



WELLSON DE CASTRO PINTO

**ANÁLISE DA INTERCEPTAÇÃO DA ÁGUA PRECIPITADA EM ÁREA
COM COBERTURA VEGETAL**

INCONFIDENTES-MG

2013

WELLSON DE CASTRO PINTO

**ANÁLISE DA INTERCEPTAÇÃO DA ÁGUA PRECIPITADA EM ÁREA
COM COBERTURA VEGETAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes como requisito de aprovação no curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

Orientador: prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino

INCONFIDENTES-MG

2013

WELLSON DE CASTRO PINTO

**ANÁLISE DA INTERCEPTAÇÃO DA ÁGUA PRECIPITADA EM ÁREA
COM COBERTURA VEGETAL**

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidente

Co-orientador: Prof. Me. Luiz Flávio Reis Fernandes
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Membro: Prof. Me. Selma Gouvêa Barros
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por me dar a oportunidade de concluir essa etapa da minha vida, superando alguns obstáculos com saúde e muita força de vontade.

Aos meus **pais**, pela educação, respeito e coragem que me ensinaram para enfrentar as adversidades da vida sem perder o foco nem tampouco desistir após os primeiros tropeços.

A minhas irmãs, especialmente a **Wilma** pela força e coragem doada durante essa trajetória.

Ao meu tio **João**, que sempre acreditou no meu potencial e me deu todo o apoio necessário nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Agradecer especialmente à **Gabriela Santos**, por me dar força em alguns momentos em que apareciam as adversidades, por dedicar parte do seu tempo para que esse projeto fosse desenvolvido da melhor forma possível. E sobretudo pelo companheirismo, me fazendo saber que eu não estava sozinho e que poderia sempre contar com sua contribuição.

Ao meu Orientador **Miguel Angel**, ultrapassando os limites de um professor-orientador e passando a ser um verdadeiro amigo. Pois um simples professor nos mostra o caminho da vitória, porém um professor com diferencial entra em campo e nos ajuda a conquistá-las. Agradeço também por sua dedicação e disponibilidade mesmo fora do seu expediente, pois por inúmeras vezes ficamos até depois das 22:00 para deixar esse projeto cada vez melhor e principalmente pela confiança no meu potencial.

Ao meu coorientador **Luiz Flávio** por ter aceitado o convite e fazer parte desse momento da minha vida, contribuindo com suas ideias e sugestões para aprimorar os resultados encontrados no projeto e que acima de tudo é um verdadeiro amigo.

Ao professor **Éder Clementino** pelo professor e pessoa especial sempre disponível para tirar minhas dúvidas com toda a atenção a fim de contribuir com o crescimento profissional de todos seus alunos.

Agradecer também aos amigos aqui conquistados, **Raimundo Alves, Pablo Azevedo e Wesley Xavier** por contribuir nas coletas dos dados.

Ao funcionário do IF, **Sr. Silvio** por fazer os pluviômetros que deram início a realização das coletas de água.

A todos os meus colegas que participaram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse projeto.

EPIGRAFE

Veja!

Não diga que a canção está perdida

Tenha fé em Deus tenha fé na vida

Tente outra vez!...

Beba! Pois a água viva ainda tá na fonte

você tem dois pés Para cruzar a ponte

Nada acabou! Não! Não! Não!...

Oh! Oh! Oh! Oh! Tente!

Levante sua mão sedenta e recomece a andar

Não pense que a cabeça aguenta se você parar

Não! Não! Não! Não! Não! Não!...

Há uma voz que canta uma voz que dança

Uma voz que gira bailando no ar

Queira! Basta ser sincero e desejar profundo

Você será capaz de sacudir o mundo

Tente outra vez!

Tente! E não diga que a vitória está perdida

Se é de batalhas que se vive a vida

Tente outra vez!...

Raul Seixas

RESUMO

A interceptação é a parte da água que não chega a atingir o solo quando ocorre a precipitação, e essa interceptação ocorre principalmente em função da vegetação, uma vez que o tipo de vegetação influencia diretamente na quantidade e capacidade de interceptação de água precipitada, sendo a rugosidade da folha é um dos parâmetros básicos mais relevantes na capacidade de retenção de água por uma planta. A área em estudo trata-se de uma floresta exótica, da espécie *Eucalyptus urophylla* (eucalipto), a qual apresenta folhas pequenas e de baixa rugosidade, situado na fazenda-escola do IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes, nas coordenadas geográficas 22° 18' 41" S de latitude e 46° 19' 54" W de longitude, cujo objetivo foi analisar a capacidade de interceptação da precipitação incidente na área. O experimento consistiu em coletar a precipitação direta (PD), precipitação interna (PI) e escoamento pelo tronco (ET) por meio de pluviômetros e coletores de água instalados dentro e fora da área de estudo. Com os resultados encontrados e de acordo com as condições do experimento, podemos concluir que a intensidade de precipitação influencia de forma direta na capacidade de interceptação, na ordem de 12,43% e que a maior interceptação (37,82%) ocorreu no período de menor precipitação direta.

Palavras-chave: precipitação, escoamento pelo tronco, retenção de água, rugosidade, *Eucalyptus urophylla*.

ABSTRACT

The interception of the water is not enough to reach the ground when precipitation occurs, and this interception occurs mainly due to the vegetation, since the type of vegetation directly influences the amount and capacity of precipitated water trap, with roughness of the sheet is one of the most basic parameters relevant to the capacity to retain water by a plant. The study area is in an exotic forest of *Eucalyptus urophylla* (eucalipto), which has small leaves and low roughness , located on the farm - school IFSULDEMINAS , Câmpus Inconfidentes, the geographical coordinates 22° 18' 41" S latitude and 46° 19'54" W longitude, whose aim was to analyze the ability of interception of incident rainfall in the area. The experiment consisted of collecting direct precipitation (PD), internal precipitation (PI) and stemflow (ET) through rain gauges and water collectors installed inside and outside the study area. With these results and according to the conditions of the experiment, we can conclude that the intensity of precipitation directly influences the ability to intercept, in order of 12,43 % and the highest intercept (37,82 %) occurred in the period less direct precipitation.

Keywords: precipitation, stemflow, water retention, roughness, *Eucalyptus urophylla*.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
EPÍGRAFE	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTAS DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVIACOES	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Ciclo hidrológico	3
2.2 Interceptação.....	3
2.3 Relação precipitação e infiltração em área com e sem cobertura vegetal	4
2.4 Precipitação interna (PI)	5
2.5 Escoamento pelo tronco (ET)	6
2.6 Caracterização da vegetação.....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3.1 Caracterização do ambiente.....	9
3.2 Escoamento pelo tronco (ET)	10
3.3 Captação de água precipitada	12
3.4 Interceptação.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSOES.....	16
4.1 rea com cobertura vegetal.....	16
4.2 Precipitação direta, interna e interceptada.....	16
4.3 Capacidade de interceptação da água precipitada	18
4.4 Análise do escoamento pelo tronco por meio de regressão linear.....	20
4.5 Intensidade da precipitação	21
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
7. APÊNDICE	25

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Vista geral da área com floresta de eucalipto e área com solo nu (Fonte: elaboração própria)	10
Figura 2 - Calhas coletoras de escoamento pelo tronco (Fonte: elaboração própria).....	11
Figura 3 - Projeção da copa a partir de oito seções equidistantes de 45 graus entre si, (a) árvore 1, (b) árvore 2 e (c) árvore 3 (Fonte: elaboração própria)	12
Figura 4 - Pluviômetro para coleta da precipitação interna ou efetiva (Fonte: elaboração própria)	13
Figura 5 - Coletor de água precipitada escoada pelo tronco (Fonte: elaboração própria).....	13
Figura 6 - Pluviômetro para coleta de precipitação externa (Fonte: elaboração própria)	14
Figura 7 - Pluviômetro e proveta graduada em ml (Fonte: elaboração própria)	15
Figura 8 - Valores da lâmina de precipitação direta, interna e interceptada no período de coleta de dados (Fonte: elaboração própria).....	18
Figura 9 - Relação entre precipitação direta com a lâmina escoada pelo tronco (Fonte: elaboração própria)	20
Figura 10 - Variação das lâminas de precipitação direta e interceptada (mm) e intensidade de precipitação direta (mm h-1) durante o período de estudo (Fonte: elaboração própria)	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lâminas de precipitação direta, precipitação interna, escoada e interceptada, em mm e % (Fonte: elaboração própria)	19
--	----

LISTA DE ABREVIACÕES

A: área estimada em metros quadrados

°C: graus Celsius

ET: escoamento pelo tronco

h: lâmina precipitada ou escoada em milímetros

I: interceptada

km²: quilômetros quadrados

ml: mililitros

mm: milímetros

m: metros

m²: metros quadrados

PD: precipitação direta

PI: precipitação interna

r: coeficiente de correlação

R²: coeficiente de determinação

S: orientação geográfica Sul

V: volume estimado em litros

W: orientação geográfica Oeste

1. INTRODUÇÃO

A cobertura florestal de uma bacia hidrográfica está diretamente ligada a seu ciclo hidrológico, interferindo diretamente na sua capacidade de retenção de água e, uma das principais influências exercidas pela vegetação acontece no momento da precipitação incidente sobre a área, em que parte da precipitação fica retida na copa das árvores, desta, uma parte é absorvida pela planta para suprir suas necessidades e outra parte evapora para a atmosfera antes de atingir o solo, caracterizando-se como interceptação florestal.

A interceptação é dada pela retenção da água precipitada antes que esta atinja o solo. A interceptação da água ocorre na cobertura vegetal do solo, desde a camada foliar das plantas, passando pelo caule e chegando até à matéria orgânica derivada do material vegetativo em decomposição, mais conhecido como serrapilheira. A água retida por essas camadas fica susceptível a evaporação. Desta forma, a principal função da interceptação em uma bacia hidrográfica é reduzir o escoamento superficial e aumentar automaticamente a evaporação.

O tipo de vegetação influencia diretamente na capacidade de interceptação, ou seja, espécies com folhas maiores e rugosas têm maior capacidade de reter a água; outro fator que influencia diretamente na interceptação é a intensidade da precipitação, em que precipitações com maior intensidade têm menor capacidade de interceptação devido ao grande acúmulo de água na folha, chegando ao seu limite até não suportar mais reter a água, deixando que esta entre em contato com o solo, só que desta vez em gotas maiores, porém em menor velocidade. As precipitações com menor intensidade provocam um maior índice de água evaporada, pois, a evaporação acontece durante o próprio evento chuvoso, dependendo da região. As condições climáticas também afetam diretamente a interceptação, pois quando há ventos fortes, a capacidade da planta em reter a água precipitada é diminuída.

O processo de interceptação interfere diretamente no balanço hídrico da bacia hidrográfica, pois, esta funciona como um reservatório que armazena parte da água precipitada, em que parte dessa água interceptada é retida pela vegetação, e desta, uma parte

evapora após a precipitação e outra parte é drenada por meio das folhas e pelo tronco. A interceptação influencia diretamente na vazão dos corpos d'água durante o período chuvoso, em que a presença da vegetação minimiza o escoamento superficial, favorece a infiltração de água no solo e, conseqüentemente, retarda e/ou diminui o pico de cheias sobre a bacia hidrográfica.

Em muitos casos é comum confundir a quantidade de água precipitada com a quantidade de água disponível no solo, e isso se deve a falta de informações sobre alguns aspectos referentes ao ciclo hidrológico, como a capacidade de interceptação pela cobertura vegetal, que influencia diretamente na quantidade de água que chega a atingir o solo após uma precipitação.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de água interceptada em uma área com interferência da vegetação em comparação com uma área sem vegetação, utilizando pluviômetros em áreas com e sem cobertura vegetal, além de coletores instalados em troncos de árvores de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico pode ser descrito a partir do vapor de água presente na atmosfera que, sob determinadas condições meteorológicas, condensa-se, formando microgotículas de água que se mantêm suspensas no ar devido a turbulência natural. Por meio da dinâmica das massas de ar, acontece a principal transferência de água da atmosfera para a superfície terrestre, a precipitação. No trajeto em direção à superfície terrestre a precipitação já sofre evaporação e caindo sobre a cobertura vegetal, parte do volume precipitado sofre interceptação em folhas e caules, de onde evapora. Excedendo a capacidade de armazenamento de água na superfície da vegetação, ou por ação dos ventos, a água interceptada pode reprecipitar para o solo. Neste último caso, pode ocorrer os processos de infiltração e/ou escoamento (Silveira, 2002).

2.2 Interceptação

A interceptação é um processo de fracionamento e redistribuição de água pela vegetação (dossel, estratos inferiores, tronco, serrapilheira). Quando as copas das árvores recebem chuvas, parte da água fica armazenada na massa vegetal e em seguida é evaporada para a atmosfera. O remanescente da água precipitada atinge a serrapilheira ou alcança o solo por meio dos processos de precipitação interna e de escoamento pelo tronco (Calux e Thomaz, 2012).

Segundo Miranda (2006), o processo de interceptação ocorre quando, no seu estágio inicial, uma precipitação que incide sobre um ecossistema, tem a totalidade do volume precipitado interceptado pelas partes aéreas de sua cobertura vegetal até que, pela saturação das camadas superiores da copa, a precipitação passa a ser então redistribuída alcançando o

solo como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo superficial que se escoia pelos ramos e é direcionando para o tronco das árvores.

A interceptação vegetal depende de vários fatores como as condições climáticas, características da precipitação, formação e estrutura da vegetação, assim como os aspectos fenológicos das espécies que a compõem (Santos, 2007).

Segundo Vital (2007), em qualquer fragmento de mata, a interceptação de água da precipitação consiste em uma parcela da água precipitada que não chega a atingir o solo ao longo do ciclo da água, isso ocorre principalmente em função das características da vegetação e até mesmo da própria precipitação, fazendo com que a quantidade de água que chega a atingir o solo seja significativamente menor que a lâmina precipitada.

Em ecossistemas florestais, usualmente, para pequenos volumes precipitados (0,3 a 0,5 mm), 100% é interceptado. Para precipitações superiores a 1 mm, de 10 a 40% podem ficar retidos pela vegetação. Com relação às precipitações com diferentes intensidades, observa-se que para o mesmo total precipitado a interceptação diminui com o aumento da intensidade. Precipitações precedidas por períodos de um mínimo de 24 horas sem ocorrência de precipitação acarretam uma curva de precipitação-interceptação diferente de ocorrência precedida por condições úmidas, ou seja, valores significativos de valores de água interceptada têm sido monitorados de acordo a intensidade, duração e frequência das precipitações (Miranda, 2006).

2.3 Relação precipitação e infiltração em área com e sem cobertura vegetal

Baseando-se nas médias de precipitação maiores em áreas florestadas do que em áreas abertas, acreditava-se que a floresta contribuía para o aumento da precipitação local por meio da reciclagem das águas precipitadas pelo processo de evapotranspiração. Outro fato que por vezes era mistificado é o de que bacias florestadas produzem mais água do que bacias com outro tipo de cobertura vegetal, porém o que acontece realmente é que na bacia com total cobertura florestal há uma menor produção de água, mas o fluxo é mais estável e sustentável (Balbinoti et al., 2008).

Segundo Almeida, Silva e Rodrigues (2013), em solos florestados há um aumento da capacidade de infiltração. Porém, logo após o desmatamento, o solo descoberto apresenta maior capacidade de infiltração que um solo florestado devido à parcela da água precipitada

que consegue chegar ao solo, uma vez que esta não encontra nenhuma interferência em seu percurso até atingir o solo, que ainda não apresenta alto grau de compactação nesse primeiro momento. Áreas florestadas, por este motivo, em um primeiro momento apresentam menor infiltração de água.

2.4 Precipitação interna (PI)

A precipitação é definida em hidrologia como toda a água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre. Devido a sua capacidade de gerar escoamento superficial, a chuva é o tipo de precipitação mais importante em hidrologia (Bertoni e Tucci, 2002). Segundo Arcova et al. (2003), a precipitação interna é a precipitação que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas e gotas que respingam do dossel.

Segundo Dias e Oliveira Júnior (2005), em pesquisa realizada no município de Viçosa-MG, a precipitação interna contribuiu com a maior parte da água que atingiu o solo da mata, com aproximadamente 831,7 mm correspondendo a 80,0% da precipitação em aberto. Outros valores de precipitação interna observados em diversas regiões e ecossistemas apresentaram pouca diferença em relação ao encontrado pelos autores acima, como: 87% na Amazônia venezuelana, 77% em florestas de terra firme na Amazônia, 80,5% em maciços florestais com características de cerradão no Estado de São Paulo, 80,7% numa floresta natural secundária do parque da Serra do Mar e 89,6% na região de Cubatão.

Em pesquisa desenvolvida em uma floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira, Ferreira, Luizão e Dallarosa (2005) realizaram um estudo a fim de quantificar a precipitação interna e a interceptação da água precipitada durante um período de aproximadamente dois anos, para avaliar as alterações causadas no ciclo hidrológico local em decorrência da extração seletiva de madeira na área em estudo. E após a realização dos estudos, constataram que nas parcelas da floresta intocada (controle), a precipitação interna variou de 74,2 a 87,1 %, enquanto nas parcelas manejadas a precipitação interna foi de 86,9 a 92,9%, verificando-se um aumento na precipitação interna após a extração seletiva de madeira. No entanto, as alterações provocadas pela extração seletiva na precipitação interna, que é a transferência de água da atmosfera para o solo após percolar o dossel da floresta, não foram estatisticamente significativas. Mas, a interceptação da água

precipitada, uma das partes do ciclo hidrológico, que retorna para a atmosfera e contribui para novas precipitações, foi significativamente alterada pela extração seletiva, variando entre 12,9% para o menor valor interceptado (no bloco I) e 25,8% para o maior valor interceptado (no bloco II), provocando uma diminuição da quantidade de água retida pelo dossel.

Em estudo realizado por Calux e Thomaz (2012) em dois fragmentos de mata distintos, a parcela amostral destinada ao reflorestamento com Pínus apresentou menor índice de precipitação interna, ocasionando assim uma maior perda de água por interceptação em todas as classes de precipitação, em relação ao fragmento de mata subtropical. De um modo geral a interceptação no reflorestamento foi 83,4% maior que a interceptação na mata subtropical. Isso pode ser devido o Pínus ser mais homogêneo, tanto na morfologia (folhagem mais densa), quanto na distribuição espacial, além do fechamento do dossel, em comparação, a estrutura e a morfologia da floresta subtropical, que é mais aberta e heterogênea.

2.5 Escoamento pelo tronco (ET)

O escoamento pelo tronco (ET) corresponde à água precipitada que, após ser retida pela copa, escoam pelos galhos e troncos em direção ao solo. Para que o ET ocorra, segundo os autores, é preciso primeiro uma saturação da copa da árvore, isto é, seja atingida a capacidade máxima de retenção de água. Quando atingida essa saturação e com a continuidade da precipitação, inicia-se o processo de escoamento pelo tronco (Shinzato et al., 2011).

Segundo os mesmos autores, em pesquisa desenvolvida na bacia hidrográfica da Floresta Nacional de Ipanema em Iperó-SP, concluíram ainda que, quanto maior o tamanho da copa, maior será a capacidade de retenção de água da mesma e, dessa forma, maior será o volume de precipitação incidente que dará início ao processo de escoamento pelo tronco.

Em estudos realizados na Floresta Nacional de Caxiuanã (região que apresenta uma distribuição regular das precipitações), Oliveira et al. (2008) constatou que o ET foi de 20,0 mm, representando 1,7% da precipitação medida acima do dossel florestal (P), sendo que os autores ressaltam a importância da determinação da magnitude da água interceptada pela vegetação para análises de balanço hídrico, visto ser parte significativa da precipitação registrada acima do dossel. No caso de Caxiuanã, as perdas por interceptação de 248 mm, corresponderam a 21,5% da precipitação. As precipitações, efetiva (PE) de 905,4 mm e interna (PI) de 885,4 mm, e o escoamento pelo tronco (ET) de 20 mm, corresponderam

respectivamente, a 78,5%, 76,8%, 1,7% da precipitação acima do dossel, que foi de 1153,4 mm no período de estudo.

2.6 Caracterização da vegetação

Segundo Miranda (2006), o tipo de vegetação caracteriza a quantidade de gotas que cada folha pode interceptar e o adensamento foliar interfere nas quantidades de água interceptadas num determinado ecossistema. Em geral as folhas interceptam a maior parcela da precipitação incidente, embora em alguns tipos de ecossistema, em função da disposição de seus ramos e do tronco, possam ocorrer significativas retenções da água precipitada por estas partes vegetais.

Pacheco e Mafra (2012) fizeram um estudo de três meses de duração para avaliar a capacidade de interceptação da precipitação por um fragmento florestal urbano na cidade de Manaus, dando ênfase as bordas do fragmento estudado, diferentemente de outros trabalhos desenvolvidos nessa mesma linha de pesquisa, e encontraram uma interceptação de 43,22% da precipitação interna em novembro, aumentando esse valor para 52,54% em dezembro e 42,53% em janeiro. Os resultados adquiridos pelos autores apresentaram médias superiores a outras literaturas consultadas, e isso pode estar ligado ao fato de que todos os outros autores consultados desenvolveram suas pesquisas no interior dos fragmentos, enquanto que os autores acima desenvolveram seus estudos nas bordas do fragmento florestal, com possibilidades de alterações em função das ações do tempo, assim como a densidade de vegetação pioneira e secundária, a grande quantidade de cipós e trepadeiras presentes nesse ambiente.

Com base em estudos realizados em duas áreas com diferentes tipos de cobertura vegetal, Thomas (2005) encontrou diferenças na capacidade de interceptação de água precipitada. Dentro do contexto em que as mensurações foram realizadas, o autor concluiu que a precipitação interna da capoeira foi menor do que a parcela perdida por interceptação, 47,6% contra 52,4%, respectivamente. Em contrapartida, na floresta secundária, a situação se inverteu e a precipitação interna foi superior à parcela perdida por interceptação, 77,0% contra 23%, respectivamente. A interceptação registrada na capoeira foi 2,3 vezes superior ao resultado obtido na floresta secundária.

De acordo com Vital (2007), florestas de eucalipto interceptam de 11% a 20% da precipitação pluviométrica da área onde se insere. Esse volume é menor do que o do Pinus e da Mata Atlântica, por exemplo, sendo, porém, bem maior do que o de vegetações rasteiras, e essas diferenças na capacidade de retenção de água podem estar relacionados às características foliares de cada espécie.

Pinto e Santos (2010), em estudo realizado em quatro fragmentos de mata distintos (mata nativa, plantio de angico, plantio de eucalipto novo e um fragmento de mata de eucalipto velho) para identificação da sua capacidade de interceptação, constataram que entre os fragmentos de eucalipto novo e eucalipto velho não foram observados valores da interceptação estatisticamente diferentes em 13 precipitações de um total de 20 precipitações analisadas, indicando uma tendência de que nos fragmentos estudados, nas condições em que foi desenvolvido o trabalho, a idade dos fragmentos de eucalipto não interfere significativamente na interceptação. Todavia, ao avaliar as 10 precipitações de menor intensidade a interceptação no eucalipto velho foi 7,6% superior a do eucalipto novo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do ambiente

O presente trabalho foi realizado na fazenda-escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Câmpus Inconfidentes, com localização geográfica de 22° 19' 00" S de latitude e 46° 19' 40" W de longitude. Segundo Köppen, o clima da região é classificado como Cwb, ou seja, um clima mesotérmico caracterizado por verões brandos e úmidos. No inverno seco, a temperatura do mês mais quente não atinge 22°. O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1300 e 1700 mm. O mês mais seco é julho, que é, em geral, também o mês mais frio, com temperaturas médias em torno de 16,5°C.

A área de estudo com cobertura vegetal trata-se de uma floresta exótica de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) com características foliares de pouca rugosidade e folhas pequenas, situada nas coordenadas geográficas 22° 18' 41" S de latitude e 46° 19' 54" W de longitude, com elevação média de 922,0 m (Figura 1).

A área sem vegetação consiste em um local com raio de 15,0 m de solo nu, situado nas coordenadas geográficas 22° 18' 45" S de latitude e 46° 19' 53" W de longitude, com elevação média de 887,0 m, próximo Laboratório de Microbiologia do IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes (Figura 1).

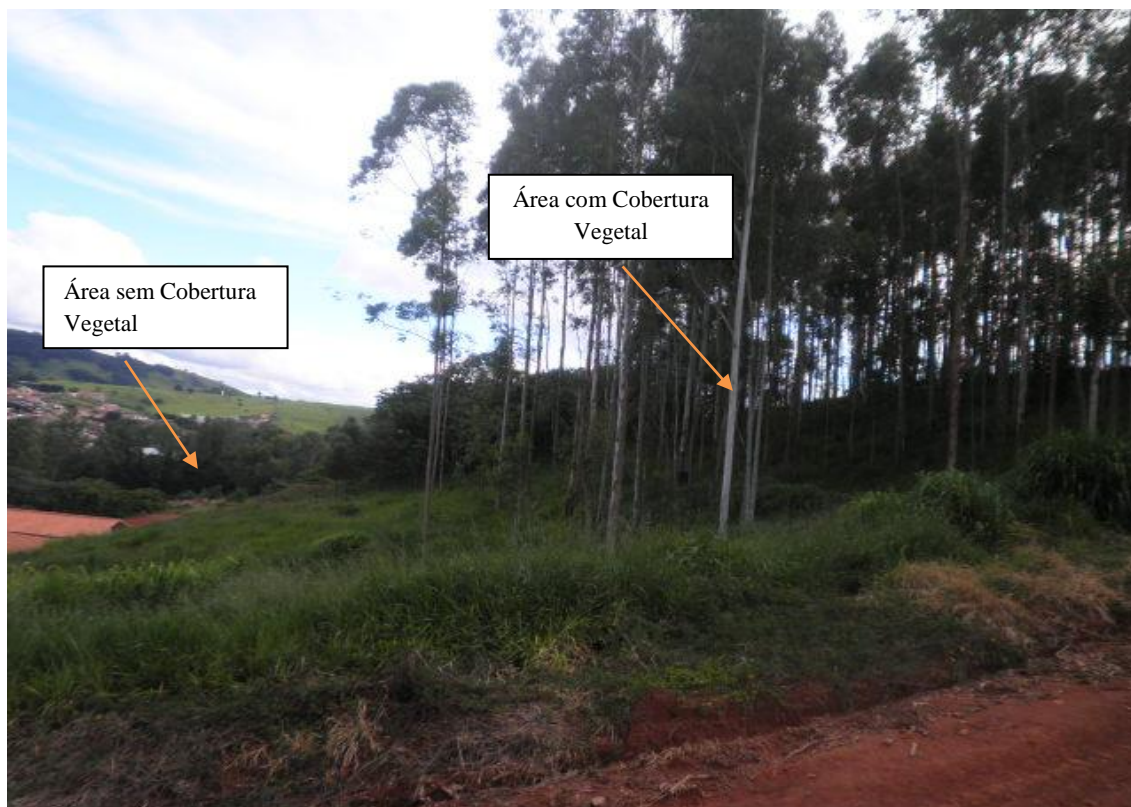


Figura 1 - Vista geral da área com floresta de eucalipto e área com solo nu (Fonte: elaboração própria)

3.2 Escoamento pelo tronco (ET)

Na quantificação do escoamento pelo tronco foram selecionados três árvores de eucalipto, equidistantes de 10 m entre eles, em formação triangular, em que foram colocadas calhas adaptadas de câmara de ar de pneus de bicicleta, em que direcionava o escoamento para coletores presos nos troncos das árvores, conforme demonstrado na Figura 2.

As leituras do escoamento pelo tronco sempre ocorriam imediatamente após um evento de precipitação. Caso a precipitação ocorresse a noite, a leitura era realizada no dia posterior logo pela manhã.



Figura 2 - Calhas coletoras de escoamento pelo tronco (Fonte: elaboração própria)

Para o cálculo do escoamento pelo tronco, utilizou-se a equação:

$$ET = \frac{V}{A} \quad \dots(1)$$

Em que ET é o escoamento pelo tronco em mm, V é o volume do coletor em litros e A é a área estimada da copa em m^2 .

Para a determinação da área da copa, foi estimada a projeção vertical de cada copa da árvore sobre o solo. Com o auxílio de uma trena graduada de 5 m, foram tomadas medidas de seções em oito (8) direções, equidistantes com ângulos de 45 graus entre si, a partir do centro do tronco até sua projeção da extremidade da copa, formando dessa forma, oito triângulos (Figura 3).

O cálculo da área estimada da copa para cada árvore foi realizada pela equação:

$$A = \sum_{i=1}^8 \frac{(a_i \cdot b_i \cdot \text{sen } 45^\circ)}{2} \quad \dots(2)$$

Em que A é a área estimada de projeção da copa em m^2 , a_i e b_i são cada comprimento das seções que formam um ângulo de 45 graus entre si, em m.

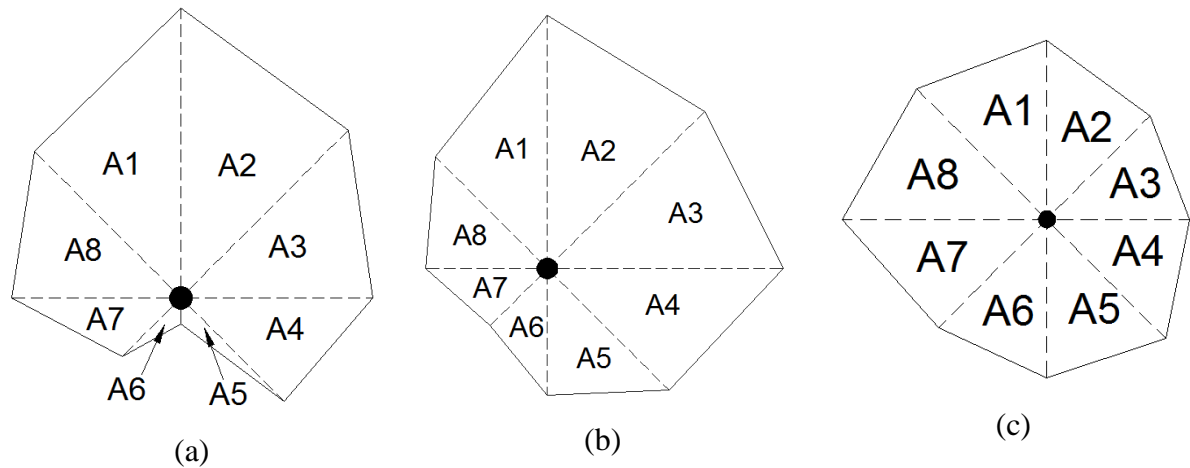


Figura 3 - Projeção da copa a partir de oito seções equidistantes de 45 graus entre si, (a) árvore 1, (b) árvore 2 e (c) árvore 3 (Fonte: elaboração própria)

3.3 Captação de água precipitada

Para captação de águas pluviais foram instalados coletores em diferentes pontos da área em estudo distribuídos da seguinte forma: três (3) pluviômetros em uma área aberta, sem interferência vegetal em um raio de quinze (15) metros para medir a precipitação total e três (3) pluviômetros sob a vegetação para medir a precipitação interna (PI). Para a coleta do volume escoado pelo tronco (ET), foram instalados no tronco de três (3) árvores coletores artesanais, totalizando nove (9) coletores distribuídos na área de estudo.

Estes pluviômetros tiveram a função de avaliar a precipitação interna (Figura 4), escoamento pelo tronco das árvores (Figura 5) e a precipitação direta (Figura 6) para analisar a capacidade de interceptação de água precipitada pela vegetação.



Figura 4 - Pluviômetro para coleta da precipitação interna ou efetiva (Fonte: elaboração própria)



Figura 5 - Coletor de água precipitada escoada pelo tronco (Fonte: elaboração própria)



Figura 6 - Pluviômetro para coleta de precipitação externa (Fonte: elaboração própria)

Os pluviômetros foram presos em estacas de madeira de 1,80 m, sendo cravadas no solo e ficando a abertura dos coletores a uma altura média de 1,50 m em relação à superfície do solo.

Para a quantificação da lâmina¹ precipitada e lâmina escoada foi utilizada a equação:

$$Lâmina (mm) = \frac{Volume (litros)}{Área (m^2)} \quad \dots(3)$$

No caso, o diâmetro médio dos coletores foi de 0,10 m, ficando a equação da forma:

$$h = \frac{Vol}{0,00785} \quad \dots(4)$$

¹ $1 mm = \frac{1 Litro}{1 m^2}$

Em que, h é a lâmina precipitada ou escoada, em mm, Vol é o volume coletado nos pluviômetros, em litros e 0,00785 é a constante de transformação de unidades.

Para medir a quantidade de água armazenada pelos coletores, foi utilizada uma proveta graduada de 100 ml, uma vez que os pluviômetros utilizados foram feitos a partir de garrafa “pet” e não tem graduações, o que impossibilita a mensuração direta.



Figura 7 - Pluviômetro e proveta graduada em ml (Fonte: elaboração própria)

3.4 Intercepção

Para mensuração da capacidade de intercepção, adaptou-se a metodologia de Santos (2007), em que a intercepção é mensurada quantificando a precipitação total ocorrida na área em aberto (PD), precipitação efetiva que é composta pela quantidade de água que atravessa as copas das árvores que chegam ao solo pela precipitação interna (PI) e o fluxo de água escoado pelo tronco das árvores representado pelo escoamento pelo tronco das árvores (ET). A intercepção foi obtida pela diferença entre a precipitação em aberto e o somatório da precipitação interna com o escoamento pelo tronco.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Área com cobertura vegetal

Na área com cobertura vegetal, especificamente nas árvores onde estavam instalados os coletores, foi realizada a mensuração do perímetro do tronco e projeção de diâmetro de copa, encontrando os seguintes resultados:

- Árvore 1: 0,955 m na mensuração do perímetro do tronco e 16,09 m² na projeção de área de copa, correspondente ao primeiro ponto de coleta do escoamento pelo tronco;
- Árvore 2: 0,960 m na mensuração do perímetro de tronco e 18,95 m² na projeção de área de copa, correspondente ao segundo ponto de coleta do escoamento pelo tronco; e,
- Árvore 3: 0,525 m na mensuração do perímetro do tronco, e 7,44 m² na projeção de área de copa, correspondente ao terceiro e último ponto de coleta do escoamento pelo tronco.

Esses valores foram obtidos a partir do cálculo da área total de abrangência de cada copa de árvore, conforme está expresso na Figura 3.

4.2 Precipitação direta, interna e interceptada

A distribuição das precipitações direta (PD), interna (PI) e a interceptada (I) estão representadas na Figura 8, onde os valores apresentados mostram que, nas precipitações dos dias 27, 28 e 29 de maio ocorreram as maiores lâminas precipitadas, assim como a

precipitação interna, que também apresentou índices elevados; contudo, em relação a capacidade de interceptação, estes índices apresentaram declínio, com exceção do dia 28/05/2013, em que ocorreram duas precipitações no mesmo dia, em um curto intervalo de tempo, conforme consta na Tabela 1. Isso aconteceu devido a capacidade de interceptação de água pela camada foliar das árvores estarem saturadas, a ponto de não suportar reter mais água e provocando assim um aumento significativo da precipitação interna em relação às demais precipitações captadas durante o desenvolvimento do estudo. BENYON et al. (2007) apud Caldato e Schumacher (2013) relatam que as diferenças fisionômicas e estruturais do dossel podem ter influência na interceptação da precipitação e desta forma sobre o balanço hídrico. Os autores afirmam, ainda, que perdas por interceptação são geralmente menores para florestas de folhosas do que para florestas de coníferas; sendo que características como menor albedo e maior rugosidade do dossel das florestas de coníferas comparadas com florestas de latifoliadas, podem explicar esta diferença, pois as coníferas tendem a absorver mais energia.

Os resultados apresentados na Figura 8 demonstram que o eucalipto apresenta menor capacidade de retenção de água em sua camada foliar quando comparado com outras espécies vegetais de folhas mais rugosas, como é o caso do estudo realizado por FAO (1993) apud Cavalcante (2011), em que o autor afirma que, entre as próprias espécies utilizadas na silvicultura, as maiores taxas de interceptação ocorrem geralmente em espécies de pinus e casuarina, seguidas em ordem decrescente por gêneros com folhas compostas com folíolos pequenos (ex: acácia), e só depois aparece o eucalipto. O mesmo autor destaca, ainda, que a maioria dos valores de precipitação interceptada encontradas nas literaturas para eucaliptos estão entre 10% e 25% do total precipitado sob uma ampla variedade de condições. Desta forma, os resultados obtidos no atual estudo encaixam-se nessa mesma linha de valores encontrados na literatura, uma vez que a capacidade de interceptação média foi de 16,38% do total precipitado, conforme apresentado na Tabela 1.

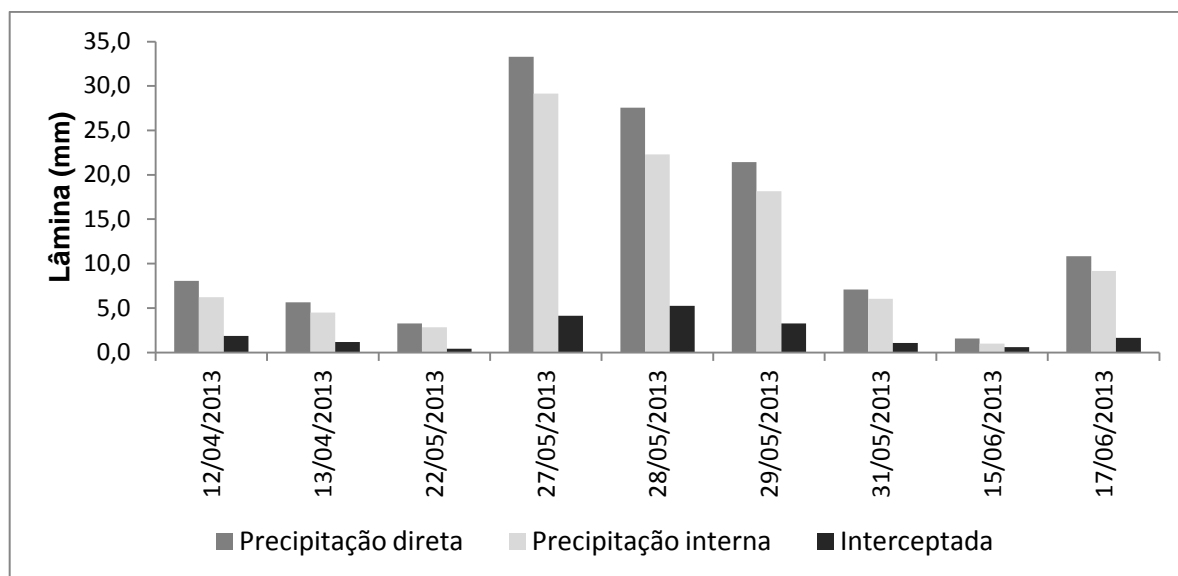


Figura 8 - Valores da lâmina de precipitação direta, interna e interceptada no período de coleta de dados (Fonte: elaboração própria)

4.3 Capacidade de interceptação da água precipitada

Os dados apresentados na Tabela 1 representam os valores obtidos após cada evento chuvoso e suas porcentagens referente a precipitação direta, sendo que os maiores índices de interceptação aconteceram justamente nas datas em que a lâmina precipitada apresentou baixos índices pluviométricos, confirmando assim, que precipitações de maior intensidade têm menor capacidade de retenção de água pela vegetação. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2008), destacando que durante o período experimental da pesquisa, nos meses em que os índices pluviométricos foram menores, houve um aumento significativo da capacidade de interceptação, provocando consequentemente a diminuição da precipitação interna.

Facco (2008), em estudo desenvolvido nos anos de 2005, 2006 e 2007, em microbacia hidrográfica com plantio de eucalipto, afirma que a capacidade de interceptação de água pela vegetação varia basicamente em função da idade da planta, do total precipitado e do período de duração da precipitação, onde o mesmo encontrou uma interceptação média de aproximadamente 7% da precipitação total, enquanto que o presente estudo apresentou uma interceptação média de 16,38% da precipitação total.

Em plantio de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Lane et al. (2004) apud Almeida (2012) desenvolveram um projeto na região sudeste da China para analisar a porcentagem

interceptada da precipitação pluvial do eucalipto, e chegaram ao resultado de 16% de interceptação do total precipitado, valores semelhante aos encontrados no presente estudo, onde registrou-se uma interceptação de 16,38% da precipitação total, em área vegetada com a mesma espécie vegetal utilizada pelos autores citados acima.

Desta forma e de acordo com os resultados obtidos podemos identificar que o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), devido a suas estruturas foliares e tronco com baixa rugosidade, apresenta menor poder de interceptação da precipitação em relação a outras espécies florestais como o angico, estudado por Pinto e Santos (2010), em que o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) (28,2%) apresentou capacidade de interceptação cerca de 15,0% menor que o angico (43,3%). A capacidade de interceptação depende também de outros fatores externos como a intensidade da precipitação, em que precipitações com maior intensidade diminuem a capacidade das plantas em interceptar as gotas d'água, assim como as condições climáticas, em que precipitações com ventos fortes também diminuem o poder de interceptação de água pelas plantas.

Tabela 1 - Lâminas de precipitação direta, precipitação interna, escoada e interceptada, em mm e % (Fonte: elaboração própria)

Data	Lâmina (mm)						
	Direta	Interna	(%)	Escoada	(%)	Interceptada	(%)
12/04/2013	8,06	6,20	76,84	0,0106	0,13	1,86	23,03
13/04/2013	5,64	4,46	78,95	0,0322	0,57	1,16	20,48
22/05/2013	3,27	2,84	87,01	0,0022	0,07	0,42	12,92
27/05/2013	33,27	29,07	87,37	0,0665	0,20	4,14	12,43
28/05/2013	27,54	22,24	80,74	0,0675	0,25	5,24	19,02
29/05/2013	21,43	18,08	84,36	0,0665	0,31	3,29	15,33
31/05/2013	7,09	6,03	85,03	0,0102	0,14	1,05	14,83
15/06/2013	1,57	0,98	62,16	0,0003	0,02	0,59	37,82
17/06/2013	10,82	9,12	84,31	0,0477	0,44	1,65	15,25
TOTAL	118,69	99,02	-	0,3037	-	19,4	-
MÉDIA	13,19	11,00	83,40	0,0337	0,26	2,16	16,38

4.4 Análise do escoamento pelo tronco por meio de regressão linear

A Figura 9 apresenta os valores de lâmina do escoamento pelo tronco (ET) em relação a precipitação direta ajustada por meio de um modelo de regressão linear. Observa-se que o modelo teve um bom ajuste determinado pelo seu coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7957$) e uma excelente correlação ($r = 0,8920$). Resultados semelhantes foram encontrados por Shinzato et al. (2011), em que os autores utilizaram o mesmo modelo de regressão linear e observaram que o ET torna-se presente após precipitações incidentes iguais ou superiores a 6,6 mm para povoamentos de *E. cloeziana*, evidenciando que valores de precipitação incidente inferiores a estes não são capazes de gerar o processo de escoamento pelo tronco, sendo a precipitação retida pela copa ou pelo próprio tronco, retornando à atmosfera por evaporação, ou ainda, incidindo diretamente sobre o terreno via precipitação interna pelo gotejamento das folhas.

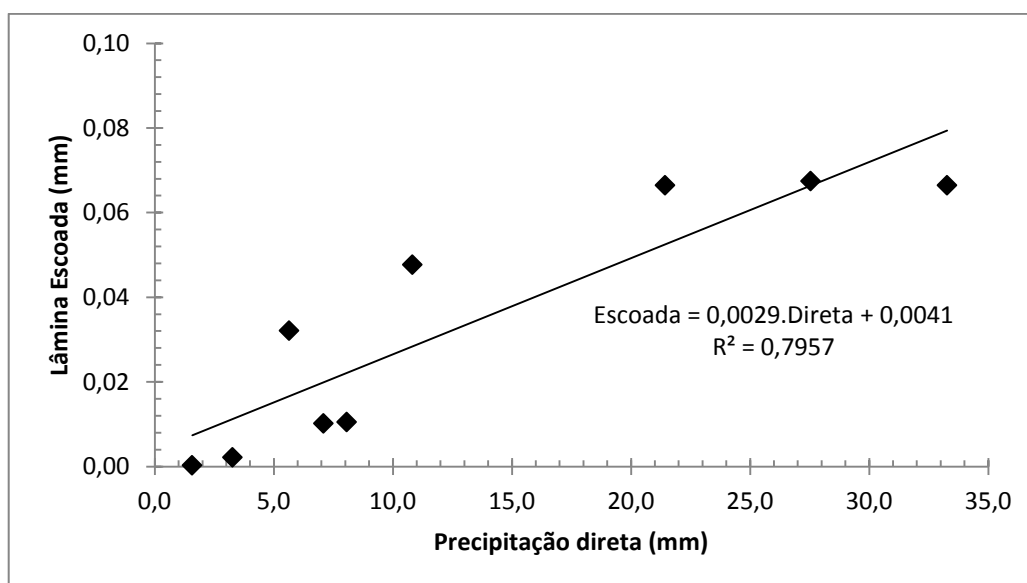


Figura 9 - Relação entre precipitação direta com a lâmina escoada pelo tronco (Fonte: elaboração própria)

4.5 Intensidade da precipitação

A Figura 10 apresenta as lâminas de precipitação e de interceptação, em mm e a intensidade da precipitação (mm h^{-1}) no período de estudo. Observa-se que houve uma variação significativa da capacidade de interceptação em relação a intensidade da precipitação, onde precipitações com maior intensidade apresentaram menor capacidade de interceptação, conforme podemos observar os picos de precipitação interna nas datas de 27, 28 e 29 de maio de 2013, assim como a afirmação de Silva et al. (2010), em que o mesmo destaca que em precipitações torrenciais existe pouca influência de interceptação, uma vez que a copa está saturada. Portanto, a intensidade média de precipitação exerce grande influencia na lâmina d'água que chega a atingir o solo, após o evento chuvoso. Desta forma, esses resultados podem ser notados na Figura 10, em que as datas de maior intensidade da precipitação coincidiu com as datas em que os índices de interceptação foram relativamente baixos em relação a precipitação total incidente.

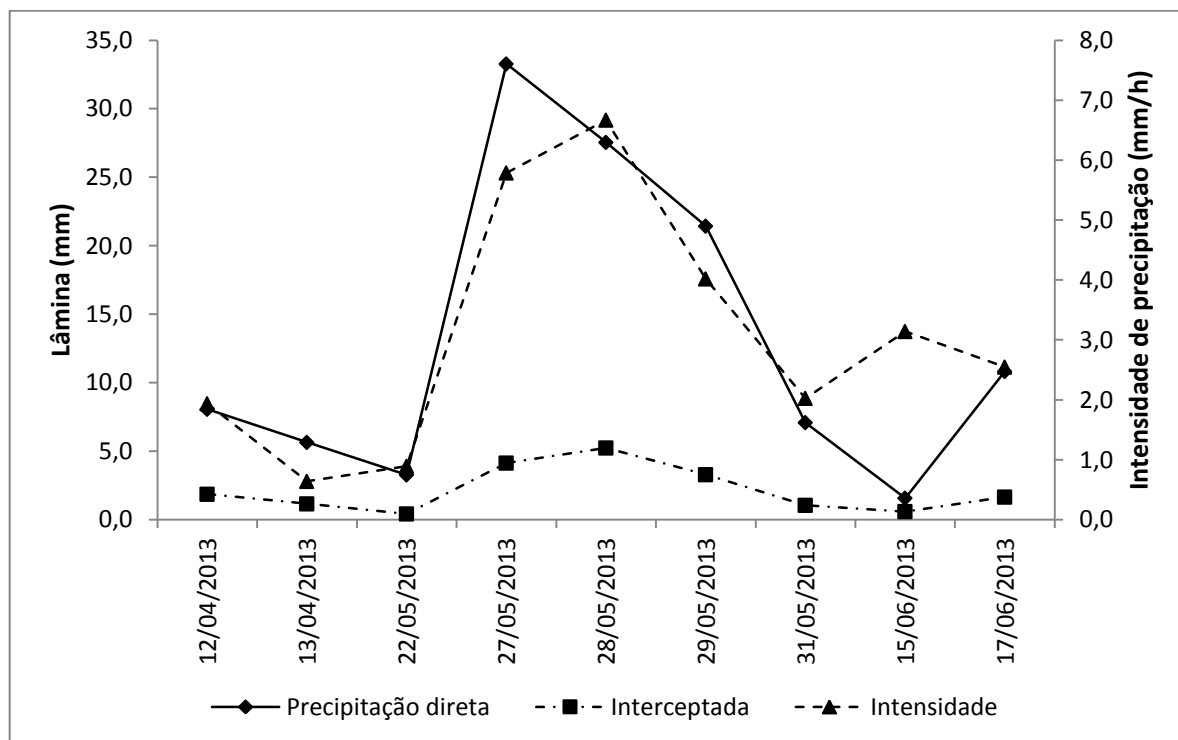


Figura 10 - Variação das lâminas de precipitação direta e interceptada (mm) e intensidade de precipitação direta (mm h^{-1}) durante o período de estudo (Fonte: elaboração própria)

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados e na condição em que o experimento foi conduzido, concluímos que:

- o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) tem baixa capacidade de interceptação em razão de suas características foliares e tronco com baixa rugosidade.

- a intensidade de precipitação influencia de forma direta na capacidade de interceptação, em que precipitações de alta intensidade promoveram uma interceptação na ordem de 12,43%.

- a maior interceptação (37,82%) ocorreu na data de menor precipitação direta, demonstrando que baixas precipitações proporcionam maiores valores de lâmina interceptada.

- o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) apresentou uma capacidade média de interceptação de 16,38% do total relativo à precipitação incidente no período de estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. Q. **Dinâmica hídrica em microbacias cultivadas com eucalipto e pastagem no leste de Minas Gerais**. 2012. 91p. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. 2012.

ALMEIDA, J. R.; SILVA, C. E.; RODRIGUES, M. G. Avaliação dos impactos ambientais do desflorestamento sobre o regime hídrico da região de Petrópolis-RJ. **Engineering Sciences**, v.1, n.1. 2013.

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.

BALBINOT R.; OLIVEIRA N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.4, n.1. 2008.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**. Ciência e Aplicação. 3ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. Cap.5, p.177-242.

CALDATO, S. L.; SCHUMACHER, M. V. O uso de água pelas plantações florestais– uma revisão. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 507-516. 2013.

CALUX, J.; THOMAZ, E. L. Interceptação e precipitação interna: comparação entre floresta ombrófila mista e pinus elliotii var. Elliotti. **Revista Jataí-GO**, n.19. Jul-Dez/2012.

CAVALCANTE, R. B. L. **Planejamento de povoamentos de eucalipto com condicionantes hidrológicos**: um estudo de caso em Eldorado do Sul- RS. 2011. 114p. Tese (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v.29, n.1. Viçosa Jan./Feb. 2005.

FACCO, A. G. **Modelagem do balanço hídrico em microbacia hidrográfica com plantio de eucalipto**. 2008. 107p. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. 2008.

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. **Revista Acta Amazonica**, v. 35, n.1, p.55-62. 2005.

MIRANDA, R. A. C. **A interceptação das chuvas por ecossistemas**. Agronline.com.br. 23 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=336>. Acesso em: 21 de junho de 2013.

OLIVEIRA, L. L.; SOUZA, F. A. S.; COSTA, A. C. L.; COSTA, R. F.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação pela vegetação na floresta nacional de caxiuanã na Amazônia oriental. **Revista Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p.723-732. 2008.

PACHECO, M. V.; MAFRA, M. V. P. Interceptação florestal em fragmento florestal urbano de Manaus. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.2, n.4, p.932 – 942. 2012.

PINTO, L. V. A.; SANTOS, D. A. Interceptação da precipitação por diferentes fragmentos florestais nativos e exóticos. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 1. 21 a 24 nov. 2010. Bauru, SP.

SANTOS, E. S. **Caracterização da interceptação da precipitação e do escoamento superficial em diferentes tipologias vegetais na bacia hidrográfica do rio Salomé – BA**. Tese (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Programa regional de pós-graduação e meio ambiente. Ilhéus – Bahia 2007.

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. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 395-402, dez. 2011.

SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P.; SILVA FILHO, D. F.; COUTO, H. T. Z. Interceptação da chuva por duas espécies arbóreas em áreas verdes urbanas. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 547-555, out./dez. 2010.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**. Ciência e Aplicação. 3ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. Cap.2, p.35-52.

THOMAZ, E. L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava-PR. **Geografia Revista do Departamento de Geociências**, v. 14, n. 1, jan./jun. 2005.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

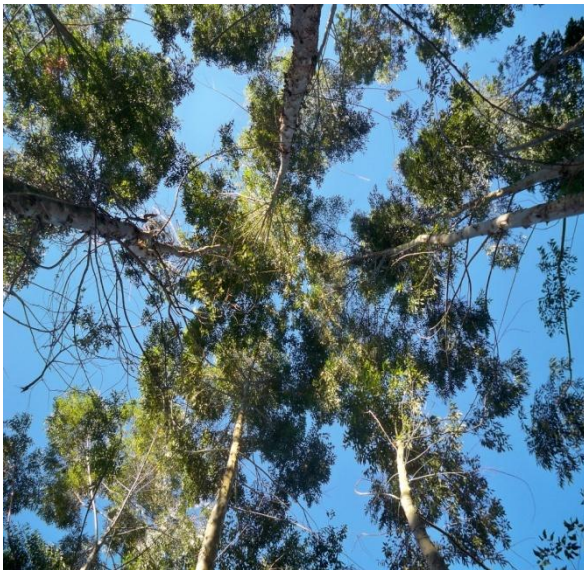
7. APÊNDICE



Vista superior do pluviômetro – PD



Vista superior do pluviômetro – PI



Vista da copa de eucalipto
(*Eucalyptus urophylla*)



Coletor da lâmina escoada pelo tronco



Vista frontal do pluviômetro - PI



Coleta da lâmina escoada pelo tronco



Coleta da lâmina da precipitação direta