

ALEXANDRE SIMÕES LORENZON

**PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L869p
2011

Lorenzon, Alexandre Simões, 1980-
Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta
Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG /
Alexandre Simões Lorenzon. – Viçosa, MG, 2011.
x, 59f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Hidrologia florestal. 2. Bacias hidrográficas – Mata
Atlântica. 3. Precipitação (Meteorologia). 4. Influências
florestais. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.9116

ALEXANDRE SIMÕES LORENZON

**PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de julho de 2011.

Dra. Aurora Yoshiko Sato

Prof. Wantuelfer Gonçalves

Profa. Kelly Cristina Tonello
(Coorientadora)

Prof. Herly Carlos Teixeira Dias
(Orientador)

*Aos meus pais e familiares
pelo apoio e incentivo em todos
os momentos da minha vida.*

OFEREÇO

"There are places I remember
All my life, though some have changed,
Some forever, not for better,
Some have gone and some remain.
All these places had their moments
With lovers and friends I still can recall.
Some are dead and some are living,
In my life I've loved them all."

The Beatles

*À minha avó Iolanda Facco Lorenzon (in memoriam),
pelo carinho e amor.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aqueles que me incentivaram e apoiaram durante toda minha vida, meus pais: João Lorenzon e Conceição Simões Lorenzon.

A minha avó, Iolanda Faco Lorenzon (*in memoriam*), tios e primos pelo apoio e amor.

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do Laboratório de Hidrologia Florestal.

Ao meu amigo, orientador e professor, Herly Carlos Teixeira Dias, pelo apoio, pelas sugestões e pela compreensão, no decorrer deste trabalho.

Aos coorientadores, Gumercindo Souza Lima e Kelly Cristina Tonello.

Aos demais membros da banca de defesa, Aurora Yoshiko Sato e Wantuelfer Gonçalves.

Ao Laboratório de Hidrologia Florestal pelo suporte técnico.

Aos Professores do DEF, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do DEF, pelo atendimento e compreensão, especialmente a Ritinha, Chiquinho, Márcio (Merrinha), Ademir e Alexandre.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, pela convivência e pelo companheirismo durante o curso, em especial a Ana Paula, Otávio, Daniel, Erlon, Carlinhos e Marco.

A Divisão de Transporte da UFV.

Aos funcionários da Mata do Paraíso, pela contribuição para a realização deste trabalho.

Aos estagiários e funcionários do Laboratório de Hidrologia Florestal, pela ajuda nos trabalhos de campo, especialmente ao Paulo, Felício, Rafael, Bruna, Rafaela e João Paulo.

Aos meus amigos de Viçosa, pelos momentos inesquecíveis e por fazerem parte da minha história.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ALEXANDRE SIMÕES LORENZON, filho de João Lorenzon e Conceição Simões Lorenzon, nasceu em VILA VELHA-ES, em 2 de Junho de 1980.

Em março de 2004, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa-UFV, obtendo o título em julho de 2009.

Em agosto de 2009 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, na área de Meio Ambiente e Conservação da Natureza, na Universidade Federal de Viçosa-UFV, submetendo-se a defesa em julho de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	3
Ciclo Hidrológico	3
Precipitação	3
Influência da cobertura florestal na dinâmica da água da chuva.....	4
Interceptação.....	5
Precipitação efetiva	6
Precipitação interna	7
Escoamento pelo tronco	7
Escoamento superficial.....	8
Infiltração	9
Resistência mecânica do solo	10
III. OBJETIVO GERAL	11
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPÍTULO 1	16
PRECIPITAÇÃO EFETIVA E INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM ESTÁGIO INICIAL E AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, VIÇOSA-MG.....	16
1. INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Área de estudo	17
2.2. Metodologia.....	19
2.2.1. Precipitação em aberto (PA).....	19
2.2.2. Precipitação interna (PI)	20
2.2.3. Escoamento pelo tronco (Et)	21
2.2.4. Precipitação efetiva (PE)	21
2.2.5. Interceptação (I).....	22
2.2.6. Área basal (AB)	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1. Precipitação interna	25
3.2. Escoamento pelo tronco	26
3.3. Precipitação efetiva	27
3.4. Interceptação.....	28

4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
CAPÍTULO 2	32
ESCOAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PELO TRONCO DAS ÁRVORES EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA-MG	32
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1. Área de estudo	33
2.2. Metodologia.....	34
2.2.1. Precipitação em aberto (PA).....	34
2.2.2. Escoamento pelo tronco (Et)	34
2.2.3. Levantamento florístico	35
2.2.4. Análise qualitativa dos indivíduos do escoamento pelo tronco.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4. CONCLUSÕES	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO 3	45
ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA.....	45
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1. Área de estudo	46
2.2. Metodologia.....	47
2.2.1. Precipitação em aberto (PA).....	47
2.2.2. Escoamento superficial (ES).....	47
2.2.3. Resistência mecânica do solo	48
2.2.4. Capacidade de infiltração	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4. CONCLUSÕES	56
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
V. CONCLUSÕES GERAIS	59

RESUMO

LORENZON, Alexandre Simões, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG.** Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias. Coorientadores: Gumercindo Souza Lima e Kelly Cristina Tonello.

A Mata Atlântica é um dos biomas que mais sofreu com a ação antrópica ao longo dos anos. Isso gerou a fragmentação desse bioma que hoje se encontra em estágio de sucessão secundária, alterado e empobrecido em sua composição florística original. Contudo, ainda que fragmentados e alterados, esses povoamentos florestais são uma valiosa fonte de estudos das relações existentes entre floresta e água. Este trabalho teve como objetivo avaliar a precipitação efetiva e a interceptação das chuvas em um fragmento florestal em estágio inicial e avançado de regeneração, avaliar o escoamento pelo tronco das espécies florestais e avaliar o escoamento superficial na área de regeneração inicial. O presente trabalho foi conduzido na Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais durante o período de 2009 a 2011. A área possui 194 ha e está localizada no domínio de Floresta Estacional Semidecidual, compondo um mosaico em diferentes estágios sucessionais. Para avaliação da precipitação efetiva e interceptação foram alocadas, em cada estágio de regeneração, três parcelas de 20 x 20 m com pluviômetros de precipitação interna. Dentro de cada parcela de precipitação interna foi alocada uma subparcela de 10 x 10 m, nas quais foram instalados coletores de escoamento pelo tronco em todas as árvores com circunferência ≥ 15 cm a 1,30 m do solo (CAP). O escoamento superficial foi obtido pela média de três parcelas, alocadas em área de regeneração inicial. Nesta mesma área, foram avaliadas a compactação e a capacidade de infiltração da água no solo. A precipitação efetiva e a interceptação foram de 1284,64 e 225,32 mm respectivamente para o estágio inicial e 1131,45 e 378,51 mm respectivamente para o estágio avançado de regeneração, correspondendo, respectivamente, a 85,08, 14,92, 74,93 e 25,07 % da precipitação em aberto, que foi igual a 1510 mm. Nas parcelas de escoamento pelo tronco foram amostrados 126 indivíduos distribuídos em 29 famílias e 59 espécies. A espécie com maior escoamento pelo tronco foi a *Euterpe edulis*, obtendo um total de 637 litros durante todo o período de estudo. O escoamento superficial foi igual a 29,69 mm, o que correspondeu a 2,08 %

da precipitação em aberto que foi de 1425,51 mm. A compactação na camada de 0-10 cm de profundidade no solo e a capacidade de infiltração foram iguais a 0,45 MPa e 1509 mm/h, respectivamente. Observou-se que o estágio de regeneração da Mata do Paraíso influi na dinâmica da água, sendo a precipitação interna a variável que mais contribui com a água no solo. Embora o escoamento pelo tronco corresponda a uma pequena porcentagem da precipitação em aberto, para algumas espécies a água escoada pelo tronco representa um ganho significativo de água próximo as raízes. O escoamento superficial mostrou-se elevado para as condições de solo encontradas, indicando a existência de outros fatores de influência não avaliados nesse estudo. As equações ajustadas mostraram-se consistentes, evidenciando que a quantidade de precipitação é o fator de maior influência nos processos hidrológicos aqui estudados.

ABSTRACT

LORENZON, Alexandre Simões, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Hydrological processes in a Semideciduous Seasonal Forest fragment in the municipality of Viçosa, MG.** Adviser: Herly Carlos Teixeira Dias. Co-advisers: Gumercindo Souza Lima and Kelly Cristina Tonello.

The Mata Atlântica was one of the biomes that suffered most from the human action over the years. That led to the fragmentation of this biome, which is now at the stage of secondary succession, altered and impoverished in its original floristic composition. However, although fragmented and altered, these woodlands are a valuable source for studying the relationships between forest and water. This study aimed to evaluate the net precipitation and interception of rainfall in a forest fragment in early and advanced stages of regeneration, measure the stemflow of forest species and measure the runoff in the area of initial regeneration. This work was led in the Station of Research, Training and Environmental Education Mata do Paraíso, located in Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais during the period 2009 to 2011. The area has 194 ha and is located in the area of Semideciduous Seasonal Forest, composing a mosaic of different successional stages. To evaluate the net precipitation, interception, were allocated at each stage of regeneration, three plots of 20 x 20 m with throughfall pluviometer. Within each plot of internal precipitation was allocated a plot of 10 x 10 m, which were installed in stemflow collectors in all trees with a circumference ≥ 15 cm at 1.30 m above the ground (CBH). The runoff was obtained by averaging three installments, allocated in the area of initial regeneration. In this same area, we tested the compaction and infiltration capacity of soil water. The net precipitation and interception were 1284.64 and 225.32 mm respectively for the initial stage and 1131.45 and 378.51 mm respectively for the advanced stage of regeneration, corresponding, respectively, 85.08, 14.92, 74, 93 and 25.07 % of the precipitation in open, which was equal to 1510 mm. The plots of stemflow were sampled 126 individuals in 29 families and 59 species. The species with the highest stemflow was the *Euterpe edulis*, scoring a total of 637 liters throughout the study period. The runoff was equal to 29.69 mm, corresponding to 2.08 % of the precipitation that was open to 1425.51 mm. The compaction in the layer of 0-10 cm deep in soil and infiltration capacity were equal to 0.45 MPa, and 1509 mm/h, respectively. The stage of regeneration of the Mata do Paraíso influence on the dynamics of rainwater in the forest, the precipitation inside the variable that most

contributes to soil water. Although stemflow represents a small percentage of precipitation in the open, for some species stemflow water is significant water near the roots. The runoff was high for the soil conditions encountered, indicating the existence of other influential factors not analyzed in this study. The adjusted equations were consistent, showing that the amount of precipitation is the major influence on hydrological processes studied here.

I. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, o planeta vem passando por grandes mudanças climáticas cujas consequências vêm preocupando diversas autoridades no mundo. Ainda não se sabe ao certo qual é a responsabilidade do homem sobre essas mudanças. No entanto, é notório que a ação do homem tem gerado enormes impactos ambientais sobre o planeta cujas consequências afetam diretamente os recursos hídricos.

A água é um dos elementos mais importantes na paisagem terrestre e é a que mais sofre com a ação antrópica. A escassez de água já é uma realidade em vários países do mundo e por ser um elemento essencial para a vida e para o crescimento econômico tem levado estudiosos a buscarem meios para preservar tal recurso.

Por muito tempo imaginou-se que a água fosse um recurso infinito, no entanto, embora em quantidade não possa ser alterada, os aspectos relacionados à sua distribuição e qualidade são passíveis de mudanças e afetam consideravelmente a humanidade e os demais seres vivos.

Apesar de o ciclo hidrológico ser considerado um ciclo fechado, sem entrada e saída de água, a permanência da água no solo vem diminuindo com o passar dos anos. Essa alteração é causada, principalmente, pela degradação dos fatores responsáveis pela recarga dos lençóis freáticos. Segundo Valente & Gomes (2005), a garantia de água para os seus diversos usos (abastecimento de cidades e usos domésticos, geração de energia, uso recreação, etc.) pressupõe sua prévia existência em um determinado local e em quantidade e qualidade necessária. Isso depende de fatores como chuva, cobertura do solo, condições do solo para absorção da água, preservação das nascentes e cursos d'água (DIAS et al., 2006).

Água e floresta são indissociáveis. A floresta atua minimizando os efeitos erosivos, a lixiviação de nutrientes do solo e assoreamento dos corpos d'água, além de promover a estabilidade das comunidades florísticas e faunísticas e exercer papel de fundamental importância na proteção dos recursos hídricos e edáficos.

A Mata Atlântica, que é um dos mais diversificados ecossistemas tropicais do mundo, é um dos biomas que mais sofreu com a ação antrópica ao longo dos anos. Isso gerou a fragmentação desse bioma que hoje se encontra em estágio de sucessão secundária, alterado e empobrecido em sua composição florística original (SOUZA et al., 2002). Contudo, ainda que fragmentados e alterados, esses povoamentos florestais são uma valiosa fonte de estudos das relações existente entre floresta e água.

Nesse aspecto, estudar os processos hidrológicos é de fundamental importância para o entendimento dos efeitos dos ecossistemas sobre a água e a manutenção dos recursos hídricos, principalmente em áreas de florestas, que por estarem inseridas em uma bacia hidrográfica influenciam na dinâmica da água até o solo. Além disso, é necessário conhecer o funcionamento dos ecossistemas e os fatores que atuam sobre ele, a fim de se obter referenciais que permitam a avaliação da magnitude dos impactos ambientais decorrentes da intervenção antrópica sobre o mesmo (ANIDO, 2002) e dessa forma, possibilitar o desenvolvimento de práticas de manejo sustentáveis que minimizem os impactos gerados.

II. REVISÃO DE LITERATURA

Ciclo Hidrológico

O comportamento natural da água quanto à sua ocorrência, transformações e relações com o ambiente é bem caracterizado pelo conceito de ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico refere-se ao movimento da água entre a litosfera e a atmosfera, implicando que existam transferências contínuas de água de um estado para o outro, impulsionado pela energia solar associada à gravidade e a rotação terrestre (GARCEZ, 1976; SILVEIRA, 2001).

A água que evapora dos oceanos e da superfície continental torna-se parte da atmosfera e precipita tanto nos oceanos como nos continentes. Nestes, a água precipitada pode ser interceptada pela vegetação, pode escoar pela superfície dos terrenos, ou pode infiltrar no solo, de onde pode ser absorvida pelas plantas. Desta forma, o ciclo da água envolve uma série de processos hidrológicos complexos: evaporação, precipitação, interceptação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial, etc. (LIMA, 2008).

Em âmbito universal, o volume de água compreendido em cada parte do ciclo hidrológico é relativamente constante. Entretanto, um aspecto muito importante do ciclo hidrológico é que a distribuição da água, em suas fases e partes, varia enormemente de um local para outro e ao longo do tempo, sendo a abundância e a escassez de água os extremos dessa variação (GARCEZ, 1976; VALENTE & GOMES, 2005).

Por apresentar uma estreita relação com o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, interferindo na dinâmica da água nas várias etapas do sistema, inclusive nas transferências para a atmosfera e para os rios (ARCOVA et al, 2003), a cobertura florestal é uma das principais responsáveis pela variação do ciclo hidrológico nas diferentes regiões do mundo.

Precipitação

Precipitação é toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Esta pode ocorrer na forma de neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve, sendo o estado da água a diferença entre essas formas de precipitação (TUCCI, 2001). Esta é caracterizada pelas seguintes grandezas: altura pluviométrica, duração, intensidade e frequência (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

O vapor de água contido na atmosfera constitui um reservatório potencial de água que, ao condensar-se, possibilita a ocorrência da precipitação. Para as gotas de água precipitarem é necessário que tenham um volume tal que seu peso seja superior às forças que as mantêm em suspensão, adquirindo, então, uma velocidade de queda superior às componentes verticais ascendentes dos movimentos atmosféricos (TUCCI, 2001).

A precipitação é classificada em convectivas, orográficas e frontais ou ciclônicas. A precipitação convectiva origina-se da elevação de massas de ar quente, que após atingir seu nível de condensação, formam as nuvens. A precipitação orográfica ocorre quando uma massa de ar úmida, geralmente vinda do oceano para o continente, encontra uma barreira física que a força elevar-se, ocorrendo queda de temperatura seguida da condensação. A precipitação frontal origina-se do encontro de massas de ar quentes e frias.

Condições geográficas como latitude, altitude e longitude influenciam não só na distribuição da água da chuva que precipita sobre a superfície da terra, mas também na quantidade e de como e quando ela ocorre (HJELMFELT JR. & CASSIDY, 1975). Segundo Pinto et al. (2008), o total precipitado num determinado ano varia de um local para outro e, quando se considera um mesmo local, a precipitação total de um ano é quase sempre diferente da de outro ano.

A precipitação é um dos mais importantes elementos meteorológicos, pois está diretamente relacionada aos mais diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico afeta a economia, o meio ambiente e a sociedade, como um todo (SILVA et al, 2007).

Influência da cobertura florestal na dinâmica da água da chuva

A cobertura florestal tem grande importância no balanço hídrico de um determinado local por alterar, através dos processos de interceptação, infiltração, absorção, transpiração e percolação, a movimentação da água da chuva em direção aos rios e lagos (CASTRO et al., 1983 e MOURA et al., 2009).

Segundo Schumacher & Hoppe (1998), a importância das florestas não está ligada à quantidade de água no solo ou ao aumento da precipitação, mas ao efeito regulador que as florestas exercem sobre o ciclo hidrológico.

A cobertura vegetal influencia a redistribuição da água da chuva, em que as copas das árvores formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das

gotas que chegam ao solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração. Desse modo, o abastecimento do lençol freático é favorecido e a variação de vazão ao longo do ano, reduzida, além de retardar os picos de cheia (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005).

As boas condições à infiltração dos solos florestais são concebidas, principalmente, pela camada orgânica presente no solo e pelas raízes. A matéria orgânica reduz o impacto das gotas de chuva, diminuindo assim, a desagregação das partículas, que dependendo do seu tamanho podem ser levadas pelo escoamento superficial, enquanto a raiz forma canalículos no solo facilitando a infiltração da água da chuva. Além disso, a água da chuva, após entrar em contato com o dossel da floresta, tem suas características físico-químicas alteradas pela lixiviação de metabólitos dos tecidos das folhas, troncos e ramos e também pela lavagem de partículas provenientes da deposição seca que acumulam após o período de estiagem (OKI, 2002).

Os impactos causados pelo desmatamento e manejo inadequado do solo traduzem-se em: redução da infiltração da água da chuva no solo; aumento do escoamento superficial; redução da transpiração; aumento da incidência do vento sobre o solo; aumento da temperatura local e diminuição da biodiversidade faunística do solo (BRAGA, 1999). Com isso, o ciclo hidrológico local se altera, forçando a uma nova dinâmica da área, que por sua vez, afeta o regime normal dos rios.

Segundo Lima (2008), 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.

Interceptação

A vegetação tem grande importância dentro do contexto do balanço hídrico de um local, principalmente em áreas com florestas, por interferir, através da interceptação, no recebimento e redistribuição das águas da chuva (OLIVEIRA et al., 2008). A interceptação contribui para a massa de vapor de água precipitável na atmosfera, pois parte da água que cai sob a forma de chuva retorna para a atmosfera por evaporação antes de chegar ao solo (FERREIRA et al., 2005).

A quantidade de chuva interceptada por um ecossistema é influenciada por fatores ligados às características da precipitação, condições climáticas, tipo e densidade da vegetação e período do ano (SAMBA et al., 2001; TUCCI, 2001).

De modo geral, os trabalhos mostram que a interceptação em florestas tropicais varia em torno de 4,5 a 24,0 % da precipitação total incidente acima do dossel, evidenciando a importância desse tipo de vegetação para a bacia hidrográfica e para os estudos hidrólogos.

Segundo Tucci (2001), pequenas precipitações (< 0,3 mm), podem ser totalmente interceptadas por uma floresta, sendo a folhagem a grande responsável pela maior parte da interceptação, embora a disposição também contribua significativamente para a retenção da água. Nalon & Vellardi (1993), verificaram que a taxa de interceptação é maior para um período caracterizado por apresentar chuva de baixa magnitude, intensidade e frequência.

Para florestas tropicais, alguns resultados da interceptação mostram valores médios de 37,6 % (LIMA & LEOPOLDO, 1999) e 12,7 % (MOURA et al., 2009). Lima & Nicolielo (1983), encontraram valores de interceptação de 12,0 %, aproximadamente, para plantios de pinheiros tropicais e 27,0 % para o cerradão.

Precipitação efetiva

Em Florestas e plantios arbóreos, a quantidade de água da chuva que atinge a superfície florestal é denominada precipitação efetiva que é dada pela soma da precipitação interna e do escoamento pelo tronco (LIMA, 1975). Esta é responsável pela água do solo, pela absorção através das raízes, pela transpiração das plantas e pela alimentação dos rios (ARCOVA et al., 2003).

De acordo com Leopoldo & Conte (1985), a quantidade de água que compõe a precipitação efetiva depende de fatores relacionados tanto com a vegetação quanto com as condições climáticas nas quais a floresta está inserida. Castro et al. (1983), relata que fatores experimentais também podem influenciar nos resultados obtidos nesses estudos.

Segundo Oliveira Junior & Dias (2005), a precipitação efetiva é de grande importância para os estudos dos processos de interceptação, infiltração, percolação, absorção, transpiração e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Estudos realizados em fragmentos de Mata Atlântica, mostram valores médios de precipitação efetiva de 87,3 % (MOURA et al., 2009), 81,6 % (ALVES et al., 2007) e 87,6 % (CASTRO, et al., 1983).

Precipitação interna

A precipitação interna é a chuva que atinge o solo florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas e gotas que respingam do dossel da floresta (LIMA, 1975).

Devido à grande heterogeneidade do dossel florestal, a precipitação interna apresenta maior variabilidade que a precipitação em aberto, necessitando, assim, de um maior número de pluviômetros para sua medição (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

A ocorrência de diferentes espécies na área e o entrelaçamento entre seus galhos contribuem para que o fluxo de escoamento ocorra por caminhos preferenciais, gerando pontos de gotejamento e áreas protegidas, que tendem a aumentar a quantidade de água registrada em alguns pluviômetros e a diminuir em outros, respectivamente (KELLMAN & ROULET, 1990; MOURA et al., 2009).

Diversas metodologias são empregadas para a quantificação da precipitação interna, variando desde o tipo, número e abertura seccional do coletor quanto à forma pela qual esses coletores são dispostos no campo. O que dificulta a comparação de trabalhos.

Arcova et al. (2003), utilizaram 16 pluviômetros distribuídos aleatoriamente em uma área de 400 m² para quantificar a precipitação interna de uma floresta secundária de Mata Atlântica em Cunha-SP. Oliveira Junior & Dias (2005), a fim de medir a precipitação interna em uma floresta estacional semidecidual, utilizaram 75 coletores fixos, com área individual de captação igual a 78,24 cm² e distribuídos em 3 parcelas de 400 m² cada. Oliveira et al. (2008), realizando estudos em uma floresta tropical úmida de terra firme no Estado do Pará, utilizaram 25 coletores móveis com área de captação individual de 153,94 cm², distribuídos aleatoriamente dentro da área experimental.

Escoamento pelo tronco

O escoamento pelo tronco é a fração da chuva que é retida temporariamente pelas copas juntamente com aquela que atinge diretamente os troncos e que posteriormente escoam pelo tronco das árvores, chegando ao solo (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005). Esta via corresponde de 1 a 15 % do total precipitado (TUCCI, 2001).

Apesar de aparentemente pequeno em relação a precipitação total incidente acima do dossel, o escoamento pelo tronco não deve ser negligenciado, pois sua influência na velocidade e quantidade de água que atinge o solo florestal permite boa

infiltração da água da chuva no solo, além de reduzir a incidência de escoamento superficial (OLIVEIRA et al., 2008).

Para algumas espécies o volume de água escoado pelo tronco pode estar diretamente ligado a sobrevivência destas no ambiente, principalmente nos períodos mais secos do ano. Segundo Návar & Bryan (1990), o volume de água recebido nas proximidades dos troncos chega a ser cinco vezes superior àquele recebido por áreas mais distantes.

Vários fatores podem interferir no escoamento pelo tronco, tais como: intensidade, ângulo, duração e intervalo entre precipitações (CROCKFORD & RICHARDSON, 1987; LIMA & LEOPOLDO, 1999), densidade de copa, estratificação das copas, diversidade de espécies, idade de espécies, filotaxia, tipo de folha, tamanho do limbo, forma do limbo, característica da casca e metodologia (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

Lima (1976), realizando estudos em plantios de pinus e eucalipto, observou que o escoamento pelo tronco, em relação a precipitação total, foi em média 4,2 e 3,0 % para eucalipto e pinus, respectivamente. Sendo que para chuvas de até 2,5 mm o escoamento pelo tronco não foi desencadeado em nenhum dos dois plantios. Lima & Leopoldo (1999), em estudos realizados em uma mata ciliar na região central do Estado de São Paulo, verificaram que apenas valores médios de chuva superior a 4,2 mm permitiam o registro de escoamento pelo tronco.

Escoamento superficial

O escoamento superficial é a fase do ciclo hidrológico que estuda o conjunto das águas que, por efeito da gravidade, se desloca na superfície da terra (GARCEZ, 1976). Ou seja, constitui a fração da chuva que não infiltra no solo, escoando laminarmente pelas porções mais impermeáveis do terreno (LIMA, 2008).

O volume de água decorrente do escoamento superficial depende de fatores de natureza geológica, climática e fisiográfica da região (PENMAN, 1963), tais como: a área da bacia hidrográfica, a existência de declividades acentuadas e depressões retentoras de água, o tipo e o teor de água do solo, a cobertura vegetal e a quantidade e a intensidade de precipitação, entre outros (ALENCAR et al., 2006).

As florestas são os agentes mais eficientes na redução do escoamento superficial, por causa da interceptação da precipitação pela copa das árvores, que dissipa a energia cinética das chuvas antes de atingir o solo. Além disso, os resíduos vegetais

presentes no solo são uns dos principais responsáveis pela redução da velocidade do escoamento superficial (FOSTER, 1982; SINGH, 1987).

Lima (1988), realizando trabalho em uma área experimental durante 4 anos, concluiu que o escoamento superficial tem uma estreita relação com a quantidade de chuva. Além disso, o autor concluiu que à medida que as árvores crescem, tanto o escoamento superficial quanto as perdas de solo e nutrientes diminuem sensivelmente, em áreas reflorestadas com eucalipto.

Infiltração

De acordo com Pinto et al. (2008), infiltração é o fenômeno de penetração da água nas camadas de solo próximas à superfície do terreno, movendo-se para baixo, através dos vazios, sob ação da gravidade, até atingir uma camada suporte, que a retém, formando então a água do solo.

À medida que a água infiltra no solo, as camadas superiores do perfil vão se umedecendo no sentido de cima para baixo, alterando gradativamente a umidade do solo. Enquanto há aporte de água, o perfil tende a saturação em toda a profundidade, sendo a camada superficial, naturalmente, a primeira a saturar. Normalmente, a infiltração decorrente de precipitações naturais não é capaz de saturar todo o solo, restringindo-se a saturar as camadas próximas à superfície (BRANDÃO et al., 2006).

A infiltração é um processo que depende, em maior ou menor grau, de diversos fatores, tais como: características do solo, tipo e cobertura do solo, tipo de preparo e manejo do solo, encrostamento superficial e características da água (BRANDÃO et al., 2003).

Sendo um dos fatores que mais influenciam no escoamento superficial, a taxa de infiltração representa a lâmina de água que atravessa a superfície do solo por unidade de tempo. A capacidade de infiltração representa o potencial que o solo tem para absorver água sob uma determinada condição. Assim, a capacidade de infiltração somente será igual à taxa de infiltração quando a intensidade da chuva for superior à capacidade de infiltração. Nesse momento, ocorre o escoamento superficial (MELLO, 2009).

Para uma determinação adequada das características de infiltração de água no solo, devem ser utilizados métodos que representem esse fenômeno de forma semelhante ao ocorrido naturalmente, uma vez que a taxa de infiltração é muito influenciada pelas condições de superfície e teor de umidade do solo (PRUSKI et al., 1997).

Resistência mecânica do solo

A resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo diretamente relacionados com o crescimento das plantas. Valores excessivos de resistência do solo à penetração podem influenciar o crescimento das raízes em comprimento e diâmetro. Além disso, estudos indicam que a resistência do solo à penetração das raízes tem efeito direto no crescimento da parte aérea das plantas (LETEY, 1985; MASLE & PASSIOURA, 1987; MEROTTO & MUNDSTOCK, 1999).

O processo de compactação do solo pode ser atribuído tanto à diminuição do espaço poroso entre os agregados, ocorrendo um rearranjo destes na matriz do solo, como à ruptura e destruição dos agregados, havendo rearranjo e orientação das partículas, o que resulta numa massa coesa na matriz do solo (HORN et al., 1995). Esses processos vão depender do conteúdo de água do solo e da pressão externa aplicada ao solo pelos sistemas de manejo adotados (SILVA & CABEDA, 2006).

As modificações geradas pela compactação dizem respeito ao aumento da resistência mecânica à penetração radicular, redução da aeração, alteração na disponibilidade e fluxo de água, calor e conseqüente disponibilidade de nutrientes. Esses fatores podem se tornar importantes para o desenvolvimento das plantas e dependerá do tipo de solo, condição climática, espécie e estágio de desenvolvimento da planta (CAMARGO, 1983).

Silva Filho et al. (2002) observaram que a compactação dos solos em áreas de pastagens com mais de 20 anos de uso, sobre um Latossolo Amarelo de textura argilosa e outro de textura muito argilosa, no município de Porto Velho/RO, revelaram valores relativos à resistência mecânica à penetração no solo, da ordem de 4,57 MPa, para camada entre 0 e 10 cm. Ralisch et al. (2008), estudando a resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo sob vegetação de Cerrado, encontraram valores médios de 1,6 MPa, para camada de 0 a 10 cm.

A resistência do solo à penetração aumenta com a compactação do solo, sendo restritiva ao crescimento radicular acima de certos valores de potencial que variam de 1,5 a 3,0 MPa, conforme Grant & Lafond (1993).

III. OBJETIVO GERAL

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar a distribuição da água da chuva em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial e avançado de regeneração, por meio dos processos hidrológicos do ciclo da água.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 103-112, 2006.

ALVES, R. F.; DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; GARCIA, F. N. M. Avaliação da precipitação efetiva de um fragmento de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração no município de Viçosa, MG. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2007.

ANIDO, N. M. R. **Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental**. 2002. 69 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

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, 2003.

BRAGA, R. A. P. A água e a Mata Atlântica. In: VII seminário nacional da reserva da biosfera da Mata Atlântica. **Anais...** Ilhéus: CNRBMA, 1999, p. 1-10.

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3 ed. Viçosa: Editora Viçosa, 2006. v. 1. 120 p.

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 2 ed. Viçosa: Editora Viçosa, 2003. v. 1. 98 p.

CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44 p.

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.

CROCKFORD, H., RICHARDSON, D.P. Factors affecting the stemflow yield of a dry sclerophyll eucalypt forest, a *Pinus radiata* plantation and individual trees within the forest. **Anais...** Canberra: CSIRO, 1987, p. 1-27.

DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; TONELLO, K. C.; CARDOSO, C. A. ALVES, M. R.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Proteção de nascentes**. Brasília: SENAR, 2006. v. 1. 80 p.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2005.

FOSTER, G. R. Modeling the erosion process. In: HANN, C. T.; JOHNSON, H. P.; BRAKENSIEK, D. L. **Hydrologic modeling of small watersheds**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineering, 1982. p. 297-380. Monograph, 5.

- GARCEZ, N. L. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher. 1976. 249 p.
- GRANT, C. A.; LAFOND, G. P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan. **Canadian Journal Soil Science**, Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, 1993.
- HJELMFELT JR., A. T.; CASSIDY, J. J. **Hidrology for engineers and planners**. Iowa: The Iowa State University Press. 1975. 210 p.
- HORN, R.; DOMZZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. VAN OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil and Tillage Research**, v. 35, p. 23-36, 1995.
- KELLMAN, M., ROULET, N. Stemflow and throughfall in a tropical dry Forest. **Earth Surface Processes Landforms**, v. 15, n. 1, p. 55-61, 1990.
- LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. Repartição da água de chuva em cobertura florestal com características típicas de cerrado. In: Simpósio brasileiro de hidrologia e recursos hídricos, 6., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1985. v. 3. p. 212-220.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, v. 1, p. 277-294. 1985.
- LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Interceptação de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, v. 14, n.3, p.25-33, 1999.
- LIMA, W. P. **Estudos de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de Eucalyptus e Pinus**. 1975. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- LIMA, W. P. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, Piracicaba, n. 13, p. 75-90, 1976.
- LIMA, W. P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcels reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, Piracicaba, n. 38, p. 5-16, 1988.
- LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. ESALQ, 2 ed. Piracicaba, 2008. 253 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2011.
- LIMA, W. P. NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, n. 24, p. 43-46, 1983.
- MASLE, J.; PASSIOURA, J. B. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 643-656, 1987.

MELLO, E. L. **Modelo de suporte à avaliação do impacto do uso e manejo do solo no balanço hídrico e nas perdas de solo**. 2009. 65 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

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**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

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

NÁVAR, J.; BRYAN, R. Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in northeastern Mexico. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 115, p. 51-63, 1990.

OKI, V. K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; SOUSA, F. A. S.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 723-732, 2008.

PENMAN, H. L. **Vegetation and hydrology**. London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1963. 124 p.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L.S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 278 p.

PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; SANTOS, W. L.; RODRIGUES, L. N.; ANTUNES, V. L. **Infiltração da água no solo**. Viçosa: Revista Engenharia na Agricultura – série Caderno Didático (AEAGRI/DEA-UFV), 1997. v. 25. 25 p.

RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 381-384, 2008.

SAMBA, A. N. S.; CAMIRÉ, C.; MARGOLIS, H. A. Allometry and rainfall interception of *Coryla pinnata* in a semi-arid agroforestry parkland, Senegal. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 277-288, 2001.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A floresta e a água**. Porto Alegre. Pallottii. 1998. 70 p.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 30, p. 921-930, 2006.

SILVA FILHO, E. P.; CARNEIRO, E. X.; CARNEIRO, C. Avaliação da compactação de solos em áreas de pastagem no Município de Porto Velho-RO- Amazônia ocidental. **Primeira Versão**, ano II, n. 108, p. 6-xx, 2002.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. . **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFGRS, ABRH. 2001. 943 p.

SINGH, R. P. Rainfall interception by *Pinus wallichiana* plantation in temperate region of Himachal Pradesh, India. **Indian Forester**, p.559-66, 1987.

SOUZA, A. L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M.; VALE, A. B. Dinâmica da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 411-419, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFGRS, ABRH. 2001. 943 p.

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

CAPÍTULO 1

PRECIPITAÇÃO EFETIVA E INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM ESTÁGIO INICIAL E AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, VIÇOSA-MG

1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais importantes na composição da paisagem terrestre, interagindo com a fauna e a flora e com os demais elementos da natureza (BALBINOT et al., 2008). Embora em quantidade não possa ser alterada, os aspectos relacionados à sua distribuição e qualidade são passíveis de mudanças e afetam consideravelmente os seres vivos.

Por apresentar estreita relação com a água, a floresta é considerada a ocupação de solo que proporciona melhores benefícios aos recursos hídricos. A floresta atua no ciclo hidrológico provocando o retardamento da movimentação da água da chuva em direção aos rios, através do processo de interceptação, infiltração, absorção, transpiração e percolação (CASTRO et al., 1983), além de minimizar os efeitos erosivos, a lixiviação de nutrientes do solo e o assoreamento dos corpos d'água.

Uma das principais influências da floresta ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, onde parte fica temporariamente retida pela copa das árvores, no processo denominado de interceptação (ARCOVA, et al., 2003) e parte atinge o solo florestal, no processo denominado de precipitação efetiva, que é a soma da precipitação interna e do escoamento pelo tronco (LIMA, 1975).

A precipitação interna é a água da chuva que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas das árvores e gotas que respigam do dossel. A fração da chuva que é retida temporariamente pelas copas juntamente com aquela que atinge diretamente os troncos e que posteriormente escoam pelo tronco das árvores, chegando ao solo, é denominada escoamento pelo tronco (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005).

Segundo Alves et al. (2007), a precipitação efetiva pode variar em função de fatores como: área basal, espécie, diâmetro das árvores, quantidade de espécies, frequência e intensidade de chuvas. Para Moura et al. (2009), os fatores-chaves que

influenciam na interceptação e nos demais componentes do balanço hídrico são: formato da cobertura vegetal, a área foliar e a estrutura da casca.

Estudos mostram que valores de precipitação efetiva e interceptação são peculiares ao local, podendo variar dentro do mesmo ecossistema, entre fragmentos próximos ou até dentro de um mesmo fragmento em virtude do estágio de regeneração da floresta. Para a Mata Atlântica, alguns resultados de interceptação e precipitação efetiva mostram valores médios de 12,4 e 87,6 % (CASTRO et al., 1983), 37,6 e 62,4 % (LIMA & LEOPOLDO, 1999) e 18,3 e 81,7 % (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005), respectivamente.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a precipitação efetiva e a interceptação da chuva em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial e avançado de regeneração no município de Viçosa, Minas Gerais, no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2011.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

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 (Figura 1).

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.

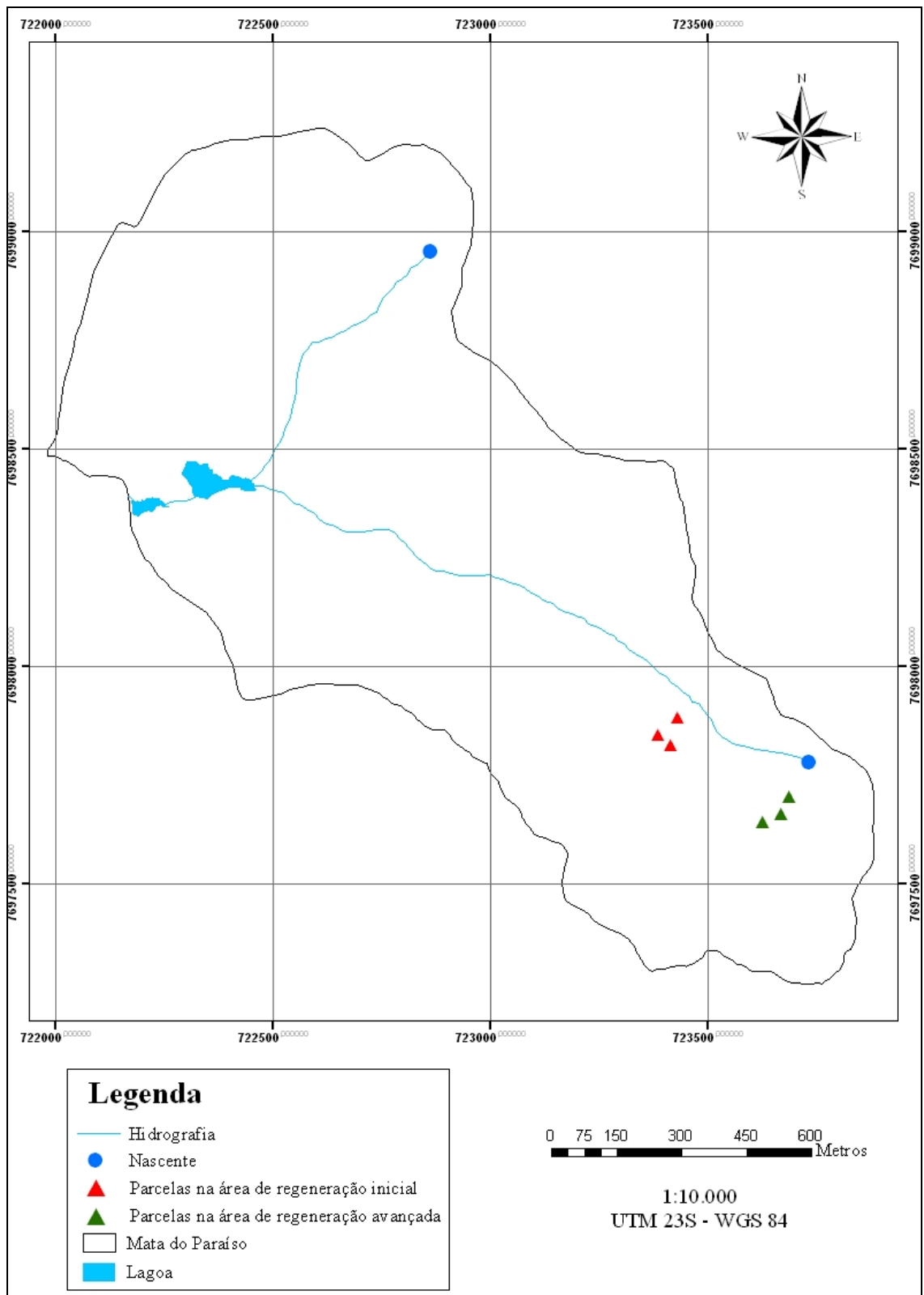


Figura 1 – Delimitação da Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

A Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso pertence ao domínio da Floresta Estacional Semidecidual, dentro do bioma denominado Floresta Tropical Atlântica ou Mata Atlântica, (VELOSO et al., 1991) 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 distrófico nas áreas com perfis convexos, Câmbicos nos topos das elevações em função da existência de horizonte B de pequena espessura, Argissolos nas áreas de perfis côncavos e nos terraços e Hidromórficos aluviais no leito maior (CORREA, 1984).

2.2. Metodologia

Os dados foram obtidos no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2011. 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.

Os resultados de precipitação efetiva, precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação foram analisados estatisticamente através do teste “t” de Student ao nível de 5 % de probabilidade e submetidos à análise de regressão. Para isso, utilizou-se o software Statistica (StatSoft, INC, 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, instalado em uma torre acima do dossel da floresta. A precipitação em aberto foi calculada de acordo com a equação 1:

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

Em que PA é a precipitação em aberto (mm), V é o volume do pluviômetro (ml) e A é a área de captação do pluviômetro (cm²).

2.2.2. Precipitação interna (PI)

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 (Figura 1). Cada parcela é composta por 25 pluviômetros distanciados 5,0 m entre si (Figura 2). Os pluviômetros foram construídos com PVC e garrafas “pets”, com área individual de captação central de 75,4 cm² e 81,7 cm², respectivamente (Figura 3). Para o cálculo da precipitação interna da parcela, utilizou-se a equação 2:

$$PI = \frac{\sum \left(\frac{V}{A} \right) \times 10}{25} \quad (2)$$

Em que PI é a precipitação interna (mm), V é o volume de cada pluviômetro (ml) e A é a área de captação de cada pluviômetro (cm²).

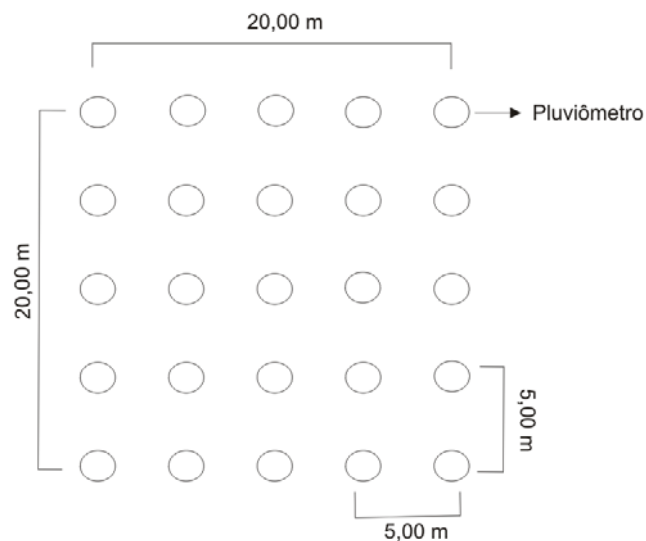


Figura 2 – Esquema das parcelas para quantificação da precipitação interna. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.



Figura 3 – Pluviômetros utilizados na medição da precipitação interna. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

2.2.3. Escoamento pelo tronco (Et)

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 ≥ 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” afixada aos coletores para recipientes individuais de plástico. Para o cálculo do escoamento pelo tronco da parcela utilizou-se a equação 3:

$$Et = \frac{\sum V}{AS} \quad (3)$$

Em que Et é o escoamento pelo tronco (mm), V é o volume de cada coletor (l) e AS é a área da sub-parcela (100 m²).

2.2.4. Precipitação efetiva (PE)

A precipitação efetiva foi obtida pela soma da precipitação interna e do escoamento pelo tronco, de acordo com a equação 4:

$$PE = PI + Et \quad (4)$$

Em que PE é a precipitação efetiva (mm), PI é a precipitação interna (mm) e Et é o escoamento pelo tronco (mm).

2.2.5. Interceptação (I)

As perdas por interceptação foram obtidas pela diferença entre a precipitação em aberto e a precipitação efetiva, de acordo com a equação 5:

$$I = PA - PE \quad (5)$$

Em que I é a interceptação (mm), PA é a precipitação em aberto (mm) e PE é a Precipitação efetiva (mm).

2.2.6. Área basal (AB)

Com uma fita diamétrica, mediu-se a circunferência a 1,30 m sobre o nível do solo (CAP) de todas as árvores com CAP ≥ 15 cm, presentes em cada parcela de precipitação interna, para a obtenção do DAP (diâmetro à altura do peito ou medida do diâmetro a 1,30 m sobre o nível do solo) de cada árvore. Para isso, utilizou-se a seguinte equação 6:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (6)$$

Onde, DAP é o diâmetro à altura do peito (cm), CAP é a circunferência à altura do peito (cm) e π é uma constante (3,1416).

Com o DAP obtém-se a área seccional de cada árvore pela equação 7:

$$AS = \frac{\pi \times DAP^2}{40000} \quad (7)$$

Em que AS é a área seccional à altura do peito (m²), DAP é o diâmetro à altura do peito (cm) e π é uma constante (3,1416).

Com a área seccional de cada árvore calculou-se a área basal de cada estágio de regeneração de acordo com a equação 8:

$$AB = \frac{\sum_{i=1}^n AS_i}{0,12} \quad (8)$$

Onde, AB é a área basal (m²/ha) e AS é a área seccional à altura do peito de cada árvore (m²).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudos foram realizadas 75 coletas. No entanto, em algumas medições a precipitação interna média da parcela foi maior que a precipitação em aberto. Como isso em tese seria impossível de acontecer, devido à interceptação da chuva pelo dossel florestal, optou-se por utilizar 57 medições na análise dos dados. A distribuição espacial irregular das chuvas, aliada à forma alongada da bacia (OLIVEIRA JUNIOR, 2006) e a distância entre o pluviômetro em aberto e as parcelas, pode ter contribuído para tal ocorrência. Essa incoerência também foi descrita por Moura et al. (2009), em estudos de interceptação realizados em um fragmento de Mata Atlântica.

A precipitação em aberto totalizou 1519,96 mm, variando de 0,30 a 145,30 mm (Tabela 1). Os meses mais chuvosos foram novembro e dezembro de 2011, sendo junho, julho, agosto e setembro os meses mais secos (Figura 4). Foram encontradas áreas basais de 31,67 e 52,25 m²/ha na área inicial e avançada de regeneração, respectivamente. Isto vem a confirmar a diferença entre as duas áreas, quanto ao grau de ocupação da floresta.

Tabela 1 – Valores mensais (mm) de precipitação em aberto (PA), precipitação efetiva (PE), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et) e perdas por interceptação (I) em estágio inicial (i) e avançado (a) de regeneração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011

Mês	PA	PEi	PEa	PIi	PIa	Eti	Eta	Ii	Ia
ago/09	13,60	10,17	9,66	10,13	9,57	0,04	0,09	3,43	3,94
set/09	32,50	24,06	20,88	23,87	20,43	0,18	0,45	8,44	11,62
out/09	125,20	107,48	95,52	106,83	93,82	0,65	1,70	17,72	29,68
nov/09	110,70	93,55	86,26	93,00	84,74	0,55	1,52	17,15	24,44
dez/09	110,74	91,17	78,78	90,56	77,08	0,61	1,70	19,57	31,96
jan/10	87,72	73,11	64,57	72,53	63,12	0,58	1,45	14,61	23,15
fev/10	54,64	40,99	32,92	40,75	32,30	0,24	0,62	13,65	21,72
mar/10	118,82	104,76	88,05	104,05	85,99	0,71	2,07	14,06	30,77
abr/10	22,17	15,41	11,94	15,35	11,60	0,07	0,34	6,76	10,23
mai/10	39,22	30,76	27,80	30,62	27,07	0,14	0,73	8,46	11,42
jun/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jul/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ago/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
set/10	23,00	19,89	19,09	19,72	18,31	0,17	0,78	3,11	3,91
out/10	66,70	54,21	48,49	53,76	46,89	0,45	1,61	12,49	18,21
nov/10	360,69	317,53	280,80	314,25	273,10	3,28	7,70	43,16	79,89
dez/10	214,53	186,65	168,60	184,96	163,97	1,69	4,62	27,88	45,93
jan/11	71,66	65,46	56,26	64,88	54,30	0,58	1,96	6,20	15,40
fev/11	58,07	49,45	41,81	49,00	40,55	0,45	1,27	8,62	16,26
Total	1509,96	1284,64	1131,45	1274,26	1102,84	10,38	28,61	225,32	378,51

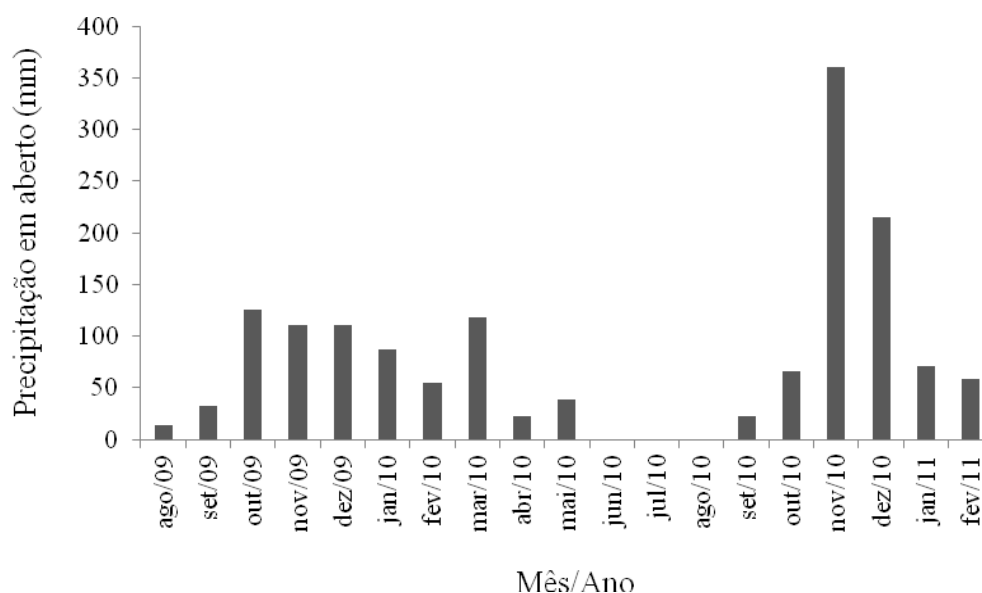


Figura 4 – Valores mensais de precipitação em aberto. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

3.1. Precipitação interna

A precipitação interna atingiu um volume total de 1274,26 mm na área de regeneração inicial e 1102,84 mm na área de regeneração avançada. Esses valores corresponderam, respectivamente, a 84,39 e 73,04 % da precipitação em aberto (Tabela 1). Por meio dos resultados da Tabela 2, pode-se observar que a precipitação interna no estágio inicial de regeneração é maior que no estágio avançado em todas as classes de precipitação. No entanto, pelo teste t a 5 % de probabilidade, essas duas áreas não tiveram diferenças significativas quanto a precipitação interna, embora existam diferenças na densidade populacional entre os estágios de regeneração.

Alves et al. (2007), estudando a precipitação interna nesse mesmo local, também não encontraram diferenças significativas entre os dois estágios de regeneração. Os mesmos autores encontraram valores de precipitação interna de 79,05 e 80,86 % da precipitação em aberto, para a área de regeneração inicial e avançada, respectivamente. As diferenças obtidas entre esses dois trabalhos podem ser devido à condução do experimento, e, ou a amostragem da área. Além disso, o ingresso e a morte de espécies arbóreas ao longo dos anos também podem ter contribuído.

Tabela 2 – Valores médios (mm) de precipitação em aberto (PA), precipitação efetiva (PE), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et) e perdas por interceptação (I) em estágio inicial (i) e avançado (a) de regeneração, em função da classe de precipitação. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011

Classe de precipitação (mm)	Frequência	PA	PEi	PEa	PIi	PIa	Eti	Eta	Ii	Ia
< 2,5	4	1,04	0,30	0,26	0,30	0,26	0,00	0,00	0,74	0,78
2,5 – 5,0	9	3,21	1,95	1,43	1,95	1,40	0,00	0,03	1,26	1,78
5,0 – 10,0	8	7,72	6,07	5,09	6,04	4,98	0,03	0,11	1,65	2,63
10,0 – 20,0	12	15,61	12,30	10,51	12,22	10,26	0,08	0,25	3,31	5,10
20,0 – 30,0	8	25,79	21,52	19,18	21,35	18,58	0,17	0,60	4,27	6,61
30,0 – 40,0	3	33,54	26,57	22,90	26,36	22,40	0,21	0,50	6,97	10,64
40,0 – 50,0	2	43,23	33,63	29,12	33,42	28,63	0,21	0,49	9,60	14,11
50,0 – 60,0	3	55,19	49,58	45,55	49,18	44,39	0,40	1,16	5,61	9,64
60,0 – 70,0	3	64,82	58,48	51,87	58,05	50,56	0,43	1,31	6,34	12,95
> 70,0	5	94,90	85,29	75,63	84,43	73,66	0,86	1,97	9,61	19,27

Os dados de precipitação interna nos dois estágios de regeneração foram submetidos à análise de regressão linear (Figura 5). A precipitação interna apresentou elevada relação com a precipitação em aberto, com o menor valor de coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9877 para o estágio de regeneração avançado. Essa

tendência linear também pode ser observada na Tabela 2, onde verifica-se o aumento da precipitação interna com o aumento da precipitação em aberto. Essas observações estão de acordo com as relatadas por Lima & Leopoldo (1999), em estudos de interceptação de chuvas por mata ciliar na região central de São Paulo.

A partir da equação linear (Figura 5), foi possível estimar a capacidade de retenção da água da chuva pela copa das árvores. Verificou-se que apenas valores acima de 1,65 e 1,85 mm, respectivamente para o estágio inicial e avançado de regeneração, permitem o registro de precipitação interna. Valor semelhante, 1,59 mm, foi estimado por Oliveira et al. (2008a), estudando a precipitação efetiva e a interceptação das chuvas em floresta de terra firme no Pará.

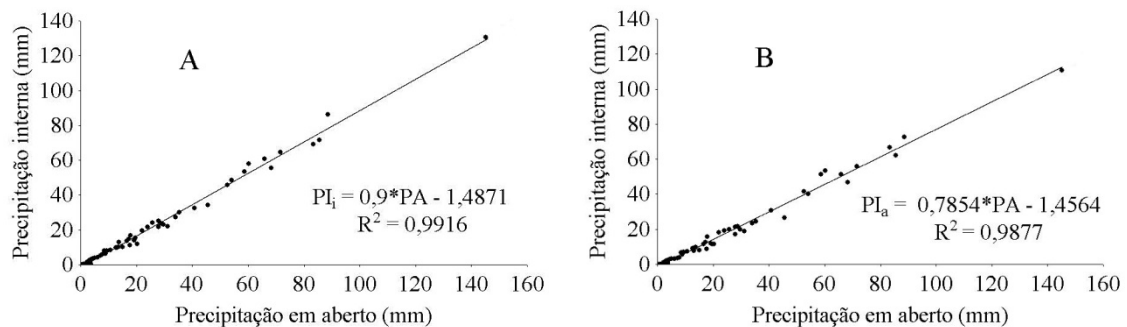


Figura 5 – Relação entre a precipitação em aberto e a precipitação interna no estágio inicial (A) e avançado (B) de regeneração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

3.2. Escoamento pelo tronco

O escoamento pelo tronco observado, ao longo do período de estudos, foi de 10,38 e 28,61 mm, respectivamente para o estágio inicial e avançado de regeneração (Tabela 1). Esses valores corresponderam, respectivamente, a 0,69 e 1,89 % da precipitação em aberto. Segundo Oliveira Junior & Dias (2005), esses valores, apesar de pequenos, devem ser considerados de grande importância, pois a baixa velocidade e quantidade de água que chega ao solo facilitam a infiltração.

Observa-se na Tabela 2 que o escoamento pelo tronco somente manifestou-se a partir da classe de precipitação superior a 2,5 mm, sendo que para o estágio de regeneração inicial esse valor só começou a ser registrado a partir de uma classe de precipitação superior a 5,0 mm. É de se esperar que na área de regeneração avançada, por ser mais densamente povoada, produza maior escoamento pelo tronco, uma vez que

a interceptação da chuva no estágio avançado é maior que no estágio inicial de regeneração. Desta forma, quanto maior a área basal do local, maior será a interceptação e, conseqüentemente maior o escoamento pelo tronco.

Pela equação de regressão linear (Figura 6), estimou-se que o escoamento pelo tronco só ocorrerá a partir de uma precipitação em aberto superior a 6,17 mm para o estágio de regeneração inicial e 1,92 mm para o estágio de regeneração avançado. Esses valores foram coerentes com os observados no campo (Tabela 2). Resultados relativamente próximos foram obtidos por Arcova et al. (2003), que estimou 7,00 mm para um fragmento secundário de Mata Atlântica, enquanto que Lima (1976), em um povoamento de eucalipto registrou um valor de 1,13 mm. Essas diferenças mostram a peculiaridade de cada local, onde o tipo de vegetação, características climatológicas locais, no que diz respeito principalmente a intensidade e intervalo entre precipitações, além do grau de umidade da cobertura interferem diretamente no volume escoado pelo tronco (LIMA & LEOPOLDO, 1999).

Pelo teste t a 5 % de probabilidade, verificou-se diferenças significativas entre os dois estágios de regeneração, demonstrando que o escoamento pelo tronco na área de regeneração avançada é estatisticamente maior que no estágio de regeneração inicial.

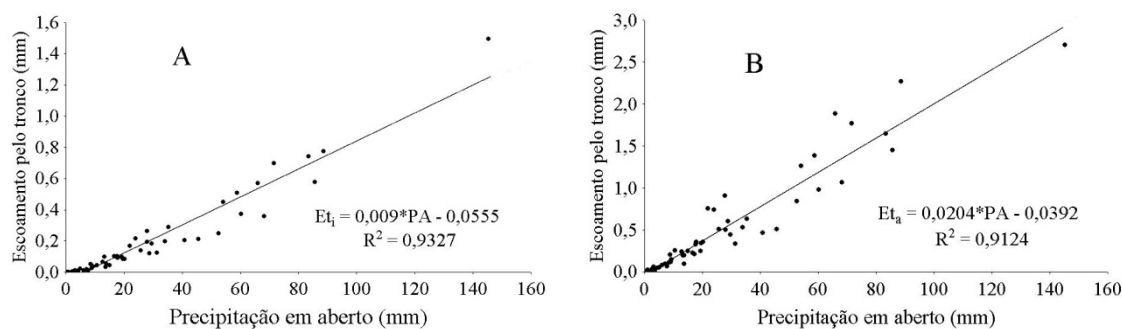


Figura 6 – Relação entre a precipitação em aberto e o escoamento pelo tronco no estágio inicial (A) e avançado (B) de regeneração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

3.3. Precipitação efetiva

A precipitação efetiva foi de 1284,64 e 1131,45 mm para o estágio de regeneração inicial e avançado, respectivamente (Tabela 1). Esses valores corresponderam a 85,08 e 74,93 % da precipitação em aberto. Este percentual está dentro do intervalo obtido em trabalhos anteriores desenvolvidos nesse mesmo local, como os 87,60 % observados por Castro et al. (1983). Oliveira Junior & Dias (2005)

obtiveram para o estágio de regeneração inicial uma precipitação efetiva de 81,70 %, enquanto que Alves et al. (2007), para o estágio avançado de regeneração registrou uma precipitação efetiva de 81,63 %. As diferenças obtidas entre os trabalhos podem ser devido ao período de estudos, à condução do experimento, à amostragem, ou ainda, a mudança na estrutura horizontal e vertical da floresta ocorridas ao longo desses anos.

Outros valores de precipitação efetiva observados em diversos ecossistemas obtiveram resultados próximos aos encontrados nesse trabalho, como: 78,00 % em florestas de terra firme no Amazonas, 72,80 % em espécies arbustivas no nordeste do México, 78,98 % em plantios de pinus em região temperada na Índia e 87,80 % em povoamentos de eucalipto (FRANKEN et al., 1982; NÁVAR & BRYAN, 1990; SINGH, 1987; LIMA, 1976).

Na Figura 7, verifica-se que a precipitação efetiva possui alta correlação com a precipitação em aberto, como indica o modelo de regressão linear. O menor coeficiente de determinação ocorreu no estágio avançado de regeneração com $R^2 = 0,9875$. Essa alta correlação mostra que a precipitação efetiva é influenciada principalmente pela quantidade de chuva que precipita sobre a floresta. Estatisticamente, pelo teste t a 5 % de probabilidade, não houve diferença significativa quanto a precipitação efetiva nos dois estágios regeneração.

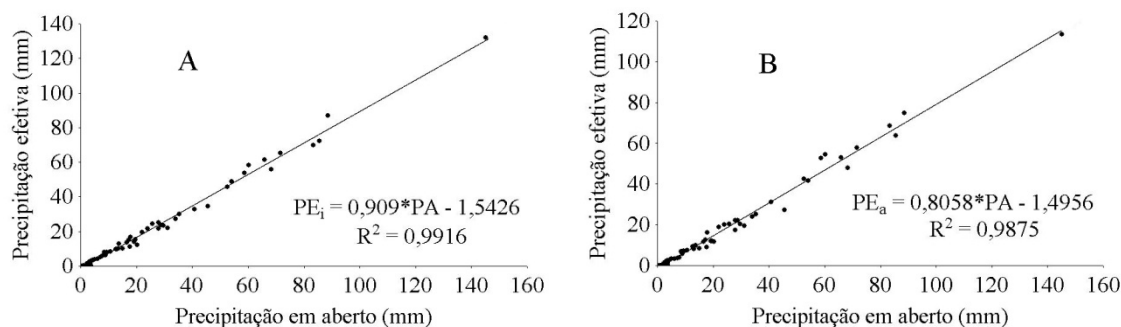


Figura 7 – Relação entre a precipitação em aberto (PA) e a precipitação efetiva no estágio inicial (A) e avançado (B) de regeneração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

3.4. Interceptação

A interceptação pelo dossel florestal foi de 225,32 e 378,51 mm, correspondendo a 14,92 e 25,07 % da precipitação em aberto, respectivamente aos estágios inicial e avançado de regeneração (Tabela 1). Esses valores são comparados

aos 21,50 % observados por Oliveira et al. (2008b) na Amazônia e 12,40 % observado por Castro et al. (1983) em fragmento de Mata Atlântica. Em geral as menores classes de precipitação proporcionaram as maiores intercepções, como pode ser observado na Tabela 2. Isto significa que o dossel florestal possui uma capacidade máxima de retenção da água da chuva. Desta forma, pequenas precipitações não são capazes de saturar completamente a copa das árvores.

Observa-se na Figura 8 que a correlação entre a intercepção e a precipitação em aberto possui dependência reduzida, principalmente no estágio de regeneração inicial, representada com $R^2 = 0,5408$. Essa baixa interdependência é observada na Tabela 2, onde a intercepção, em certas classes de altura pluviométrica, não acompanha o aumento da precipitação em aberto, demonstrando que outros fatores, além da quantidade de chuva, interferem na intercepção. Esses fatores podem estar relacionados com a intensidade da chuva, presença de vento, e ainda, o intervalo entre as chuvas (MOURA et al., 2009; NALON & VELLARDI, 1993). A intercepção, nos dois estágios de regeneração, foi analisada estatisticamente através do teste t a 5 % de probabilidade e apresentaram diferenças significativas.

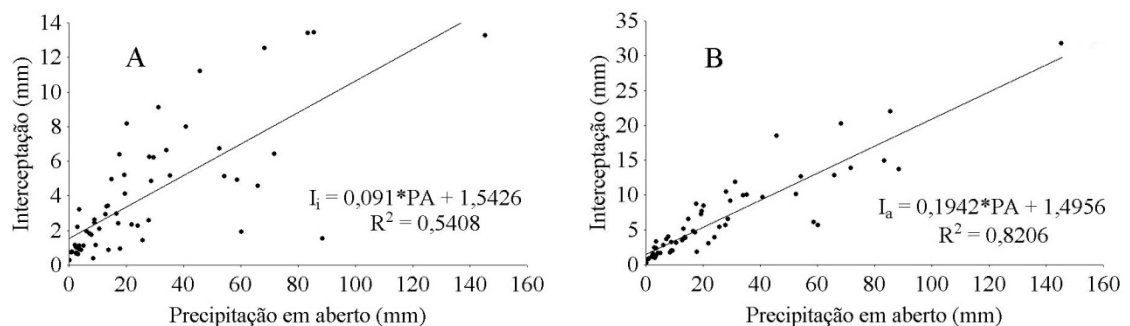


Figura 8 – Relação entre a precipitação em aberto (PA) e a intercepção no estágio inicial (A) e avançado (B) de regeneração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o escoamento pelo tronco e a intercepção da chuva, no período estudado, foi maior no estágio de regeneração avançado, enquanto que a precipitação efetiva e a precipitação interna foram maiores no estágio de regeneração inicial.

A precipitação efetiva, a precipitação interna e o escoamento pelo tronco seguem uma tendência linear em relação ao total precipitado. Sendo a precipitação interna a variável que mais contribuiu para a quantidade de água no solo.

A interceptação foi a que demonstrou correlação mais baixa em relação a precipitação em aberto, indicando a influencia de outros fatores relacionados a interceptação. Além disso, a interceptação não apresentou um aumento proporcional às classes mais altas de precipitação, evidenciando que o dossel florestal possui uma capacidade máxima de retenção da água de chuva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. F.; DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; GARCIA, F. N. M. Avaliação da precipitação efetiva de um fragmento de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração no município de Viçosa, MG. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2007.

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, 2003.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALÉRIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.

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.

FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P. R.; RIBEIRO, M. N. G. Estudo da interceptação da água de chuva em cobertura florestal Amazônica do tipo terra firme. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 12, n. 2, p. 327-331, 1982.

LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Interceptação de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, v. 14, n.3, p.25-33, 1999.

LIMA, W. P. **Estudos de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de Eucalyptus e Pinus**. 1975. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

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

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**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

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

NÁVAR, J.; BRYAN, R. Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in northeastern Mexico. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 115, p. 51-63, 1990.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; SOUSA, F. A. S.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 723-732, 2008a.

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; COSTA, A. C. L.; SOUSA, F. A. S.; BRAGA, A. P. Modelagem da interceptação na Floresta Nacional de Caxiuanã, no leste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 318-326, 2008b.

SILVA JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO JUNIOR, P. Regeneração de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 169-179, 2004.

SINGH, R. P. Rainfall interception by *Pinus wallichiana* plantation in temperate region of Himachal Pradesh, India. **Indian Forester**, p.559-66, 1987.

STATSOFT, INC. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

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.

CAPÍTULO 2

ESCOAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PELO TRONCO DAS ÁRVORES EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA-MG

1. INTRODUÇÃO

Em florestas, parte da água da chuva que chega ao solo é originária do escoamento pelo tronco e, embora corresponda a uma pequena porcentagem da precipitação incidente acima do dossel, é de fundamental importância para muitas espécies da flora e para o ambiente.

O escoamento pelo tronco é a fração da chuva que é retida temporariamente pelas copas das árvores juntamente com aquela que atinge diretamente os troncos e que posteriormente escoam pelo tronco das árvores, chegando ao solo (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005). Esta via pode corresponder a 15% do total precipitado (TUCCI, 2001).

Para algumas espécies o volume de água escoado pelo tronco pode estar diretamente ligado à sua sobrevivência no ambiente, principalmente nos períodos mais secos do ano. Segundo Návar & Bryan (1990), o volume de água recebido nas proximidades dos troncos chega a ser cinco vezes superior àquele recebido por áreas mais distantes. É provável que algumas espécies, por dependerem de muita umidade no solo ou por terem raízes que alcancem pouca profundidade, tenham se adaptado morfológicamente a captar a água da chuva pela copa direcionando-a pelo tronco até as raízes, como uma forma de suprir suas necessidades por água.

Kellman & Roulet (1990), estudando o escoamento pelo tronco em uma floresta tropical seca no México, observaram que árvores menores e arbustos do estrato inferior são mais eficazes na produção de escoamento pelo tronco que espécies do dossel superior e que o escoamento pelo tronco produzido por espécies do estrato inferior pode ser dez vezes superior ao produzido por árvores do estrato superior.

Vários fatores podem interferir no escoamento pelo tronco, tais como: intensidade, ângulo e duração das chuvas, intervalo entre precipitações, densidade e estratificação das copas, diversidade e idade das espécies, filotaxia e tipo de folha, tamanho e forma do limbo, característica da casca e metodologia de avaliação (CROCKFORD & RICHARDSON, 1987; LIMA & LEOPOLDO, 1999; OLIVEIRA

JUNIOR, 2006). Para Nívar & Bryan (1990), variações no escoamento pelo tronco podem ser explicadas pela posição e ângulo dos ramos, sugerindo que árvores que apresentam galhos direcionados para cima produzem mais escoamento pelo tronco que árvores com galhos direcionados para baixo ou na horizontal.

Arcova et al. (2003), estudando a distribuição da chuva em uma floresta de Mata Atlântica observaram valores médios de escoamento pelo tronco em torno de 0,30 % da precipitação acima do dossel. Castro et al. (1983), em medições de escoamento pelo tronco em um fragmento secundário de Mata Atlântica encontraram valores médios de 0,20 % em relação à precipitação total. Nívar & Bryan (1990), estudando a distribuição das chuvas por arbustos no semi-árido do México, observaram valores de escoamento pelo tronco de 5,60 % em relação à precipitação total acima do dossel. Lima & Leopoldo (1999), realizando estudos de interceptação de chuva por Mata Ciliar na região central do Estado de São Paulo encontraram valores médios de escoamento pelo tronco de 0,90 % da precipitação a céu aberto.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o escoamento pelo tronco em um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa, Minas Gerais, no período de agosto de 2009 a março de 2011.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

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.

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.

A Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso pertence ao domínio da Floresta Estacional Semidecidual, dentro do bioma denominado

Floresta Tropical Atlântica ou Mata Atlântica, (VELOSO et al., 1991) 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 distrófico nas áreas com perfis convexos, Câmbicos nos topos das elevações em função da existência de horizonte B de pequena espessura, Argilossolos nas áreas de perfis côncavos e nos terraços e hidromórficos aluviais no leito maior (CORREA, 1984).

2.2. Metodologia

Os dados de precipitação em aberto e escoamento pelo tronco foram obtidos no período de agosto de 2009 a março de 2011. 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.

2.2.1. Precipitação em aberto (PA)

A precipitação em aberto (PA) foi obtida por medições realizadas em um pluviômetro simples de PVC com área de captação de 167 cm², instalado em uma torre acima do dossel da floresta e cujo cálculo foi realizado de acordo com a equação 1:

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

Em que PA é a precipitação em aberto (mm), V é o volume do pluviômetro (ml) e A é a área de captação do pluviômetro (cm²).

2.2.2. Escoamento pelo tronco (Et)

Para quantificar o escoamento pelo tronco (Et), foram demarcadas na área de estudos seis parcela de 10 x 10 m (Figura 1). Em cada parcela foram adaptados coletores à base de poliuretano nos troncos das árvores com circunferência $\geq 15,0$ cm. A água da chuva foi direcionada, por uma mangueira de 5/8" afixada aos coletores, para recipientes individuais de plásticos.

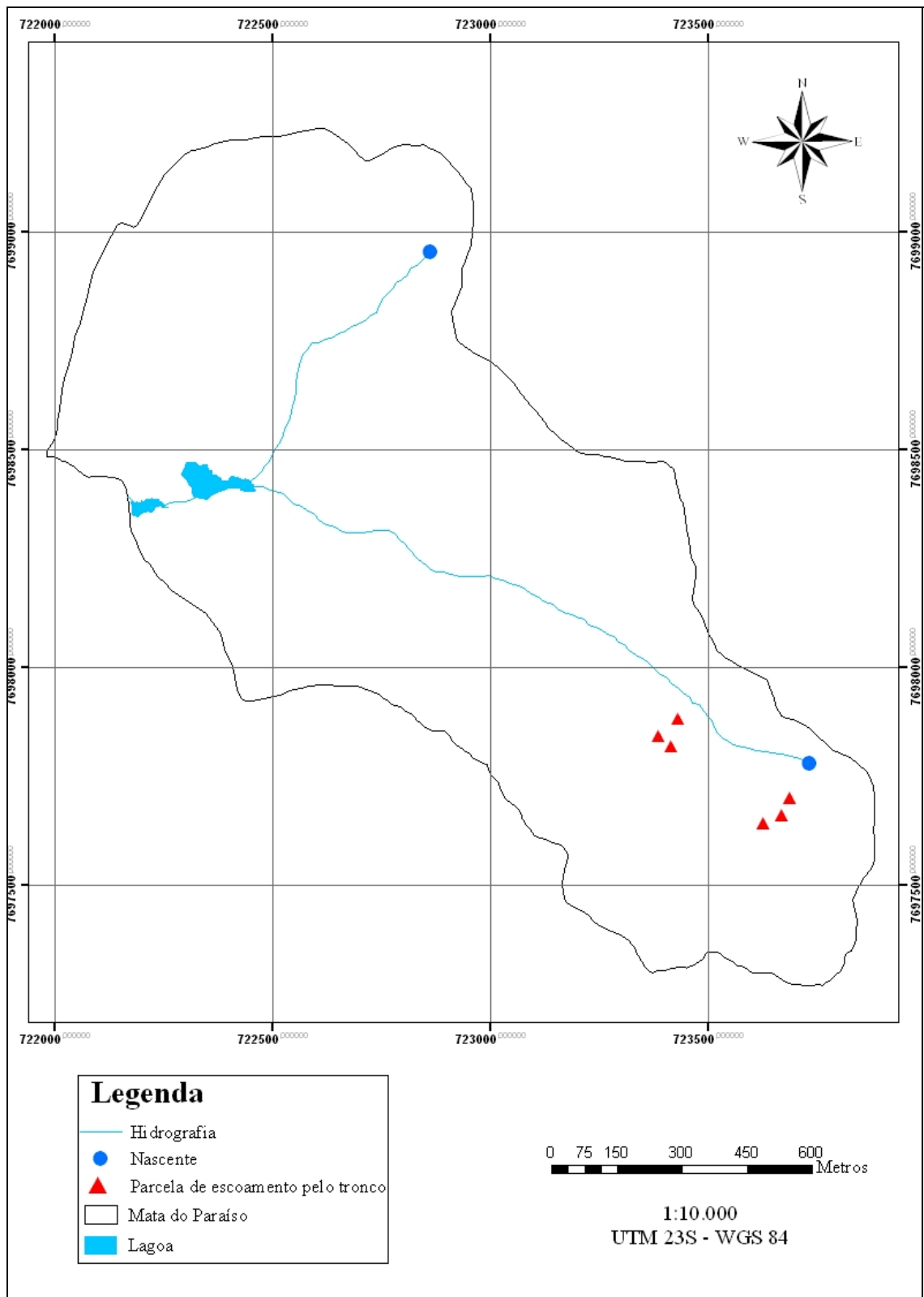


Figura 1 – Distribuição das parcelas experimentais de escoamento pelo tronco. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

2.2.3. Levantamento florístico

O levantamento florístico foi realizado nas seis parcelas de escoamento pelo tronco. Todos os indivíduos com circunferência a 1,30 m do solo (CAP) ≥ 15 cm foram identificados. O material botânico foi identificado por meio de consultas ao herbário da dendrologia da Universidade Federal de Viçosa e por especialistas em identificação de plantas. As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009).

2.2.4. Análise qualitativa dos indivíduos do escoamento pelo tronco

A análise qualitativa foi realizada em todos os indivíduos do escoamento pelo tronco através de observações visuais. Os seguintes parâmetros foram analisados.

Qualidade do fuste: 1 – Bom (tronco retilíneo e sem defeito aparente); 2 – Regular (tronco com alguma tortuosidade e poucos defeitos aparentes); 3 – Inferior (tronco inclinado e ou com muitas tortuosidades) (Figura 2).

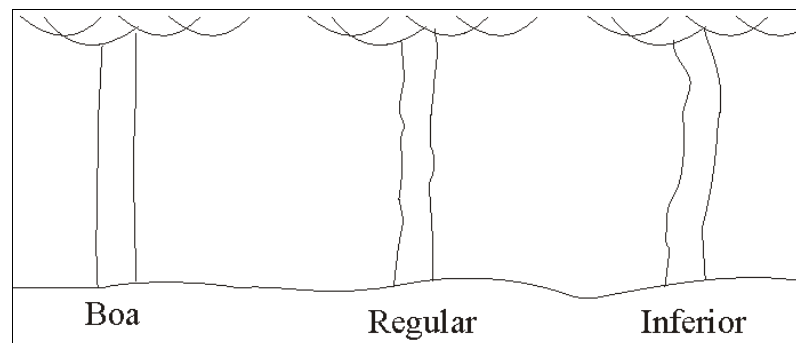


Figura 2 – Classificação da qualidade do fuste. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

Qualidade da copa: 1 – Boa (Copa inteira e bem distribuída em torno do eixo); 2 – Regular (alguns galhos quebrados e com distribuição um pouco irregular); 3 – Inferior (Copa com metade dos galhos quebrados e ou distribuída em metade de seu eixo e ou inferior a 1 m² na horizontal) (Figura 3).

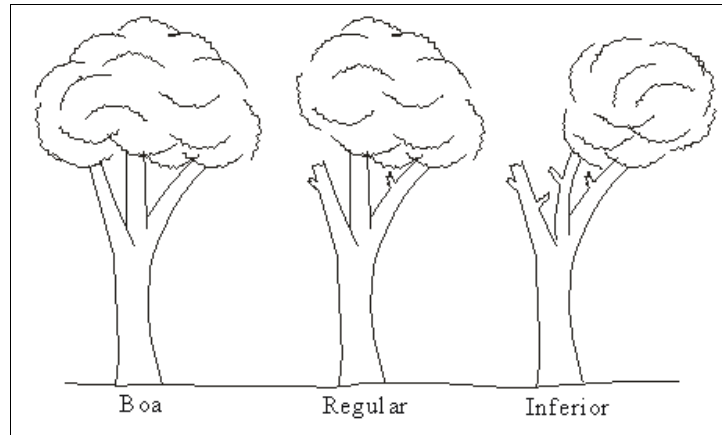


Figura 3 – Classificação da qualidade da copa. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

Estrato: 1 – Superior (com iluminação total); 2 – Médio (com iluminação parcial); 3 – Inferior (sombra) (Figura 4).

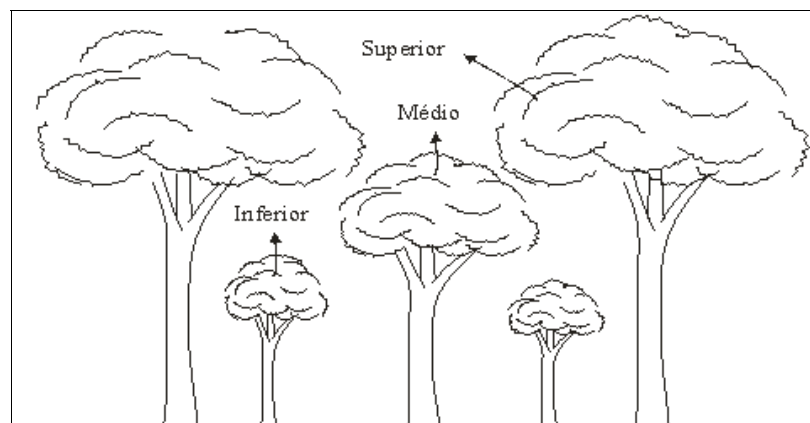


Figura 4 – Classificação da estratificação vertical das espécies. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

Infestação de cipó: 1 – Nenhum cipó; 2 – Cipó somente no tronco; 3 – Cipó somente na copa; 4 – Cipó no tronco e na copa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando todo o período analisado foram realizadas 75 medições. A precipitação em aberto foi igual a 2391,63 mm e o escoamento pelo tronco somou 31,59 mm, ou 1,32 % da precipitação em aberto. Nas parcelas de escoamento pelo tronco foram amostrados 126 indivíduos distribuídos em 29 famílias e 59 espécies. Dos 15

indivíduos com maior escoamento pelo tronco, 9 são *Euterpe edulis*, 3 são *Sorocea bonplandii* e os outros 3 são *Bathysa meridionalis*, não identificada 3 e *Zanthoxylum rhoifolium* (Tabela 1). Os quatro indivíduos com maior escoamento pelo tronco foram da espécie *Euterpe edulis*, sendo que para alguns desses indivíduos o volume total escoado pelo tronco chegou a ultrapassar os 1000 litros.

Tabela 1 – Lista dos 15 indivíduos com maior escoamento pelo tronco (Et) medido ao longo do período de estudos. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011

Nº	Nome Científico	Família	Et (L)
1	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	1105,99
2	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	1036,32
3	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	860,13
4	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	657,26
5	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baillon.) W. C. Burger	Moraceae	648,62
6	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baillon.) W. C. Burger	Moraceae	644,63
7	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	635,10
8	<i>Bathysa meridionalis</i> L.B.Sm. & Downs	Rubiaceae	634,29
9	Não identificada 3	Myrtaceae	631,67
10	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	473,53
11	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	465,74
12	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	421,15
13	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	413,65
14	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baillon.) W. C. Burger	Moraceae	391,07
15	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	360,59

Devido à capacidade limitada dos recipientes de armazenamento da água do escoamento pelo tronco, que se restringiam no máximo a 25 litros, a maioria dos recipientes transbordou com chuvas superiores a 50,00 mm. No caso da *Euterpe edulis* esses recipientes chegaram a transbordar com chuvas de 22,00 mm. Nesse sentido, alguns valores foram subestimados, sugerindo que o potencial de algumas espécies, na captação de água pode ser muito maior.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios das espécies com maior escoamento pelo tronco. Percebe-se que a *Euterpe edulis*, não identificada 3, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Sorocea bonplandii* foram as quatro espécies com maior escoamento pelo tronco. Com exceção da *Bathysa meridionalis*, os 15 indivíduos com maior escoamento pelo tronco estão representados por essas quatro espécies. Contudo a *E. edulis* continua sendo a espécie mais eficiente na captação da água da chuva.

Tabela 2 – Volume médio do escoamento pelo tronco (Et) das espécies amostradas na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011

Nº	Espécie	Família	frequência	Et (L)
1	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	10	637,00
2	Não identificada 3	Myrtaceae	1	631,67
3	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	1	360,59
4	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baillon.) W. C. Burger	Moraceae	8	272,64
5	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	1	223,57
6	<i>Allophylus edulis</i> (A St.-Hil., Cambess. & A Juss)	Sapindaceae	5	220,61
7	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	1	212,37
8	<i>Pycotria</i> sp.	Rubiaceae	1	194,99
9	<i>Bathysa meridionalis</i> L. B. Sm. & Downs	Rubiaceae	6	178,24
10	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	1	157,45
11	<i>Beilschmiedia</i> sp.	Lauraceae	5	153,44
12	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	1	141,94
13	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	1	136,52
14	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Bignoniaceae	1	133,62
15	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae	1	117,35
16	<i>Pterigota brasiliensis</i> Fr. All.	Malvaceae	2	106,03
17	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	Euphorbiaceae	2	98,75
18	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathlaga	Urticaceae	1	96,20
19	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	Euphorbiaceae	2	91,99
20	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	2	85,66
21	<i>Tabernaemontana salzmannii</i> A. DC.	Apocynaceae	4	84,94
22	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	1	76,67
23	<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	Malvaceae	1	75,88
24	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	9	75,78
25	<i>Myrcia guajavaefolia</i> O. Berg.	Myrtaceae	1	75,43
26	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Euphorbiaceae	1	72,11
27	<i>Cupania</i> sp.	Sapindaceae	1	70,01
28	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Fabaceae	1	66,32
29	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	Apocinaceae	1	65,38
30	<i>Campomanesia</i> sp.	Myrtaceae	7	61,29
31	<i>Prunus sellowii</i> Koehne.	Rosaceae	1	61,22
32	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	Fabaceae	2	52,13
33	<i>Eugenea</i> sp.	Myrtaceae	1	51,30
34	<i>Ocotea brachybotrya</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	2	50,69
35	<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	Burseraceae	4	50,18
36	<i>Chrysophyllum</i> sp.	Sapotaceae	1	46,94
37	<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn	Solanaceae	2	46,47
38	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	2	44,98
39	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Aquifoliaceae	1	44,85
40	Não identificada 2	Lauraceae	1	44,75
41	<i>Sloanea</i> sp	Elaeocarpaceae	1	40,88
42	<i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.	Sapindaceae	1	40,61
43	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Salicaceae	5	40,57

Continua...

Nº	Espécie	Família	frequência	Et (L)
44	<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae	1	37,89
45	Não identificada 4	Rubiaceae	1	37,13
46	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne & Planch	Araliaceae	1	36,96
47	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A St.-Hil.	Erythroxylaceae	1	35,81
48	Não identificada 1	Euphorbiaceae	1	32,70
49	<i>Nectandra rigida</i> Ness	Lauraceae	2	32,56
50	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl. ssp. tuberculata	Meliaceae	1	31,89
51	<i>Gutteria nigrescens</i> Mart. ST	Meliaceae	1	31,59
52	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	1	29,59
53	<i>Nectandra lanceolata</i> Ness & Mart. ex Ness	Lauraceae	4	28,75
54	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	2	25,53
55	<i>Belangeria glabra</i> Cambess	Cunoniaceae	1	25,08
56	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) ex DC.	Bignoniaceae	1	24,12
57	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae	1	22,95
58	<i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hil.) Mart.	Annonaceae	2	22,40
59	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Lecythidaceae	1	19,11

Em campo, observou-se que as *E. edulis* localizadas abaixo de outras de mesma espécie tiveram escoamento pelo tronco muito inferior das *E. edulis* localizadas acima, assim como, observou-se que os pluviômetros de precipitação interna, localizados abaixo das *E. edulis*, coletavam um volume muito menor de água que os demais pluviômetros dentro da mata. Germer et al. (2006), estudando a precipitação interna na Amazônia, relatou a influência da palmeira *Orbignya phalerata* (Babaçu), mesma família da *Euterpe edulis*, na redistribuição de água da chuva na floresta. Os autores ressaltaram a capacidade natural das *Orbignya phalerata* em captar a água da chuva, devido ao formato das folhas que atua como uma calha direcionando a água para o tronco ou canalizando para pontos de gotejamento. Isso sugere que características individuais das espécies ou mesmo da família, podem exercer influência significativa na quantidade de água escoada pelo tronco.

Na Figura 5 está representada a análise qualitativa das 15 espécies com maior escoamento pelo tronco. Nota-se que mais de 81,00 % dessas espécies possuem troncos bons e regulares, mais de 97,00 % das espécies estão no estrato inferior e médio da floresta e que 55,00 % das espécies não apresentam nenhum tipo de infestação de cipós. Observa-se ainda, que não existe um padrão com relação a qualidade da copa, indicando que este atributo não é um fator determinante para o escoamento pelo tronco. No entanto, o fuste mais retilíneo tem influencia positiva no escoamento pelo tronco. Ao contrário do esperado, as espécies com maior escoamento pelo tronco estão no

estrato inferior e médio da floresta. Por isso, é de se esperar a baixa infestação de cipós, haja vista o sombreamento dessas espécies.

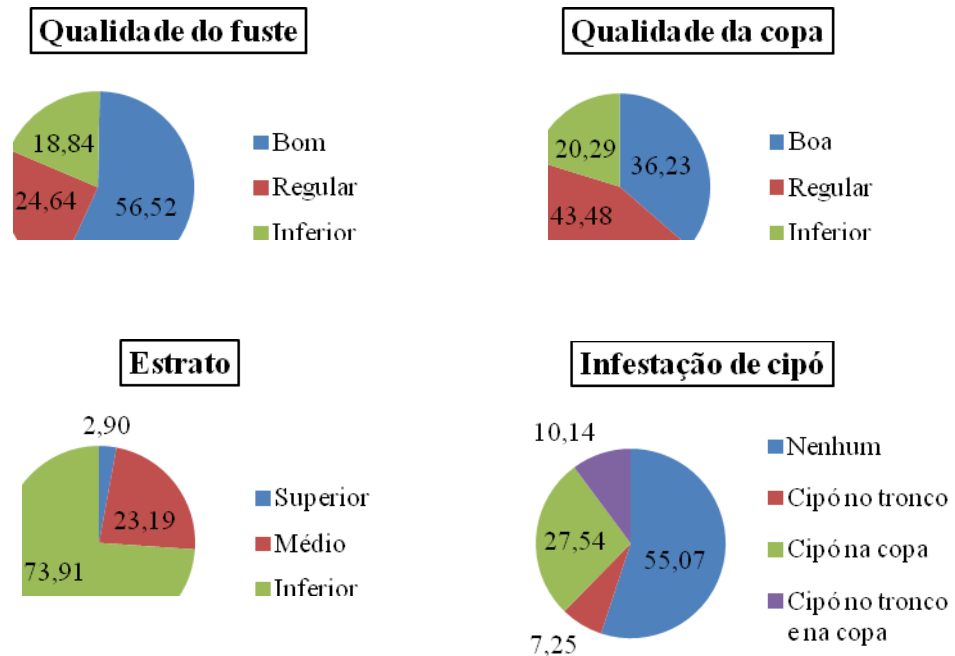


Figura 5 – Análise qualitativa das 15 espécies com maior escoamento pelo tronco amostradas na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

Vários autores (LLOYD & MARQUES, 1988; NÁVAR & BRYAN, 1990; MANFROI et al, 2004) verificaram que árvores do sub-bosque de florestas, muitas vezes produzem mais escoamento pelo tronco que árvores emergentes e com maior DAP. Isso pode ser um indicativo de que algumas espécies evoluíram morfológicamente na captação da água da chuva como forma de direcionar para suas raízes um volume maior de água. Para algumas espécies, como a *E. edulis*, que necessita de muita umidade no solo, essa adaptação evolutiva pode ser a forma encontrada por essas espécie de sobreviver em locais mais secos na floresta, podendo ainda explicar sua distribuição no ambiente.

Na Figura 6, verifica-se que o escoamento pelo tronco da *E. edulis* possui alta correlação com a precipitação em aberto, como indica o modelo de regressão linear. Observa-se ainda que o coeficiente de determinação foi igual a $R^2 = 0,8050$. Contudo, é provável que o coeficiente de determinação fosse mais próximo de 1, caso os recipientes de armazenamento do escoamento pelo tronco não tivessem transbordado.

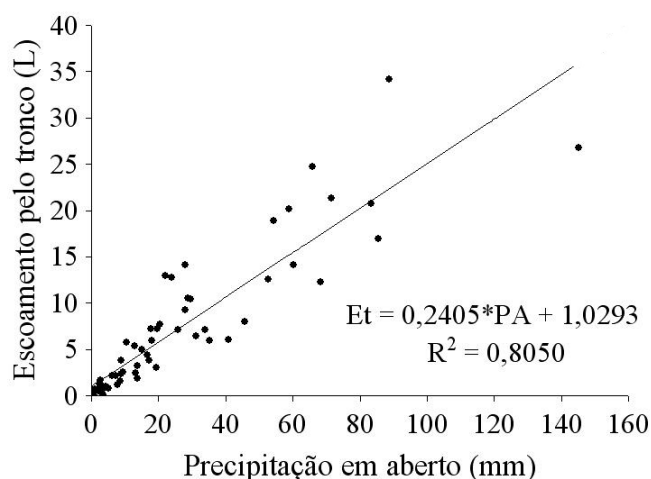


Figura 6 – Relação entre a precipitação em aberto (PA) e o escoamento pelo tronco da *Euterpe edulis*. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2009-2011.

Para a bacia hidrográfica o escoamento pelo tronco é irrelevante se comparado com a quantidade de água da chuva que chega ao solo via precipitação interna. Por isso muitos autores desprezam essa variável nos estudos de precipitação efetiva. Contudo, como foi mostrado nesse trabalho, para alguns indivíduos, o escoamento pelo tronco é de grande importância, visto o volume de água da chuva que chega à base do tronco de algumas espécies.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesse estudo pode-se concluir que o escoamento pelo tronco representa, para o indivíduo, um ganho significativamente elevado de água próximo as raízes. A *Euterpe edulis* foi a espécie com maior escoamento pelo tronco, apresentando, durante todo o período analisado, um volume médio escoado pelo tronco de 637,00 litros. Dos 15 indivíduos com maior escoamento pelo tronco nove foram da espécie *Euterpe edulis*.

Não foi observado nenhum padrão com relação à qualidade da copa. As espécies com maior escoamento pelo tronco estão no estrado inferior e médio da floresta, sugerindo que essas espécies possuem algum mecanismo morfológico de captação de água da chuva.

Devido ao elevado volume de água direcionada ao solo via escoamento pelo tronco, algumas espécies possuem grande potencial na recuperação de áreas degradadas,

podendo ser esta uma característica a ser considerada na escolha das espécies. Além disso, deve-se ressaltar a importância dessas espécies na prestação de serviços ambientais, haja vista sua contribuição na manutenção dos recursos hídricos.

Maiores estudos devem ser realizados no intuito de entender os mecanismos de captação de água da chuva pelas espécies florestais e identificar as espécies com maior potencial para preservação e recuperação ambiental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

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, 2003.

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.

CROCKFORD, H., RICHARDSON, D.P. Factors affecting the stemflow yield of a dry sclerophyll eucalypt forest, a *Pinus radiata* plantation and individual trees within the forest. **Anais...** Canberra: CSIRO, 1987, p. 1-27.

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

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

LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Interceptação de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, v. 14, n.3, p.25-33, 1999.

LLOYD, C. R.; MARQUES, A. O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements 25 in Amazonian rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 42, n. 1, p. 63–73, 1988.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

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. **Hydrological Processes**, v. 18, n. 13, p. 2455–2474, 2004.

NÁVAR, J.; BRYAN, R. Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in northeastern Mexico. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 115, p. 51-63, 1990.

SILVA JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO JUNIOR, P. Regeneração de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis** (IPEF), Piracicaba, v. 66, p. 169-179, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, ABRH. 2001. 943 p.

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.

CAPÍTULO 3

ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA

1. INTRODUÇÃO

A atividade antrópica vem causando, ao longo dos anos, desequilíbrio em vários ecossistemas, cujas conseqüências afetam diretamente os recursos hídricos. A Mata Atlântica, que é um dos mais diversificados ecossistemas tropicais do mundo, é um dos biomas que mais sofreu com a ação antrópica. Embora empobrecidos e alterados na sua composição florística original (SOUZA, et al., 2002), esses fragmentos são uma valiosa fonte de estudos das relações existentes entre floresta e água.

A influência da floresta no recebimento e na distribuição das chuvas é de importância significativa dentro do contexto do balanço hídrico de um determinado local. A camada orgânica presente no solo florestal diminui a energia cinética da água da chuva e as raízes formam canalículos que facilitam a infiltração. Além disso, a cobertura florestal causa uma diminuição no total de água da chuva que atinge o solo, podendo afetar, conseqüentemente, a dinâmica do escoamento superficial que atinge a rede hidrológica, e o processo de infiltração (LIMA & LEOPOLDO, 1999). Quando estas florestas são suprimidas, o comportamento hidrológico da bacia muda fortemente causando diversos distúrbios ao ecossistema.

O escoamento superficial é um dos processos do ciclo hidrológico que gera maior impacto sobre o ambiente devido seu potencial para causar erosão, assoreamento dos cursos d'água e enchentes. Esse processo ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração da água no solo. Os fatores que afetam o escoamento superficial são: textura e estrutura do solo; umidade do solo; 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

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.

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.

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) 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 distrófico nas áreas com perfis convexos, Câmbicos nos topos das elevações em função da existência de horizonte B de pequena espessura, Argilossolos nas áreas de perfis côncavos e nos terraços e hidromórficos aluviais no leito maior (CORREA, 1984).

2.2. Metodologia

Os dados de precipitação em aberto e escoamento superficial foram obtidos no período de setembro de 2009 a março de 2011. 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 um pluviógrafo e por medições realizadas em um pluviômetro de PVC com área de captação de 167 cm², instalado em uma torre acima do dossel da floresta e cujo cálculo foi realizado de acordo com a equação 1:

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

Em que PA é a precipitação em aberto (mm), V é o volume do 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 sistematicamente, três parcelas na área de regeneração inicial com áreas de 13,71 m², 14,79 m² e 14,86 m². As parcelas foram delimitadas com chapas de ferro galvanizadas (Figura 1). A declividade média da área é de 23%. A água da chuva, captada nas parcelas, foi direcionada por mangueira para toneis de plástico cuja medição foi realizada por balde e provetas. O cálculo para a determinação do escoamento superficial está descrito na equação 2.

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

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



Figura 1 – Parcelas de escoamento superficial. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

2.2.3. Resistência mecânica do solo

Para a determinação da resistência mecânica do solo nas áreas de estudo foi utilizado um Penetrômetro de Impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf, descrito em Stolf et al. (1983) (Figura 2).

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 (Figura 3). 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.

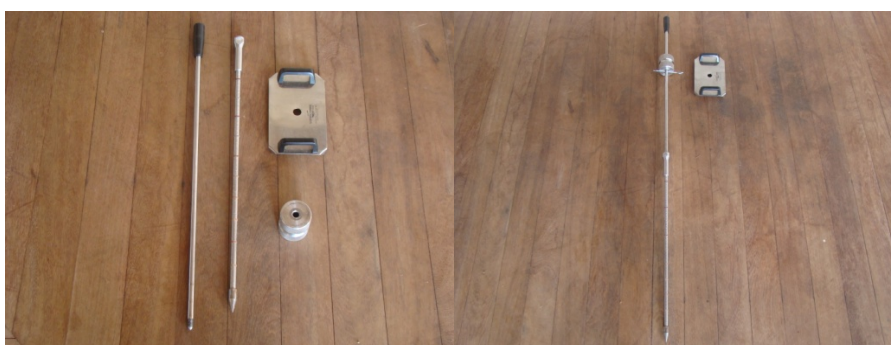


Figura 2 – Penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf, utilizado na determinação da compactação do solo na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

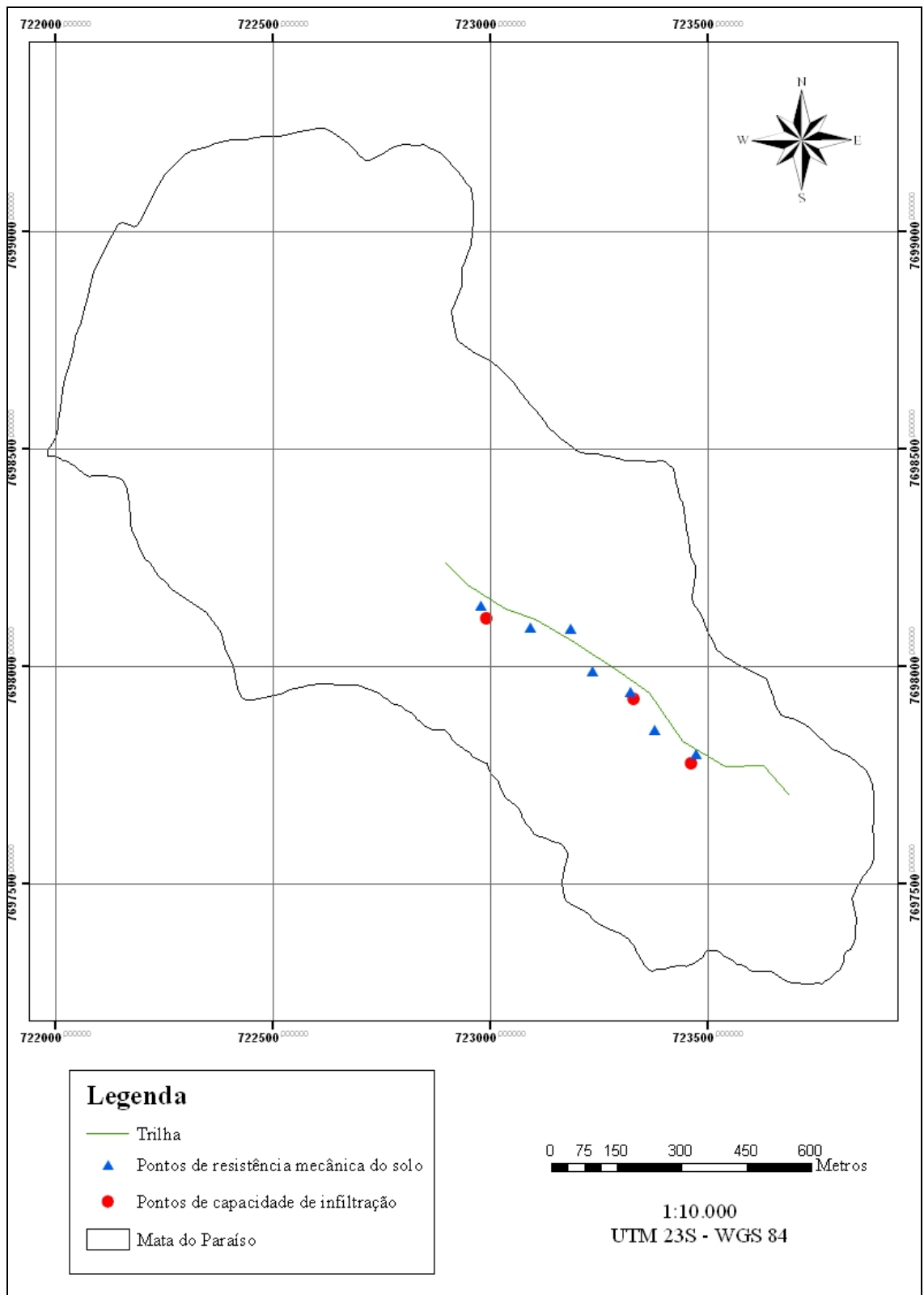


Figura 3 – Distribuição dos pontos experimentais de resistência mecânica do solo e capacidade de infiltração. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

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 (Figura 4). 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 Velocidade Básica de Infiltração - VIB. O estudo foi desenvolvido a partir de ensaios de infiltração realizados em três pontos amostrais distanciados 10 m da trilha (Figura 3) . 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.



Figura 4 – Infiltrômetro de Anéis modelo Turf Tec, utilizado para mensurar a capacidade de infiltração de água no solo. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudos foram realizadas 38 medições. 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 muito próximo ao 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,

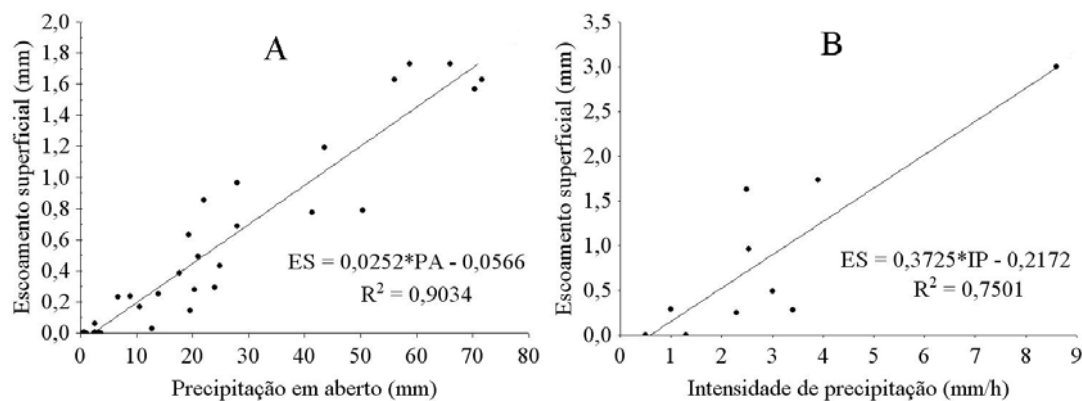


Figura 7 – Relação entre o escoamento superficial e a precipitação em aberto (A) e a intensidade de precipitação (B). Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

Em relação à resistência mecânica do solo, observou-se um valor médio de 0,45 MPa (Mega Pascal) 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 idéia das peculiaridades do solo de cada ecossistema, a metodologia utilizada, o tipo de solo e a umidade do solo, são fatores determinantes na magnitude dos resultados.

Como pode ser observada na Figura 8, 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. 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).

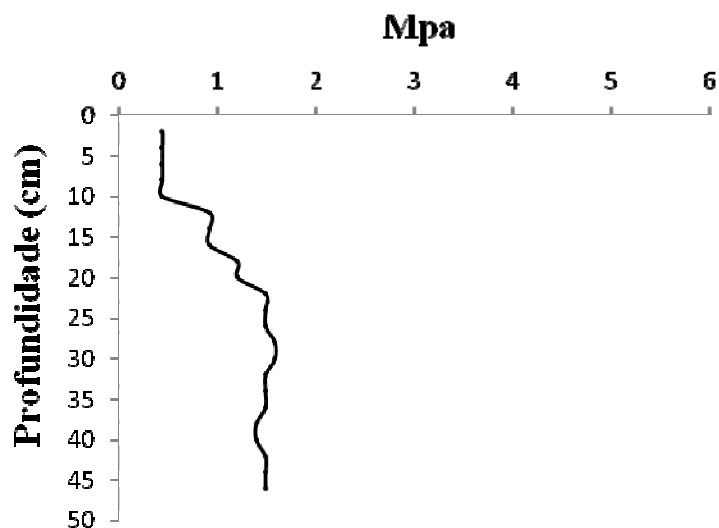


Figura 8 – Curva de resistência mecânica do solo. Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

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 velocidade de infiltração básica, 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 Figura 9 mostra a evolução da velocidade de infiltração ao longo do tempo nos três pontos amostrados.

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

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

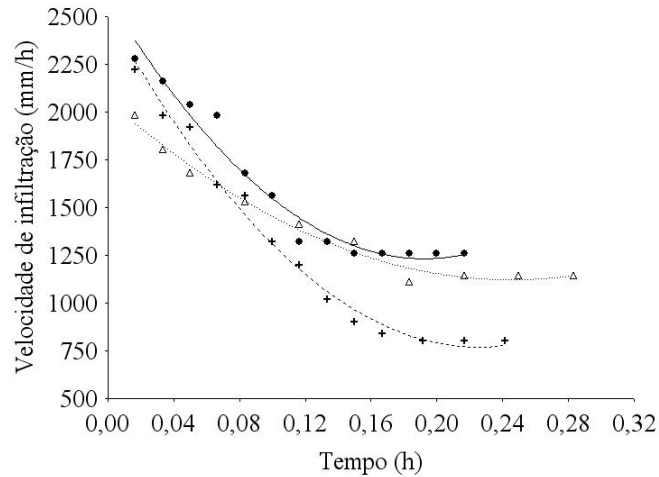


Figura 9 – Curva de velocidade de infiltração na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, 2010-2011.

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, favorece o escoamento superficial. As folhas sobrepostas sob o solo agem como um “telhado” impedindo que a água da chuva infiltre 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. Em tese, acredita-se que a camada de serapilheira esteja 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. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 103-112, 2006.

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.

CARLESSO, R.; ZIMMERMANN, F. L. **Água no solo: Parâmetros para o dimensionamento de sistemas de irrigação**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2000. 65p.

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.

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.

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**, Viçosa, v. 32, p. 333-343, 2008.

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**, Holanda, v. 219, p. 161-168, 2000.

LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Interceptação de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, v. 14, n.3, p.25-33, 1999.

LIMA, W. P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, Piracicaba, n. 38, p. 5-16, 1988.

MEROTTO, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 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**. 2009. 65 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MENDONÇA, L. A. R.; VÁSQUEZ, M. A. N.; FEITOSA, J. V.; OLIVEIRA, J. F.; FRANCA, R. M.; VÁSQUEZ, E. M. F.; FRISCHKORN, H. 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.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 381-384, 2008.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Monole, 1990. 188 p.

SARAIVA NETO, P. **Avaliação do escoamento superficial de água da chuva em um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa, MG**. 2009. 24f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SENE, M.; VEBRASKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. 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-Rondonia. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 145-155, 2010.

SILVA JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO JUNIOR, P. Regeneração de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 169-179, 2004.

SOUZA, A. L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M.; VALE, A. B. Dinâmica da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 411-419, 2002.

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**, Campina Grande, 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. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim n. 1).

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**. 1982. 88 p. Dissertação (Mestrado Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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.

V. CONCLUSÕES GERAIS

Pode-se concluir que o grau de regeneração da floresta influencia na dinâmica da água da chuva na Mata do Paraíso. A maior parte da água da chuva que chega ao solo é proveniente da precipitação interna. Estatisticamente existem diferenças entre a área inicial e avançada de regeneração quanto ao escoamento pelo tronco e interceptação.

Embora o escoamento pelo tronco corresponda a uma porcentagem pequena da precipitação em aberto, para algumas espécies florestais a água escoada pelo tronco representa um ganho significativo de água próximo às raízes.

O solo da floresta no trecho de regeneração inicial mostrou-se em bom estado de conservação, visto o grau de compactação do solo e a capacidade de infiltração da água da chuva. Contudo, o escoamento superficial mostrou-se elevado para essas condições, indicando a existência de outros fatores de influência no processo de escoamento superficial não avaliado nesse estudo.

As equações ajustadas mostraram-se consistentes, evidenciando que a quantidade de precipitação é o fator de maior influência nos processos hidrológicos aqui estudados.