau de desmatamento da bacia hidrográfica (Tucci & Clarke, 1997). Soma-se à isso a rugosidade e o grau de compactação em que o solo se encontra.



O escoamento superficial transporta compostos químicos, matéria orgânica e defensivos agrícolas que, além de causarem prejuízos diretos à produção agropecuária, também poluem os cursos d' água (Pruski, 2003).

O processo erosivo é condicionado por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial.

Silva et al. (2011) ressaltam que a erosão dos solos é extremamente variável devido as diferenças nas condições da superfície, ou seja, das características do solo e das condicionantes climáticas da região, que afetam diretamente o escoamento superficial.

A presença da cobertura vegetal e matéria orgânica atuam reduzindo a erosão hídrica, uma vez que promove a dissipação da energia cinética das gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial, favorecendo a infiltração de água. Atua, ainda, na redução da velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, no potencial erosivo da enxurrada (Cogo et al., 1984; Zhou et al., 2002).

O volume total de água transportado pelo canal de um curso de água é formado pelo escoamento superficial ou escoamento direto que é liberado pela bacia durante e imediatamente após a ocorrência de chuva e pelo afluxo de água subterrânea, ou escoamento de base. No entanto, o escoamento superficial resultante das precipitações é considerado o componente preponderante na formação de cheias ou aumento de vazões dos cursos de água (Pinto et al., 1973).

A análise do escoamento superficial permite identificar o melhor uso do solo para menores perdas de água e solo, sendo, portanto, fundamental realizar pesquisas e estudos diretamente relacionados às técnicas de manejo integrado de bacias hidrográficas que priorizem a manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade adequadas aos seus devidos fins (Vilar, 2007).

No trabalho de Ferreira (2007) constatou-se na bacia do Córrego João Pedro, localizada no norte do Estado do Espírito Santo, nos municípios de Linhares e Sooretama, um escoamento superficial de 63,68 mm,

que é 46,46% da precipitação total (PT = 137,06 mm) em 12 horas de chuva incidente na área da bacia. Este valor foi relativamente baixo em consequência do relevo plano, da ocorrência de pequenas áreas de solo impermeabilizadas e devido à grande fração da área do solo se encontrar coberta pela categoria de uso do solo “floresta natural”.

1.2.3. Infiltração de água no solo

Infiltração é a passagem de água da superfície para o interior do solo. Portanto, é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e da quantidade de água e ar, inicialmente presentes no seu interior (Lima, 2008).

A infiltração da água no solo pode ser considerada como a seqüência das fases: a) a entrada de água pela superfície; b) a transmissão da água através do perfil do solo; e c) a depleção da capacidade de armazenamento da água do solo (Reichardt, 1990).

Segundo Horton (1940) “capacidade de infiltração” (fc) é definida como sendo a taxa máxima com que um dado solo, em determinadas condições, pode absorver água. A velocidade de infiltração (VI) ou taxa de infiltração representa a taxa de entrada de água no interior do solo (lâmina/tempo, volume/unidade de área na unidade de tempo).

Uma parte da água infiltrada no solo atravessa a região das raízes e alcança maior profundidade, até encontrar camadas impermeáveis, saturando os poros do solo e dando origem ao lençol freático. Um lento movimento de água tem início por meio dos poros do solo até o surgimento na superfície, dando origem às nascentes, que podem dar origem a cursos de pouco volume, mas podem ser tornar fluxos de água bem perceptíveis (Santana, 2003; Dias et al., 2006).

No afloramento da água do lençol freático à superfície, é fundamental que haja infiltração, percolação e abastecimento do lençol freático pela água proveniente da precipitação. No entanto, é necessário reduzir as perdas de água por escoamento superficial e promover a efetiva recarga do lençol freático através da infiltração (Vilar, 2007).

De acordo com Lima (2008) a influência do solo sobre a infiltração é relacionado por características como textura e estrutura. A textura refere-se à proporção

dos elementos contidos no solo sendo divididos em areia, silte e argila, enquanto a estrutura é influenciada pelo arranjo destes componentes, ou seja, a estrutura pode ser afetada pela textura, matéria orgânica, atividade biológica, etc. Esta estruturação irá definir a distribuição e tamanho dos poros, em geral conduzir um aumento da porosidade total, que contribuirá para a melhoria de outras características do solo como: aeração, infiltração, percolação, capacidade de armazenamento de água, melhor desenvolvimento do sistema radicular, etc.

Quando a intensidade da chuva for inferior ao valor da capacidade de infiltração- f_c , esta ocorre a uma taxa menor, referida como infiltração- f (Lima, 2008). No processo hidrológico de precipitação existe um período inicial durante o qual toda a precipitação se infiltra no solo. Na Figura 2 verifica-se que durante este período a capacidade de infiltração- f_c decresce, até tornar-se menor que a intensidade de precipitação; a partir deste momento, a água começa a acumular-se sobre a superfície do solo e o escoamento superficial pode ocorrer (Mein & Larson, 1973).

Segundo Paixão et al. (2004) é de fundamental importância o conhecimento da taxa de infiltração da água no solo para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, além de auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo.

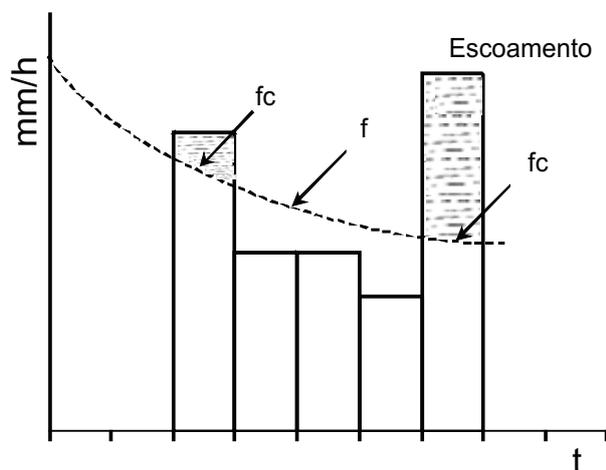


Figura 2 - Capacidade de infiltração (f_c) e infiltração (f) de água no solo em função do tempo (t).
Fonte: Adaptado de Lima (2008).

A cobertura do solo conserva a estrutura da sua superfície inalterada, em função da interceptação e da absorção do impacto direto das gotas de chuva. A cobertura vegetal reduz acentuadamente a velocidade do escoamento superficial, e mantém elevadas as taxas de infiltração da água no solo (Paiva, 1999).

Silva (2012) fez um estudo da capacidade de infiltração de água diante de diferentes usos do solo no município de Itapororoca, na Paraíba, onde os resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Segundo o autor, na região ocupada por mata preservada verificou-se uma taxa de infiltração satisfatória para as condições naturais que se apresentam nesse ponto. Em ambas as áreas ocupadas com cana-de-açúcar, esta foi colhida de forma mecânica, o que causa compactação do solo devido à passagem de máquinas pesadas, e queimada, o que causa ruptura da crosta densa formada no solo através da queima da matéria orgânica no período de colheita. A infiltração apresenta valores mais elevados na área onde houve a remoção do solo para a replantação da cana há 2 anos devido à aeração obtida com a remoção do solo.

Nos experimentos efetuados em área de pasto e abacaxi os resultados apresentam variações em decorrência das influências que cada cultura exerce sobre o solo. Na primeira área, o pisoteio do gado sobre o solo causa a sua compactação e em consequência ocorre a diminuição da infiltração da água no solo. Uma causa apontada para o baixo índice de infiltração apresentado no solo cultivado com abacaxi é a utilização de herbicida. Este inibe o desenvolvimento da vegetação, o que diminui a oferta de matéria orgânica para o solo, o que dificulta a infiltração de água e aumenta o fluxo superficial.

Os menores índices de infiltração foram obtidos na área em repouso, cuja ação de proteção do solo

Tabela 1 - Total de água infiltrada em diferentes usos e ocupação do solo

Tipo de uso do solo	Total de água infiltrada (ml)	Total de água infiltrada (cm)
Mata preservada	9019,6	114,9
Cana replantada há 2 anos	1562,1	19,9
Pasto	1373,7	17,5
Cana plantada há mais de 5 anos	1177,5	15,0
Abacaxi	887,0	11,3
Área em repouso	321,8	4,1



é muito baixa ou nula, resultando em compactação e uma menor infiltração de água.

Silva (2012) ainda conclui que as áreas onde as atividades humanas são exercidas com mais intensidade sobre o solo, as taxas de infiltração são menos expressivas.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recarga do sistema freático é responsável pela formação das nascentes e, conseqüentemente, dos rios, sendo que a sobrevivência destes só é possível por meio de um ciclo hidrológico equilibrado, bem como um solo preservado, que assegure a reposição de água do lençol freático.

O manejo da bacia hidrográfica apresenta importante destaque em relação à biodiversidade. Assim, é preciso realizar um manejo adequado da bacia hidrográfica, a fim de preservar os recursos hídricos e as matas nativas, o qual beneficiará a movimentação da fauna e o enriquecimento das áreas de preservação permanente e reserva legal.

3. LITERATURA CITADA

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- 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-SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.257-262, 2003.
- BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N.K.; VANZETTO, S.C. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.4, n.1, p.131-149, 2008.
- BITTENCOURT, J.L.G. **Relação entre a ocupação do solo e o comportamento hidrológico do Rio Pequeno-São José dos Pinhais-PR**. Curitiba-Paraná, 2000. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.
- BRASIL. **Lei 9.433/97**, 8 jan.1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Recursos Hídricos. 1997.
- CASTRO, P.S.E. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG**. Piracicaba-SP, 1980. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America**, v.48, p.368-373, 1984.
- DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P.S.; TONELLO, K.C. et al. **Proteção de Nascentes**. Brasília: SENAR, coleção 103, 2006. 80p.
- FERREIRA, D.S.; RIBEIRO, C.A.D.; CECÍLIO, R.A. et al. Estimativa do escoamento superficial na bacia do Córrego João Pedro através de técnicas de geoprocessamento. **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p.163-169, 2007.
- GRIEBELER, N.P.; PRUSKI, F.F.; MARTINS JÚNIOR, D. et al. Avaliação de um modelo para a estimativa da lâmina máxima de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.25, n.2, p.411-417, 2001.
- HORTON, R.E. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.5, p.399-417, 1940.
- LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2 ed. Piracicaba-SP. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2008. 253p.
- LIMA, W.P. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, Piracicaba, n.13, p.75-90, 1976.
- MEIN, R.G.; LARSON, C.L. Modeling infiltration during a steady rain. **American Geophysical Union**, Washington, v.9, n.2, p.384-394, 1973.

- MOHAMOUD, Y.M.; EWING, L.K.; BOAST, C.W. Small plot hydrology: I. Rainfall infiltration and depression storage determination. **Transaction of the ASAE, St. Joseph**, v.33, n.4, p.1121-1131, 1990.
- OLIVEIRA, L.L.; COSTA, R.F.; SOUSA, F.A.S. et al. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v.38, n.4, p.723-732, 2008.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J.C.O.; DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.9-15, 2005.
- PAIVA, K.W.N. **Perdas de solo e água em função da porcentagem de cobertura de solo e da energia única da precipitação**. Viçosa, MG, 1999. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.
- PAIXÃO, F.J.R.; ANDRADE, A.R.S.; AZEVEDO, C.A.V. et al. Estimativa da infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares. **Revista de biologia e ciências da terra**, Campina Grande/PB, v.5, n.1, p.2-12, 2004.
- PINTO, F.A.; FERREIRA, P.A.; PRUSKI, F.F. et al. Equação de chuvas intensas para algumas localidades do estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v.16, n.1, p.91-104, 1996.
- PINTO, N.L.S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A. **Hidrologia de superfície**. Editora Edgard Blucher, 1973. 179p.
- POGGIANI, F. Monitoramento ambiental de plantações florestais e áreas naturais adjacentes. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.10, n.29, p.22-35, 1996.
- PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. **Escoamento Superficial**. Viçosa-MG, Editora UFV, 2003. 88p.
- PRUSKI, F.F. **Análises de precipitações extremas e de escoamento superficial, para áreas agrícolas, da região Oeste do Paraná**. Viçosa-MG, 1990. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.
- RANZINI, M.; LIMA, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. **Scientia Forestalis**, n.61, p.144-159, 2002.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.
- ROCHA, J.S.M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997.423p.
- SANTANA, D.P. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).
- SILVA, I.C. Estudo da capacidade de infiltração de água diante de diferentes usos do solo no município de Itapororoca/PB. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p.648-662, 2012.
- SILVA, R.M.; SANTOS, C.A.; SRINIVASAN, V.S. Perdas de água e sedimento em diferentes sistemas de manejo no semiárido da Paraíba. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v.10, p.161-170, 2011.
- SILVA L.C. Manejo de rios degradados: uma revisão conceitual. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.3, p.23-32, 2010.
- SILVA, J.M.A. **Modelo hidrológico para o cálculo do balanço hídrico e obtenção do hidrograma de escoamento superficial em bacias hidrográficas: desenvolvimento e aplicação**. Viçosa-MG, 2002. 137f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- TONELLO, K.C.; CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.T. et al. Precipitação efetiva em plantio de pinus. **Revista da Madeira**, v.83, p.118-121, 2004.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed Universidade/ UFRGS, ABRH. 2001. 943p.



TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH. 1998. 669p.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.1, p.135-152, 1997.

VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. 1.ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2005. 210p.

VILAR, M.B. **Escoamento superficial de água de chuva em área de contribuição de nascentes**. Viçosa-MG, 2007. 46f. Monografia Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa.

ZHOU, G.Y.; MORRIS, J.D.; YAN, J.H. et al. Hydrological impacts of reforestation with eucalypts and indigenous species: a case study in Southern China. **Forest Ecology and Management**, v.167, p.209-222, 2002.

Recebido para publicação em 29/09/2012 e aprovado em 07/11/2012.