

JOÃO PAULO OLIVEIRA DE FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DE PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM
AMBIENTES DE ESTÁGIO INICIAL E AVANÇADO DE
REGENERAÇÃO EM FLORESTA ATLÂNTICA**

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
2014

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

T

F866c
2014

Freitas, João Paulo Oliveira, 1985-
Caracterização de processos hidrológicos em ambientes de
estágio inicial e avançado de regeneração em Floresta Atlântica /
João Paulo Oliveira Freitas. – Viçosa, MG, 2014.
ix, 47f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

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

1. Hidrologia florestal. 2. Ciclo hidrológico. 3. Bacia
hidrográfica. 4. Recuperação ecológica. 5. Mata Atlântica.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia
Florestal. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.
II. Título.

CDD 22. ed. 634.9116

JOÃO PAULO OLIVEIRA DE FREITAS

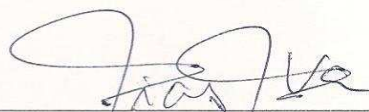
**CARACTERIZAÇÃO DE PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM
AMBIENTES DE ESTÁGIO INICIAL E AVANÇADO DE
REGENERAÇÃO EM FLORESTA ATLÂNTICA**

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*.

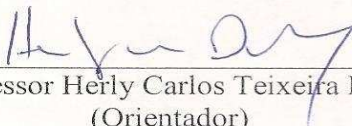
APROVADA: 24 de fevereiro de 2014



Professora Kelly Cristina Tonello



Professor Elias Silva



Professor Herly Carlos Teixeira Dias
(Orientador)

"Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes".

Martin Luther King

***A meus Pais, Manoel Soares e Maria do Carmo,
meus exemplos de vida.***

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar saúde e força para seguir o meu caminho e por mais essa conquista em minha vida.

Aos meus pais, Manoel Soares e Maria do Carmo, que não mediram esforços para que eu pudesse estudar; aos meus irmãos José Antônio, Leandro, Giovani e Marcos, pela confiança e apoio.

Ao Professor Herly Carlos Teixeira Dias, pela oportunidade concedida, orientação, confiança, ensinamentos e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Divisão de Transporte da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio aos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, pela ajuda em campo.

Aos estagiários Alexandre, Vanessa, Thiago e Lucas, pela ajuda nos trabalhos de campo; sem a ajuda deles seria impossível a realização desse trabalho.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Hidrologia Florestal da UFV.

Aos amigos Gutierrez, Marcela, Alisson, Bruno, Renata, Gilson, Lívia, Junior Caiafa e Tiago, pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos amigos do DEF.

A todos que de um modo geral, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho e para a minha formação acadêmica, Muito Obrigado!

BIOGRAFIA

João Paulo Oliveira de Freitas, filho de Manoel Soares de Freitas e Maria do Carmo Oliveira de Freitas, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 11 de agosto de 1985. Em março de 2007, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduando-se em janeiro de 2012. Em fevereiro do mesmo ano ingressou no curso de Mestrado em Ciência Florestal, na Área de Hidrologia Florestal e Manejo de Bacias Hidrográficas, na UFV, sob orientação do Professor Herly Carlos Teixeira Dias, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2014.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPITULO 1.....	3
PRECIPITAÇÃO EFETIVA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4. CONCLUSÕES.....	20
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPITULO 2.....	23
ESCOAMENTO SUPERFICIAL E RETENÇÃO HIDRICA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4. CONCLUSÕES.....	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPITULO 3.....	37
MONITORAMENTO DA VAZÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO SANTA CATARINA.....	37
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4. CONCLUSÕES.....	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

RESUMO

FREITAS, João Paulo Oliveira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Caracterização de processos hidrológicos em ambientes de estágio inicial e avançado de regeneração em Floresta Atlântica** Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.

Estudar o ciclo hidrológico e como os processos ocorrem dentro das florestas é de fundamental importância no manejo de bacias hidrográficas. Com a redução de sua área original, os pequenos fragmentos de Mata Atlântica se tornaram verdadeiros laboratórios indispensáveis para o estudo da dinâmica da água. Este trabalho teve por objetivo comparar a precipitação interna, o escoamento pelo tronco, a interceptação e a precipitação efetiva em um fragmento florestal de Mata Atlântica em dois estágios sucessionais; avaliar o escoamento superficial e a influência da serapilheira sobre ele; bem como a capacidade de retenção hídrica da serapilheira e a vazão da bacia hidrográfica da Mata do Paraíso. 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 janeiro de 2012 a julho de 2013. A área de estudo possui 194 ha e está localizada no domínio de Floresta Estacional Semidecidual, compondo um mosaico em diferentes estágios sucessionais. Para a avaliação da precipitação efetiva e da 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 sub parcela de 10 x 10 m, nas quais foram instaladas coletores de escoamento pelo tronco em todas as árvores com $CAP \geq 15$ cm. O escoamento superficial foi obtido em três parcelas com e sem presença de serapilheira. Para o monitoramento da vazão foi utilizado o método direto. A precipitação efetiva e a interceptação foram de 1544 mm e 390 mm, respectivamente, para o estágio inicial e de 1435 mm e 499 mm, respectivamente, para o estágio

avanzado de regeneração, correspondendo, respectivamente, a 79,8%, 20,2%, 74,2%, 25,8% da precipitação em aberto, que foi igual a 1934 mm. O escoamento superficial na parcela com serapilheira foi de 21 mm e na parcela com solo exposto foi de 24 mm, correspondendo a 1,8% e 2,00 % da precipitação em aberto. A capacidade de retenção hídrica da serapilheira foi de 3,747 kg/kg. A vazão média durante o período de estudo foi de 1,89 l/s. Foi observado durante o período de estudo que somente o escoamento pelo tronco diferiu significativamente entre os dois estágios sussecionais. Apesar de não apresentar diferença entre as parcelas com serapilheira e solo exposto no escoamento superficial a sua presença é de fundamental importância para o ecossistema. A vazão apresenta uma resposta rápida à precipitação porém somente precipitações elevadas é que se têm picos elevados de vazão.

ABSTRACT

FREITAS, João Paulo Oliveira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Characterization of hydrological processes in environments of early and advanced stages of regeneration in the Atlantic Forest.** Advisor: Herly Carlos Teixeira Dias.

Studying the processes occurring inside the forest is of fundamental importance in watershed management. With the reduction of its original area, the small rainforest fragments have become real laboratories essential to the study of water dynamics. This study aimed to compare the internal precipitation, stem flow, interception and effective rainfall in a rainforest fragment in two successional stages; evaluate runoff and litter influences on it, as well as the water retention capacity of litter and flow of the basin of *Mata do Paraíso*. This study was conducted at the *Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso*, located in Viçosa, in the Zona da Mata of Minas Gerais from January 2012 to July 2013. The area has 194 ha and is located in the area of Seasonal Semideciduous Forest, making up a mosaic of different successional stages. For the assessment of effective rainfall and interception, three 20 x 20m plots with rain gauges of throughfall were allocated in each regeneration stage. In each plot of throughfall a sub plot of 10 x 10m was allocated, in which stemflow collectors were installed in all trees with circumference ≥ 15 cm to 1.30m from the soil (CAP). The runoff was obtained by the average of the three plots with presence of litter and three plots without litter, allocated in the initial area of regeneration. To monitor the flow, the method with direct reading of the volume with a lab bucket was used and the time marked with a stopwatch. The effective rainfall and interception were 1544 mm and 390 mm respectively for the initial stage and 1435 mm and 499 mm, respectively, for the advanced stage of regeneration, corresponding, respectively, to 79.8%, 20.16%, 74.2%, 25.80% of the precipitation in the open, which was equal to 1934 mm. Runoff in the

plot with litter was 21 mm, and 24 mm in the bare soil plot, corresponding to 1.78% and 2.00% of the precipitation in the open. The water retention capacity of litter was 3.747 kg / kg. The average flow rate during the study period was 1.89 l/s. It was observed during the study that only the stem flow differ significantly between the two successional stages. Despite having no difference between plots with litter and bare soil in the runoff, its presence is of fundamental importance to the ecosystem. The flow shows a rapid response to rainfall; however, it is only in high rainfall that they generate high peak flows.

INTRODUÇÃO GERAL

Os problemas relacionados aos recursos hídricos têm gerado grandes prejuízos para a sociedade. Tanto a escassez como o seu excesso em determinados períodos parece ter aumentando consideravelmente em diferentes regiões do planeta. Estas alterações vêm sendo atribuídas principalmente às mudanças climáticas.

Enquanto algumas regiões sofrem com falta d'água, passando longos períodos de estiagem, outras sofrem com o excesso das chuvas que acarretam prejuízos econômicos e sociais; aliado a essa distribuição irregular, a alteração do uso do solo tem agravado ainda mais os problemas.

A alteração do uso do solo com a retirada da cobertura florestal original para a implantação de culturas agrícolas, aliada a uma condução inadequada do manejo do solo, bem como a construção das cidades geram impactos significativos na dinâmica da água no ambiente.

A água apesar de ser um recurso infinito, uma vez que sua quantidade não se altera, a sua distribuição e sua qualidade podem sofrer variações de forma a ficar indisponível para o consumo em determinados períodos ou situações. Por muito tempo foi utilizada de forma desenfreada sem se preocupar com sua quantidade prontamente disponível bem como sua preservação. Diversas atividades antrópicas como a poluição, o uso inadequado e o desmatamento colocam em risco o ambiente e a saúde do próprio homem.

A Mata Atlântica foi ao longo dos anos sendo reduzida a uma pequena fração de sua área original, Hoje cerca de 22% de sua cobertura original encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Apenas cerca de 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares. Um bioma de extrema importância não só pela relação com os recursos hídricos, mas também pela sua diversidade de espécies e fauna. Devido a esse passado de degradação, hoje existem pequenos fragmentos de floresta em

diferentes estágios sussecionais. Além disto, as florestas semidecíduais em regeneração são também um importante laboratório natural, capaz de gerar informações indispensáveis ao entendimento da dinâmica sucessional dessas comunidades florestais.

Estudar os processos hidrológicos que ocorrem nas florestas é de fundamental importância para se entender qual é o seu papel dentro de uma bacia hidrográfica, de forma a tentar conhecer qual o seu papel nas diferentes etapas do ciclo hidrológico.

Nesse intuito este estudo foi dividido em três capítulos sendo eles:

- **Capítulo 1:** PRECIPITAÇÃO EFETIVA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA. Objetivo: comparar os processos hidrológicos: precipitação efetiva, precipitação interna, escoamento pelo tronco em estágio inicial e avançado de regeneração em fragmento de Mata Atlântica no Município de Viçosa-MG no período de janeiro de 2012 a junho de 2013.
- **Capítulo 2:** ESCOAMENTO SUPERFICIAL E RETENÇÃO HÍDRICA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA. Objetivo: Comparar o escoamento superficial com serapilheira e sem serapilheira e a capacidade de retenção hídrica da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica no Município de Viçosa-MG no período de setembro de 2012 a junho de 2013.
- **Capítulo 3:** MONITORAMENTO DA VAZÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO SANTA CATARINA. Objetivo: Caracterizar a vazão do córrego Santa Catarina no município de Viçosa-MG no período de agosto de 2012 a julho de 2013.

CAPITULO 1.

PRECIPITAÇÃO EFETIVA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA

1.INTRODUÇÃO

Como ponto de partida de estudos hidrológicos, é primordial a compreensão da dinâmica da água no planeta, ou seja, entender o ciclo hidrológico, sendo que este pode ser definido como o seu movimento, bem como suas mudanças de estado durante este movimento (QUEIROZ e OLIVEIRA, 2013).

Quando considerado no âmbito universal, o volume de água compreendido em cada parte do ciclo hidrológico é relativamente constante; porém, quando se considera uma área limitada, as quantidades de água em cada parte do ciclo variam continuamente, dentro de amplos limites. A superabundância e a escassez de chuva representam numa determinada área, os extremos dessa variação (GARCEZ, 1976).

A hidrologia florestal trata do movimento da água em ambientes de floresta, sejam naturais ou de plantações de espécies de crescimento rápido. O balanço de água nestes ambientes depende da precipitação, da interceptação de água pelo dossel, do escoamento lateral e em profundidade (drenagem profunda) e da evapotranspiração. Com exceção da precipitação, os demais processos são bastante influenciados pela densidade de plantas, pelo tipo de solo, pelo comportamento fisiológico e pela estrutura e arquitetura do dossel (ALMEIDA e SOARES, 2003).

O ciclo hidrológico tem diversos componentes, porém uma delas é desprezada em alguns estudos: a interceptação da precipitação pela vegetação. A interceptação tem grande importância no balanço hídrico, principalmente em áreas com florestas de grande porte. A influência da vegetação no recebimento e redistribuição das chuvas é significativa dentro do contexto do balanço hídrico de um determinado local (OLIVEIRA et al.,2008).

Uma das principais influências da floresta ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, em que parte é temporariamente retida pela massa vegetal e, em seguida, evaporada para a atmosfera, processo denominado interceptação. A outra parte irá alcançar o solo via precipitação interna ou através do escoamento pelo tronco das árvores. (ARCOVA et al., 2003).

A água da chuva que precipita sobre uma mata, segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração (perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração, ocorrendo concomitantemente) ou atinge o solo, através da folhagem ou do tronco das árvores. De toda a água que chega ao solo, uma parte gera escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte sofre armazenamento temporário por infiltração no solo, podendo ser liberada para a atmosfera através da evapotranspiração, manter-se como água no solo por mais algum tempo ou filtrar como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo que não for evapotranspirada, escoará devagar pela floresta, compondo o chamado deflúvio, sustentando os mananciais hídricos (FREITAS, et al., 2013).

Em alguns casos, se confunde a quantidade de água precipitada acima do dossel, com a água realmente disponível para o solo. A falta de informação de interceptação da precipitação pela vegetação pode induzir a erros nas medidas reais das quantidades de água que contribuirão para a reposição da umidade disponível no solo, comprometendo o cálculo do balanço hídrico. Isso se deve a parte da precipitação em contato com a vegetação se acumula nas folhas e ramos e é devolvida à atmosfera por evaporação (perdas por interceptação). Outra parte da água escorrerá pelos troncos e gotejará das folhas atingindo o solo, que somada com a parte da chuva que atravessou diretamente o dossel, formará a precipitação efetiva que realmente contribui para a recarga hídrica do solo (OLIVEIRA et al., 2008).

O escoamento pelo tronco equivale à água da chuva que, após ser retida pela copa, escoar pelos galhos e troncos em direção ao solo. Para que o escoamento pelo tronco ocorra, é preciso primeiro uma saturação da copa, isto é, seja atingida a capacidade máxima de retenção de água. Atingida a saturação, e com a continuidade da chuva, inicia-se o processo de escoamento pelo tronco (SHINZATO et al. 2011).

A precipitação interna que é a água da chuva que passa pelo dossel da floresta e atinge solo, somada com a água que escoar pelo tronco corresponde à precipitação efetiva (LEOPOLDO e CONTE, 1985), correspondendo a água do solo que estará disponível para a absorção das plantas e também para infiltração que irá abastecer o lençol freático e os rios.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho comparar a precipitação interna, interceptação, escoamento pelo tronco e precipitação efetiva em estágio inicial e avançado de regeneração em um fragmento florestal de Mata Atlântica no município de Viçosa, Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal de Mata Atlântica inserido na unidade de conservação Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso (Figura 1), situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais. A área de estudo possui 194 ha, com altitude média de 650 metros (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

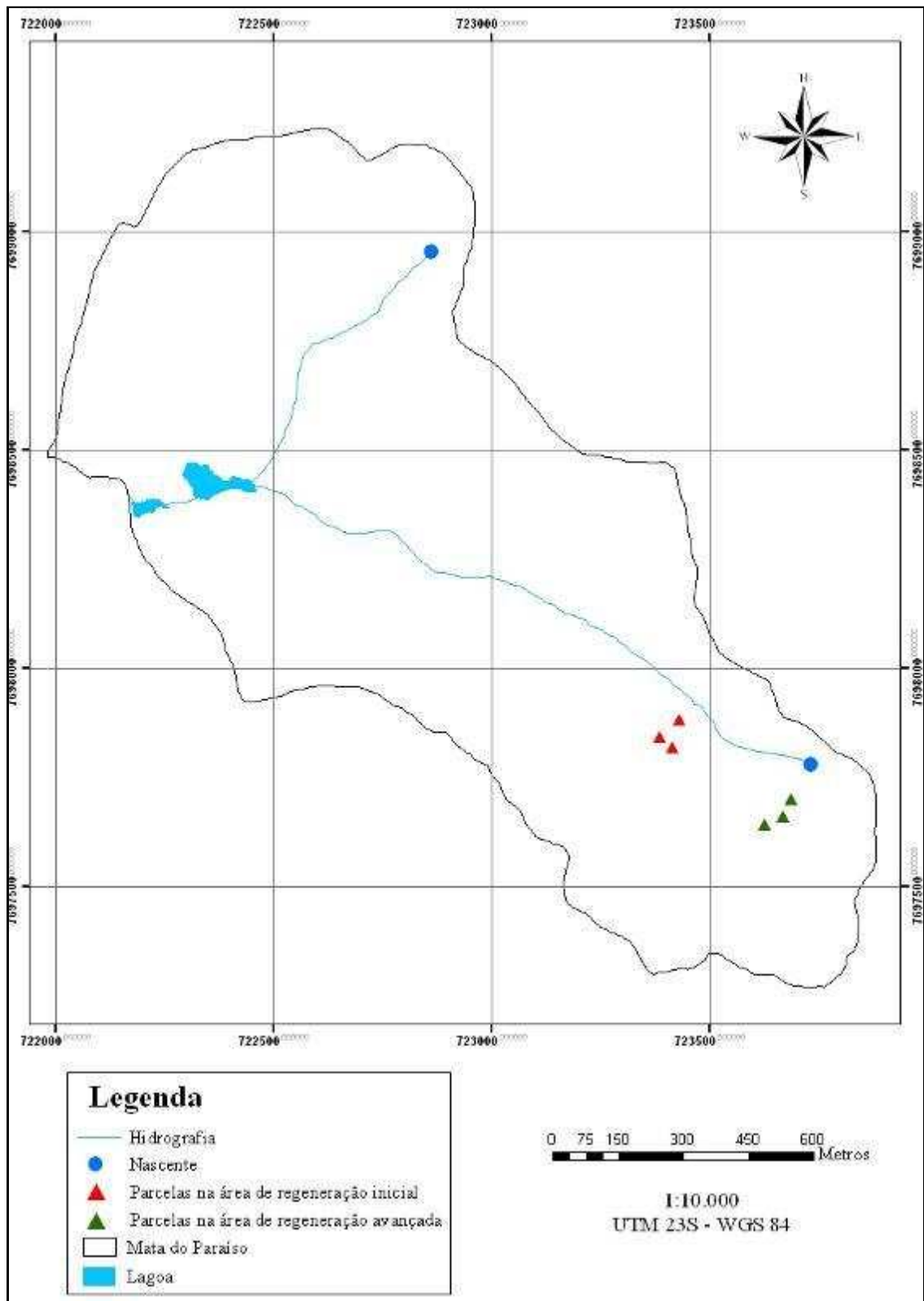


Figura 1. Hidrografia da cabeceira do córrego Santa Catarina onde se localiza a Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Adaptado de LORENZON, 2011.

A unidade de conservação está situada na bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina, um afluente do ribeirão São Bartolomeu, na bacia hidrográfica do rio Doce, com formação florestal estacional semidecidual tropical (VELOSO, 1991).

Os solos da região possuem textura argilosa, classificados como Latossolos Vermelho- Amarelo distrófico em áreas de perfis convexos, nos topos Câmbicos, e em áreas de perfis convexos e nos terraços Argissolos, nas áreas do leito maior dos cursos d'água Hidromórficos aluviais (CORREA, 1984).

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

A precipitação em aberto foi obtida por medições realizadas em um pluviômetro com área de captação de 167 cm², instalado em uma torre acima do dossel da floresta.

Para quantificação da precipitação interna (PI), foram lançadas seis parcelas de 20m x 20m, três na área de regeneração inicial e três na área de regeneração avançada, espaçadas 10 m entre si. Cada parcela é composta por 25 pluviômetros distanciados 5 m entre si. Os pluviômetros possuem área individual de captação central de 75,4 cm² e 81,7 cm², respectivamente. Para o cálculo da precipitação interna da parcela, utilizou-se a equação:

$$Pi = \sum \left(\frac{V}{A}\right) \times 10$$

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

Para o monitoramento 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 $CAP \geq 15$ cm. A água da chuva foi direcionada por uma mangueira afixada aos coletores para recipientes individuais de plástico. Para cálculo do escoamento pelo tronco da parcela utilizou-se a equação:

$$Et = \sum \frac{V}{AS}$$

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

A precipitação efetiva (PE) foi obtida pela soma da precipitação interna (PI) e do escoamento pelo tronco (ET), de acordo com a equação:

$$PE = PI + ET, \text{ mm}$$

As perdas por interceptação (I) foram medidas pela diferença entre a precipitação em aberto (PA) e a precipitação efetiva (PE), de acordo com a equação:

$$I = PA - PE, \text{ mm}$$

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

Os dados foram obtidos no período de janeiro 2012 a junho de 2013. 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 dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade. Com auxílio do Software SAS (SAS Institute, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo a precipitação em aberto foi de 1934 mm, sendo que janeiro, fevereiro e novembro de 2012, e fevereiro, março e abril de 2013 foram os meses mais chuvosos. Os meses mais secos foram os de abril a setembro de 2012 e maio e junho de 2013. O mês de julho de 2012 foi o único que durante o período de estudo não houve precipitação. Destaca-se a grande diferença entre os meses de janeiro de 2012 e janeiro de 2013 que foi mais de 200 mm (Tabela 1, Figura 2).

Tabela 1. Valores mensais (mm) de precipitação em aberto, Normais Climatológicas (NC) na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Janeiro 2012 a junho 2013.

2012						
Mês	NC*	P	P min	P méd.	P máx.	N° coletas
Jan	180	251	1	125	250	2
Fev	142	214	16	107	198	2
Mar	102	107	14	35	71	3
Abr	47	40	19	19	20	2
Mai	29	74	22	37	52	2
Jun	17	37	8	18	28	2
Jul	26	0	0	0	0	0
Ago	17	8	8	8	8	1
Set	54	21	3	6	10	3
Out	128	83	10	27	62	3
Nov	208	214	12	35	61	6
Dez	211	128	11	125	65	4
	1165	1182	0	45	250	30
2013						
Jan	180	41	7	20	34	2
Fev	142	262	64	87	106	3
Mar	102	220	7	36	100	6
Abr	47	146	16	36	56	4
Mai	29	56	4	13	31	4
Jun	17	24	24	24	24	1
Total Período	517	642	4	36	106	2
Total Geral	1682	1934	0	36	250	50

*Normais Climatológicas para Viçosa-MG, período de 1961-1990. Fonte INMET.

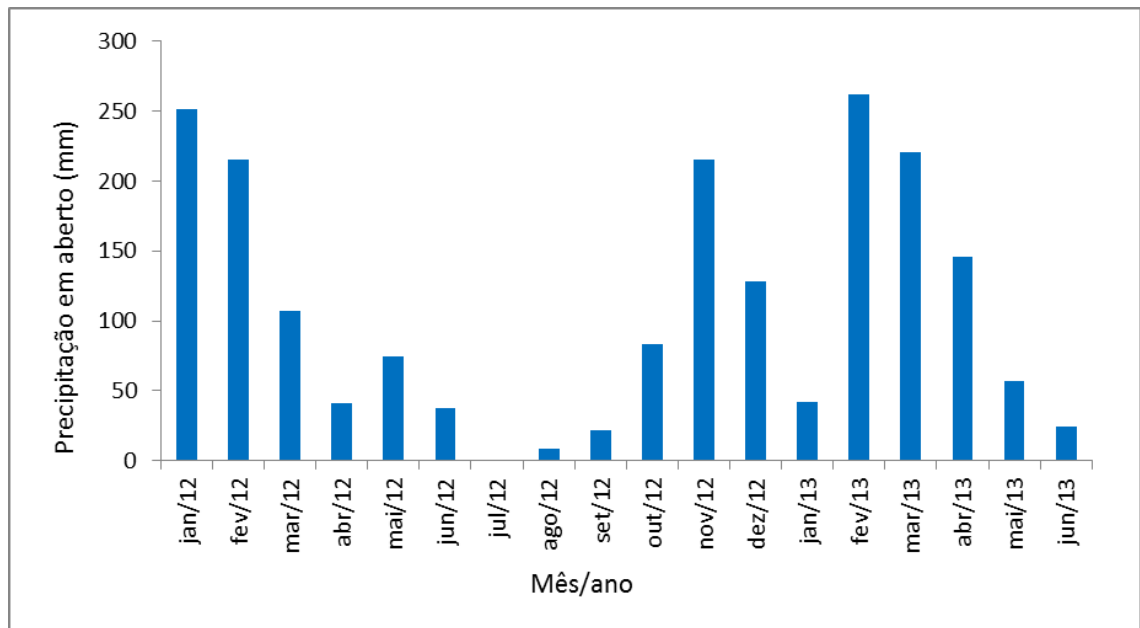


Figura 2. Valores mensais de precipitação em aberto (PA) na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Janeiro 2012 a junho 2013.

Durante o período de estudos foram realizadas 50 coletas, sendo que no mês de agosto de 2012 foi observada uma precipitação interna nas parcelas de regeneração avançada maior do que a precipitação em aberto, resultando em uma interceptação negativa. Como a precipitação interna sofre uma perda em relação à precipitação em aberto devido ao dossel da floresta, esse valor maior pode ser explicado pela distribuição espacial da chuva que não foi igual em toda a área da bacia hidrográfica, visto que há uma distância considerável entre o pluviômetro de precipitação em aberto e as parcelas de precipitação interna. Em estudo realizado na mesma área por Lorenzon et al. (2013) também foram observados valores de precipitação interna maiores do que a precipitação em aberto.

Conforme observado anteriormente a precipitação em aberto durante o período de estudo foi de 1934 mm, com precipitação interna de 1536 mm na área de regeneração inicial, correspondendo a 79,3% da precipitação em aberto. Por sua vez, na área de regeneração avançada a precipitação interna foi de 1406 mm, 72,6% da precipitação em aberto. A precipitação interna nas parcelas de estágio de regeneração inicial foi em média maior que nas parcelas de precipitação interna em estágio de regeneração

avançada (Tabela 2). Porém nos meses de maio e agosto de 2012 a precipitação interna foi menor na área de regeneração inicial. Observa-se Tabela 3 que na precipitação interna na área inicial apresentou valor menor que na área de regeneração avançada apenas na classe de chuva menor do que 2,5 mm.

A precipitação interna entre as parcelas nas áreas de regeneração inicial e avançada não variaram significativamente no período de estudo de acordo com o teste F a 5% de probabilidade ($F_{1, 100} = 0,224$; $P=0.6368$).

Lorenzon et al. (2013), estudaram no mesmo local a precipitação interna, obtendo valores de precipitação de 84,39 e 73,04 % da precipitação em aberto para regeneração inicial e avançada respectivamente. Esta pequena diferença entre esses dois estudos pode ser explicado pelo fato de que vários fatores influenciam nos valores de precipitação interna como a intensidade das chuvas, morte e ingresso de árvores na área de estudo.

Tabela 2. Precipitação em aberto (PA), precipitação efetiva (PE), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et) e interceptação (I) em estagio inicial (i) e avançado (a) de regeneração na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Janeiro 2012 a junho 2013.

Mês/Ano	PA	PE i	PE a	PI i	PI a	Et i	Et a	I i	I a
Jan/12	251,50	187,02	180,49	185,99	179,26	1,03	1,23	64,48	71,00
Fev/12	214,97	180,20	174,32	179,26	172,64	0,93	1,68	34,77	40,65
Mar/12	107,19	95,72	89,55	95,34	88,22	0,38	1,33	11,47	17,63
Abr/12	40,72	27,79	25,94	27,70	25,74	0,09	0,20	12,93	14,78
Mai/12	74,85	65,11	66,91	64,59	66,19	0,52	0,72	9,74	7,94
Jun/12	37,13	35,85	32,63	35,66	32,23	0,20	0,40	1,27	4,50
Jul/12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago/12	8,08	6,97	8,89	6,95	8,78	0,03	0,11	1,11	- 0,81
Set/12	21,86	11,44	8,93	11,39	8,62	0,04	0,31	10,42	12,92
Out/12	83,23	81,46	76,80	80,80	74,70	0,65	2,10	1,78	6,43
Nov/12	214,97	187,99	167,04	186,74	162,29	1,25	4,76	26,98	47,93
Dez/12	128,14	106,70	90,54	106,11	87,55	0,59	2,99	21,44	37,61
Jan/13	41,92	34,61	31,94	34,41	30,70	0,20	1,24	7,30	9,97
Fev/13	262,28	235,55	199,01	234,74	196,17	0,81	2,85	26,72	63,26
Mar/13	220,36	213,80	194,39	212,72	190,05	1,08	4,34	6,56	25,97
Abr/13	146,11	110,60	105,11	110,12	102,05	0,48	3,06	35,50	41,00
Mai/13	56,89	48,07	46,02	47,85	44,52	0,22	1,50	8,81	10,87
Jun/13	24,55	21,69	21,52	21,57	20,91	0,12	0,61	2,86	3,03
Total	1934,74	1544,66	1435,45	1536,04	1406,04	8,62*	29,42*	390,08	499,28

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Valores (mm) referentes a precipitação em aberto (PA), precipitação efetiva (PE), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et) e interceptação (i) em estagio inicial (i) e avançado (a) de regeneração, por classe de precipitação na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Janeiro 2012 a junho 2013.

Classe de precipitação	Frequência	PA	PE i	PE a	PI i	PI a	ET i	ET a	I i	I a
< 2,5	1	1,20	2,14	4,33	2,14	4,24	0,00	0,09	-0,94	-3,13
2,5 - 5,0	2	4,34	3,55	2,91	3,55	2,84	0,00	0,07	0,80	1,44
5,0 - 10,0	7	7,91	8,49	8,19	8,48	8,05	0,02	0,14	-0,58	-0,28
10,0 - 20,0	11	13,34	11,65	10,35	11,60	10,07	0,04	0,27	1,69	2,99
20,0 - 30,0	10	24,55	26,40	20,32	26,30	19,85	0,10	0,47	-1,85	4,23
30,0 - 40,0	3	35,13	27,90	26,14	27,77	25,30	0,13	0,84	7,23	8,99
40,0 - 50,0	3	44,71	39,66	35,04	39,42	34,06	0,23	0,98	5,05	9,67
50,0 - 60,0	3	54,89	42,19	38,54	41,90	37,77	0,29	0,78	12,70	16,35
60,0 - 70,0	4	63,47	58,95	53,30	58,52	51,87	0,43	1,42	4,53	10,18
> 70,0	6	136,53	118,19	105,17	117,58	103,85	0,62	1,33	18,33	31,36

Os dados de precipitação interna foram submetidos a análise de correlação linear para os dois estágios de regeneração (Figura 3). A precipitação interna apresentou uma relação alta com a precipitação em aberto, sendo que o maior valor do coeficiente de determinação (R^2) foi encontrado para o estágio de regeneração inicial com valor igual a 0,89 e para a regeneração avançada de 0,88.

Os valores do coeficiente de determinação para este estudo ficaram abaixo do que é encontrado na literatura para o mesmo local, (LORENZON et al. 2013, OLIVEIRA JUNIOR E DIAS, 2005). Pode-se observar que em precipitações maiores que 200 mm apresentaram menor correlação. Este fato pode ser explicado pela perda de água durante o monitoramento em virtude do volume de algumas chuvas terem sido maiores que a capacidade de armazenamento dos pluviômetros. Quando se exclui os dados de precipitações acima dos 200 mm, obtém-se um coeficiente de 0,97, próximos aos observados por outros autores.

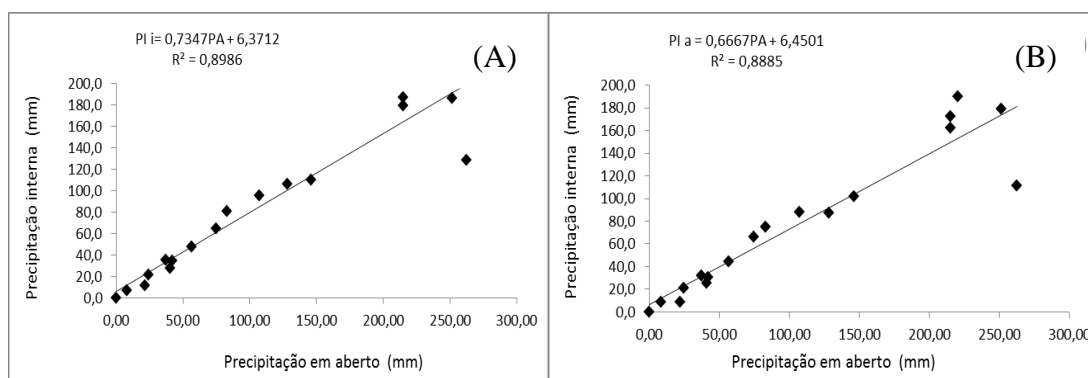


Figura 3. Precipitação em aberto (PA) e a precipitação interna (PI) na regeneração, (A) inicial, (B) avançado na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, janeiro 2012 a junho 2013.

Os valores de escoamento pelo tronco para o estágio de regeneração inicial foi de 8,62 mm e avançado foi de 29,42 mm (Tabela 2), correspondendo respectivamente a 0,44 e 1,52% da precipitação em aberto. Pela análise da Tabela 3 o escoamento pelo tronco na área de regeneração avançada foi maior em todas as classes de chuva devido

provavelmente a uma maior interceptação pela copa das árvores caracterizada como copa densa. Na área de regeneração inicial apenas as chuvas acima de 5,0 mm apresentaram o escoamento pelo tronco. Segundo Arcova et al.(2003) em termos anuais, a contribuição do fluxo de água escoado pelo tronco das árvores para a precipitação efetiva chega ser desprezível quando comparada com a participação da precipitação interna. Porém Oliveira Junior e Dias (2005) consideram esses percentuais, apesar de pequenos, de grande importância, uma vez que a quantidade e a baixa velocidade da água que chega ao solo, pelo escoamento pelo tronco, facilita a infiltração.

De acordo com Lima (1979), as raízes das árvores desenvolvem-se profundamente em zonas do perfil onde existe suprimento adequado de umidade. Foram observados, por exemplo, alta concentração de raízes ao redor e próximo de troncos de árvores vizinhas, provavelmente pela maior recarga do solo naquela região causada pelo escoamento da água interceptada pelo tronco. Entre outros efeitos, sugere-se que em geral a concentração de raízes das árvores nas camadas superficiais seria uma consequência da maior quantidade de água disponível nesta camada.

O escoamento pelo tronco na parcela inicial apresenta um alto coeficiente de correlação, diferentemente da parcela no estágio avançado (Figura 4). O baixo valor encontrado no estágio inicial em relação ao avançado se deve ao fato de o estágio mais avançado apresentar um dossel mais fechado, com maior interceptação e conseqüentemente maior escoamento pelo tronco.

O escoamento pelo tronco entre as parcelas nas áreas de regeneração inicial e avançada variaram significativamente após o período de estudo de acordo com o teste F a 5% de probabilidade ($F_{1, 100} = 31.705$; $P=0.00$).

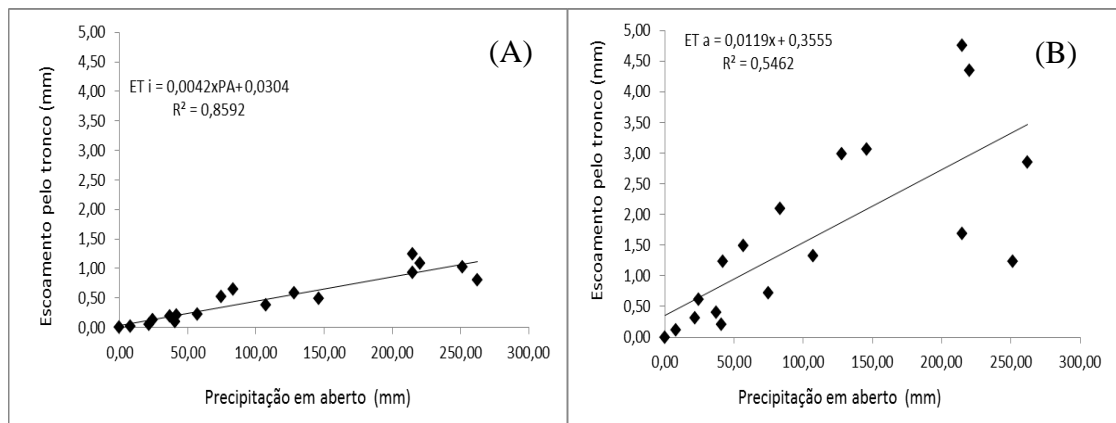


Figura 4. Precipitação em aberto (PA) e o escoamento pelo tronco (Et) na regeneração, (A) inicial, (B) avançado na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, janeiro 2012 a junho 2013.

A precipitação efetiva foi de 1544 mm na área de regeneração inicial e de 1435 mm na área de regeneração avançada (Tabela 2), correspondendo a 79,8 e 74,2% da precipitação em aberto. A precipitação efetiva na área de regeneração inicial foi menor apenas na classe de chuva abaixo de 2,5 mm em relação a parcela de regeneração avançada. Oliveira Junior e Dias (2005) encontraram uma precipitação efetiva de 81,7%, na mesma área, valor bem próximo deste estudo. Os resultados obtidos de precipitação efetiva neste trabalho ficaram bem próximos dos encontrados na literatura como 87,3 % em Mata Atlântica no estado de Pernambuco (MOURA et al, 2009). Já Oliveira et al. (2008) estudando precipitação efetiva em Floresta Amazônica encontrou uma precipitação efetiva de 78,5%. Diniz et al. (2013) estudando precipitação efetiva em mata atlântica no Rio de Janeiro encontraram uma precipitação efetiva semelhante em três estágios e representou 77,89% na Floresta Secundária em estágio inicial, 79,26% na Floresta Secundária em estágio médio e 76,98% na Floresta Secundária em estágio avançado da precipitação total.

A precipitação efetiva entre as parcelas nas áreas de regeneração inicial e avançada não variaram significativamente com o teste F a 5% de probabilidade ($F_{1, 100} = 0.170$; $P=0.6812$).

A correlação entre precipitação em aberto e predipitação efetiva foram de 0,89 e 0,88 para regeneração inicial e avançada respectivamente (Figura 5). Esses valores mostram que existe uma forte relação da chuva que precipita sobre o dossel da mata e o que realmente chega ao solo da floresta.

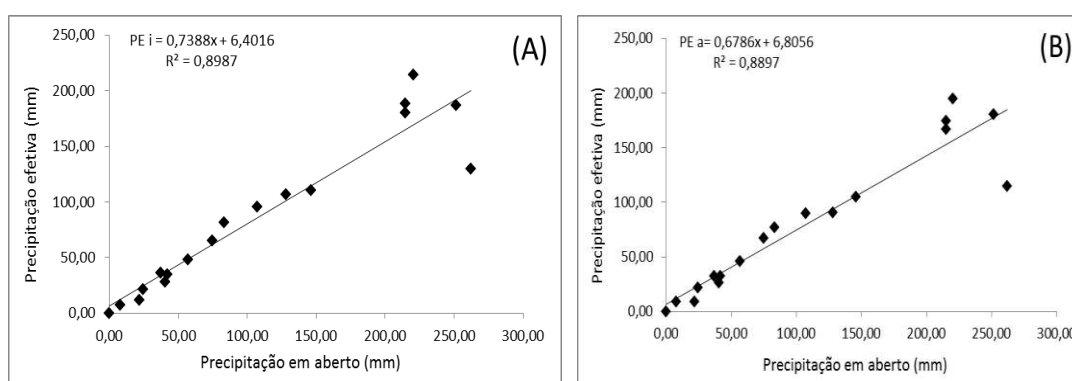


Figura 5. Precipitação em aberto (PA) e a precipitação efetiva (PE) na regeneração, (A) inicial, (B) avançado na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, janeiro 2012 a junho 2013.

A interceptação para o período de estudo foi de 390,08 e 499,28 mm, correspondendo a 20,16 e 25,80 % da precipitação em aberto para o estágio inicial e avançado de regeneração, respectivamente. Essa diferença nas duas áreas pode ser devido a um dossel mais fechado na área de regeneração avançado que, conseqüentemente, intercepta mais a água da chuva. Na Tabela 3 pode-se observar que em precipitação menores a chuva tende a ser interceptada em maior quantidade. Os valores negativos encontrados são devido à distribuição irregular das chuvas na área da bacia, que foi maior na área onde esta localizada as parcelas de precipitação interna, do que na área do pluviômetro em aberto, Moura et al. (2009) também encontraram valores de precipitação interna maiores que a precipitação em aberto.

Esses valores foram próximos aos encontrados na mesma área de estudo por Oliveira Junior e Dias (2005) 20,7% e por Lorenzon et al. (2013) 14,92 e 25,07 % para as áreas de regeneração inicial e avançada, respectivamente. Já Oliveira et al. (2008) encontrou uma interceptação de 21,5 % em floresta amazônica.

A interceptação entre as parcelas nas áreas de regeneração inicial e avançada não variaram significativamente após o período de estudo ($F_{1, 100} = 1.702$; $P = 0.1950$).

Foram observados baixos valores do coeficiente de determinação, com 0,52 e 0,33 para estágio inicial e avançado respectivamente (Figura 6). Esse comportamento pode ser explicado pelos vários fatores que interferem na interceptação, como por exemplo, a última precipitação ocorrida na área que pode interferir no volume interceptado; um dossel que já esteja úmido tende a interceptar menos do que um seco; o tipo de dossel, um mais denso tende a interceptar mais de que um menos denso; a intensidade das chuvas, uma vez que as precipitações de menor intensidade tende a ter um maior percentual interceptado e a presença de vento, que ao balançar as copas, derrubam a água que está temporariamente interceptada.

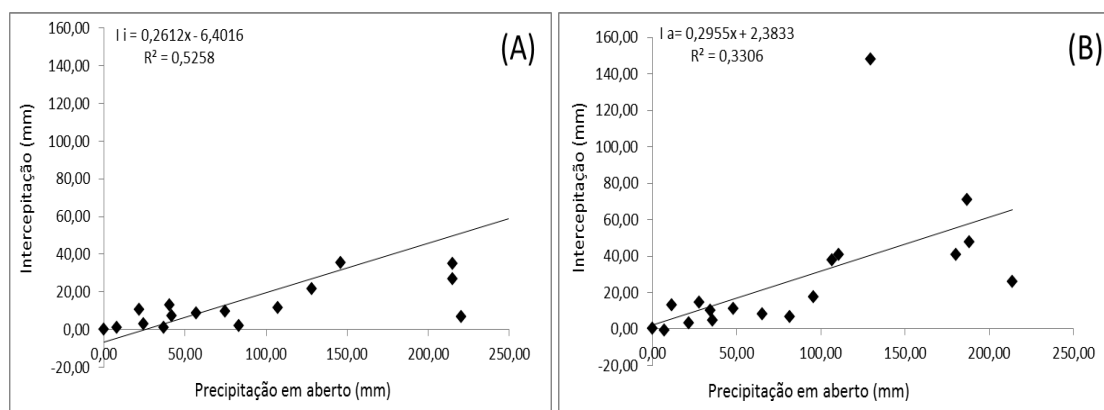


Figura 6. Precipitação em aberto (PA) e a interceptação (I) na regeneração, (A) inicial, (B) avançada na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, janeiro 2012 a junho 2013.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode se concluir que a precipitação efetiva e a precipitação interna foram maiores no estágio de regeneração inicial.

A interceptação e o escoamento pelo tronco foram maiores na área de regeneração avançada em relação a área de regeneração inicial para o período de estudo, a interceptação apresentou uma baixa correlação com a precipitação em aberto

A precipitação interna e a efetiva apresentam uma tendência linear em relação a precipitação em aberto, sendo a precipitação interna o componente que mais contribui para a água do solo.

O escoamento pelo tronco apresentou uma tendência linear em relação a precipitação em aberto para a área inicial de regeneração, porém na área de regeneração avançada apresentou uma correlação mais baixa em relação ao precipitado em aberto.

Através do teste F apenas o escoamento pelo tronco apresentou diferença significativa entre os dois estágios sussecionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARCOVA; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, mar-abr. 2003.

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.

DINIZ, A. R.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F. C.; MACHADO, D. L.; MENEZES, C. E. G. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios sucessionais de Floresta Atlântica, Pinheiral- RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n.3, p. 389-399, jul.-set., 2013.

FREITAS, J. P. O.; DIAS, H. C. T.; BARROSO, T. H. A.; POYARES, L. B. Q. Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 100-108, 2013.

GARCEZ, N. L. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher. 1976. 249p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> . Acesso em 25 jan. 2014.

LEOPOLDO, P. R e CONTE, M. C. *Repartição da água da chuva em cobertura vegetal com, características de cerradão* IN: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos e Simpósio Internacional de Recursos Hídricos em Regiões Metropolitanas. **Anais... ABRH**, v.3, São Paulo, 1985.

LIMA, W.P. A água do solo e o crescimento da floresta. **Circular Técnica IPEF**. Piracicaba. No. 59. 8 p. 1979.

LORENZON, A. S. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG, Viçosa, Minas Gerais**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LORENZON, A. S.; DIAS, H. C. T.; LEITE, H. G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.619-627, 2013.

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.

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 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, 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, vol. 38 n.4, p. 723 – 732. 2008.

QUEIROZ, A. T.; OLIVEIRA, L. A. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do Rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.25 n.1, p. 191-204 jan./abr./2013.

SAS Institute. **SAS/STAT User`s Guide**, version 8.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SHINZATO, E.T.; TONELLO, K. C.; GASPAROTO, E. A. G.; VALENTE, R.O. A. Escoamento pelo tronco em diferentes povoamentos florestais na Floresta Nacional de Ipanema em Iperó, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 395-402, dez. 2011.

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.

CAPITULO 2

ESCOAMENTO SUPERFICIAL E RETENÇÃO HIDRICA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA

1. INTRODUÇÃO

Na bacia hidrográfica a precipitação segue dois caminhos ao chegar ao solo, podendo infiltrar e repor a água do solo nas camadas superficiais bem como recarregar o lençol freático que é responsável pelo abastecimento das nascentes, ou pode escoar sobre a superfície do solo até os cursos d'água. Em áreas em que a cobertura vegetal ainda é bem preservada os impactos gerados pelo escoamento são mínimos, porém ao retirar a cobertura vegetal ou a sua substituição pode gerar impactos de grandes proporções.

As florestas atuam como uma primeira barreira entre a atmosfera e o solo, as gotas de chuva são interceptadas pela copa das árvores diminuindo a sua velocidade bem como sua força, a diminuição dessas variáveis é importante no processo de infiltração da água. A serapilheira presente no solo atua como uma segunda barreira, pois somente após sua saturação a água chegara ao solo.

Parte do volume total precipitado pela chuva é interceptada pela vegetação, enquanto o restante atinge a superfície do solo. O acúmulo da água nas depressões existentes na superfície do solo começa a ocorrer somente quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração, ou quando a capacidade de acumulação de água no solo for ultrapassada. Esgotada essa capacidade de retenção superficial a água começará a escoar superficialmente. Associado à esse processo ocorre o transporte de partículas do solo, compostos químicos, matéria orgânica, que além de causarem prejuízos diretos, também poluem os cursos d'água (PRUSKI, 2003).

A infiltração não é apenas um processo de entrada de água no solo, mas também parte significativa do ciclo hidrológico, visto que determina a divisão de água fornecida à bacia hidrográfica na forma de chuva, em duas partes, uma que entra na superfície do

solo para recarga da umidade das camadas superior e inferior do solo e outra parte é a que permanece na superfície da bacia para produzir o escoamento superficial direto na rede de drenagem. Os principais fatores que intervêm no processo de infiltração são: tipo de solo, grau de umidade, efeito de precipitação e cobertura vegetal (SOUSA, 2009).

O desmatamento de grandes áreas para construção de estradas, cultivo e formação de pastagens, expondo o solo diretamente aos agentes do clima, intensifica a erosão natural, causando grandes prejuízos ao meio ambiente. Verifica-se assim, a grande importância da vegetação e da serapilheira na conservação do solo e a necessidade de um estudo capaz de obter informações necessárias sobre a reconstituição vegetal de áreas degradadas, a fim de amenizar ao máximo os impactos ambientais, além de analisar a importância da vegetação, em especial da serapilheira, na contenção e prevenção de processos erosivos (CAMPOS et al. 2008).

O conhecimento da influência das florestas sobre os vários aspectos da água do solo é de fundamental importância no que diz respeito à avaliação do papel da floresta no ciclo hidrológico, bem como à elaboração de normas práticas de manejo florestal com finalidade de manutenção do funcionamento hidrológico das microbacias hidrográficas, normalmente, boas condições de infiltração, as áreas florestadas constituem importantes fontes de abastecimento de água para os aquíferos. (LIMA, 2008).

O estudo e o conhecimento do regime da água do solo em florestas, ou da variação anual da água do solo em florestas nas mais diversas situações é muito importante, uma vez que inúmeros trabalhos têm mostrado que o crescimento da floresta é mais dependente da umidade do solo do que de qualquer outro fator do meio (LIMA, 1979).

A preocupação com a conservação e restauração da Mata Atlântica vem crescendo nos últimos anos, em virtude da ameaça de extinção das áreas desse ecossistema. Nos ambientes tropicais e subtropicais de ocorrência natural da Mata Atlântica há predominância de solos altamente intemperizados, e a matéria orgânica do solo tem papel fundamental na sua fertilidade (MIRANDA et al 2007).

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho comparar o escoamento superficial em parcelas com serapilheira com parcelas sem serapilheira, e assim como a capacidade de retenção hídrica da serapilheira em um fragmento florestal de Mata Atlântica no município de Viçosa, Minas Gerais no período de setembro de 2012 a junho de 2013.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal de Mata Atlântica, correspondendo à unidade de conservação Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso (Figura 1), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais. A área possui 194 ha com uma altitude média de 650 metros (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

A unidade de conservação esta situada na bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina, um afluente do ribeirão São Bartolomeu, na bacia hidrográfica do rio Doce. Sua formação florestal é a estacional semidecidual tropical (VELOSO, 1991).

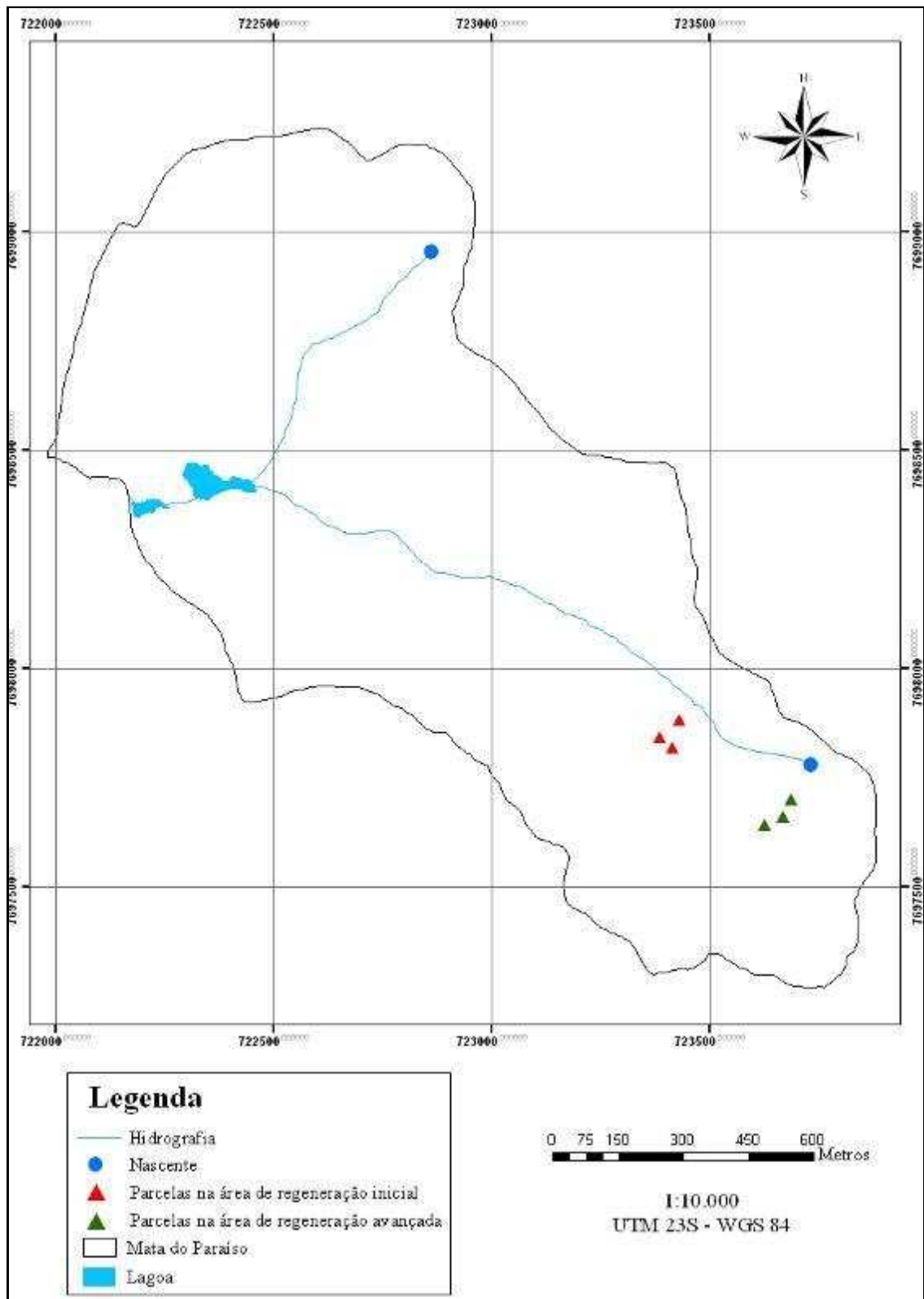


Figura 1. Bacia hidrográfica da cabeceira do córrego Santa Catarina onde se localiza a Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Adaptado de LORENZON, 2011.

Os solos da região são de textura argilosa, classificados como Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico em áreas de perfis convexos, nos topos Câmbicos, e em áreas de perfis convexos e nos terraços Argissolos, nas áreas do leito maior dos cursos d'água Hidromórficos aluviais (CORREA, 1984).

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

A precipitação em aberto foi obtida por medições realizadas em um pluviômetro com área de captação de 167 cm², instalado em uma torre acima do dossel da floresta.

Para o monitoramento do escoamento superficial, foram lançadas sistematicamente, seis parcelas na área de regeneração inicial, sendo três com serapilheira com 14,86 m², 14,25 m² e 13,77 m² e três onde o solo ficou exposto com a retirada da serapilheira, com 13,71 m², 14,79 m² e 14,26 m². Para manter as parcelas com solo exposto foram feitas retiradas periodicamente da serapilheira que se acumulava. A declividade média da área é de 23%. As parcelas foram delimitadas com chapas galvanizadas onde a água de chuva foi direcionada para galões de plástico. Para a medição do volume foi utilizado balde graduado e proveta. O cálculo para a determinação do escoamento superficial está descrito na equação:

$$Es (mm) = \frac{V(L)}{A(m^2)}$$

Onde ES é o escoamento superficial em milímetros, V é o volume em litros e A é a área da parcela em metros quadrados.

Os dados foram obtidos no período de setembro de 2012 a junho de 2013. As leituras foram feitas, quando possível, logo após cada evento de chuva. Assim cada coleta constitui de uma ou mais precipitações.

Para avaliar o potencial de retenção hídrica da serapilheira foi utilizado um gabarito de madeira de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m), que foi lançado aleatoriamente próximo às parcelas de escoamento superficial. Toda serapilheira dentro do gabarito foi coletada e armazenada em sacos plásticos e levados para o Laboratório de Hidrologia Florestal da Universidade Federal de Viçosa para as pesagens.

Para a obtenção do peso saturado da serapilheira as amostras foram colocadas em baldes de plástico e foi adicionada água até cobrir todo o material. Os recipientes foram mantidos com água por 72 h. Após esse período foi retirada a água e pesou-se o recipiente para a obtenção do peso da serapilheira em estado saturado. Obtido o peso saturado, as amostras foram colocadas em estufa com circulação de ar com uma temperatura de 70° C até o peso ficar constante.

Para os cálculos Capacidade de retenção de água pela serapilheira (CRAS) foi utilizado a seguinte equação:

$$\text{CRAS} = \frac{\text{PSA} - \text{PSC}}{\text{PSC}}$$

PSC

Onde PSA é o peso saturado da amostra em gramas e PSC o peso seco da amostra em gramas.

Também foi avaliada a quantidade de água retida na serapilheira no momento da coleta (PAA) pela expressão:

$$\text{PAA} = \text{PA} - \text{PSC}$$

Sendo: PSA o peso atual da amostra em gramas, PSC o peso seco da amostra em gramas.

Os dados de escoamento superficial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade. Na análise de variância, utilizou-se o Software SAS (SAS Institute, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação em aberto, que durante o período de estudo foi de 1200 mm, sendo que os meses de novembro de 2012, fevereiro e março de 2013 foram os mais chuvosos (Figura 2). Os meses mais secos foram os de setembro e outubro de 2012 e os meses de janeiro, maio e junho de 2013. O mês de janeiro de 2013 apresentou uma precipitação muito abaixo do esperado para o mês na região.

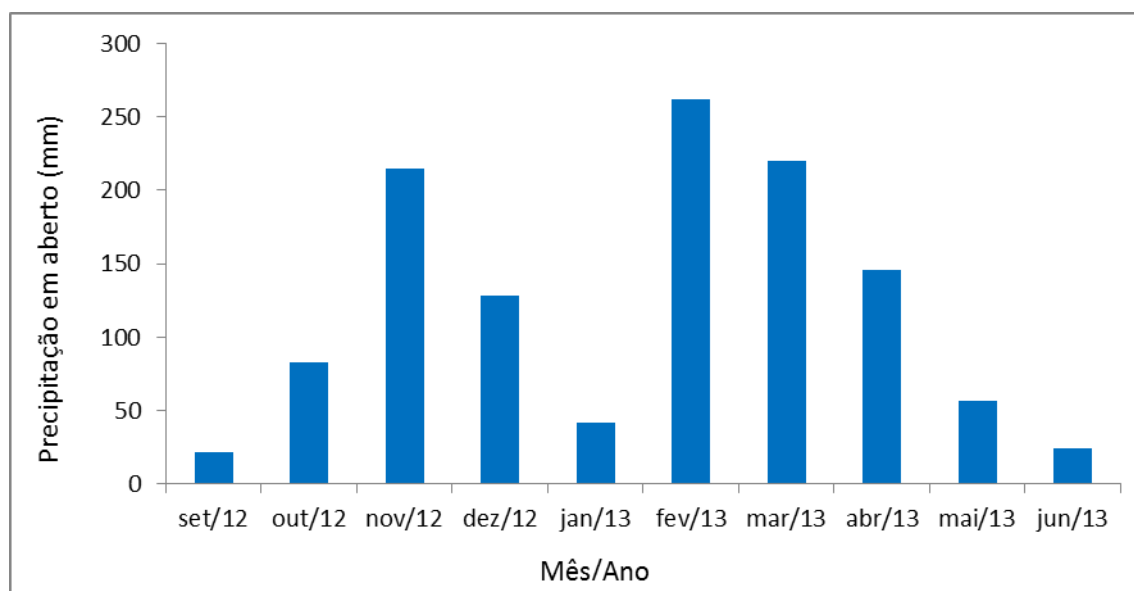


Figura 2. Valores mensais de precipitação (PA) em aberto na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, setembro 2012 a junho 2013.

Durante o período de estudo foram realizadas 35 coletas. O escoamento superficial das parcelas com a serapilheira foi de 21 mm e nas parcelas com o solo exposto foi de 24 mm, o que correspondeu a 1,78 % e 2,00 % da precipitação em aberto respectivamente. Barbosa e Fearnside (2000) encontraram valores de escoamento

superficial de 7,4% para a floresta e 15,1 % para a pastagem em terreno com declividade média de 20%. BAPTISTA e LEVIEN (2010) em área de plantio de eucalipto com declividade variando de 12,3 a 21,5 % encontraram 1,6% para o escoamento superficial nos tratamentos com resíduo e 2,9 % no tratamento com subsolagem sem resíduo.

Nesse estudo o escoamento superficial entre os tratamentos com serapilheira e sem serapilheira não variou significativamente no período de estudo de acordo com o teste F a 5% de probabilidade ($F_{1, 71} = 2,468$; $P=0,1207$).

Apesar das parcelas de escoamento superficial com serapilheira não apresentar diferença significativa com as parcelas sem serapilheira, a presença da serapilheira é de fundamental importância no ecossistema. Dentre vários benefícios, estão os relacionados com a precipitação, onde a serrapilheira atua amortecendo as gotas de chuva, diminuindo seu potencial de compactação e de erosão. Além disso é capaz de armazenar água e liberá-la lentamente tanto para a atmosfera quanto para o solo mantendo sua umidade por maior tempo, diminuindo as taxas de evaporação da água do solo.

Na Tabela 1 pode se observar os dados referentes a serapilheira encontrados na Mata do Paraíso próximos as parcelas de escoamento. A capacidade de retenção hídrica da serapilheira foi de 3,747 kg/kg. MATEUS (2013) estudando a capacidade de retenção hídrica em fragmento florestal em estágio inicial de regeneração no município de Pinheiral-RJ encontrou valores próximos de 3kg/kg.

Tabela 1. Capacidade de retenção de água pela serapilheira (CRAS) e Quantidade de água retida na serapilheira (PAA) na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, setembro 2012 a junho 2013.

Amostras	Peso Atual Kg	Peso saturado Kg	Peso seco Kg	Kg/ha	CRAS Kg/Kg	PAA Kg
1	1,071	2,125	0,431	17,240	3,930	0,608
2	1,038	1,734	0,382	15,280	3,539	0,656
3	0,710	1,313	0,275	11,000	3,774	0,435
Média	0,940	1,724	0,363	14,506	3,747	0,566

Os valores de escoamento superficial acumulado por mês ficaram abaixo dos 4% do total precipitado por mês, sendo que nos meses em que houve um volume acumulado menor apresentou maiores valores em porcentagem de escoamento em relação ao precipitado em aberto (Figura 3).

Apesar do teste estatístico não apontar diferença no escoamento superficial, é possível observar uma tendência de equilíbrio nas parcelas com serapilheira em resposta a precipitação em aberto.



Figura 3. Escoamento superficial (ES) acumulado em % na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Setembro 2012 a junho de 2013.

Na Figura 4 estão representados os valores de escoamento superficial com e sem serapilheira em termos absolutos por coleta, podendo observar que o escoamento tende a aumentar seguindo a precipitação em aberto, porém esse aumento não é proporcional ao total precipitado. Em precipitações abaixo dos 20mm o escoamento superficial tende a ser muito baixo, pois grande parte da chuva é interceptada pela copa das árvores, é absorvida pela serapilheira, além de infiltrar no solo.

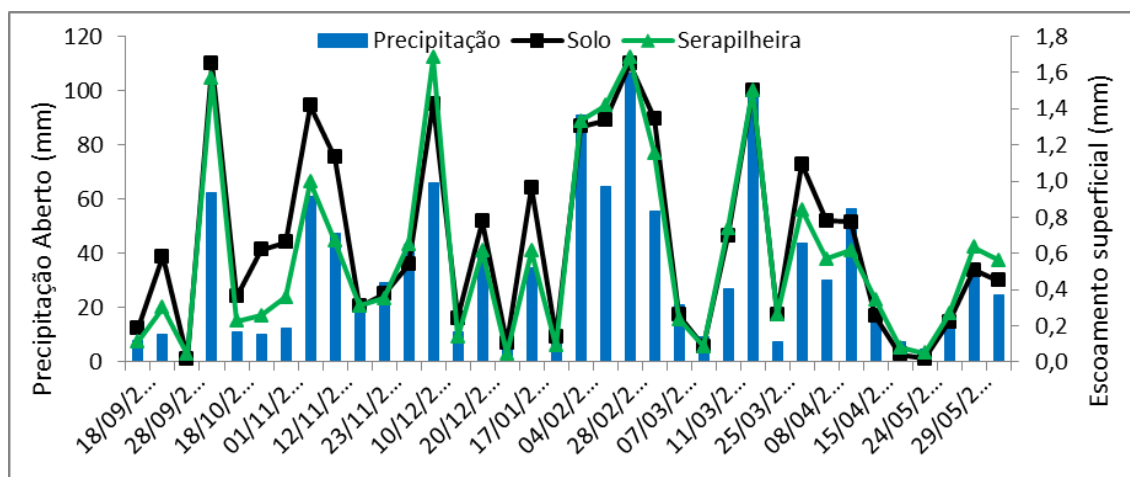


Figura 4. Escoamento superficial (mm) na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Setembro 2012 a junho de 2013.

Com relação ao coeficiente de determinação de escoamento superficial nas parcelas com serapilheira e sem serapilheira, observou-se uma forte correlação do escoamento superficial com a precipitação, sendo que nas parcelas de escoamento com serapilheira tem-se uma correlação ligeiramente superior ao da parcela sem serapilheira.

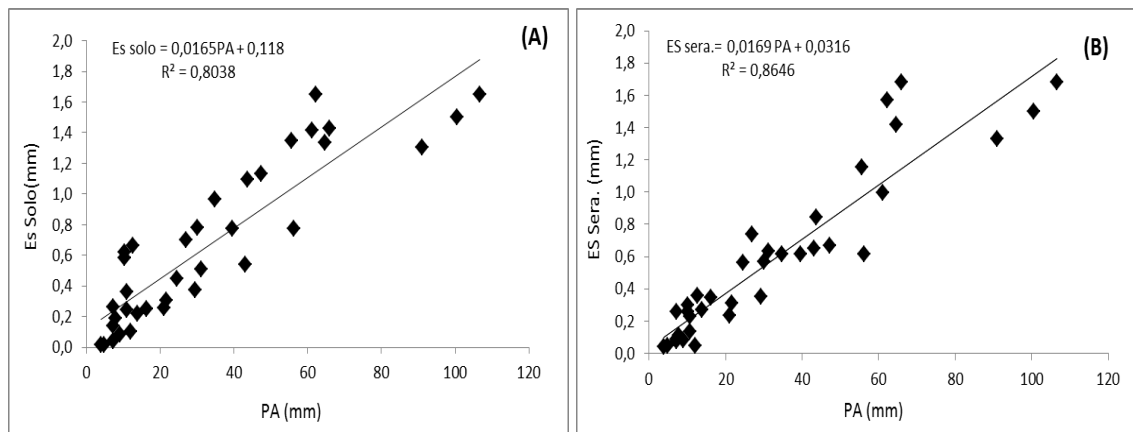


Figura 5. Precipitação em aberto (PA) e o escoamento superficial sem serapilheira (ES solo, A) e com serapilheira (ES sera. B) , na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, setembro de 2012 a junho de 2013.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que o escoamento superficial de água de chuva em parcelas com serapilheira foi inferior quando comparado ao escoamento superficial das parcelas sem serapilheira na maioria dos eventos de chuva coletados, embora os valores totais do período não tenham sido suficientes para uma diferença estatística.

Conclui-se também que a serapilheira apresenta alta capacidade de armazenar água do solo, matendo-o úmido por mais tempo. Destaca-se ainda o papel ecológico importante da serapilheira de proteger o solo contra o impacto da gota de chuva e a liberação de nutrientes para o solo, embora não tenha sido objeto deste estudo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, J.; LEVIEN, R. Métodos de preparo de solo e sua influência na erosão hídrica e no acúmulo de biomassa da parte aérea de *Eucalyptus saligna* em um cambissolo háplico da depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.567-575, 2010.

BARBOSA, R.I.; FEARNSSIDE, P.M. Erosão do solo na Amazônia: estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil.. **Acta Amazonica**. Manaus, v.30, n.4, p. 601-613. 2000.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S.S. C.; RODRIGOS, S.C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata *mesofítica* e cerrado *stricto sensu* em Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.1, p. 189-203, jun. 2008.

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.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. ESALQ, 2 ed. Piracicaba, 2008. 253p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2013.

LIMA, W.P., 1979. A água do solo e o crescimento da floresta. **Circular Técnica IPEF**.No. 59. 8 p.

LORENZON, A. S. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG, Viçosa, Minas Gerais**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MATEUS, F. A.; MIRANDA, C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H.A. Estoque e Capacidade de Retenção Hídrica da Serapilheira Acumulada na Restauração Florestal de Áreas Perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, v.20, n.3, p.336-343.2013.

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA E EM PLANTIOS ABANDONADOS DE EUCALIPTO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v 31, n.5, p. 905-916, 2007.

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.

PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. **Escoamento Superficial**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 1. 88p.

SAS Institute. **SAS/STAT User`s Guide**, version 8.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SOUSA, F. A. S. Estimativa da precipitação excedente em Ipojuca, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.6, p.716–723, 2009.

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.

CAPITULO 3.

MONITORAMENTO DA VAZÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO SANTA CATARINA

1. INTRODUÇÃO

O manejo de bacias hidrográficas busca a regularização da vazão, com o aumento no período seca e uma diminuição no período de chuva. Dentro desse contexto, as florestas são de fundamental importância para se conseguir esses objetivos, pois a sua cobertura florestal atua na diminuição da velocidade das gotas das chuvas, melhoram a estrutura do solo, mantem um microclima, características estas que tem a capacidade de aumentar a taxa de infiltração das chuvas.

Ao longo dos anos, as áreas de florestas têm sofrido com a depredação e mudança de uso por parte de proprietários que optam num primeiro momento, por derrubar a floresta primária para o aproveitamento da madeira e depois utilizarem essas áreas remanescentes para culturas anuais ou pastagens. A degradação acelerada do solo decorrente da mudança de seu uso fatalmente afeta a qualidade dos recursos hídricos e impacta negativamente na resposta hidrológica da bacia (REYS, et al 2011).

Bacia hidrográfica pode ser definida como a área de captação natural da água da precipitação, drenando essa água por ravinas, canais e tributários, para um curso d'água principal, tendo a vazão uma única saída, com desague em um curso d'água maior, lago ou oceano. A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área (TONELLO, 2005).

A produção de água ou rendimento hídrico refere-se à descarga total da bacia hidrográfica durante um determinado período. Representa, portanto, a fração da precipitação que não é perdida por evapotranspiração. Desta maneira a produção de água de uma bacia hidrográfica inclui o deflúvio (volume de água que passa pela secção transversal de um canal durante um determinado tempo) e também a variação do armazenamento na bacia hidrográfica, inclusive a recarga da água subterrânea. O deflúvio reflete a integração de todos os fatores hidrológicos em uma bacia hidrográfica, incluindo características topográficas, clima, solo, geologia e uso do solo (LIMA, 2008).

A vazão de uma bacia hidrográfica é formada por dois componentes: o escoamento de base e o direto. O primeiro denominado de fluxo de base e mais lento, corresponde a parte da água das chuvas que infiltra nos solos, percola em profundidade com a drenagem vertical da água para a zona não saturada do solo com elevação dos níveis freáticos ou água subterrânea. O escoamento direto ou fluxo rápido consiste na água do rio que deixa a bacia hidrográfica durante ou logo após a chuva (RODRIGUES, 2011).

A precipitação é um fenômeno meteorológico que exerce influência na vazão e na qualidade de um corpo d'água. A influência da precipitação sobre a vazão deve ser analisada dentro de uma sequência de eventos pluviométricos, uma vez que o grau de saturação do solo e do sistema freático influenciam diretamente a taxa de escoamento superficial (FRITZSONS et al., 2003).

Desta forma, o objetivou-se com este trabalho caracterizar a vazão da bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina no município de Viçosa, Minas Gerais no período de agosto de 2012 a julho de 2013.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal de Mata Atlântica, correspondendo à unidade de conservação “Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso” (Figura 1), situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, Esta unidade de conservação possui 194 ha com uma altitude media de 650 metros (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

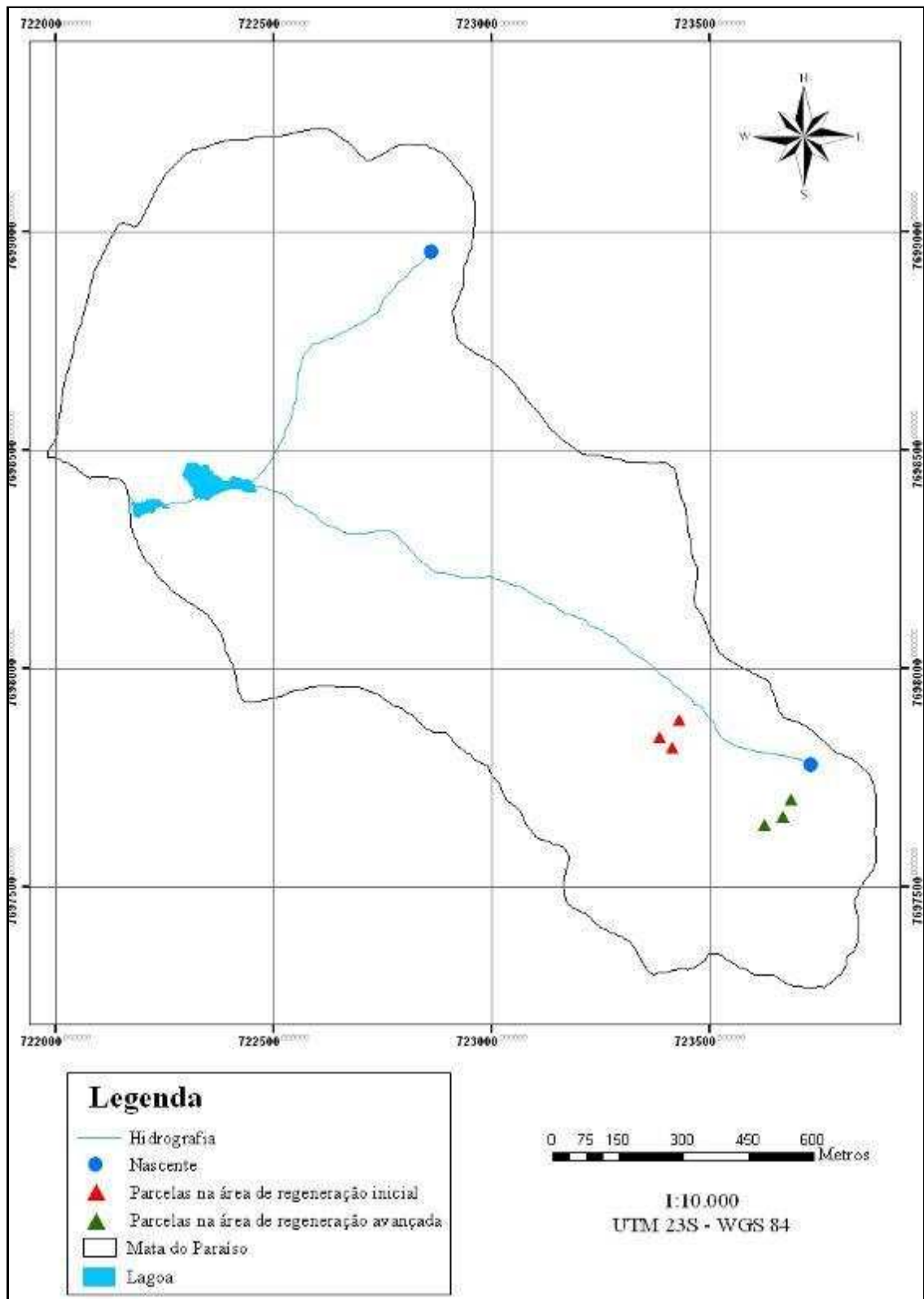


Figura 1. Bacia hidrográfica da cabeceira do córrego Santa Catarina onde se localiza a Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Adaptado de LORENZON, 2011.

A unidade de conservação está situada na bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina, um afluente do ribeirão São Bartolomeu, na bacia hidrográfica do rio Doce. Sua formação florestal é caracterizada como estacional semidecidual tropical (VELOSO, 1991).

Os solos da região são de textura argilosa, classificados como Latossolos Vermelho- Amarelo distrófico em áreas de perfis convexos, nos topos Câmbicos, e em áreas de perfis convexos e nos terraços Argissolos, nas áreas do leito maior dos cursos d'água Hidromórficos aluviais (CORREA, 1984).

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

Para o monitoramento da vazão foi utilizado o método direto com leitura do volume em balde de laboratório graduado e o tempo marcado em cronômetro digital. As medições foram feitas, em média duas, vezes na semana, sendo que cada coleta de dados foi composta por três repetições. A vazão foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Onde :

Q= vazão em L/s

V = volume de água coletado no balde

T= tempo em segundos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação total para o período de janeiro de 2012 a julho de 2013 foi de 1208 mm (Tabela 1). A vazão média para o período de estudo foi de 1,89 l/s, sendo que a média no período chuvoso foi de 2,39 l/s e a média no período seco foi de 0,84 l/s. A vazão mínima foi de 0,05 l/s em outubro de 2012 que corresponde ao final do período seco para a região. A máxima foi de 12,45 l/s no mês de abril de 2013, que corresponde ao final do período chuvoso.

Tabela 1. Precipitação e vazão média mensal na Mata do Paraíso, Viçosa-MG, agosto de 2012 a julho de 2013.

Mês	Precipitação (mm)	Vazão média (L/s)
Ago/12	8,08	2,22
Set/12	21,86	0,34
Out/12	83,23	0,24
Nov/12	214,97	0,70
Dez/12	128,14	1,19
Jan/13	41,92	1,15
Fev/13	262,28	2,42
Mar/13	220,36	4,52
Abr/13	146,11	4,66
Mai/13	56,89	2,72
Jun/13	24,55	1,72
Jul/13	0,00	0,84
Total	1208,39	Media 1,89

Pela Figura 2 pode se observar também as respostas da vazão em relação às precipitações sendo duas situações bem distintas: no período de seca as respostas da vazão em relação à precipitação tende a apresentar uma pequena elevação da vazão, fato este que pode ser explicado pela baixa precipitação das primeiras chuvas e pela baixa umidade do solo. Já no período chuvoso, as repostas da vazão em relação à precipitação apresentaram maiores respostas devido ao maior número de precipitações, além do fato do solo já apresentar certa quantidade de água, aumentando assim o escoamento superficial e subsuperficial que alimentam o lençol freático e também os cursos d'água.

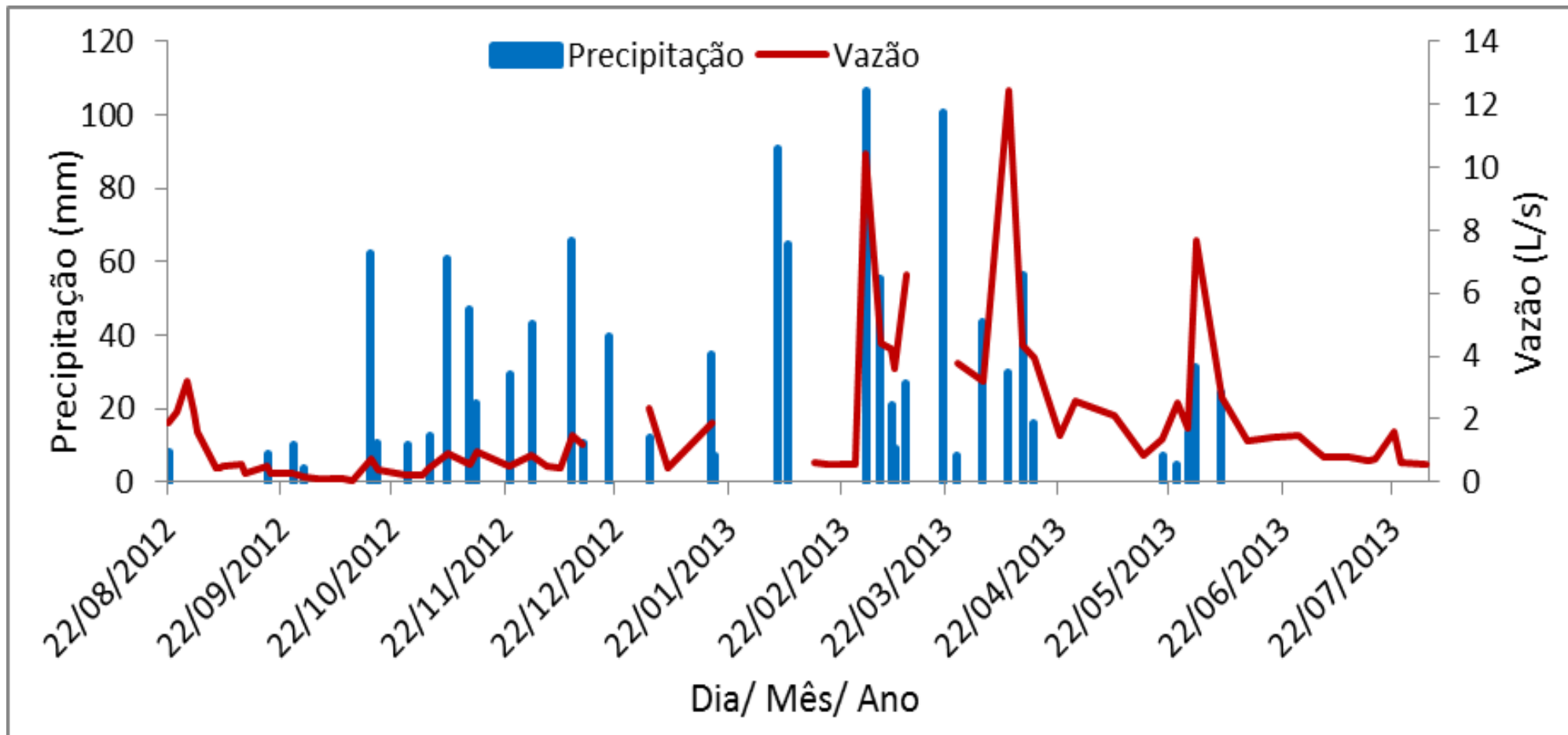


Figura 2. Valores coletados de precipitação e da vazão na Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Agosto de 2012 a julho 2013.

A precipitação é um fenômeno meteorológico que exerce influência na vazão e na qualidade de um corpo d'água. Esta relação deve ser analisada dentro de uma sequência de eventos pluviométricos, uma vez que o grau de saturação do solo e do sistema freático influenciam diretamente na taxa de escoamento superficial (FRITZSONS et al., 2003).

Apesar de apresentar alguns picos elevados de vazão durante o período chuvoso, em virtude de precipitações elevadas que superam a capacidade de infiltração do solo, e por consequência, um maior escoamento superficial, as diferenças entre a média do período seco com o chuvoso não apresenta diferença numérica, isso indica que a floresta tem uma grande capacidade de retenção de água no período de maior precipitação, devido à grande parte da precipitação incidente na área infiltrar e percolar no solo.

COSTENARO (2009) estudou a capacidade de infiltração da água de chuva na Mata do Paraíso encontrando valores diferentes para os três ecossistemas avaliados: mata em estágio avançado de regeneração 1171,5 mm/h; mata em estágio inicial de regeneração 790,7 mm/h e trilha 208,1 mm/h. Pode-se observar a influência da vegetação na capacidade de infiltração, com uma redução de mais de 80% da capacidade entre a mata em estágio avançado de regeneração comparado com a trilha, mostrando o impacto que a compactação do solo pode causar na infiltração da água, bem como o papel fundamental que as florestas podem desempenhar na recarga do lençol freático.

Como foi apresentado no capítulo anterior “Escoamento superficial e retenção hídrica em fragmento florestal de Mata Atlântica”, apenas uma pequena fração da chuva escoava superficialmente, abaixo de 4% do total precipitado. Esse volume é responsável por uma parte do aumento da vazão que foi observado gerando picos logo após as chuvas.

FRITZSONS et al. (2003) estudando a vazão na bacia hidrográfica do Alto Capivari, em Curitiba em que predominam pequenas unidades de agricultura familiar sistemas secundários de ocupação e fragmentos florestais correspondentes ao domínio da Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária, também observou resposta rápida da vazão frente à precipitação.

Na Tabela 2 está representado os valores dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica da cabeceira do córrego Santa Catarina onde se localiza a Mata do Paraiso, como apresenta uma forma alongada com um índice de compactidade afastado da unidade (1,26) e com um fator de forma com valor baixo (0,40) o tempo de concentração tende a ser maior, o que implica em um maior tempo para a água da chuva chegar na foz da bacia, diminuindo a possibilidade de ocorrência de picos de cheias em precipitações normais. Porém apresenta uma baixa rede de drenagem o que pode ocasionar cheias em precipitações com volumes maiores.

Tabela 2. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Mata do Paraiso, Viçosa-MG.

Adaptado de OLIVEIRA JUNIOR 2006.

Parâmetro	Valor
Área da bacia	329 ha
Ordem da bacia	2
Densidade de drenagem	1,34 km/km ²
Fator de forma	0,40
Índice de circularidade	0,63
Razão de alongação	0,71
Índice de compactidade	1,26
Razão de bifurcação média	0,75
Orientação da bacia	Oeste
Altitude média	754,1m

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados pôde se observar o fundamental papel da floresta dentro do ciclo hidrológico, com o aumento da infiltração durante o período chuvoso, que irá manter o escoamento base durante o período de seca, responsável pela recarga do lençol freático.

A vazão apresentou respostas rápidas às precipitações ocorridas na bacia, porém picos de vazão foram observados somente em precipitações elevadas em virtude da superação da capacidade de infiltração do solo, porém este aumento não causa grandes prejuízos para a bacia pelo fato de que sua área apresenta cobertura florestal em sua área total, em estágios diferentes de regeneração.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

COSTENARO, T. C.; MAFFIA, V.P.; DIAS, H. C. T. Capacidade de infiltração de água no solo em um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa, MG. **Anais...** Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 149-156.

FRITZSONS, E.; HINDII E. C.; MANTOVANI, L. E.; RIZZI, N. E. Consequências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial. **REVISTA FLORESTA.** Paraná, v. 33, n.2, p. 201-214. 2003.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas.** ESALQ, 2 ed. Piracicaba, 2008. 253p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

LORENZON, A. S. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG.** 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

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.

REYS, C. D. R.; RIZZI, N. E.; ARAKI, H. Análise das características hidrológicas de três sub-bacias do rio Carapá (Canindeyú, Paraguai) em função das mudanças da cobertura vegetal. **FLORESTA,** Curitiba, PR, v. 41, n. 2, p. 243-256, abr./jun. 2011.

RODRIGUES, V. A. Análise dos processos hidrológicos em modelo didático de microbacias. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal R.C.E.E.F.** Ano IX - Volume 17 – Número 1 – Fevereiro 2011 - Garça, SP.2011.

TONELLO, K. C. **Análise hidro ambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

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.