



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS/CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**PARTIÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E
BRAQUIÁRIA NO MUNICÍPIO DE JATAÍ (GO)**

Uilton Pereira da Silva Júnior

**JATAÍ-GO
MARÇO/2013**

PARTIÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E BRAQUIÁRIA NO MUNICÍPIO DE JATAÍ (GO)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí/CAJ-UFG - como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.
Área de concentração: Análise Ambiental do Cerrado Brasileiro.

Orientador: Prof. Dr. Hildeu Ferreira da Assunção.

Co-Orientador: Prof. Dr. Iraci Scopel.

JATAÍ-GO
MARÇO/2013

Partições pluviométricas nos cultivos de soja, milho e braquiária no município de Jataí (GO)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia

Área de concentração: Análise Ambiental do Cerrado Brasileiro

Jataí, ____de março de 2013

Banca Examinadora

Prof. Dr. Iraci Scopel ã UFG

Prof. Dr. Carlos Alexandre Gomes Costa - UFG

Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho ã UFG



DEDICATÓRIA

A Jesus Cristo, no qual está toda a vida, sabedoria e conhecimento.

A minha família pelo apoio, ajuda e incentivo.

Aos membros e amigos da Igreja de Deus no Brasil da cidade de Jataí-GO e São João da Paraúna ñGO.

GRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento é para uma pessoa de extrema importância em minha vida. Uma pessoa sempre presente, óo meu socorro bem presenteô em momentos de angustia. Obrigado Jesus! Para mim você é um pai, um amigo, um companheiro. Jamais me esquecerei das noites e noites ao meu lado, dos conselhos e de seu consolo. Obrigado pela tua fidelidade mesmo em meio a minha infidelidade. Obrigado pela tua constância, pelo teu amor e por tua presença.

Meu muito obrigado aos meus pais: Uilton P. S. e Vilma Maria C. S. e aos meus irmãos Weber C. S. e Benaia C. S., peças fundamentais em minha vida. A estrutura familiar que desejo a todos.

Não posso deixar de mencionar e parabenizar os professores Dr. Hildeu Ferreira de Assunção e Dr. Iraci Scopel. O meu agradecimento é pela compreensão, paciência e dedicação para comigo. Admiro muito a educação e humildade de vocês.

Aos professores do curso de agronomia: professor Gomes, Alexandre, Ed Carlos e Edésio, obrigado pela ajuda e contribuição.

À equipe do senhor Mário e Vânia e a todos os funcionários do óbarracãoô. Obrigado pelas ferramentas, pela paciência e por todos os serviços prestados.

Que Deus lhes abençoe.

Este trabalho avalia as partições pluviométricas em três cultivos: soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no sistema de plantio direto, milho (*Zea Mays*) cultivado no sistema de plantio convencional e pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv Comum) cultivada no sistema de plantio direto. O período de estudo foi de outubro de 2011 a junho de 2012. A pesquisa foi conduzida no campo experimental da Universidade Federal de Goiás (UFG), campus Jatobá, no município de Jataí (GO). Foram instalados instrumentos pluviométricos acima de cada cultura, sobre a superfície do solo, a 5 cm de profundidade do solo e a 30 cm de profundidade. Utilizou-se aparelhos pluviométricos manuais e digitais, com 3 repetições. Objetivou-se estimar as partições pluviométricas por meio dos dados fornecidos pelos pluviômetros instalados. Estimou-se a precipitação interceptada pelo dossel (Pf), a precipitação direta (Pd), o escoamento pelo dossel (Ef), a chuva retida pelo dossel (Rf), a água retida na profundidade de até 5 cm do solo (Rs5), a água retida na profundidade de até 30 cm do solo (Rs30), o escoamento superficial (RO) e a precipitação profunda (Pp). Os valores foram estimados em relação à precipitação total (Pt). Concluiu-se que os valores de interceptação e retenção pelo dossel da soja, milho e braquiária foram menores na fase vegetativa, aumentando conforme o desenvolvimento da área foliar dos cultivos. No cultivo do milho, 47% da precipitação foram interceptadas pelo dossel em relação à chuva total. Na soja, 81,8% da chuva foi interceptada pelo dossel antes de atingir o solo, e na braquiária 54,2%. O valor estimado da precipitação retida pelo dossel do milho foi de 28,6%, pelo dossel da soja de 22,7% e pelo dossel da braquiária de 24,7%. Verificou-se que, para os três cultivos, apenas valores de chuvas superiores a 3 mm permitiram registros de escoamento pelo dossel. O milho apresentou 0,7% de precipitação profunda em relação às chuvas totais e 14% de escoamento superficial. Os percentuais de precipitação profunda e escoamento superficial para a soja foram de 7,2% e 3,7% respectivamente. Para a braquiária, foram registrados 24% de precipitação profunda e 2,4% de escoamento superficial. Nos testes de médias realizados nas fases vegetativas da braquiária e do milho, observaram-se diferenças significativas na precipitação retida na profundidade de 30 cm do solo, na precipitação profunda e no escoamento superficial. A braquiária, cultivada no sistema de plantio direto, apresentou maior infiltração de água no solo e menor escoamento superficial em relação ao milho sob plantio convencional. Confirmando, assim, a importância da cobertura vegetal e da manutenção da camada de resíduos orgânicos no solo, para diminuição do escoamento superficial e aumento



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

to a espécie vegetal quanto o sistema de manejo do solo foram importantes para determinar os valores das partições pluviométricas.

Palavras-Chave: Fluxos hídricos, interceptação pluviométrica, escoamento superficial.

The aim of this work is to study the rainfall partitions in three cultures under different soil managements: soya (*Glycine max* (L) Merrill) in no-tillage, corn (*Zea Mays*) in conventional tillage and brachiaria (*brachiaria decumbens* Stapf cv Comum) in no-tillage. The work was conducted from October 2011 to June 2012. This search was carried on in experimental area of the Federal University of Goiás (UFG), campus Jataí, state of Goiás (Brazil). Pluviometers were installed above each culture, on the soil surface, between lines of each culture, in the soil body at 5 cm of soil depth and at 30 cm of soil depth. We used digital and handle pluviometers tools, with 3 (three) repetitions. Aimed calculating the partitions rainfall using datas given by pluviometers installed, based on numbers proposed by Kojac, et al. (2007). Worthed the precipitation intercepted by the canopy (P_f), the direct precipitation (P_d), the flow through the canopy (E_f), retained by the rain canopy (R_f), water saved in the depth of until 5 cm of soil (Rs_5), water saved in the depth until 30 cm of soil (Rs_{30}), runoff (RO) and the precipitation deep (P_p), over the total precipitation (P_t). To conclusion, the numbers of interception and saved by soya, corn and brachiaria canopy were low in negative stage, growing up with the development of foliar areas of farm. In corn culture, approximately 53% of precipitation fall down the soil of target way, in relation to total rain. In soya and brachiaria cases, the most part of rain was intercepted by the canopy before of fall down the soil, with numbers of 81,8% and 54,2% respectively. Understood that, for the three crops, only numbers of rain upper to 3 mm accepted dates of flow through the canopy. Corn presented 0,7% deep precipitation in contrast to total rains and 14% of runoff. The percentage of precipitation and runoff depth for soybeans were 7,2% and 3,7% respectively. To brachiaria was recorded 24% and 2,4% deep precipitation runoff. In tests conducted in the middle stages of vegetative brachiaria and corn, there were significant differences in precipitation retained at a depth of 30 cm soil depth in precipitation and runoff in relation to these crops. In tests conducted in the middle stages of vegetative brachiaria, and corn, there were significant differences in precipitation retained at a depth of 30 cm soil depth in precipitation and runoff. The brachiaria grown in no-till system, showed better water infiltration into the soil and less runoff. Analyzing these dates, it's possible to conclude about importance of maintenance of organic layer in the soil to reduce the runoff and elevating in the percentages of infiltration of soil water. Both the cultivated vegetable species, as the system of land management, were important in determining the values of rainfall partitions.

Keywords: Water flows, rainfall interception, runoff.

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Lavoura de soja e braquiária no campo experimental – UFG – Campus Jataí GO.....	35
Fotografia 2 – Lavoura de milho no campo experimental – UFG – Campus Jataí - GO.....	36
Fotografia 3 – Pluviômetro digital instalado no campo experimental para coletar a precipitação pluviométrica acima dos cultivos.....	36
Fotografia 4 – Pluviômetros digitais instalados sobre a superfície do solo na soja, no milho e na .braquiária.....	37
Fotografia 5 – A - Modelo de instrumentos pluviométricos manuais; B – Seringa para a retirada da água coletada.....	37
Fotografia 6 – Cilindro de metal 30 X 5 cm de altura utilizado para a extração do bloco indeformado de terra	38
Fotografia 7 – A – Cilindro de metal 30 X 30 cm de altura utilizado para a extração do bloco indeformado de terra; B – Cilindro de metal cravado ao solo; C – Extração do cilindro com o bloco de terra com auxílio de um trator; D – Local de onde se retirou o bloco de terra indeformado.....	39
Fotografia 8 – Aparelhos pluviométricos manuais instalados.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 ã Modelo de partições pluviométricas em florestas.....	22
Figura 2 ã Localização da área de estudo. Jataí (GO)	34
Figura 3 ã Exemplificação da localização dos aparelhos pluviométricos instalados.	40
Figura 4 ã Componentes das partições pluviométricas em uma comunidade vegetal.....	42

Gráfico 1 – Médias mensais pluviométricas (mm) dos anos de 1972 a 1991 no Sudoeste Goiano.....	44
Gráfico 2 – Médias mensais pluviométricas (mm) dos anos de 2011 a 2012 em Jataí – GO....	45
Gráfico 3 – Partições pluviométricas (mm) na soja na fase vegetativa: de 1 a 14 dias.....	46
Gráfico 4 – Partições pluviométricas (mm) na soja na fase de floração: dos 14 aos 47 dias....	47
Gráfico 5 – Partições pluviométricas (mm) na soja na fase de frutificação: dos 47 aos 76 dias.....	49
Gráfico 6 – Partições pluviométricas (mm) na soja na fase de maturação: dos 76 aos 94 dias.....	51
Gráfico 7 – Valores totais das partições pluviométricas (mm) na soja: 94 dias.....	52
Gráfico 8 – Relação da cobertura foliar com os valores de retenção pluviométrica (mm) da soja durante todo o período	53
Gráfico 9 – Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase vegetativa: de 1 a 24 dias.....	55
Gráfico 10 – Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase de floração: dos 24 aos 42 dias.....	56
Gráfico 11 – Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase de frutificação: dos 42 aos 56 dias.....	57
Gráfico 12 – Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase de maturação: dos 56 aos 89 dias.....	58
Gráfico 13 – Valores totais das partições pluviométricas (mm) na braquiária: 89 dias.....	59
Gráfico 14 – Relação entre a cobertura foliar com os valores de retenção pluviométrica (mm) da braquiária durante todo o período.....	60
Gráfico 15 – Partições pluviométricas (mm) no milho na fase vegetativa: de 1 a 30 dias.....	61
Gráfico 16 – Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de floração: dos 30 aos 46 dias.....	62
Gráfico 17 – Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de frutificação: dos 46 aos 77 dias.....	63
Gráfico 18 – Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de maturação: dos 77 aos 106 dias.....	64
Gráfico 19 – Valores totais das partições pluviométricas (mm) no milho: 106 dias.....	66

liar com os valores de retenção pluviométrica (mm) do milho durante todo o período.....	67
Gráfico 21 ã Precipitação interceptada pelo dossel e precipitação direta (mm) na braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	68
Gráfico 22 ã Escoamento e retenção pelo dossel (mm) na braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	70
Gráfico 23 ã Chuva retida até 5 e 30 cm de profundidade e escoamento superficial (mm) nas fases vegetativas da braquiária e do milho.....	71
Gráfico 24-Precipitação profunda (mm) nas fases vegetativas da braquiária e do milho.....	73

ISTA DE TABELAS

Tabela 1 ã Teste de médias (F teste) da precipitação no dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas.....	69
Tabela 2 ã Teste de médias (F teste) da precipitação direta na braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	69
Tabela 3 ã Teste de médias (F teste) do escoamento pelo dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas.....	69
Tabela 4 ã Teste de médias (F teste) da precipitação retida pelo dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas.....	70
Tabela 5 ã Teste de médias (F teste) da precipitação retida no solo na profundidade de até 5 cm da braquiária e do milho nas fases vegetativas.....	71
Tabela 6 ã Teste de médias (F teste) da precipitação retida no solo na profundidade de até 30 cm da braquiária e do milho nas fases vegetativas.....	72
Tabela 7 ã Teste de médias (F teste) do escoamento superficial na braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	72
Tabela 8 ã Teste de médias (F teste) da precipitação profunda na braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	73

A ã Área de captação do pluviômetro

CA ã Capacidade de armazenamento de água no solo

Ef ã Escoamento pelo dossel

Fc ã Capacidade de infiltração

Fcob ã Fator de cobertura foliar

H ã Altura da chuva

I ã Interceptação

IAF ã Índice de área foliar

IBGE ã Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INRA ã Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica

INEAA - Instituto Nacional de Engenharia Arquitetura e Agronomia

INMET ã Instituto Nacional de Meteorologia

MHz ã Mega-hertz

Pd ã Precipitação direta

Pf ã Precipitação no dossel

Pi ã Precipitação interna

Pt ã Precipitação total

Pp ã Precipitação profunda

PVC ã Policloreto de polivínila

Rf ã Retenção pelo dossel

RO ã Escoamento superficial

Rs5 ã Retenção na profundidade de 5 cm do solo

Rs30 ã Retenção na profundidade de 30 cm do solo

Rt ã Retenção total de água retida no solo

V ã Volume

W ã Oeste

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Avaliação das chuvas.....	18
2.2 Redistribuição hídrica.....	18
2.3 Partições pluviométricas.....	19
2.4 Partições pluviométricas em cobertura florestal.....	21
2.5 Partições pluviométricas em culturas.....	24
2.6 Algumas características do plantio direto e do plantio convencional importantes para as partições pluviométricas.....	28
2.7 Interferência dos solos nas partições pluviométricas.....	28
2.7.1 Algumas características do solo relacionadas às partições pluviométricas.....	29
2.7.2 Água no solo, como um dos elementos das partições pluviométricas.....	29
2.7.3 Infiltração da água em solos vegetados.....	29
2.8 Água subterrânea: abastecimento, reserva e uso em relação às partições pluviométricas..	30
2.9 Algumas considerações sobre a cultura da soja (<i>Glycine max (L) Merrill</i>), importantes nos estudos das partições pluviométricas.....	31
2.9.1 Desenvolvimento da soja e alguns fatores climáticos envolvidos.....	31
2.10 Aspectos da cultura do milho (<i>Zea Mays</i>) e que influencia as partições pluviométricas.	32
2.10.1 Desenvolvimento do milho e fatores climáticos envolvidos.....	32
2.11 Algumas características da pastagem de braquiária (<i>Brachiaria decumbens Stapf cv Comum</i>) condicionantes das partições pluviométricas.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Caracterização do local de estudo.....	34
3.2 Procedimentos.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Partições pluviométricas na soja, no sistema de plantio direto.....	44
4.2 Partições pluviométricas na braquiária, no sistema de plantio direto.....	54
4.3 Partições pluviométricas no milho, no sistema de plantio convencional.....	61
4.4 Comparação das partições pluviométricas na braquiária e no milho na fase vegetativa....	67
4.4.1 Precipitação interceptada pelo dossel e precipitação direta na fase vegetativa da braquiária e do milho.....	68

la pelo dossel na fase vegetativa da braquiária e do milho.....	
4.4.3 Água retida na profundidade de até 5 e 30 cm do solo e escoamento superfi braquiária e no milho nas fases vegetativas.....	70
4.4.4 Precipitação profunda na fase vegetativa da braquiária e do milho.....	73
5 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	78

A expansão e substituição das florestas por áreas de lavouras e pastagens são registrados desde o período colonial no Brasil. A partir de 1970, com o crescimento da fronteira agrícola na região Centro-Oeste, mas precisamente no Sudoeste Goiano, expandiu-se ainda mais as áreas de lavouras, antes, sob cerrado. A substituição das florestas por áreas agrícolas podem causar alterações nas características do solo, riscos de erosão, causados pelo impacto das chuvas e transporte do solo. A drenagem também pode sofrer alterações, diminuindo o abastecimento de água do lençol freático.

A terra é o principal fator necessário para a agricultura e merece muita atenção e um tratamento adequado. Uma das práticas que contribui para a conservação do solo é o sistema de plantio direto. O sistema proporciona benefícios ao meio ambiente, diminuindo a erosão e a degradação das condições físicas do solo, o plantio direto é realizado sobre a palha da cultura anterior, minimiza os riscos de erosão como proporciona uma melhor drenagem de água no solo.

Os estudos relacionados ao efeito das chuvas sobre o solo em diferentes tipos e usos foram primeiramente realizados a partir do ano de 1930 por Horton (1933), enfocando a cobertura florestal. O objetivo era obter informações sobre o fluxo hidrológico e o escoamento superficial. A partir de 1970, iniciaram-se os estudos em lavouras, sendo que atualmente ainda são poucas as pesquisas realizadas em cultivos.

O estudo e a quantificação das partições pluviométricas permitem obter dados relacionados ao fluxo e distribuição da água pela vegetação. Para a produção agrícola, o estudo das partições possui grande relevância, pois, através da quantificação da água retida pelo solo, obtêm-se dados do fluxo da precipitação que contribui com o abastecimento do sistema solo-planta, da parcela que escorre superficialmente e da parcela que alcança o lençol freático, proporcionando ao agricultor, significativa economia nos gastos relacionados à irrigação.

No Brasil, em específico no estado de Goiás, ainda são poucos os trabalhos relacionados às partições pluviométricas em cultivos agrícolas. Assim, o presente trabalho objetivou-se, registrar e estimar as partições pluviométricas pelos cultivos da soja (*Glycine max (L) Merr*), do milho (*Zea mays*) e da braquiária (*Brachiaria decumbens*) no município de Jataí - GO, proporcionando informações referentes à uma boa utilização das áreas ocupadas por essas lavouras, com a finalidade de fornecer dados que possam identificar a distribuição das chuvas, por parte desses cultivos, a saber: a água interceptada, retida e escoada pelo

solo, o escoamento superficial e a precipitação profunda, bem como sua contribuição para a proteção do solo e diminuição do escoamento superficial.

A pesquisa também é relevante dada à condição do município de Jataí - GO, considerado o maior produtor de grãos em Goiás e o quinto do Brasil, tendo destaque ainda a exploração agropecuária (IBGE, 2012).

De forma resumida, pretende-se através da pesquisa: estudar as partições pluviométricas na soja, no milho e na braquiária, e especificamente:

- Coletar a precipitação pluviométrica nas diferentes fases de desenvolvimento da soja (*Glycine max (L) Merr*), do milho (*Zea mays*) e da braquiária (*Brachiaria decumbens*) por meio de instrumentos pluviométricos instalados;
- Relacionar o fator de cobertura do solo pelas plantas com a precipitação retida pelo dossel;
- Utilizar os dados coletados pelos instrumentos pluviométricos para registrar e estimar; a precipitação no dossel (Pf), a precipitação direta (Pd), a retenção pelo dossel (Rf), o escoamento pelo dossel (Ef), a retenção no solo até 5 e até 30 cm de profundidade (Rs5 e Rs30), a precipitação profunda (Pp) e o escoamento superficial (RO), demonstrando a interferência da soja, do milho e da braquiária na interceptação, nos fluxos e distribuição da chuva.

Este trabalho inicia-se com a revisão bibliográfica evidenciando a importância dos estudos relacionados ao tema. Em seguida o trabalho apresenta os materiais e métodos para a realização do mesmo. Por fim discutem-se os resultados e discussão do trabalho.

2.1 Avaliação das chuvas

A chuva tem sido avaliada através de dados coletados por pluviômetros ou pluviógrafos que fornecem dados de quantidade e intensidade da precipitação. Algumas análises de índices de precipitação pluviométrica mais comumente usadas são: verificação da homogeneidade dos dados, a análise do cálculo da precipitação média em uma área e análises pontuais e específicas (LIMA, 2008).

Neste trabalho, utilizaram-se análises pontuais, resultantes das tabulações dos dados obtidos através dos instrumentos medidores por leituras diretas, utilizando pluviômetros digitais e manuais.

O monitoramento mais comum das chuvas, conforme Lima (2008) consiste na instalação de recipientes com abertura cilíndrica ã pluviômetros - no qual a quantidade de chuvas em milímetros é calculada dependendo da área de abertura do pluviômetro. O monitoramento da precipitação pluviométrica é um procedimento simples, mas deve-se ter cuidado. Alguns fatores ambientais podem conduzir a erros na medição de chuva;

- Evaporação: esta leva a perder parte da precipitação coletada no instrumento pluviométrico, por isso, recomenda-se coletar os dados diariamente e pela manhã.
- Velocidade do vento: um dos principais elementos causadores de erro, podendo conduzir a erros de até 80%, por isso, é aconselhado o uso de repetições de aparelhos pluviométricos.
- Direção do vento.

2.2 Redistribuição hídrica

A água precipitada percorre vários caminhos; parte é interceptada e retida pela vegetação, parte escorre pela superfície do solo, parte infiltra no solo e parte chega até os rios e oceanos. A precipitação pluviométrica que não é retida pela vegetação continua a infiltrar no solo, chegando à circulação subterrânea, contribuindo para a recarga do lençol freático e do aquífero.

Garcez e Alvarez (1988) definem os caminhos percorridos pela água na seguinte ordem:

- Precipitação atmosférica: seja em forma de chuva, neve, orvalho ou granizo.

gua que infiltra no solo e em rochas pelos poros, fissuras

e fraturas.

- Escoamentos superficiais: através de torrentes, rios, lagos e superfície do solo.
- Evaporação: através da superfície do solo, rios, lagos, oceanos e dossel da vegetação.
- Evapotranspiração: através da evaporação e transpiração de animais e vegetais.

2.3 Partições pluviométricas

A superfície das plantas é um dos primeiros obstáculos que a precipitação encontra, amortecendo o impacto das gotas sobre o solo, e diminuindo os riscos de erosão.

As partições pluviométricas são definidas como a repartição que ocorre com a água precipitada ao contato com a vegetação. Ao ser interceptada pela vegetação, parte da chuva é retida pelo dossel, parte escorre pela planta até a superfície do solo, parte infiltra no solo e parte escorre superficialmente (CROUSE et al., 1958; ANDERSON et al., 1976).

Segundo Helvey e Patric (1966), parte da água infiltrada no solo abastece a zona radicular das plantas e parte abastece o lençol freático, parcela esta denominada de precipitação terminal ou profunda.

A interceptação pluviométrica é definida como a água interceptada pelo dossel da vegetação. Alguns fatores reduzem a capacidade de interceptação pluviométrica pelo dossel, como a intensidade da precipitação, sua duração, volume, características da vegetação e condições climáticas como ventos fortes (BRAGA et al., 2004; COLLISCHONN e TASSÍ, 2008).

A chuva interceptada pelo dossel tem reduzida a velocidade das suas gotas, diminuindo o escoamento superficial, a erosão e melhorando o processo de infiltração, favorecendo o abastecimento do sistema solo, planta e lençol freático. O impacto direto das gotas sobre o solo, desagrega seus elementos constituintes, ocasionando o rápido escoamento superficial e a erosão (SILVA et al., 2006; INEAA, 2009).

A água é o agente responsável pelo escoamento superficial e pelo processo de erosão, como pode ser verificado em muitas pesquisas a exemplo do que foi constatado por estudos de Renschler et al. (1999) e Mannaerts e Gabriels (2000).

Parte da chuva interceptada pela planta é retida pelo seu dossel, até atingir sua capacidade máxima de armazenamento de água. Com a saturação foliar, a água começa a escorrer pelo dossel, passando pelos ramos e galhos até chegar ao solo, cujo processo é

aule, tronco ou dossel (GARCEZ e ALVAREZ 1988; BALBINOT et al., 2008).

Dastane (1974) menciona Hayes e Buell (1955) como os primeiros a usarem o termo precipitação efetiva. Esta é definida como, a precipitação total, menos a água retida pelo dossel.

Ainda Dastane (1974), Lima (1975) e Arcova et al. (2003) definem precipitação efetiva como a soma da precipitação que chega ao solo, seja direta ou escoando pelo dossel. A precipitação que chega ao solo é também distribuída, infiltrando parte no solo e escoando parte superficialmente.

A precipitação efetiva é a parcela de chuva que contribui com a água disponível para o solo e para a planta. Sua quantificação é de grande utilidade, levando o irrigante a alcançar significativa economia na condução da irrigação. No Brasil, a maior parte dos projetos de irrigação é projetada para suprir todas as necessidades hídricas da planta - sistema para irrigação total - não levando em consideração a contribuição da própria chuva. No entanto, é indicado contabilizar a chuva efetiva como a parcela da precipitação disponível às plantas e como uma importante fonte de conhecimento para estudos relacionados a processos de retenção, infiltração e precipitação profunda de água no solo (SAMPAIO et al., 2000; OLIVEIRA JR e DIAS, 2005).

O escoamento superficial corresponde à parcela de água precipitada que se desloca livremente pela superfície do solo, obedecendo ao maior declive do terreno (GARCEZ e ALVAREZ, 1988; SOARES, 2008).

O escoamento superficial é definido, por Villela e Matos (1975), como o excesso de água que se desloca pela superfície do solo após um período de chuva intensa. Soares (2008), do mesmo modo, definiu escoamento superficial como a parte da água precipitada que se desloca pela superfície do solo até o canal fluvial.

Costa e Lança (2001) acrescentam que o escoamento superficial é um elemento influenciado por alguns fatores como a intensidade da precipitação, o uso do solo, sua permeabilidade e o desmatamento.

Garcez e Alvares (1988) asseguram que os estudos relacionados ao escoamento superficial são relevantes para o conhecimento do processo de erosão e conservação do solo, sendo de interesse à agricultura.

O estudo das partições pluviométricas em coberturas florestais é realizado com a intenção de apontar a interferência das florestas no processo de infiltração, vazão dos rios, proteção do solo e importância para o ciclo hidrológico.

A quantidade da interceptação em áreas florestais depende de fatores, como: as características da área foliar, da espécie, tipo e densidade, podendo ocorrer perdas de água entre 10% e 50% (RUTTER, 1975 apud MIRANDA et al., 2004). Guerra e Cunha (2009) afirmam que no processo de interceptação foliar há ocorrência de variabilidades, devido às características da vegetação - tipo, forma e densidade - e à intensidade das chuvas.

Segundo Balbinot et al. (2008), a interceptação pela cobertura florestal influencia a redistribuição da água da chuva através de suas copas, amortecendo e direcionando as gotas até ao solo, favorecendo o processo de infiltração.

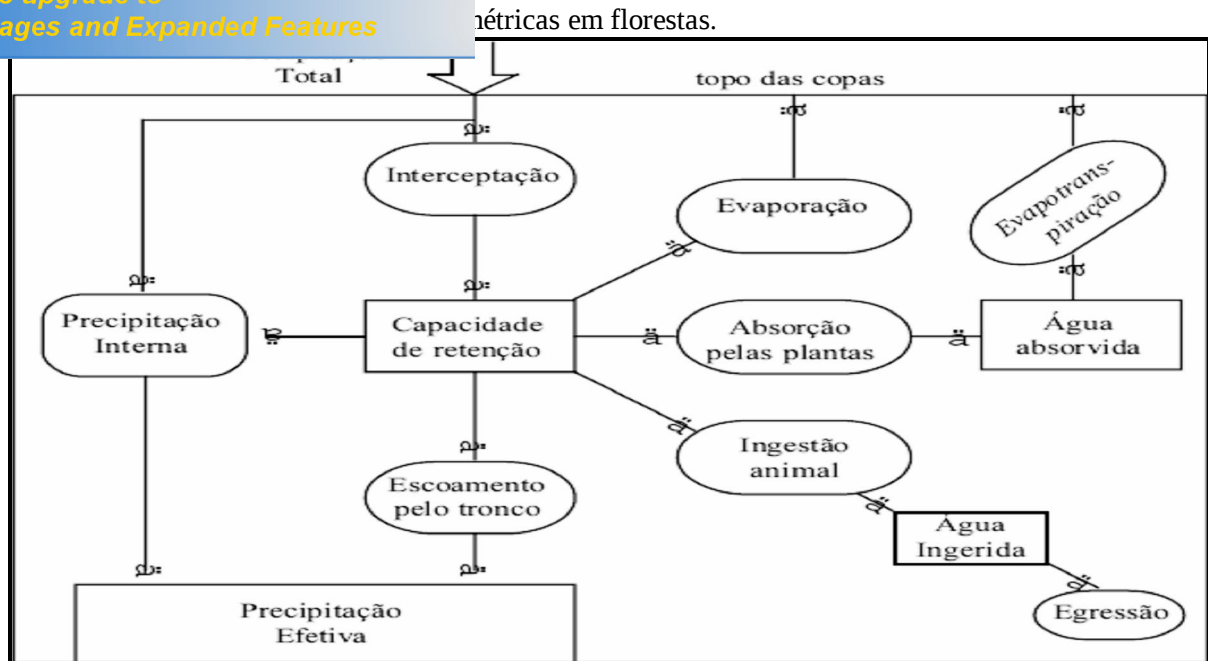
O termo infiltração foi definido por Anderson, et al. (1976), como a taxa de água que infiltra na superfície do solo. As taxas de infiltração favorecem o abastecimento dos rios e contribuem para um maior índice de vazão (OLIVEIRA JR e DIAS, 2005).

A água retida na floresta é liberada lentamente, mantendo um equilíbrio no abastecimento de água para os rios e riachos. Esta função que a floresta possui de equilibrar o abastecimento de água oferece grandes benefícios para a agricultura, para a indústria e também para o abastecimento residencial nos grandes centros urbanos por manter o nível das represas de abastecimento (SCHUMACHER e HOPPE, 1998 p.30).

Garcez e Alvarez (1988) possuem opinião contrária e afirmam que as florestas beneficiam nas vazões dos cursos de água, mas não beneficiam no aumento do valor médio das vazões, podendo, em climas secos, diminuir o volume de água dos rios em razão do aumento da evaporação.

Lima (2008), afirma que o efeito da floresta sobre as chuvas é insignificante, asseverando que o desmatamento de uma porção de florestas em uma área continental, não afeta os processos atmosféricos de condensação do vapor, ou seja, não influencia de forma negativa a formação de chuvas.

Na figura 1, o modelo ilustrado exemplifica a redistribuição das chuvas em uma floresta.



Fonte: Lima (2008).

De acordo com Schumacher e Hoppe (1998), os formatos das copas das árvores de uma floresta interferem na distribuição da chuva até ao solo, classificando, neste sentido, os ramos das árvores em dois tipos: em forma de funil e em forma de guarda-chuva.

- Em forma de funil: são árvores com galhos na forma de funil, concentrando a água precipitada para o tronco, ocasionando o escoamento até ao solo, o que resulta no acúmulo de água próximo ao pé da árvore.
- Em forma de guarda-chuva: as árvores com galhos em forma decaída ou pendida dos troncos para as laterais concentram a água da chuva até as extremidades dos ramos, o que resulta no acúmulo de água na linha de projeção da copa da árvore.

Pesquisas realizadas por Arcova et al. (2003), em uma bacia experimental na Mata Atlântica, demonstraram que os menores níveis percentuais de retenção foliar pela copa das árvores ocorreram em períodos chuvosos, chegando ao solo da floresta, 85% das chuvas. Durante a estação menos chuvosa, houve aumento no percentual de retenção, com 72% das chuvas incidentes atingindo o solo. Já nos períodos de pouca chuva, quase metade da precipitação foi retida, alcançando o solo florestal 53,7%.

Fontana (2007) estudou as partições pluviométricas em florestas tropicais, obtendo os seguintes resultados: retenção pelo dossel das árvores entre 4 e 24% e escoamento pelo dossel entre 1 e 2%.

Santos (2007) realizou comparações entre a água retida e a escorrida pelo dossel e o escoamento superficial em floresta secundária e cacau-cabruca (*Theobroma cacao*). O cacau-

retenção de água pelo dossel, similar à floresta secundária, respectivamente, 72,7 mm e 70,5 mm de uma precipitação total de 578,6 mm. O escoamento de água pelo dossel foi maior no cacau-cabruca, do que na floresta secundária, sendo 0,1% para a floresta e 0,3% para o cacau-cabruca. Quanto ao controle do escoamento superficial, o sistema cacau-cabruca apresentou eficiência similar à floresta secundária, com escoamento de 1,1%, enquanto que na floresta de 1,5%.

Onozawa et al. (2009), pesquisaram a interceptação pluviométrica e o escoamento pelo dossel em florestas de Bambu Mossô (*Phyllostachys pubescens*), no Japão. Os resultados anuais foram: 2.105 mm de precipitação pluviométrica total; 1.556 mm de interceptação pelo bambu mossô e 322 mm de escoamento pelo dossel. Os autores sugeriram que os valores relativamente altos de escoamento pelo dossel ocorreram devido à morfologia da planta, possuindo linhas retas e caule liso.

Jackson (2000) quantificou a chuva retida por um sistema agro-florestal no semi-árido do Quênia. A pesquisa foi realizada em dois tratamentos; um consórcio árvore com milho e apenas árvores. As medições mostraram que a retenção pelo dossel foi ligeiramente superior nas árvores sem milho - 10,2% -, do que no tratamento consorciado - 9,8%.

Pesquisa realizada por Vallejo (1982) demonstrou variabilidade no escoamento pelo dossel em diferentes pontos da floresta da Tijuca (RJ). Segundo o autor, isso se deveu ao adensamento da vegetação, sua composição e fisionomia, ou seja, maior demanda de água por alguma espécie vegetal, armazenando água no interior de sua folhagem e, em seguida, ao transbordar, influenciando na maior concentração de água em alguns pontos do solo florestal.

Lima e Nicolielo (1983) realizaram estudos comparativos entre duas espécies de pinheiros tropicais (pinheiro *oocarpa* e pinheiro *caribaea hondurensi*) e vegetação natural de cerrado. Foram feitas análises de precipitação total e precipitação direta. Os dados médios anuais foram de 1300 mm de chuva, com valores médios anuais de retenção pelo dossel de 237 mm para o cerrado, 106 mm para o pinheiro *oocarpa* e 103 mm para o pinheiro *caribaea hondurensis*. Os resultados finais concluíram que a substituição da vegetação de cerrado por pinheiros, diminuiu a interceptação em até 130 mm anuais, aumentando o percentual de água que atinge diretamente o solo.

Estudos realizados por Vallejo (1982) mostraram a influência da serrapilheira na distribuição da chuva em solos florestais. Foi comprovada a importância da camada orgânica para a infiltração de água no solo e proteção contra os impactos causados pelas gotas da chuva.

partições pluviométricas em um cerrado de encosta em dois períodos distintos: no verão de 2009 e 2010 e verão de 2010 e 2011. A precipitação no verão de 2009 e 2010 foi de 464,5 mm. O percentual de água retido pelo dossel da floresta foi de 27,6%; a soma da precipitação direta com a escoada pelo dossel foi de 71,8% e a precipitação profunda, de 23%. A precipitação, correspondente ao período de verão de 2010, foi de 775,8 mm. O percentual de retenção pelo dossel foi de 27,1%, a soma da precipitação direta e escoada pelo dossel foi de 72,8% e a precipitação profunda, de 22,6%. Os valores totais para os dois períodos observados foram de: 1240,3 mm, com 366,6 mm de água retida pelo dossel do cerrado e de 1086,9 mm de precipitação direta e escoada pelo dossel e 347,9 mm de precipitação profunda.

2.5 Partições pluviométricas em culturas

Qualquer sistema agrícola depende de elementos climáticos para funcionar adequadamente. Dentre eles citam-se: a radiação solar, a temperatura e a precipitação pluviométrica. Esses parâmetros influenciam o desenvolvimento da lavoura e a escala de produção, levando em conta que todas as culturas possuem limites climáticos para sua produtividade.

A água desempenha um importante papel no crescimento das plantas, pois é o principal constituinte do tecido fisiológico vegetal e um elemento reagente na fotossíntese (AYOADE, 1986). Segundo o mesmo autor, o fornecimento de água para o solo e planta pode variar, dependendo da intensidade da precipitação e características da cultura.

São poucos os estudos voltados para as partições pluviométricas em culturas anuais ou perenes, tendo destaque algumas pesquisas:

Li, et al. (1997) avaliaram a interceptação e retenção pelo dossel nas culturas de uva (*Vitis sp*), laranja espécie hamlin (*Citrus sinensis (l.) osbeck*) e laranja espécie temple (*Citrus temple hort*). A interceptação pelo dossel da uva foi de 92,7 mm, pelo dossel da laranja hamlin de 89,5 mm e pelo dossel da laranja temple de 90,2 mm. Comparando as três culturas, ao nível de 5% de probabilidade a uva obteve maiores valores de interceptação pelo dossel. Já para as espécies de laranja hamlin e temple não foram detectadas diferenças significativas. O valor da chuva retida pelo dossel da uva foi de 6,3 mm, pelo dossel da laranja hamlin de 5,8 mm e pelo dossel da laranja temple de 9,3 mm. A laranja da espécie temple apresentou maiores valores ao nível de 5% de probabilidade de retenção pelo dossel em relação à uva e à laranja hamlin.

avaliada a infiltração de água no solo e a retenção pelo dossel em pastagem de *Pennisetum clandestinum* Hochst. Chiov ex. A infiltração da água no solo oscilou entre 79 e 91% em precipitações de 50 a 80 mm. Em precipitações de baixa intensidade, 2,5 a 5 mm, a infiltração foi de 7 e 36%. Para uma precipitação de menor quantidade - 2,5 mm - a porcentagem de retenção de água pelo dossel foi de 70,7%. Por outro lado, para uma precipitação mais elevada - 80 mm - o percentual de retenção foi menor, 3,7%, na espécie estudada (ATAROFF e NARANJO, 2008).

Wigner, et al. (1995) estudaram na França a retenção pelo dossel de trigo (*Triticum vulgare*), contabilizando 33% de retenção de um total de 114 mm de chuva.

A quantidade de água interceptada e retida pelo dossel é extremamente variável, dependendo da estrutura vegetal de cada cultura, como pode ser visto nos trabalhos de Miranda e Butler (1986), Rao (1987) e Luchiari, (1989).

Pesquisas realizadas na Inglaterra, demonstraram as condições hidrológicas em solos cobertos com resíduos orgânicos; com palhada de trigo e com palhada de milho. Em solos cobertos com palhada de milho e trigo, registrou o aumento de infiltração de água entre 56 e 80%. A parcela de água retida pela cobertura morta foi entre 23 e 50%. De modo geral, constatou-se que a cobertura morta contribuiu para a retenção de água no solo e infiltração (COOK et al., 2005).

De acordo com Cook et al. (2005), a aplicação de resíduos orgânicos ã palhada e estrume - em culturas agrícolas, beneficia a relação solo e planta; melhorando as condições físicas do solo, favorecendo a retenção de água, a absorção pela planta e uma maior produção pela cultura. Em regiões com baixos índices de precipitação, torna-se de fundamental importância buscar meios de conservar a água, que é disponível para a planta, estabelecendo condições para o manejo do solo e da cultura, lembrando que a cobertura com resíduos orgânicos pode reduzir o volume de água que escoar sobre a superfície do solo.

No Brasil, encontram-se algumas pesquisas relacionadas as partições pluviométricas em cultivos. Luchiari (1989) estudou a repartição de chuvas num pomar de citros da variedade valência (*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck). Os resultados obtidos foram: 3.072,5 mm de precipitação total; 2.412 mm de precipitação direta e 125,1 mm de escoamento pelo dossel. Em termos percentuais, a precipitação direta foi de 78,5%, o escoamento pelo dossel foi de 4,1%, a precipitação retida pelo dossel, de 17,3% e, a precipitação infiltrada no solo, de 82,6%. Observou-se que a repartição de chuvas em culturas perenes, como nos citros, pode ser aleatória, devido às condições naturais, como, intensidade das chuvas, velocidade e direção dos ventos.

trabalhos em povoamento de seringueira (*Hevea brasiliensis*). O objetivo da pesquisa foi de avaliar, através de valores, a precipitação total, a precipitação direta e o escoamento pelo dossel do seringal. Os valores anuais das partições pluviométricas sobre o povoamento de seringal foram: 1053,6 mm de precipitação total, 699,4 mm de precipitação direta (66,4%) e 92,3 mm de escoamento pelo dossel em relação à precipitação interceptada (26%). Observou-se que a maior média de precipitação interceptada e retida pelo dossel ocorreu no período em que as seringueiras estavam com maior número de brotos e folhas novas. Os valores da chuva retida pelo dossel não foram apresentados.

Lima (1976) estudou a interceptação da chuva em eucaliptos (*Eucalyptus robusta*) e pinheiros (*Araucária angustifolia*). Foram medidas 64 chuvas isoladas, com variações pluviométricas entre 0,8 mm e 65 mm. No povoamento de pinheiros foi registrado valores de precipitação direta maiores do que nos eucaliptos, ou seja, o solo das araucárias receberam uma quantidade de água 6% maior do que o solo sob eucalipto. Os valores de escoamento pelo tronco foram maiores nos eucaliptos, devido à maior rugosidade da casca dos pinheiros. Para chuvas de até 2,5 mm não ocorreu escoamento pelo tronco em nenhum dos povoamentos. A precipitação direta ocorreu em ambas as vegetações, mesmo em situações com baixos valores de precipitação total. Portanto, dos 1.400 mm de precipitação total, 170 mm foram de retenção pela dossel dos pinheiros e 92 mm de retenção pelo dossel de eucaliptos.

Castilho (2000) estudou a retenção pluviométrica pelo dossel da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). O valor correspondente à precipitação total foi de 778,9 mm, ficando retido pelo dossel, 239,5 mm, correspondendo a 30,7% da chuva. Também, foram realizadas análises na cana-de-açúcar em 29 amostras com diferentes índices de área foliar. Os resultados comprovaram que as maiores médias de retenção pelo dossel, ocorreram em amostras com maiores índices de área foliar.

Teixeira, et al. (2012) também quantificaram a precipitação interceptada pelo dossel da cana-de-açúcar em diferentes índices de área foliar. A interceptação média encontrada para os índices de área foliar, de 1,6, 2,6 e 3,5, foram de 14,4%, 27,6% e 31,7%, respectivamente.

Miranda et al. (2004) estudaram a quantidade de água retida pelo dossel de cafezais (*Coffea arabica* L.) adensados. Os valores totais da precipitação pluviométrica foram de 1059 mm. Em média, 81% da precipitação chegaram ao solo, ficando 19% da chuva retida pelo dossel dos cafezais.

Base et al. (2012) realizaram comparações entre a precipitação interceptada pelo dossel da soja e pelo dossel de florestas no sul da Amazônia. O dossel florestal interceptou 91,6% da precipitação, enquanto que o dossel da soja, 46,2%.

a capacidade de armazenamento de água em resíduos de milho, milheto e soja sobre o solo. Os resíduos de milho e milheto apresentaram maior capacidade de armazenamento de água em relação aos resíduos da soja; com 3,26 mm de água armazenada pelos resíduos do milheto, 3,24 mm pelos resíduos do milho e 2,62 mm pelos resíduos da soja. A explicação dada, foi a de que o milho e milheto, possuem uma estrutura porosa, enquanto a soja apresenta um material fino e fibroso. Neste experimento contabilizou-se 843,5 mm de precipitação total, sendo perdidos 45,5 mm pelo processo de escoamento superficial no sistema de plantio direto, corroborando, assim, com estudos de Cook et al. (2005), os quais afirmam que as áreas cultivadas e cobertas com resíduos, possuem melhores condições hidrológicas, aumentando o percentual de infiltração e diminuindo os riscos de escoamento superficial e de erosão.

Alves, et al. (2001) quantificaram a retenção e o escoamento pelo dossel do milho em pequenas chuvas. Para precipitação de 3 mm, encontraram valores de 6% de retenção pelo dossel e 7% de escoamento pelo dossel, para um índice de área foliar do milho de 3,2. Para o IAF de 4,3, os valores de retenção e escoamento pelo dossel foram de 7,2% e 12,2%, respectivamente.

Alves Júnior et al (2010) estudaram pequenos valores de chuvas em uma lavoura de feijão (*Phaseolus vulgaris*), contabilizando a retenção de água pelo dossel deste. A cada 8,1 mm de chuva, 0,2 mm foram retidos pelo dossel da cultura, para um índice de área foliar de 2,5.

Silva et al. (2006) examinaram o escoamento pelo dossel da soja em pequenas chuvas de 1,5 mm, tendo como resultado o valor de 0,1 mm de escoamento pelo dossel.

Silva et al (1994) pesquisaram a retenção pluviométrica pelo dossel do milho em precipitações totais de 941,2 mm, contabilizando 243,2 mm de retenção, correspondendo a 25,8% do total.

Fontana (2007) avaliou a retenção de água pelo dossel do feijão, observando que na fase inicial da cultura, a maior parte da chuva atingiu o solo de forma direta. Com o desenvolvimento do índice de área foliar, foi observado um aumento da chuva interceptada e retida pelo dossel do cultivo.

plântio direto e do plântio convencional importantes para as
partições pluviométricas

O sistema de plântio direto tem como característica a mobilização mínima da terra para o plântio e a permanência de uma camada vegetal morta na superfície do solo, servindo de cobertura para este. A cobertura vegetal no solo atenua o impacto das gotas de chuva, reduz a velocidade da água no solo, beneficia a infiltração e diminui a quantidade de água que escoar na superfície do solo; deduz-se que, em áreas cultivadas com o sistema de plântio direto, há um maior volume de água armazenada no solo. Alguns pesquisadores, adeptos do plântio direto, sugerem que este deveria ser o único sistema utilizado para o plântio (FONTANA, 2007).

O sistema de plântio convencional é executado em duas etapas: primeiro é realizado a mobilização inicial do solo, em maior profundidade. Este processo visa incorporar calcário, combater as plantas daninhas e misturar no solo os restos culturais existentes, objetivando facilitar o crescimento das raízes e a infiltração da água. A segunda etapa é realizada com grade, com uma ou mais passagens, desagregando e nivelando o terreno (ALVES SOBRINHO et al., 2003).

Tucci e Clarke (1997) fizeram comparações do escoamento superficial anual no sistema de plântio direto e no sistema de plântio convencional. A média de escoamento superficial no sistema de plântio direto foi de 4,8 mm, enquanto que no sistema convencional, registrou-se uma média anual de 16 mm.

Sobrinho et al. (2003) estudaram a infiltração da água sob diferentes sistemas de manejo; o sistema de plântio direto apresentou valores de taxa de infiltração de água no solo superiores ao sistema de plântio convencional.

Teixeira e Misra (1997) afirmam que os resíduos orgânicos no solo servem como um obstáculo, amortecendo o impacto das chuvas, reduzindo sua velocidade, favorecendo a drenagem no solo e diminuindo o percentual de escoamento superficial.

2.7 Interferência dos solos nas partições pluviométricas

Não é pretensão aqui fazer um estudo sobre os solos. Apenas reconhece-se a importância do mesmo no ciclo hidrológico e, para isto, citam-se algumas características julgadas importantes.

o relacionadas às partições pluviométricas

O solo é constituído essencialmente de partículas minerais, com diferentes classes de tamanho, como cascalhos, areia grossa, areia fina, silte e argila. Existem outros constituintes importantes como a matéria orgânica, a solução do solo, o ar e organismos como algas, protozoários, insetos, formigas, cupins, entre outros. A textura do solo é avaliada de acordo com a proporção do componente argila, silte e areia (LIMA, 2008). O mesmo autor esclarece que a estrutura do solo formada por agregados, pode ser alterada pela textura, matéria orgânica, pela atividade biológica e antrópica, entre outras. Esses agregados podem ser degradados por vários fatores como: excesso de umidade, impacto direto das gotas da chuva, pisoteio excessivo, compactação e trabalho das máquinas, afetando assim o funcionamento hidrológico do solo.

2.7.2 Água no solo, como um dos elementos das partições pluviométricas

A análise do processo de infiltração de água no solo é importante para a determinação da quantidade de chuva que penetra e que escoar superficialmente. De acordo com Horton (1933), - precursor do conceito de infiltração no ciclo hidrológico - o solo possui uma taxa máxima de absorção de água, denominada de capacidade de infiltração (f_c), a qual é dependente da estrutura e uso do solo. Sempre que a intensidade da chuva for superior a f_c , ocorrerá o escoamento superficial. Quando a intensidade da chuva for inferior à capacidade de infiltração, toda a água penetrará no solo, não ocorrendo o escoamento superficial. Em condições de solo seco, Horton (1940) verificou que a infiltração inicial é alta, diminuindo conforme o prolongamento das chuvas, até o solo atingir a capacidade máxima e constante de infiltração.

USDA (1972) classificou os solos em quatro grupos de infiltração: (a) solos com alta capacidade de infiltração; (b) solos com capacidade de infiltração moderada; (c) solos com baixa capacidade de infiltração; (d) solos com capacidade de infiltração muito baixa.

2.7.3 Infiltração da água em solos vegetados

A infiltração é definida como a entrada de água no solo, por ocasião da precipitação pluviométrica. Na ocorrência de chuvas, parte da água é retida pela vegetação, parte pelo solo e depressões do terreno. Parte da água retida pela vegetação ou pelo solo evapora, parte

continua a infiltrar no solo - precipitação profunda - contribuindo com o abastecimento de reservatórios subterrâneos (LIMA, 2008).

A camada de material orgânico, existente sobre a superfície do solo, também conhecido por serrapilheira, exerce importantes funções, dentre elas a de contribuir no índice de infiltração de água no solo e na redução do impacto causado pelas gotas da chuva. A maior ocorrência de infiltração ocorre em áreas florestais com matas densas e velhas, registrando taxas de 59,9%. Em áreas agrícolas, a taxa de infiltração é afetada pelo cultivo ininterrupto da terra, compactação da superfície por circulação e pisoteio intenso de animal e máquinas, registrando-se taxas de 24,1% (SCHUMACHER e HOPPE, 1998).

2.8 Água subterrânea: abastecimento, reserva e uso em relação às partições pluviométricas

A água subterrânea é constituída por toda a água abaixo da superfície da terra, com parte formada por processos atmosféricos e parte pelo regime de águas superficiais de rios, lagos e nascentes (LIMA, 2008).

O fornecimento de água potável para o provimento humano, da agricultura e das indústrias não pode ser mantido sem a existência e uso da água subterrânea. A água subterrânea ou dos aquíferos é de elevada importância, correspondendo à maior reserva de água potável de qualidade existente no mundo. Desde que o reabastecimento do aquífero seja apropriado e a fonte protegida da poluição, a água subterrânea pode ser usada de modo indefinido, considerando que, na maior parte dos casos, ela possui menos contaminação do que a água superficial, como afirmam Struckmeier et al. (2007 p. 3):

É impossível manter o fornecimento de água doce de qualidade para abastecimento humano, indústria e agricultura se a água subterrânea não for aproveitada, sendo esta a maior e mais segura de todas as fontes de água potável existentes na terra.

Aproximadamente 30% da área continental do mundo - eliminando-se a Antártida - possuem aquíferos relativamente semelhantes. Nas áreas emersas do planeta, 15% recebem menos de 200 mm de precipitação ao ano, o que implica numa recarga de água subterrânea muito baixa. A recarga de água subterrânea ocorre numa pequena proporção, sendo em média de 10.000 quilômetros cúbicos anuais, o que corresponde a apenas 0,1% dos recursos disponíveis de água subterrânea. Segundo pesquisas realizadas em âmbito mundial, mais de 30 países já estão sofrendo com a falta de água, recorrendo ao uso da água subterrânea, sendo que o maior percentual de água subterrânea consumida no mundo, não é para o abastecimento

s agrícolas e industriais (STRUCKMEIER et al., 2007).

Apesar do grande consumo de água pelo setor agrícola, em ambientes áridos e semi-áridos a agricultura irrigada ainda é a forma mais eficiente de aumentar a produção de alimentos, de modo a suprir as necessidades hídricas da planta em épocas de estiagem (FONTANA, 2007).

2.9 Algumas considerações sobre a cultura da soja (*Glycine max (L) Merrill*), importantes nos estudos das partições pluviométricas

A soja é uma planta herbácea, pertencente à classe Rosideae, ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Glycine* L., espécie *max* (TRACE, 2011).

A introdução da soja no Brasil ocorreu em 1882 no estado da Bahia. Entre os anos de 1949 e 1950 a produção de soja no Brasil foi de 25 mil a 100 mil toneladas. No ano de 1969 a soja estabeleceu-se como uma cultura de importância econômica, excedendo a produção de um milhão de toneladas. Em 1970 o cultivo atingiu 15 milhões de toneladas, expandindo para a região Centro Oeste do Brasil a partir do ano de 1980 (EMBRAPA, 2011). No biênio de 2007 a 2008, a produção brasileira de soja chegou aos 60 milhões de toneladas, contribuindo de forma significativa nas exportações brasileiras, representando 10% de todo volume exportado (CONAB, 2008; FARIAS et al., 2009).

Em virtude do crescimento e abrangência da produção de soja, muitas famílias, de diferentes classes econômicas, dependem de modo direto ou indireto dos empregos gerados pela soja, seja na produção, transporte ou industrialização (FARIAS et al., 2009).

2.9.1 Desenvolvimento da soja e alguns fatores climáticos envolvidos

O modelo dos estádios de desenvolvimento da soja desenvolvido por Fehr e Caviness é o mais utilizado atualmente, cujas fases são: fase vegetativa, de floração, de frutificação e de maturação (FARIAS et al., 2009).

Entre os fatores climáticos, os que mais influenciam de forma negativa o desenvolvimento e rendimento da soja são a disponibilidade hídrica e a temperatura. Farias et al. (2009 p. 266) afirmam que; “De todos os fatores inerentes à produção agrícola, o clima é o de mais difícil controle, exercendo maior ação limitante às máximas produtividades”.

A água na soja constitui quase 90% de seu peso, desempenhando a função de transporte e regulador térmico. A disponibilidade de água para as cultivares de soja se faz importante em dois períodos de desenvolvimento:

o-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro o excesso quanto a falta de água é prejudicial ao estabelecimento da cultura e à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas, sendo o excesso hídrico mais limitante do que o déficit (FARIAS et al., 2009 p. 267).

A necessidade da água aumenta conforme o desenvolvimento da planta, com uma maior demanda no período de floração, chegando a 7 - 8 mm/dia. Pesquisas indicam que os maiores rendimentos de soja foram obtidos em condições de 650 a 700 mm de água distribuída durante todo o ciclo. A temperatura ideal varia entre 20 °C e 30 °C; temperaturas inferiores ou iguais a 10 °C ou acima de 40 °C exercem efeitos adversos em seu crescimento (EMBRAPA, 1997; FARIAS et al., 2009).

2.10 Aspectos da cultura do milho (*Zea Mays*) e que influencia as partições pluviométricas

O milho é um cereal, pertencente à classe Liliopsida, ordem Poales, família Poaceae, gênero *Zea*, espécie *mays* (TRACE, 2011). Pesquisas arqueológicas relatam que o milho teve origem no México. O consumo mundial é estimado em aproximadamente 860 milhões de toneladas. Alguns países se destacam na produção mundial, dentre eles cita-se: os Estados Unidos, a China e o Brasil, considerado o terceiro maior produtor do mundo (URU, 2007; DEMARCHI, 2011).

2.10.1 Desenvolvimento do milho e fatores climáticos envolvidos

A descrição dos estádios do milho mais aceita e utilizada é a proposta por Ritche et al (1993) cujas fases são: fase vegetativa, de floração, de frutificação e de maturação.

Embora esta cultura tenha um elevado potencial produtivo, apresenta grande sensibilidade às condições meteorológicas adversas. De acordo com Cruz et al. (2008), a quantidade de água necessária para suprir a demanda do milho durante seu ciclo é em torno de 600 mm. Do início da frutificação até a maturação, o consumo diário pode ser de 5 a 7,5 mm diários.

De acordo com Doorenbos e Kassam (1994), a maior parte das raízes do milho se encontra entre 0,8 e 1,0 m de profundidade.

agem de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv

Comum) condicionantes das partições pluviométricas

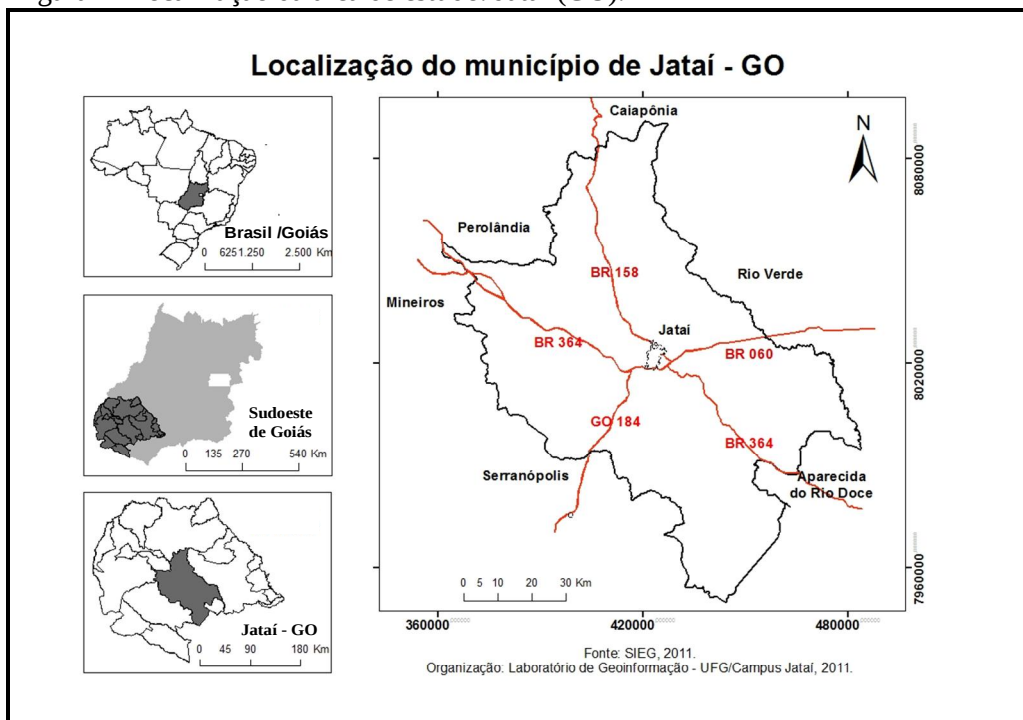
A braquiária é uma planta perene, pertencente à classe Liliopsida, ordem Poales, família Poaceae. Sua fase de desenvolvimento é: fase vegetativa, de floração, de frutificação e de maturação. O capim do gênero braquiária foi introduzido oficialmente no Brasil no ano de 1952, em Belém do Pará. A partir daí houve a distribuição da braquiária por todo o país, principalmente nas áreas dos cerrados, sendo hoje o gênero mais cultivado no país. A fácil adaptação em solos ácidos e pobres, a grande multiplicação por sementes, associada ao bom desempenho animal em comparação às pastagens nativas, explicam a expansão da braquiária pelo país (VALLE et al., 2010).

A espécie é resistente, adapta-se em regiões tropicais úmidas, possui tolerância a seca e pouca aceitação ao frio, se desenvolvendo bem em diferentes tipos de solo. A temperatura ideal para seu desenvolvimento é de 30°C a 35°C; baixas temperaturas prejudicam o crescimento. A demanda de água por ciclo varia entre 1.200 à 1.500 mm (SHELTON, 2004; VILELA, 2012).

3.1 Caracterização do local de estudo

Esta pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Goiás (UFG), no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias do campus de Jataí (GO). O município de Jataí está localizado na região Centro-Oeste do Brasil, no estado de Goiás, na mesorregião Sul Goiana e microrregião Sudoeste (Figura 2) (IBGE, 2012).

Figura 2- Localização da área de estudo. Jataí (GO).



Fonte: SIEG (2011). Organização: Laboratório de Geoinformação. UFG/Campus Jataí (2011).

Devido à posição geográfica da região Centro-Oeste e seu distanciamento em relação ao Oceano Atlântico, o clima dominante é o tropical, recebendo pequenas massas de ar frio de origem polar. Portanto, é comum no verão, índices de temperatura diária acima de 30 °C, com médias anuais de temperaturas máxima e mínima de 33,9 °C e 8,0 °C, respectivamente. Quanto ao regime térmico, não há variações significativas no transcorrer do ano, predominando médias diárias elevadas durante o ano, excetuando o sul da região, onde no verão as temperaturas são altas e no inverno há uma queda. Portanto, a característica climática da região Centro-Oeste é de clima tropical chuvoso, apresentando invernos secos de abril a setembro e verões chuvosos entre outubro e março. A média de precipitação pluviométrica é de 1500 mm, concentradas de outubro a março (NIMER, 1989).

ram as chuvas na microrregião do sudoeste de Goiás, caracterizando os meses de dezembro e janeiro como os mais chuvosos, com uma média de 295,7 mm. O meses menos chuvosos foram de maio a setembro com uma média de 36,7 mm de precipitação.

Silva e Andrade (2010) definiram a existência de duas estações no município de Jataí - GO, com seis meses de verão quente e chuvoso - outubro a março - e seis meses de inverno seco e ameno - abril a setembro -. No verão, a temperatura média é de 25 °C. Quanto às chuvas de verão, a precipitação média mensal é de aproximadamente 300 mm. Os meses mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro com somatório de 740 mm, com média de precipitação anual entre 1650 a 1800 mm. No período seco - abril a setembro - a temperatura média é de 23°C e a média da precipitação pluviométrica de 49 mm.

O experimento desta pesquisa foi conduzido em um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa, num sistema de uso e manejo com integração lavoura-pecuária, com soja na safra do ano de 2011 a 2012, e braquiária na safrinha do ano de 2012, a uma altitude de 668 metros e coordenadas de localização de 17°55'39,92"S, 51°42'44,43"W. A soja foi plantada no sistema de plantio direto com espaçamento de 45 cm entre linhas, com ciclo de 94 dias, de outubro de 2011 à fevereiro de 2012. Após a safra da soja, a braquiária foi plantada sob a palhada da soja - plantio direto - com espaçamento de 45 cm entre linhas, com ciclo de 89 dias, de março de 2012 à junho de 2012 (Fotografia 1).

Fotografia 1- Lavoura de soja e braquiária no campo experimental ã UFG ã Campus Jataí - GO.



Fonte: Silva Júnior, (2011).

O milho foi cultivado em um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa, no sistema de plantio convencional: 1 aração e 2 gradagens, com espaçamento de 45 cm entre linhas, a uma altitude de 665 metros e coordenadas de localização de 17°55'48,54"S, 51°42'48,40"W. Seu ciclo foi de 106 dias, de março de 2012 à junho de 2012 (Fotografia 2).

o experimental ã UFG ã Campus Jataí ã GO.



Fonte: Silva Júnior, (2012).

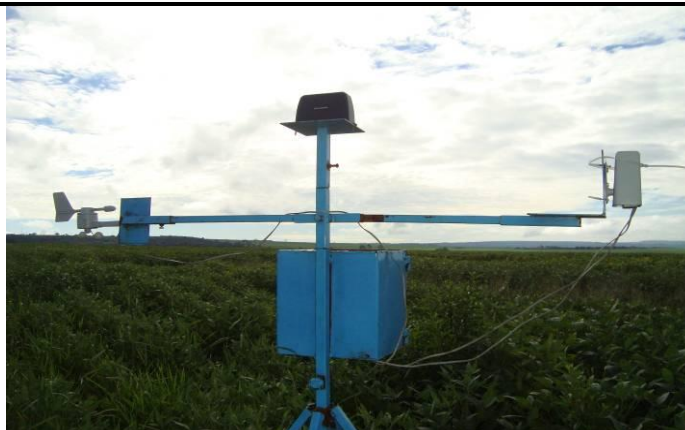
3.2 Procedimentos

A seguir, apresentam-se alguns detalhes sobre a instalação e fabricação dos aparelhos.

Para a coleta de dados foram utilizados pluviômetros digitais e manuais. Estes foram instalados em quatro posições diferentes: acima da cultura ã pluviômetro totalizador ã (P1); sobre a superfície do solo, entre os cultivos - pluviômetro efetivo ã (P2); na profundidade de 5 cm do solo ã pluviômetro de drenagem a 5 cm ã (P3) e na profundidade de 30 cm do solo - pluviômetro de drenagem a 30 cm ã (P4). Foram utilizadas 3 repetições para cada posição.

Os pluviômetros utilizados para registrar os valores da precipitação, acima dos cultivos, foram pluviômetros digitais, marca Acurite, de fabricação chinesa, e pluviômetros manuais de fabricação própria, instalados na altura de 1,5 m (Fotografia 3).

Fotografia 3 ã Pluviômetro digital instalado no campo experimental para coletar a precipitação pluviométrica acima dos cultivos.



Fonte: Silva Júnior (2012).

sobre a superfície do solo, entre os cultivos, foi digital, modelo 868 MHz, marca Incoterm e Acurite. O receptor foi adaptado em tubo de PVC e colocado ao lado do pluviômetro, para melhor captação do sinal. (Fotografia 4).

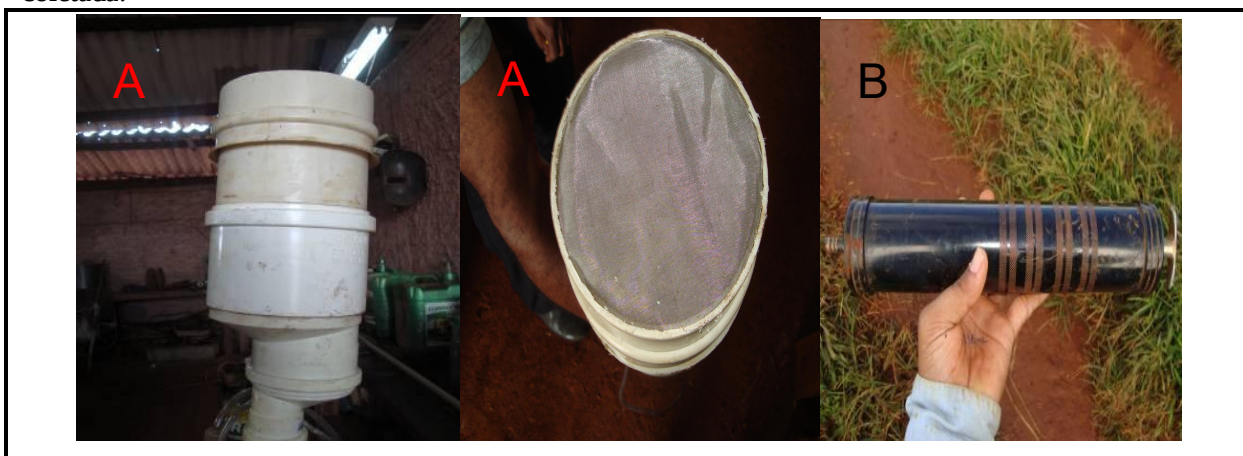
Fotografia 4 ã Pluviômetros digitais instalados sobre a superfície do solo na soja, no milho e na braquiária.



Fonte: Silva Júnior (2010).

O pluviômetro 3, instalado a 5 cm de profundidade do solo e o pluviômetro 4, instalado a 30 cm de profundidade do solo, foi fabricado com tubo de PVC, com altura de 50 cm e diâmetro de 150 mm. O instrumento foi protegido por tela de aço e silicone, para impedir a entrada de terra. Para a retirada da água coletada pelo pluviômetro, foi adaptada mangueira no fundo do aparelho com uma saída para a superfície onde, com auxílio de uma seringa, foi retirada a água e mensurada por meio de uma proveta (Fotografia 5).

Fotografia 5 ã A- Modelo de instrumentos pluviométricos manuais; B- Seringa para a retirada da água coletada.



Fonte: Silva Júnior (2010).

Para a instalação do pluviômetro 3, foi cravado no solo, na profundidade de 5 cm, um cilindro de metal de 30 x 5 cm de altura para a extração do bloco indeformado de terra

bloco de terra pelo cilindro de metal, foi ainda escavada uma profundidade de 50 cm para compensar a altura do pluviômetro na sua instalação. Depois da inserção, colocou-se terra até atingir a altura de sua borda superior e em seguida foi recolocado o bloco de terra indeformado. O objetivo foi manter o bloco de terra estudado com o mínimo de alterações em sua estrutura.

Fotografia 6- Cilindro de metal de 30 x 5 cm de altura utilizado para a extração do bloco indeformado de terra



Fonte: Silva Júnior (2011).

Para a instalação do pluviômetro 4, foi cravado ao solo um cilindro de metal 30 x 30 cm de altura, para a extração do bloco indeformado de terra (Fotografia 7). Para a retirada do cilindro de metal com o bloco de terra, colocou-se um cabo de aço sobre a alça do cilindro, puxando-o por intermédio de um trator. Após a extração do bloco de solo com o cilindro de metal, ainda foi escavada uma profundidade de 50 cm para compensar a altura do pluviômetro na sua instalação. Depois da instalação, foi colocado terra até atingir a altura de sua borda superior e, em seguida, foi recolocado o bloco de terra indeformado.

30 cm de altura utilizado para a extração do bloco indeformado de terra; B- Cilindro de metal 50 x 100 cm cravado ao solo; C- Extração do cilindro com o bloco de terra com auxílio de um trator; D- Local de onde se retirou o bloco de terra indeformado



Fonte: Silva Júnior (2011).

Terminado o processo de preparação dos aparelhos pluviométricos, todas as repetições foram devidamente instaladas, conforme descrição anterior (Fotografia 8).

Fotografia 8- Aparelhos pluviométricos manuais instalados

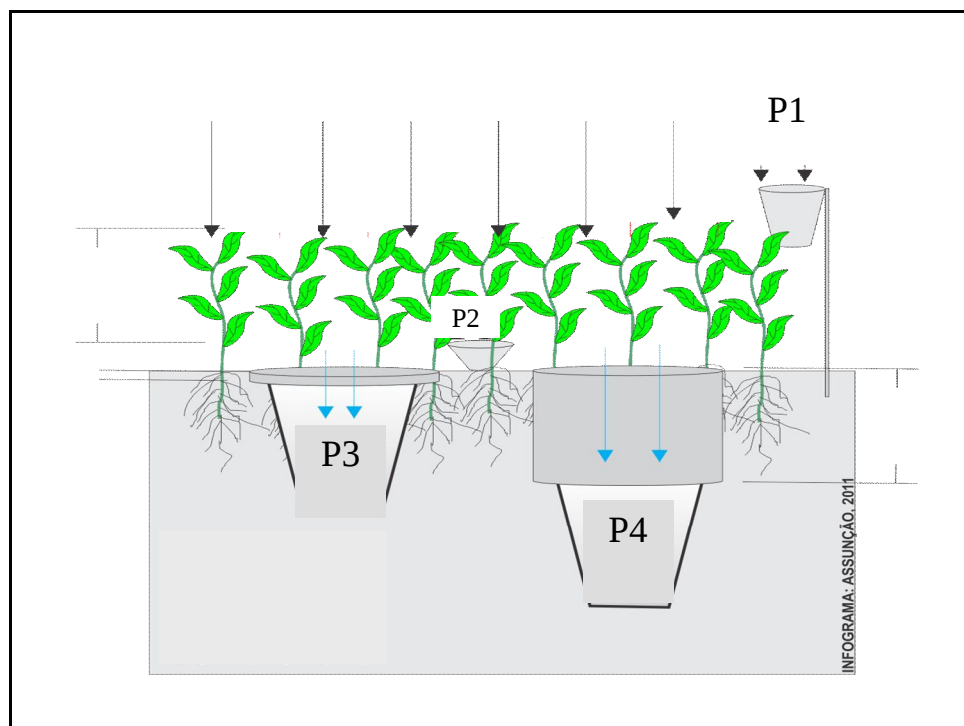


Fonte: Silva Júnior (2011).

instalação e preparo dos aparelhos pluviométricos seguiram modelos propostos por teóricos, como Lima (1976), Kojac et al. (2007), Collischonn e Tassi (2008) e Lima (2008).

Em síntese, o processo de coleta das partições pluviométricas conformou-se ao seguinte esquema: o pluviômetro P1 mediu a precipitação incidente a 1,5 m acima da superfície do solo, cujas medidas não sofreram interferência do cultivo. O pluviômetro P2 foi instalado entre o dossel dos cultivos, entre uma planta e outra. O pluviômetro P3 foi instalado a 5 cm abaixo da superfície do solo. Finalmente, o pluviômetro P4 foi instalado a 30 cm de profundidade do solo (Figura 3).

Figura 3 Exemplicação da localização dos aparelhos pluviométricos instalados



P1- Pluviômetro instalado acima da cultura; P2- Pluviômetro instalado abaixo do dossel das culturas; P3- Pluviômetro instalado a 5 cm de profundidade do solo; P4- Pluviômetro instalado a 30 cm de profundidade do solo.

A coleta de dados iniciou-se após cada cultivo atingir a altura mínima de 8 cm, quando, então, a planta atingiu a altura do pluviômetro (P2). No milho, a coleta de dados foi iniciada 9 dias após o plantio; na soja, 11 dias após, e na braquiária, 14 dias. A coleta da chuva foi realizada, diariamente, entre 8 e 9 h da manhã, durante as fases de desenvolvimento dos cultivos.

idos pelos aparelhos pluviométricos foram registrados e calculados em planilhas eletrônicas, convertendo-os em unidade única - milímetros de chuva - por meio da seguinte equação:

$$H(mm) = V(ml) \div A(cm^2) \times 10 \quad (1)$$

Onde:

H= altura da chuva, em milímetros;

V= volume captado, em mililitros;

A= área de captação do pluviômetro, em cm²;

Para a obtenção do fator de cobertura foliar (fcob), foram utilizados registros fotográficos, obtidos, verticalmente, durante o desenvolvimento de cada cultivo, os quais foram ordenados e relacionados com a precipitação interceptada pelo dossel da planta por meio de processamento digital de imagem do programa Image Processing and Analysis in Java (2008). Os registros fotográficos foram realizados diariamente.

Para a obtenção dos dados de retenção máxima de água no solo (fc) foi utilizado o programa óSoil water characteristicsô. A capacidade máxima de retenção de água do solo foi estimada em função da capacidade de armazenamento de água no solo, densidade média do solo e perfil do solo.

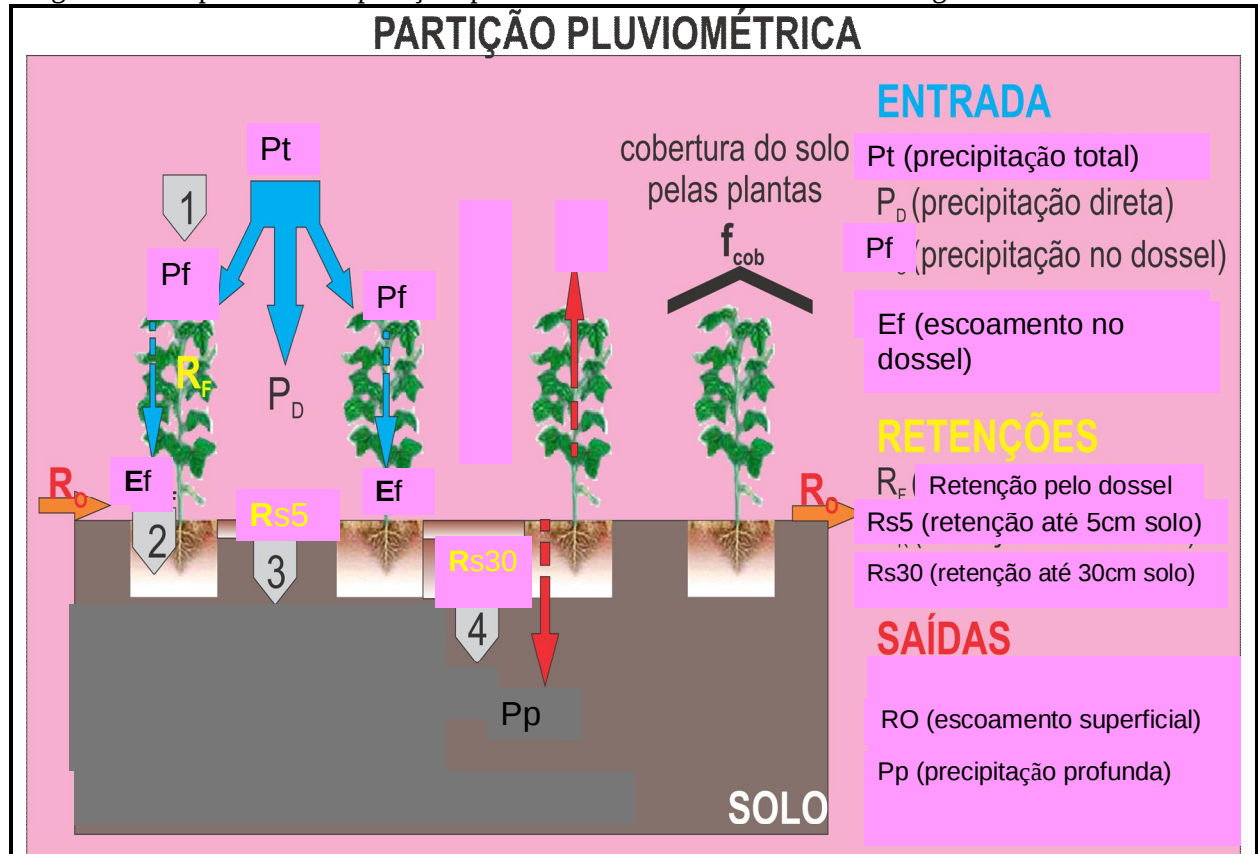
Os resultados das estimativas das partições pluviométricas levaram em consideração as fases de desenvolvimento da planta: vegetativa, de floração, de frutificação e de maturação. As estimativas das partições pluviométricas obedeceram a configuração demonstrada na Figura 4, considerando-se os parâmetros de entrada, retenção e saída no sistema atmosfera, planta e solo.

Os valores de entrada são referentes à Pt (Precipitação total: precipitação acima do cultivo); Pd (Precipitação direta: precipitação que chegou ao solo sem ser interceptada pelo cultivo); Pf (Precipitação no dossel do cultivo: precipitação interceptada pelo dossel do cultivo, antes de atingir a superfície) e Ef (Escoamento pelo dossel: precipitação que chegou ao solo escorrendo pelas folhas e caule do cultivo).

Os valores de retenção são referentes à Rf (Retenção pelo dossel: precipitação retida pelas folhas e caule do cultivo); Rs5 (Retenção na camada superficial do solo: precipitação retida pelo solo na profundidade de até 5 cm) e Rs30 (Retenção no solo: precipitação retida pelo solo na profundidade de até 30 cm).

entes à RO (Escoamento superficial: água que escoou pela superfície do solo) e Pp (Precipitação profunda: precipitação que infiltrou no solo, de modo profundo).

Figura 4- Componentes das partições pluviométricas em uma comunidade vegetal.



Fonte: Assunção (2012).

Os cálculos utilizados para a estimativa das partições basearam-se no modelo de Kojac et al. (2007):

$$P_d = P_t \times (1 - f_{cob}), \text{ onde:} \quad (2)$$

P_d = precipitação direta;

P_t = precipitação total;

f_{cob} = fator de cobertura foliar

$$P_f = P_t \times (f_{cob}), \text{ onde:} \quad (3)$$

P_f = precipitação no dossel

$$IAF = 6 \times f_{cob} \div 0,988, \text{ onde:} \quad (4)$$

IAF = índice de área foliar

$$Rf = Pf - 0,00575 \times IAF^2, \text{ onde:} \quad (5)$$

$Rf \text{ max}$ = Capacidade máxima de retenção pelo dossel

$$Rf = Pf - Rf \text{ max}$$

$$Ef = Pf - Rf, \text{ onde:} \quad (6)$$

Ef = escoamento pelo dossel;

Rf = retenção pelo dossel

$$Rs5 = (Pd + Ef) - P3 \leq fc, \text{ onde:} \quad (7)$$

$Rs5$ = retenção pelo solo na profundidade de 5 cm;

$P3$ = corresponde aos valores do pluviômetro instalado a 5 cm de profundidade do solo;

fc = capacidade máxima de retenção de água no solo

$$Rs30 = (Pd + Ef) - P4 \leq fc, \text{ onde:} \quad (8)$$

$Rs30$ = Retenção pluviométrica pelo solo na profundidade de 30 cm;

$P4$ = corresponde aos valores do pluviômetro instalado a 30 cm de profundidade

$$Rt = Rs5 + Rs30 \quad (9)$$

$$Pp = P4, \text{ onde:} \quad (10)$$

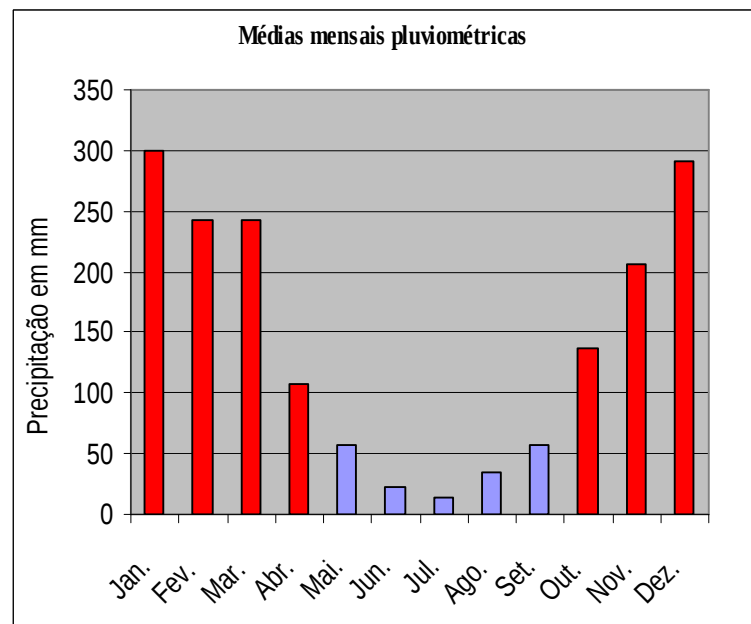
Pp = Precipitação profunda

$$RO = (Pd + Ef) - Pp - (Rs5 + Rs30) > fc, \text{ onde:} \quad (12)$$

RO = Escoamento superficial

Inicialmente são apresentadas as médias mensais pluviométricas dos anos de 1972 a 1991 no sudoeste goiano (Gráfico 1). Observam-se maiores registros pluviométricos no mês de outubro a janeiro, tendo uma diminuição a partir do mês de fevereiro.

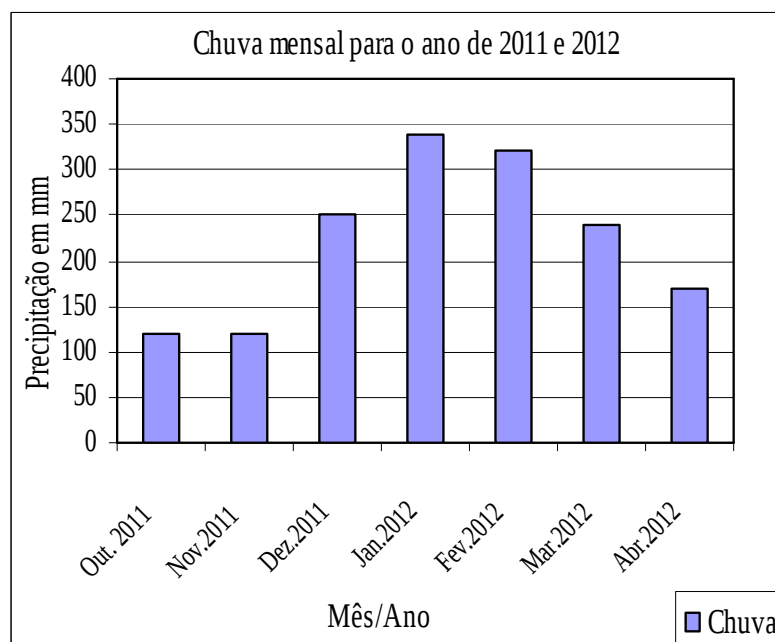
Gráfico 1 Médias mensais pluviométricas (mm) dos anos de 1972 a 1991 no Sudoeste Goiano



Scopel; et al. (1995)

O gráfico 2 apresenta a chuva mensal para o ano de 2011 e 2012 no município de Jataí (GO), no período da realização do experimento. Observa-se similaridade nos valores de precipitação pluviométrica em relação as médias mensais dos anos de 1972 a 1991. A chuva continua com a mesma tendência, com os maiores registros entre outubro a janeiro e uma diminuição a partir do mês de fevereiro.

Gráfico 2 ã Médias mensais pluviométricas (mm) dos anos de 2011 ã 2012 em Jataí - GO



Inmet (2011 - 2012)

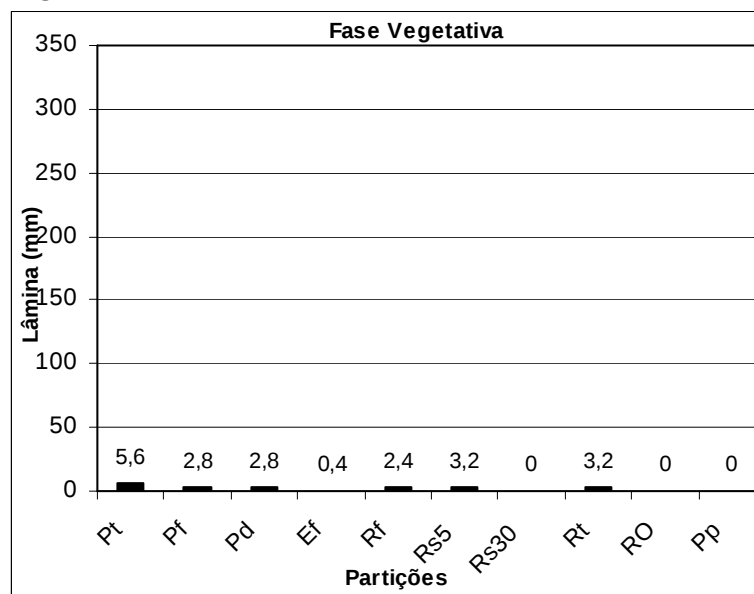
Os resultados e a discussão começam pelas partições pluviométricas registradas e estimadas por meio dos dados coletados nas fases vegetativas, de floração, de frutificação e de maturação da soja, do milho e da braquiária.

4.1 Partições pluviométricas na soja, no sistema de plantio direto

Através dos dados coletados pelos instrumentos pluviométricos instalados, foram estimadas as partições pluviométricas na soja: Pf; Pd; Ef; Rf; Rs5; Rs30; Rt; RO e Pp.

No gráfico 3 são apresentadas as partições pluviométricas registradas e estimadas na soja em sua fase vegetativa com duração de 14 dias. Enfatiza-se que a coleta de dados teve início 11 dias após o plantio. A fase vegetativa da soja é caracterizada pelo início de seu desenvolvimento e crescimento das plantas e das raízes.

pluviométricas (mm) na soja na fase vegetativa de 1 a 11 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento pelo dossel. Rf ã Retenção pelo dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

A fase vegetativa da soja foi caracterizada por poucas chuvas - 5,6 mm - e devido a isso, 50% da precipitação foi interceptada pelo dossel da soja (Pf) antes de atingir o solo. Os outros 50% foram contabilizados como precipitação direta (Pd) em relação a precipitação total (Pt) (Gráfico 3).

Dos 2,8 mm de chuva interceptada pelo dossel da soja nesta fase, 0,4 mm escoaram até ao solo, correspondendo a 14,3% (Ef). Silva, et al. (2006) encontrou resultados de escoamento pelo dossel em soja para chuvas de 1,5 mm; deste total, apenas 0,1 mm escoou pelo dossel.

Mesmo com a planta no seu período inicial de desenvolvimento, 85,7% de precipitação, foi retida pelo dossel da soja (Rf) em relação a Pf. Este alto índice de retenção pode ser explicado devido à pouca chuva nesta fase (Gráfico 3). Lima (1998) afirma que pequenos valores de chuva são totalmente retidos pela cobertura vegetal.

A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da soja, nesta fase, foi de 2,5 mm.

A retenção pelo dossel deve ser avaliada com cuidado, já que em pequenos eventos chuvosos a água precipitada pode não atingir a capacidade máxima de saturação da planta, ficando quase toda armazenada pelo dossel vegetativo, proporcionando uma alta taxa de retenção.

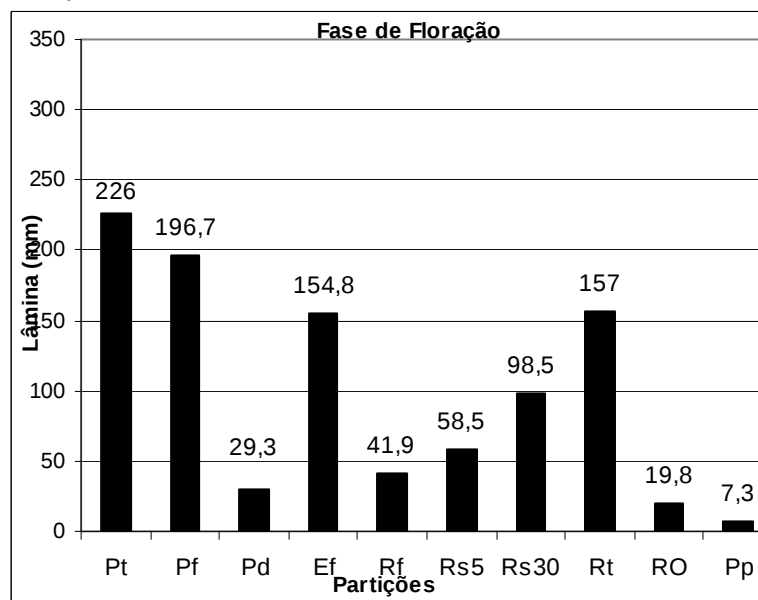
com 3,2 mm de chuva (Pd+Ef). Destes, 100% foram retidos até 5 cm de profundidade (Rs5). Confirmaram-se estudos de Pruski et al. (2004) e o bom senso de que a escassez de chuva diminui o valor de umidade no solo; logo, na ocorrência de poucas chuvas, toda a água é infiltrada no solo, devido a capacidade de retenção de água no solo.

Doorenbos e Kassan (1994) afirmam que a parcela de precipitação infiltrada no solo, contribui para o abastecimento do sistema solo/planta. Os mesmos autores também afirmam que as raízes das cultivares da soja se concentram, em sua maior parte, nos primeiros 20 cm de profundidade do solo.

Como se esperava, não foi contabilizado valores de precipitação na profundidade de até 30 cm do solo (Rs30) e também não houve registros de precipitação profunda (Pp) e escoamento superficial (RO) devido a pouca precipitação.

Em seguida, são apresentadas as partições pluviométricas registradas e estimadas na soja em sua fase de floração, com duração de 33 dias (Gráfico 4). Esta fase é caracterizada pelo início da floração e pelo total desenvolvimento do dossel da cultura.

Gráfico 4- Partições pluviométricas (mm) na soja na fase de floração: dos 14 aos 47 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

liar da soja, contabilizou-se 87,1% de interceptação pluviométrica pelo dossel em relação a Pt. Desses, 78,6% da precipitação escoou pelo dossel da soja até o solo e 21,4% foram retidos pelo dossel da planta. Foram contabilizados 12,9% de precipitação direta (Gráfico 4). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da soja, nesta fase, foi de 3,7 mm.

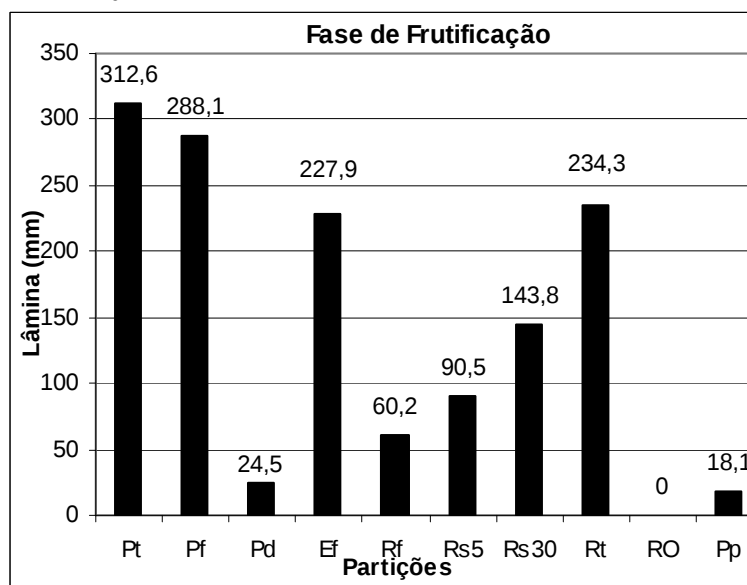
Sobre a superfície do solo, atingiram 184,1 mm de chuva (Pd+Ef). Desses, 31,8% foram retidos até 5 cm de profundidade e 53,5% até 30 cm. As poucas chuvas na fase anterior ã vegetativa - ocasionaram, nesta fase, um maior potencial de reserva hídrica pelo solo.

O percentual de precipitação profunda foi de 4%. De acordo com Farias et al. (2009), os cultivares de soja necessitam de maior disponibilidade de água em dois períodos de desenvolvimento, a saber, na germinação-emergência e na floração, mas a maior demanda é no período da floração, chegando a 7-8 mm/dia. Portanto, isto contribuiu para determinar um menor percentual de precipitação profunda nesta fase (Gráfico 4).

Foi verificado um percentual de 10,7% de escoamento superficial. O órunoffô ocorreu quando choveu 64,4 mm, o maior evento de chuva registrado durante o ciclo da soja, em um só dia (INMET, 2011). Evento semelhante foi observado por Mano (2004) que explica ser o escoamento superficial dependente de alguns fatores, dentre eles; a intensidade da precipitação e a ausência da vegetação, pois esta diminui a velocidade da precipitação, intercepta a chuva e beneficia a infiltração de água no solo.

A seguir, são apresentadas as partições pluviométricas observadas e estimadas na soja na fase de frutificação, com duração de 29 dias (Gráfico 5). Esta fase é caracterizada pelo início da formação das vagens e enchimento das sementes.

pluviométricas (mm) na soja na fase de frutificação aos 76 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

O maior percentual de interceptação pelo dossel ocorreu nesta fase, equivalendo a 92,1% do total precipitado, fato explicado pelo desenvolvimento do dossel da soja, com uma média de 5,5 de IAF. A capacidade máxima de armazenamento de água pela soja, nesta fase, foi de 3,7 mm. O restante da chuva foi contabilizado como precipitação direta, com valores percentuais de 7,9% (Gráfico 5).

A interceptação da chuva pelo dossel vegetativo exerceu importante papel de proteção ao solo, evitando o impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície. O impacto direto das gotas sobre o solo, provoca um óselamento superficial¹o, impedindo ou diminuindo a taxa de infiltração, acarretando, com isso, um aumento do escoamento superficial (ROMANOVSKI, 2001).

O percentual de escoamento pelo dossel foi de 79,1%, ficando armazenado no dossel da soja, 20,9% de precipitação em relação a Pf (Gráfico 5).

Atingiu a superfície do solo 252,4 mm de chuva (Pd+Ef), resultante do aumento da quantidade da precipitação. Destes o percentual de precipitação retida até 5 cm de profundidade no solo foi de 35,9%. O percentual de precipitação retida até 30 cm de profundidade foi de 57% (Gráfico 5). O percentual total da precipitação retida pelo solo foi de

¹ Destruição dos macroagregados do solo e impermeabilização pelo impacto das gotas.

e Albuquerque, et al. (2001), de que o sistema de plantio direto favorece a infiltração hídrica, retendo a chuva por mais tempo, na superfície do solo, diminuindo a velocidade da água e do escoamento superficial.

Mesmo com o maior registro de precipitação total nesta fase da soja, não ocorreu episódio de escoamento superficial, o que é explicado pelo completo desenvolvimento do dossel da soja, - média de 5,5 IAF -, confirmando a importância da vegetação para diminuir a velocidade da água, direcionando-a próxima às raízes, e valorizando o papel do material orgânico para retenção de água no solo.

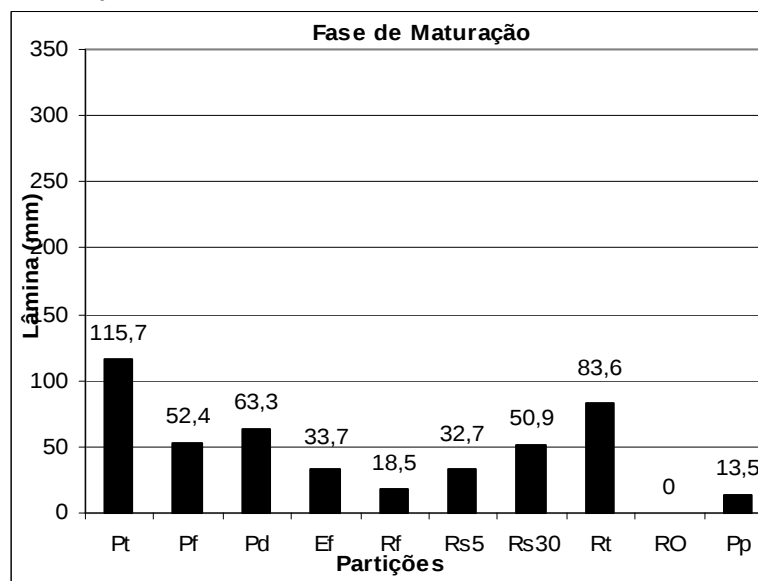
O percentual de precipitação profunda foi de 7,1%, valor este, maior do que o registrado na fase de floração. Doorenbos e Kassan (1994) e Farias et al. (2009) explicam que na fase de frutificação da soja, há uma diminuição na demanda hídrica e um aumento no percentual de precipitação profunda.

Neste trabalho foram estudados pequenos valores de chuvas isoladas, a saber, 2 e 6 mm de Pt, na fase de frutificação da soja. Para chuva de 2 mm, foi interceptado pelo dossel da soja 1,7 mm (85%); a infiltração no solo na profundidade de até 5 cm foi de 0,2 mm (100%) em relação a chuva que atingiu ao solo (Pd+Ef); não houve registros de escoamento superficial. Para chuva de 6 mm, foi interceptado pelo dossel da soja 4,8 mm (60%); a infiltração no solo na profundidade de até 5 cm foi de 2,7 mm (100%) em relação a precipitação que atingiu o solo; não houve escoamento superficial.

Bispo et al. (2006) também estudaram as partições de chuvas isoladas, em uma lavoura de soja no sistema de plantio direto, na fase de frutificação. Foram registrados valores de 1,5 mm e 6,8 mm de Pt. Para chuva de 1,5 mm, foi interceptado pelo dossel da soja 0,9 mm (62,5%); o escoamento superficial foi de 0,01 mm (0,6%) e a infiltração nos primeiros 5 cm de profundidade do solo foi de 0,2 mm (13%). Para chuvas de 6,8 mm, registrou-se 2,7 mm de interceptação pelo dossel (39,7%); o escoamento superficial foi de 0,05 mm (0,73%) e a infiltração na profundidade de até 5 cm do solo foi de 0,2 mm (2,9%).

No Gráfico 6 são analisadas as partições pluviométricas registradas e estimadas na soja em sua fase de maturação com duração de 18 dias. Nesta fase, observa-se a maturação dos grãos de soja, tendo como característica o amarelecimento das folhas, seu ressecamento e queda.

pluviométricas na soja (mm) na fase de maturação, dos 70 aos 94 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

Nesta fase foram contabilizados 45,3% de interceptação pluviométrica pelo dossel da soja em relação a Pt e 54,7% de precipitação direta. Notou-se um decréscimo na área foliar da planta em relação à fase anterior ã média de IAF 1,5 - pelo ressecamento e queda das folhas. Isto explica a diminuição no percentual de chuva interceptada pelo dossel da planta e o aumento da precipitação direta (Gráfico 6).

Escoaram pela soja 64,3%, ficando retido pelo seu dossel 35,3% em relação a Pf. A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da soja, nesta fase, foi de 3,1 mm. Lull, et al. (1964) apud Kojak, et al. (2007), encontraram para chuvas totais de 158 mm; 23 mm de retenção pelo dossel, correspondendo a 14,5%.

Foi observado um aumento no percentual de precipitação retida pelo dossel, em relação à fase de frutificação. Tal episódio ocorreu devido à diminuição da quantidade de chuvas na fase de maturação fato, guardadas as proporções, semelhante ao ocorrido na fase vegetativa. Outro aspecto importante é que as chuvas, na sua maioria, ocorreram no início da maturação, quando a soja ainda possuía muitas folhas.

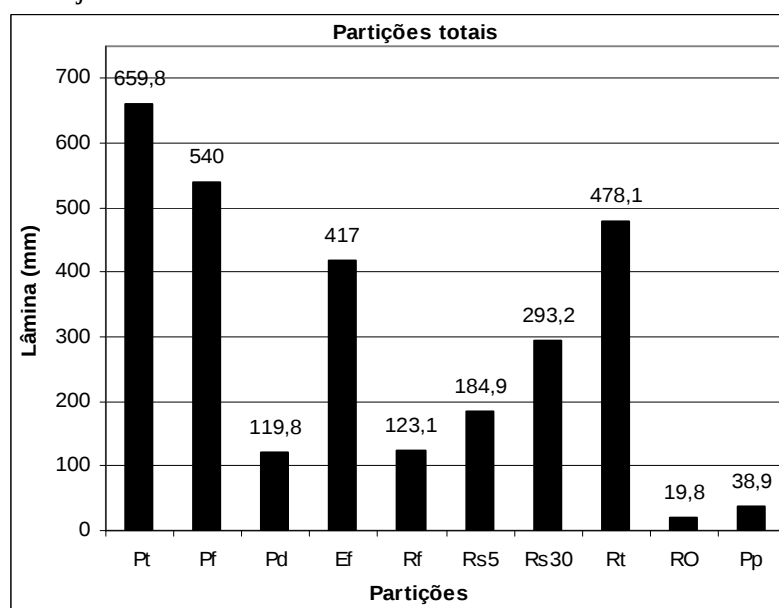
Sobre a superfície do solo chegaram 97,2 mm de chuva. Deste total, 33,7% de precipitação foi retida na profundidade de até 5 cm do solo. Na profundidade de até 30 cm foi retido 52,4% (Gráfico 6).

o profunda foi de 13,9%. Com o acréscimo do material orgânico no solo, devido ao ressecamento e queda das folhas, foi favorecida a retenção e infiltração profunda da chuva. Episódios estes ratificam afirmações de Cook et al. (2005), de que solos cobertos com resíduos orgânicos possuem melhores condições hidrológicas.

O percentual de escoamento superficial foi inexistente.

No Gráfico 7 são apresentadas as partições pluviométricas observadas e estimadas na soja em todas as suas fases.

Gráfico 7- Valores totais das partições pluviométricas (mm) na soja: 94 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

Durante todo o ciclo da soja, a precipitação interceptada pelo dossel correspondeu a 81,8% e a precipitação direta a 18,2%, ou seja, a maior parcela da chuva foi amortecida pela soja antes de atingir a superfície do solo.

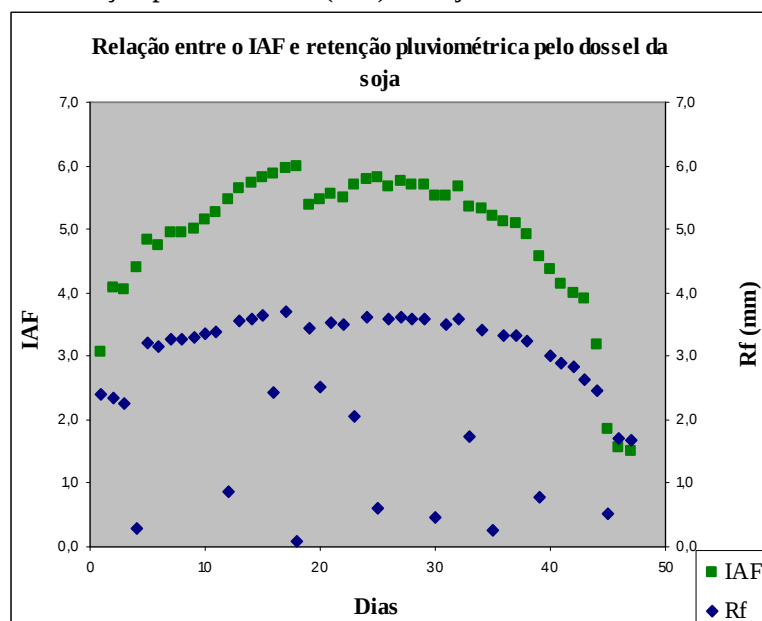
O escoamento pelo dossel da soja foi responsável por 77,2% da água que chega ao solo. No período da soja com folhas, o percentual de escoamento pelo dossel foi de 56%, em relação à precipitação interceptada (Gráfico 7). Oliveira, et al. (2008), afirmam que a parcela de chuva que escorre pelo dossel da planta, tem amortecida e diminuída a sua velocidade, sendo as gotas direcionadas para as raízes, beneficiando assim a infiltração e as plantas.

armazenamento de água pelo dossel da soja foi de 3,7 mm, sendo este valor registrado na fase de floração e frutificação.

A precipitação retida pelo dossel da soja foi de 22,7%, em relação ao total de chuva que atingiu a cobertura vegetal, valor este superior ao encontrado em estudos realizados em Corvallis (USA), com percentuais de 15% de retenção pelo dossel da soja (LU et al., 1964 apud KOJAK et al., 2007).

O IAF e a precipitação retida pelo dossel da soja demonstraram uma estreita relação. Com o aumento do IAF houve também um aumento nos valores de retenção pluviométrica, com a diminuição do IAF no fim da fase de maturação, foi observada uma diminuição nos valores de retenção pelo dossel (Gráfico 8). Isto mostra o efeito positivo da cobertura do solo na sua conservação e no controle da erosão hídrica.

Gráfico 8- Relação da cobertura foliar com os valores de retenção pluviométrica (mm) da soja durante o seu ciclo.



IAF ã Índice de área foliar. Rf ã Retenção pelo dossel.

O percentual de precipitação retida no solo na profundidade de até 5 cm foi de 34,4% e na profundidade de até 30 cm, foi de 54,6% em relação a Pd + Ef. A precipitação profunda foi de 7,2% (Gráfico 7). Carvalho e Silva (2006) e Lima (2008), afirmam que a parcela de água retida pelo solo na profundidade de até 5 e 30 cm contribuem tanto para o abastecimento do solo quanto da planta. Já a parcela de água não retida, continua a infiltrar ã precipitação profunda - percorrendo solo, rochas, e raízes mais profundas da vegetação, chegando à

o para a recarga do aquífero. De qualquer forma, observa-se que este quantitativo é pequeno quando comparado à Pt.

Foi também verificado que alguns fatores como o desenvolvimento do IAF da soja e a existência da matéria orgânica no solo proporcionaram um aumento no percentual de precipitação profunda, o que comprova a importância da interceptação pluviométrica e do material orgânico para amortecer e reter a chuva, para infiltração e drenagem de água no solo e proteção contra o impacto das gotas da chuva.

Dos 536,8 mm de chuva que atingiu o solo ($P_d + E_f$), 3,7% foi registrado como escoamento superficial (Gráfico 7).

Observou-se que a lavoura de soja aliada ao sistema de plantio direto, proporciona boas condições de interceptação e proteção ao solo, beneficiando a infiltração profunda e reduzindo o percentual de escoamento superficial.

4.2 Partições pluviométricas na braquiária, no sistema de plantio direto

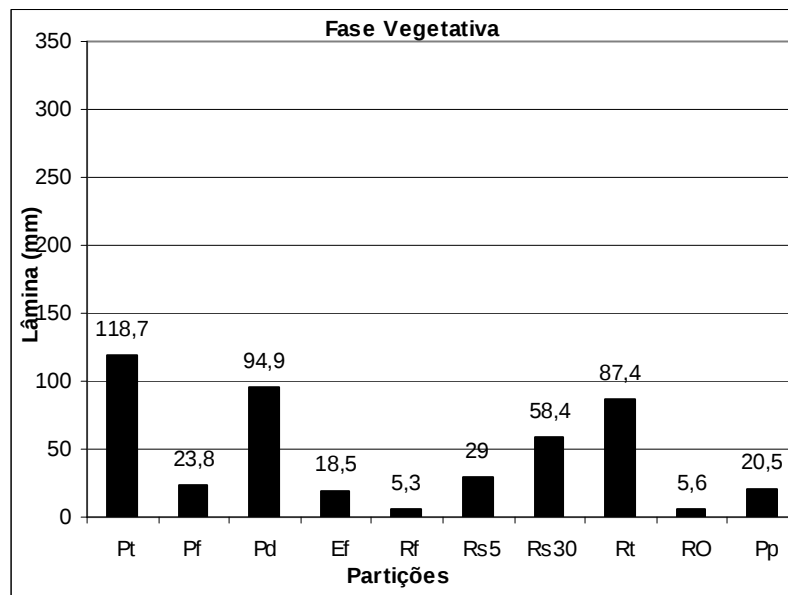
Através dos dados coletados pelos instrumentos pluviométricos instalados, foram estimadas as partições pluviométricas da braquiária: P_f ; P_d ; E_f ; R_f ; R_{s5} ; R_{s30} ; R_t ; R_O e P_p .

A seguir, são apresentadas as partições pluviométricas, na fase vegetativa, com duração de 24 dias (Gráfico 9). Enfatiza-se que a coleta de dados teve início 14 dias após o plantio. Esta fase é caracterizada pelo início do desenvolvimento das folhas e ramificações da braquiária, bem como do seu sistema radicular.

Na fase vegetativa da braquiária, registrou-se aproximadamente 20% de precipitação interceptada pelo dossel e 80% de precipitação direta em relação à Pt.

Dos 23,8 mm de chuva interceptada pelo dossel da braquiária, escoaram 77,7% dessa precipitação, ficando retido pelo dossel 22,3% (Gráfico 9). Nesta fase foram anotados sete episódios de precipitação - 4,2, 1, 49, 0,5, 3,3, 51 e 9,7 mm. Destes, o valor máximo de retenção pelo dossel não foi maior do que 1,8 mm para cada evento de chuva. A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da braquiária, nesta fase, foi de 2 mm. Resultados análogos foram registrados por Kang, et al. (2004), ao estudar a retenção de água pelo dossel do trigo. Nesse estudo anotaram-se cinco eventos de chuva - 38, 49, 6, 54 e 53 mm. Destes, o valor máximo de retenção pelo dossel do trigo não foi maior do que 1,0 mm, para cada evento.

pluviométricas (mm) na braquiária na fase vegetativa de 1 a 21 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

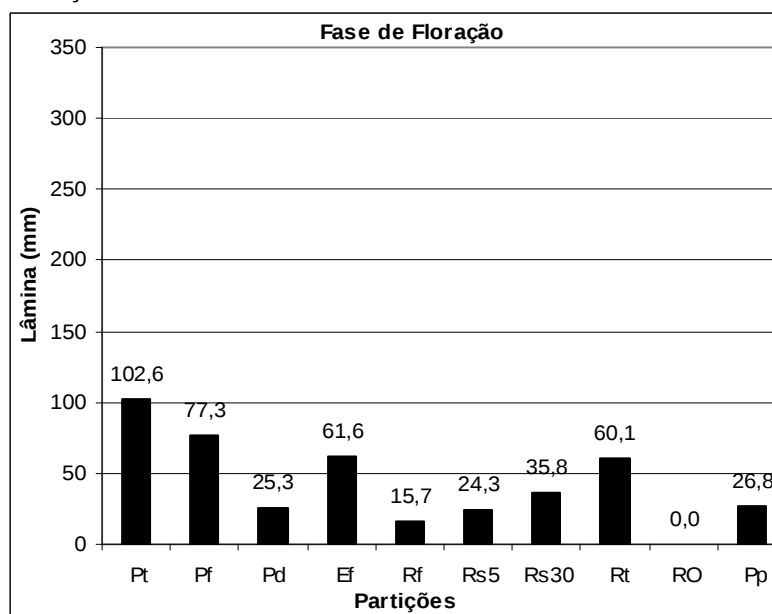
No solo foi retido 25,5% da precipitação na profundidade de até 5 cm e na profundidade de até 30 cm, foi retido 51,5% em relação a chuva que atingiu o solo.

Observou-se um percentual de 18% de precipitação profunda e 5% de escoamento superficial para esta fase. O escoamento superficial pode ser explicado pelo pequeno índice de cobertura foliar neste período - IAF 2,1 ã e, consequentemente, pela menor parcela de chuva interceptada, atingindo diretamente o solo a maior parte da água (Gráfico 9). Além do material orgânico no solo, a interceptação pelo dossel também é importante para diminuir a velocidade das gotas antes de atingir o solo e atenuar o risco de escoamento superficial.

Em seguida, são apresentadas as partições pluviométricas, observadas e estimadas na braquiária na fase de floração, com duração de 18 dias (Gráfico 10). Esta fase é caracterizada pelo início de seu florescimento.

Foi observado um percentual de 75,3% de interceptação pelo dossel e 24,7% de precipitação direta. Os percentuais de escoamento e retenção pelo dossel foram de 79,7% e de 20,3%, respectivamente em relação à Pf.

pluviométricas (mm) na braquiária na fase de floração. Os dados são apresentados no Gráfico 11.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

O total de precipitação retida no solo na profundidade de até 5 cm, foi de 28% e a retida na profundidade de até 30 cm, foi de 41,2%.

Observou-se nesta fase em relação a fase vegetativa maior desenvolvimento do índice de área foliar da braquiária ã média de IAF 3,4 - e o consequente aumento da capacidade de armazenamento de água pelo dossel da braquiária, sendo de 2,5 mm.

A precipitação profunda foi de 30,8% em relação à chuva que chegou ao solo (Pd+Ef). Verificou-se nesta fase da braquiária, que a chuva interceptada pelo dossel e o material orgânico no solo, favoreceram a infiltração e a precipitação profunda, pois a chuva, ao encontrar com a planta, tem diminuída a sua velocidade, escorrendo até ao solo, ficando retida pelo material orgânico e penetrando no solo.

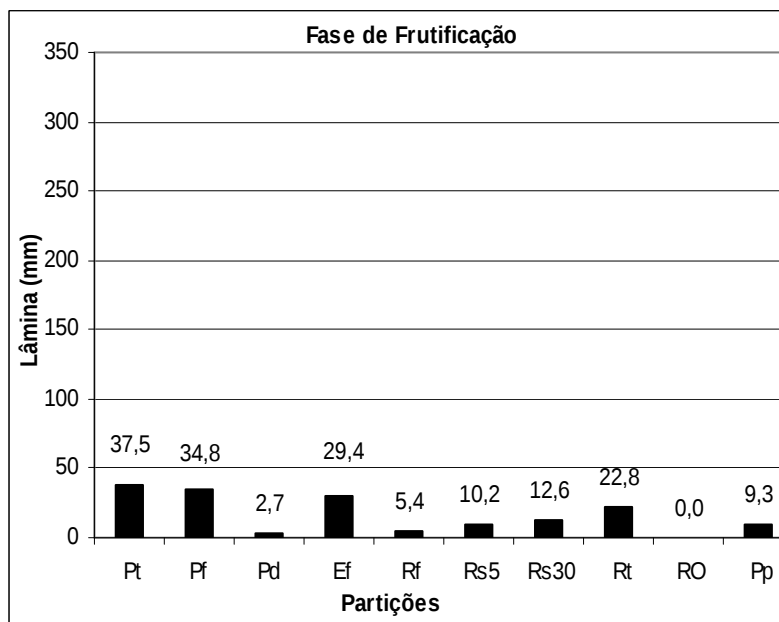
Nesta fase não houve registros de escoamento superficial (Gráfico 10).

No Gráfico 11, são apresentadas as partições pluviométricas registradas e estimadas na braquiária, na fase de frutificação, com duração de 14 dias. Esta fase é caracterizada pelo desenvolvimento dos frutos.

Nesta fase notou-se uma diminuição da precipitação total em relação as fases vegetativas e floração. Observou-se que a maior parte da chuva, foi interceptada pelo dossel

proporcionou o amortecimento das gotas e a proteção do solo contra o impacto direto e a infiltração da água no solo.

Gráfico 11 - Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase de frutificação: dos 42 aos 56 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

O percentual de precipitação interceptada pelo dossel da braquiária foi de 92,8% e a precipitação direta de 7,2%. Beard (1962) estudou a interceptação pluviométrica em pastagem, em chuvas de 34,4 mm, registrando 14,5 mm de interceptação pelo dossel, correspondendo a 41%.

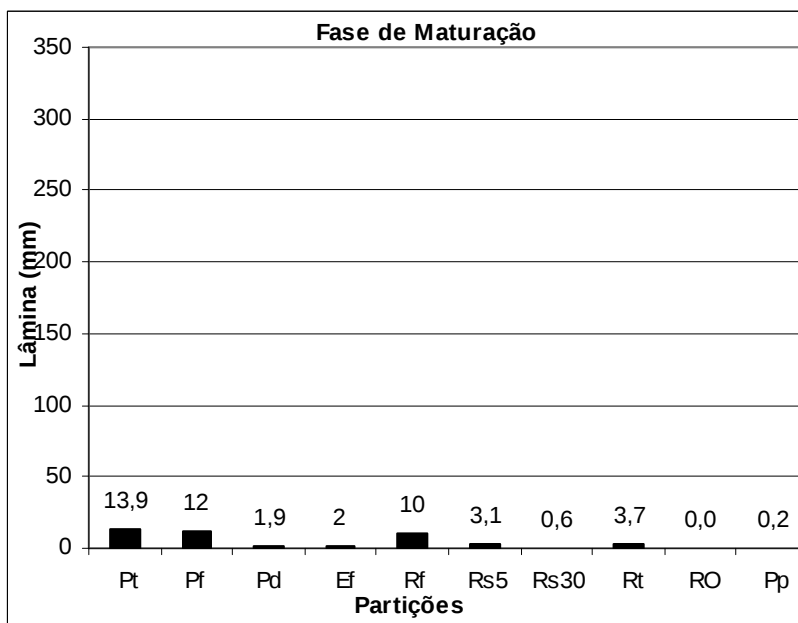
Em relação à precipitação interceptada, foram estimados percentuais de escoamento e retenção pelo dossel de 84,5% e 15,5%, respectivamente (Gráfico 11). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da braquiária, nesta fase, foi de 2,7 mm.

O total de precipitação retida na profundidade de até 5 cm foi de 31,8% e a retida na profundidade de até 30 cm, foi de 39,2% em relação à Pd+Ef. Foram estimados 29% de precipitação profunda.

Não houve registros de escoamento superficial,

No Gráfico 12 são apresentadas as partições pluviométricas observadas e estimadas na braquiária, na fase de maturação com duração de 33 dias. Esta fase é caracterizada pelo amadurecimento dos frutos.

Gráfico 12 - Partições pluviométricas (mm) na braquiária na fase de maturação ã dos 56 aos 89 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel.
Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo.
Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo.
Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial.
Pp ã Precipitação profunda.

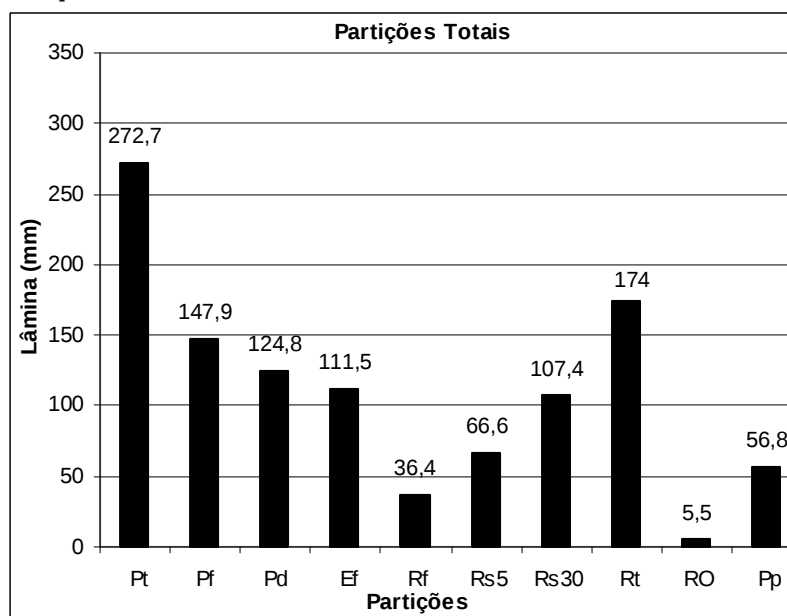
Neste período foi anotada o menor total de precipitação pluviométrica (Pt) na braquiária em relação as fases anteriores. Foram estimados 86,3% de precipitação interceptada e 13,7% de precipitação direta em relação a Pt. Devido aos poucos episódios de chuva, quase toda a água foi retida pelo dossel da braquiária, com um equivalente a 83,3% de retenção pelo dossel em relação à precipitação interceptada (Gráfico 12). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da braquiária, nesta fase, foi de 2,8 mm. Ataroff e Naranjo (2008) anotaram, para chuvas de 2,5 mm, valores de 70,7% de retenção pelo dossel de pastagem de *Pennisetum clandestinum* Hochst. Chiov ex. O percentual de precipitação que escoou até o solo foi de 16,7% em relação à Pf.

Contabilizou-se 79,5% de retenção na profundidade de até 5 cm e 15,4% de retenção na profundidade de até 30 cm em relação à Pd+Ef. Neste período, foram registrados 5,1% de precipitação profunda, não sendo registrado escoamento superficial (Gráfico 12). Segundo Albuquerque e Costa (2012), a ocorrência de poucas chuvas, acaba sendo importante para o sistema planta-solo, uma vez que aumenta a interceptação pelo dossel, demorando mais a infiltração da água no solo.

partições pluviométricas registradas e estimadas, durante todas as fases da braquiária (Gráfico 13).

O dossel da braquiária também evidenciou benefícios quanto à proteção do solo contra o impacto das gotas da chuva, proporcionando maiores valores de água interceptada em relação à precipitação direta. O percentual de precipitação interceptada foi de 54,2% e o percentual de precipitação direta de 45,8% em relação à Pt.

Gráfico 13- Valores totais das partições pluviométricas (mm) na braquiária: 89 dias.

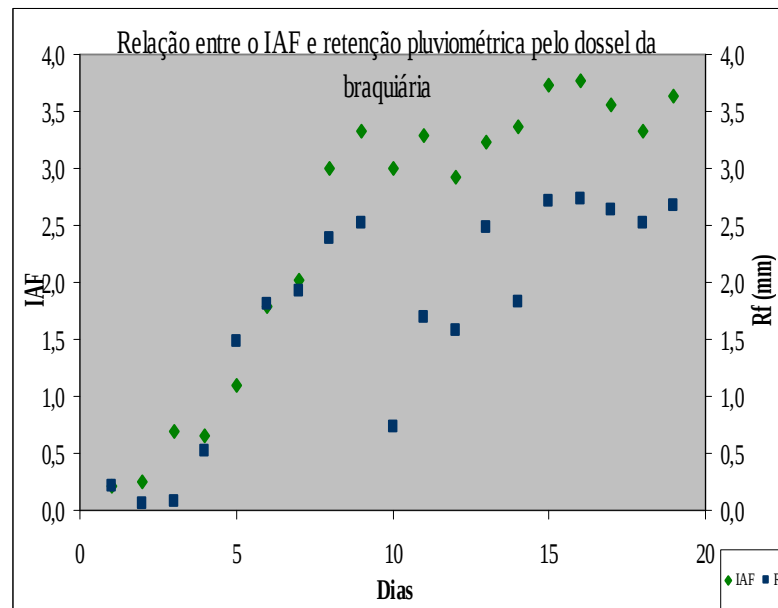


Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel.
Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo.
Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo.
Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial.
Pp ã Precipitação profunda.

O total de escoamento pelo dossel foi de 75,3% em relação a Pf, ficando retido pelo dossel da braquiária, 24,7% de precipitação. A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel da braquiária, para todas as fases, foi de 2,8 mm. Trabalhos realizados com o cultivo de trigo registraram percentuais totais de retenção pelo dossel de 33% (Leuning et al., 1994).

No Gráfico 14 observa-se a relação entre o IAF e a retenção pluviométrica pelo dossel da braquiária. De acordo com o desenvolvimento foliar da planta houve, também, um aumento nos valores de retenção pelo dossel da braquiária.

entre a cobertura foliar com os valores de retenção pluviométrica (mm) da braquiária durante o seu ciclo.



Rf - Retenção pelo dossel. IAF ã Índice de área foliar.

Observou-se que, a partir do desenvolvimento do dossel da braquiária, houve uma diminuição no percentual de escoamento superficial e aumento da precipitação profunda.

Atingiu o solo 236,3 mm de precipitação; destes, 28,2% foi retido na profundidade de até 5 cm e 45,4% na profundidade de até 30 cm (Gráfico 13).

Foi anotado um percentual de 2,4% de escoamento superficial. Bermúdez, et al. (1998), analisaram a relação solo e vegetação, comprovando que as mais baixas taxas de escoamento superficial foram encontradas em solos com cobertura vegetal - plantio direto -, enquanto as mais altas taxas foram obtidas em solos onde a terra foi arada - plantio convencional.

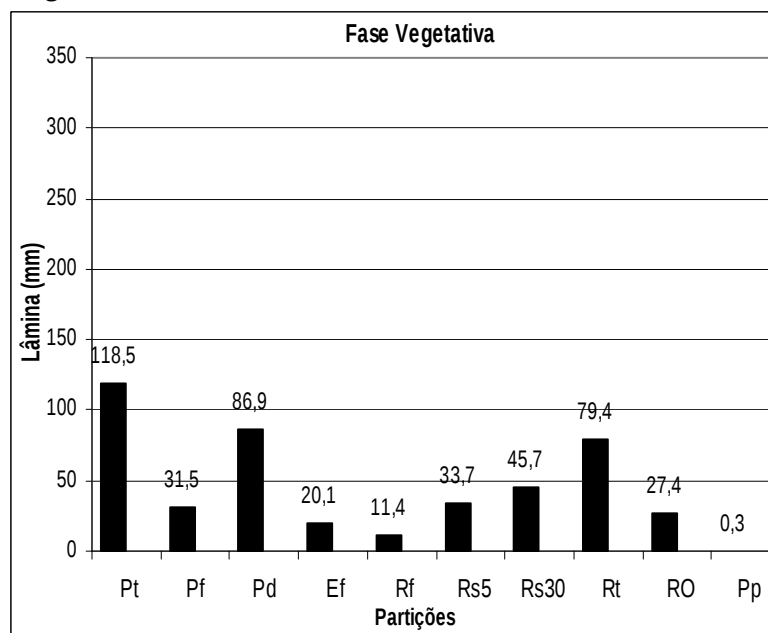
O valor percentual da precipitação profunda foi de 24%. A braquiária foi plantada sobre o material orgânico deixado pela soja, o que proporcionou uma maior retenção e infiltração de água no solo (Gráfico 13). Schumacher e Hoppe (1998) afirmam que o material orgânico existente sobre a superfície do solo exerce importantes funções, dentre elas, a de reduzir o impacto causado pelas gotas da chuva e contribuir para um maior índice de infiltração da água no solo. Os mesmos autores registraram percentuais semelhantes de precipitação profunda em áreas agrícolas, anotando valores de 24,1%.

o, no sistema de plantio convencional

Através dos dados coletados pelos instrumentos pluviométricos instalados, foram estimadas as partições pluviométricas no milho: Pf; Pd; Ef; Rf; Rs5; Rs30; Rt; RO e Pp, no sistema de plantio convencional.

No gráfico 15, são apresentadas as partições pluviométricas observadas e estimadas, no milho na fase vegetativa, com duração de 30 dias. Enfatiza-se que a coleta de dados teve início 9 dias após o plantio. Esta fase é caracterizada pelo desenvolvimento das folhas e do colmo do milho e também pelo desenvolvimento de suas raízes.

Gráfico 15 - Partições pluviométricas (mm) no milho na fase vegetativa: de 1 a 30 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

Na fase vegetativa foi registrado o maior valor de precipitação pluviométrica para o milho, em relação às demais fases.

Como sucedido com a soja e a braquiária, na fase vegetativa, a parcela de água interceptada pelo dossel do milho - 26,7% -, foi inferior à parcela de precipitação direta - 73,3%.

O percentual de precipitação retida pelo dossel do milho em relação à chuva interceptada foi de 36,7%. Lull, et al. (1964), apud Kojak, et al. (2007), registraram, para

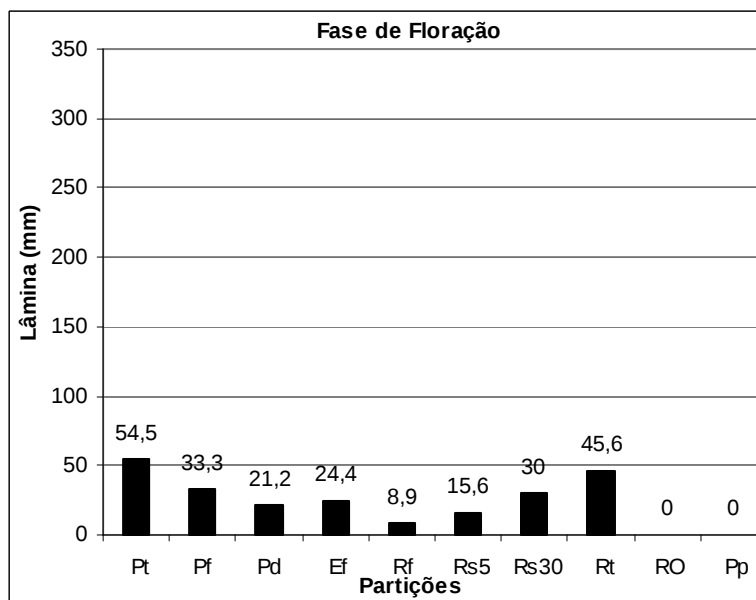
e retenção pelo dossel do milho, equivalendo a 16%. A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho, nesta fase, foi de 2,9 mm, escoando pelo dossel do milho, 63,3%.

O percentual de precipitação retida pelo solo na profundidade de até 5 cm foi de 31,5% e na profundidade de até 30 cm, foi de 42,7%. Mesmo para o maior valor de precipitação pluviométrica (Pt) registrado no milho, estimou-se apenas 0,02% de precipitação profunda. Foi anotado nesta fase, 25,6% de escoamento superficial (Gráfico 15).

Barbosa Júnior (2002), Cogo, et al. (2003), Carvalho e Silva (2006), Spohr, et al. (2009) afirmam que quanto maior a cobertura orgânica no solo maiores serão as taxas de infiltração e menores as perdas por escoamento superficial, mesmo em chuvas de alta intensidade e em curto intervalo de tempo, ocorrendo o inverso na falta da cobertura orgânica. Isto confirma a importância do material orgânico e da cobertura do solo, principalmente, em chuvas intensas e rápidas.

As partições pluviométricas registradas e estimadas para o milho, em sua fase de floração, com duração de 16 dias, encontram-se no Gráfico 16. Esta fase é caracterizada pelo início e fim, do pendoamento, atingindo o milho quase que sua altura total.

Gráfico 16- Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de floração: dos 30 aos 46 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel.

Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo.

Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo.

Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial.

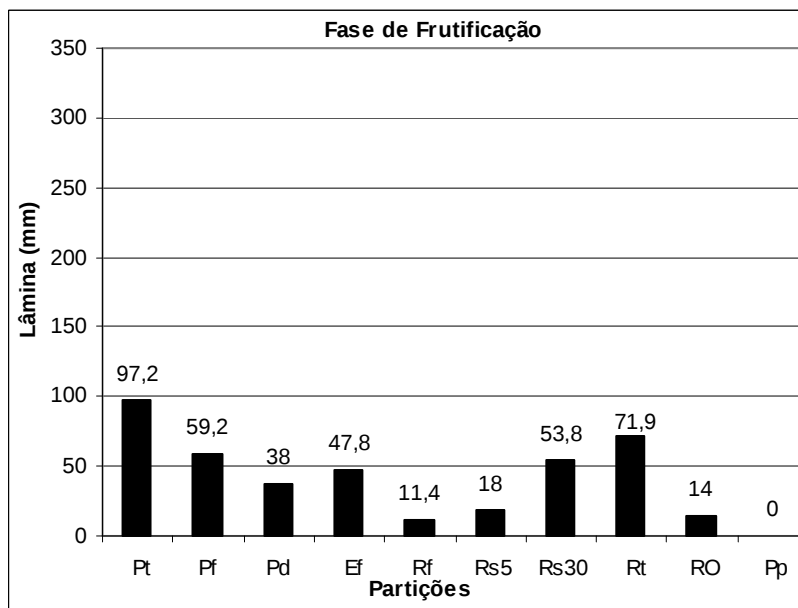
Pp ã Precipitação profunda.

pelo dossel do milho, nesta fase, foi maior em relação à fase vegetativa, com percentual de 61,1% e precipitação direta de 38,9% em relação à Pt. Ficou retido pelo dossel do milho 26,7%, escoando ao solo 73,3% (Gráfico 16). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho, nesta fase, foi de 2,9 mm.

A superfície do solo foi atingida por 45,6 mm, deste total, 34,2% da precipitação foi retida na profundidade de até 5 cm do solo e 65,8% foi retida na profundidade de até 30 cm, servindo toda a água de abastecimento para o solo e planta. Portanto, não houve registros de escoamento superficial e precipitação profunda, devido à pouca quantidade de chuva, ficando esta retida, parte no dossel da planta e parte no solo.

No gráfico 17 são apresentadas as partições pluviométricas observadas e estimadas no milho em sua fase de frutificação com duração de 31 dias. Esta fase caracteriza-se pelo desenvolvimento da espiga e dos grãos do milho.

Gráfico 17- Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de frutificação: dos 46 aos 77 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

A precipitação interceptada pelo dossel do milho em relação à Pt foi de 60,9%, percentual semelhante ao da fase de floração. A precipitação direta também foi próxima à da fase anterior com 39,1%. Os valores da precipitação retida e escoada pelo dossel, em relação à

respectivamente (Gráfico 17). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho, nesta fase, foi de 3 mm.

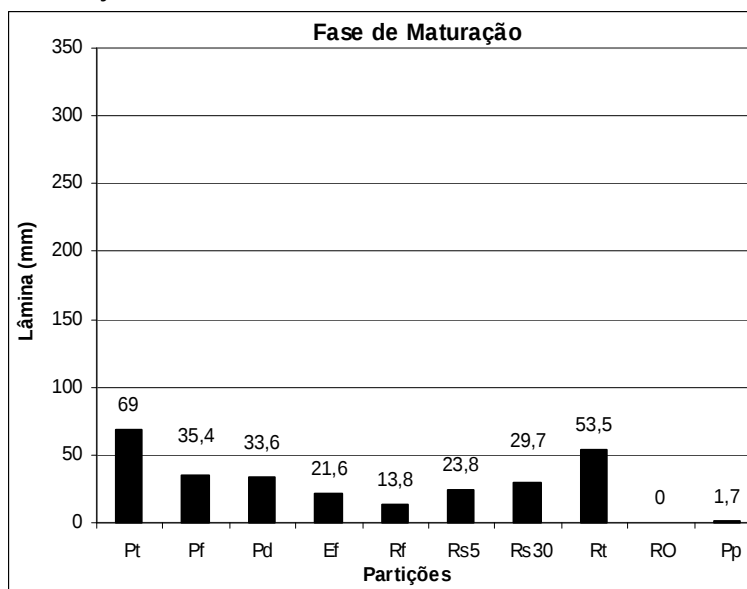
Foi retido na profundidade de até 5 cm do solo, 21% de precipitação e na profundidade de até 30 cm, 62,7%. Não houve registros de precipitação profunda.

Mesmo com o desenvolvimento foliar do milho ã média de IAF 4,3 - e o conseqüente aumento do percentual de chuva interceptada, registrou-se 16,3% de escoamento superficial (Gráfico 17). Tal fato pode ser explicado pela ausência de material orgânico sobre o solo.

No gráfico 18 são apresentadas as partições pluviométricas registradas e estimadas no milho na fase de maturação, com duração de 29 dias. Esta fase é caracterizada pela maturação do fruto, quando todos os grãos atingem seu peso seco máximo e as palhas e as folhas já não se encontram verdes, caindo parte no solo.

Nesta fase observou-se uma diminuição no percentual de chuva interceptada pelo dossel do milho, devido o ressecamento e queda das folhas. A chuva interceptada foi de 51,3%, e a direta, de 48,7% em relação a Pt. Os valores da precipitação retida e o escoamento pelo dossel foram de 39% e de 61% respectivamente (Gráfico 18). A capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho, nesta fase, foi de 2,9 mm.

Gráfico 18- Partições pluviométricas (mm) no milho na fase de maturação: dos 77 aos 106 dias.



Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel.

Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo.

Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo.

Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial.

Pp ã Precipitação profunda.

mm e média de IAF de 3,5, foi interceptado pelo dossel do milho 1,7 mm de precipitação, ficando retida toda esta chuva no dossel do milho. Logo, não foi registrado escoamento pelo dossel. Neste dia, a capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho foi de 2,6 mm.

Em chuva de 3 mm e média de IAF de 4,0 foi interceptado pelo dossel do milho 1,9 mm, ficando esta chuva retida no dossel, correspondendo, portanto, a 100% de retenção. O valor de escoamento pelo dossel não foi anotado. Neste dia, a capacidade máxima de armazenamento de água pelo dossel do milho era de 2,8 mm.

Alves, et al. (2001) encontraram valores inferiores em milho com média de índice de área foliar de 3,2 e de 4,3 em precipitações de 3 mm. Para a média de IAF de 3,2, os valores de retenção e escoamento pelo dossel, foram de 6,0% e de 7,0% respectivamente. Para a média de IAF de 4,3 os valores de retenção e escoamento pelo dossel foram de 7,2% e de 12,2% respectivamente.

Foi retido na profundidade de até 5 cm do solo, 43,1% de precipitação e na profundidade de até 30 cm, 53,8% de retenção em relação a $P_d + E_f$. O percentual de precipitação profunda para esta fase foi de 3%. Este fato pode ser explicado pela presença do material orgânico no solo, proveniente do próprio milho, beneficiando a retenção e infiltração da água. Não houve registros de escoamento superficial.

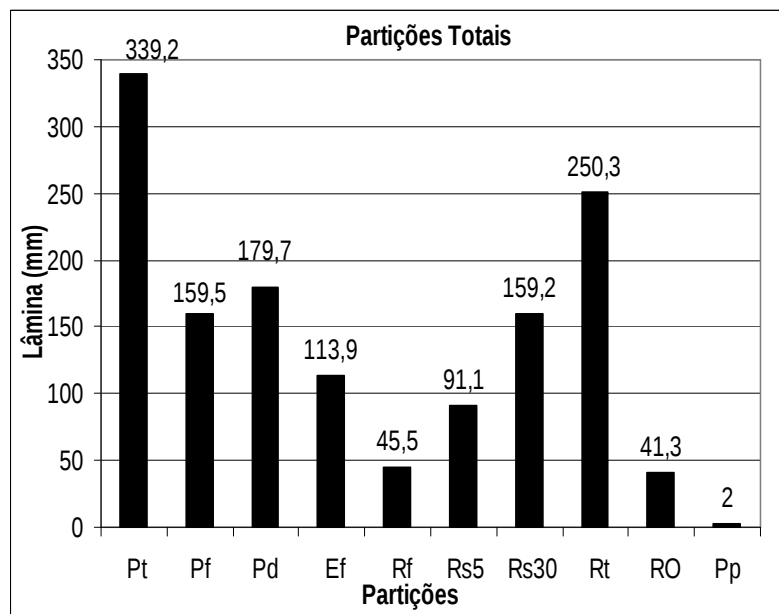
As partições pluviométricas registradas e estimadas durante todas as fases do milho encontram-se no Gráfico 19.

O valor da interceptação pelo dossel do milho foi diferente do encontrado por Conte e Leopoldo (1986), os quais registraram em todo o ciclo da cultura 52,2 mm de interceptação em condições de chuva natural.

A precipitação interceptada pelo dossel do milho foi de 47%. A precipitação direta foi de 53%, demonstrando que a maior parcela das chuvas atingiu diretamente a superfície do solo. Chuvas diretas em solos sem cobertura orgânica têm menores valores de infiltração, aumentando os riscos de erosão e empobrecimento do solo.

Em relação aos valores da chuva interceptada, escoou pelo dossel do milho 71,4%, de chuva. Para a média de IAF de 1,8, 2,0 e 3,5 verificaram-se 1,9 mm, 4,4 mm e 21,1 mm de escoamento pelo dossel. Os resultados foram diferentes dos encontrados por Teixeira et al. (2012), na cultura de cana-de-açúcar. Para a média de IAF de 1,6, 2,6 e 3,5 esses autores anotaram 2,0 mm, 1,2 mm e 1,5 mm de escoamento pelo dossel em relação a P_f .

totais das partições pluviométricas (mm)

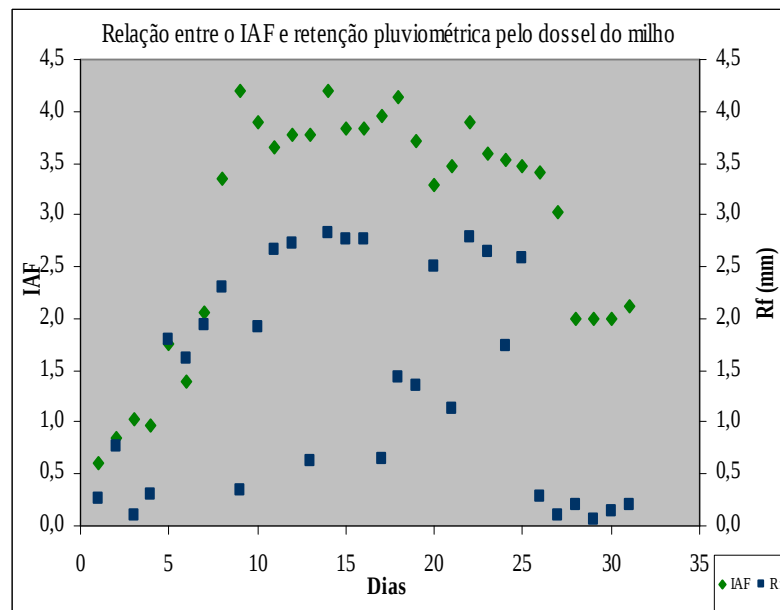


Pt ã Precipitação total. Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta. Ef ã Escoamento no dossel. Rf ã Retenção no dossel. Rs5 ã Retenção na profundidade de até 5 cm do solo. Rs30 ã Retenção na profundidade de até 30 cm do solo. Rt ã Retenção total no solo. RO ã Escoamento superficial. Pp ã Precipitação profunda.

Em relação à chuva interceptada pelo milho, 28,6% da água foi retida pelo seu dossel (Gráfico 19). Silva, et al. (1994), encontraram valores de 97,1 mm de retenção (34%), em relação ao total de 299,2 mm de precipitação. Lull, et al. (1964) apud Kojak, et al. (2007), registraram valores de 28 mm de retenção para precipitação de 181 mm, o que correspondeu a 16% de retenção pelo dossel do milho.

A capacidade máxima encontrada de armazenamento de água pelo dossel do milho, foi de 3 mm. No Gráfico 20 é demonstrada a relação entre o índice de área foliar do milho e a precipitação retida pelo dossel do mesmo; na medida em que ocorreu o aumento no desenvolvimento foliar da planta, ocorreu também o aumento nos valores de retenção pelo dossel. Por outro lado, com a diminuição da área foliar, foi observada também uma diminuição nos valores de retenção pelo dossel, casos evidentes no início e final do ciclo de cada cultivo.

da cobertura foliar com os valores de retenção pluviométrica (mm) do milho durante o seu ciclo.



IAF ã Índice de área foliar. Rf ã Retenção pelo dossel

A precipitação retida na profundidade de até 5 cm do solo foi de 31% e a retida na profundidade de até 30 cm, de 54,2% em relação a precipitação que atinge o solo (Pd+EF) (Gráfico 19).

Do total de 293,6 mm de chuva que atingiu o solo foram registrados 14% de escoamento superficial e 0,7% de precipitação profunda durante todo o ciclo do milho, indicando uma menor contribuição do sistema de plantio convencional para a retenção, infiltração de água no solo e diminuição do escoamento superficial, em relação ao sistema de plantio direto.

4.4 Comparação das partições pluviométricas na braquiária e no milho na fase vegetativa

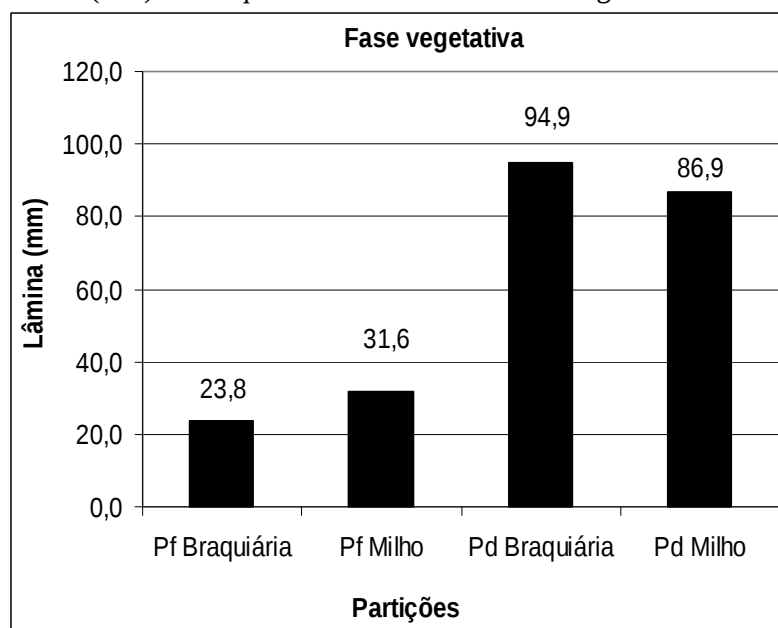
A seguir, comparam-se as partições pluviométricas da braquiária e do milho, dentro de suas fases vegetativas. As comparações foram realizadas somente na braquiária e no milho, devido à semelhança das precipitações totais entre ambas as culturas na fase vegetativa. Nas demais fases, as precipitações foram muito diferentes, o que torna sem sentido a maior parte das comparações.

Os testes de médias foram realizados utilizando os valores diários das partições na braquiária e no milho nas fases vegetativas.

do dossel e precipitação direta na fase vegetativa da braquiária e do milho

Inicialmente comparou-se a chuva interceptada pelo dossel e a precipitação direta nas fases vegetativas da braquiária ã 24 dias - e do milho ã 30 dias - (Gráfico 21). A precipitação total, nesta fase, para a braquiária foi de 118,7 e para o milho de 118,5 mm.

Gráfico 21- Precipitação interceptada pelo dossel e precipitação direta (mm) na braquiária e no milho nas fases vegetativas.



Pf ã Precipitação no dossel. Pd ã Precipitação direta.

Nesta fase, a maior parcela da chuva atingiu o solo de forma direta, em relação à precipitação interceptada pelo dossel (Gráfico 21). Isto concorda com estudos de Pruski et al. (2004), de que cultivos oferecem menor proteção ao solo contra o impacto das gotas da chuva em suas fases vegetativas, ou seja, no início do desenvolvimento do dossel.

Pela análise da variância, a 5% de probabilidade, a braquiária e o milho não apresentaram diferença significativa de interceptação pelo dossel, indicando que os cultivos analisados em suas fases vegetativas, apresentam menor proteção ao solo contra o impacto direto das gotas da chuva. O teste de médias foi realizado, utilizando-se valores médios diários da precipitação interceptada pelo dossel da braquiária e do milho em suas respectivas fases vegetativas (Tabela 1).

médias (F teste) da precipitação no dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Pf (%)	
Braquiária	0,9	20	a*
Milho	1	26,7	a

*Letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade.

Pf ñ Precipitação no dossel.

Na braquiária, contabilizou-se um percentual de 80% de precipitação direta, enquanto que no milho 73,3%, entretanto, pela análise de variância, a 5% de probabilidade, este percentual não pode ser considerado diferente, comprovando que, em ambos os cultivos, a precipitação direta foi superior à precipitação interceptada. O teste de médias foi realizado utilizando os valores médios diários da precipitação direta na braquiária e no milho nas fases vegetativas (Tabela 2).

Tabela 2 - Teste de médias (F teste) da precipitação direta na braquiária e no milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Pd (%)	
Braquiária	4	80	a*
Milho	2,9	73,3	a

*Letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade.

Pd ñ Precipitação direta.

4.4.2 Escoamento e precipitação retida pelo dossel na fase vegetativa da braquiária e do milho

Neste item, faz-se um comparativo do escoamento e da retenção pelo dossel nas fases vegetativas da braquiária e do milho (Gráfico 22).

O percentual de escoamento pelo dossel da braquiária foi de 77,7%, escoando pelo dossel do milho 63,3%. Pela análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade, não houve diferença significativa. O teste de médias foi realizado utilizando-se valores diários do escoamento pelo dossel da braquiária e do milho em suas respectivas fases vegetativas (Tabela 3).

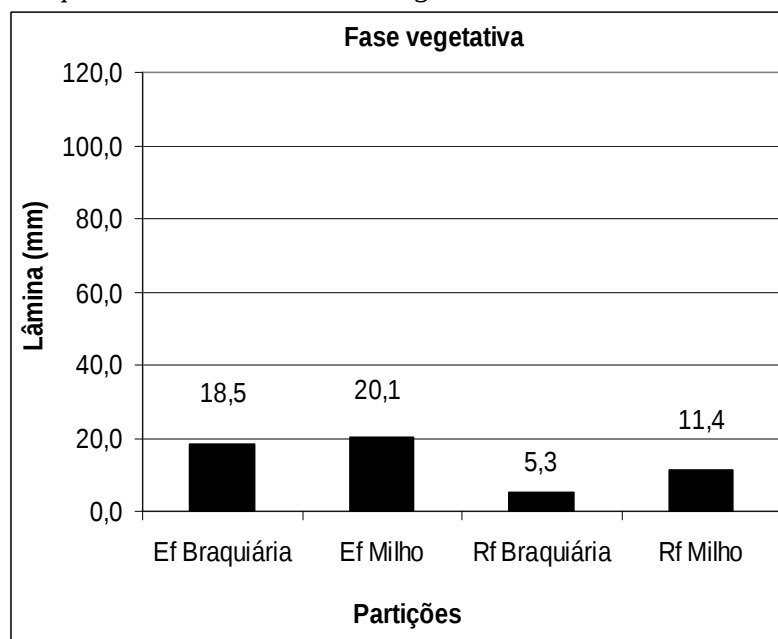
Tabela 3 - Teste de médias (F teste) do escoamento pelo dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Ef (%)	
Braquiária	0,7	77,7	a*
Milho	0,6	63,3	a

*Letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade.

Ef ñ Escoamento pelo dossel.

Escoamento e retenção pelo dossel (mm) da braquiária e do milho nas fases vegetativas



Ef ã Escoamento pelo dossel. Rf ã Retenção pelo dossel

O valor percentual da precipitação retida pelo dossel do milho aparenta ser maior em relação ao da braquiária, correspondendo a 36,7% para o milho e 22,7% para a braquiária. Isto poderia ser explicado, pois o milho possui uma estrutura porosa, com folhas largas em forma de cálice e longas, enquanto a braquiária apresenta uma estrutura fina e retilínea. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas, ao nível de 5% de probabilidade. O teste de médias foi realizado utilizando os valores médios diários da retenção pelo dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas (Tabela 4).

Tabela 4 - Teste de médias (F teste) da precipitação retida pelo dossel da braquiária e do milho nas fases vegetativas

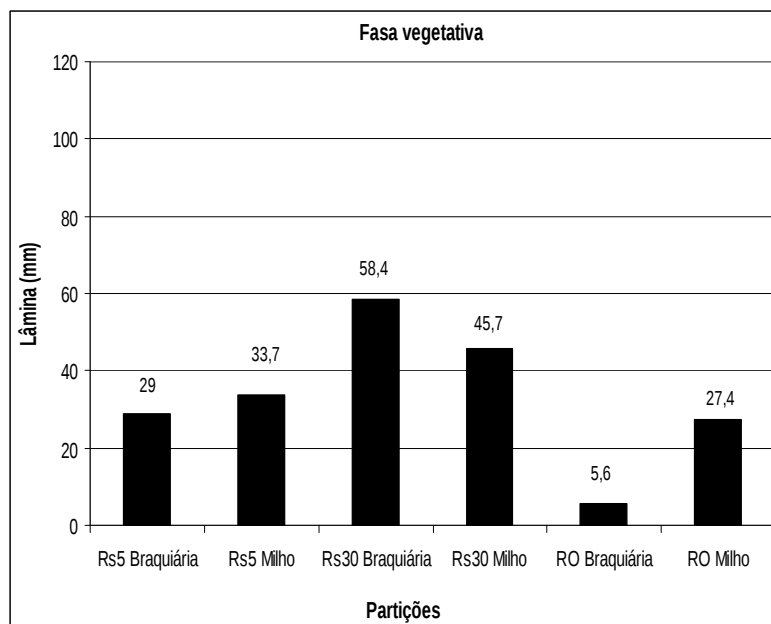
Cultivos	Média diária (mm)	Rf (%)	
Braquiária	0,2	77,7	a*
Milho	0,3	63,3	a

*Letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade
Rf ã Retenção pelo dossel

4.4.3 Água retida na profundidade de até 5 e 30 cm do solo e escoamento superficial na braquiária e no milho na fase vegetativa

A seguir, são avaliados os dados de chuva retida pelo solo em até 5 e até 30 cm de profundidade e o escoamento superficial nas fases vegetativas da braquiária e do milho (Gráfico 23).

tida até 5 e até 30 cm de profundidade e escoamento superficial (mm) nas fases vegetativas da braquiária e do milho



Rs5 ã Água retida até 5 cm de profundidade do solo.
Rs30 ã Água retida até 30 cm de profundidade do solo.
RO ã Escoamento superficial

O milho registrou um percentual de 31,5% de precipitação retida na profundidade de até 5 cm do solo, e a braquiária de 25,5%, no entanto, isto não se comprovou estatisticamente. A explicação presumível para esse fato, caso se comprovasse, seria de que a camada orgânica sobre o solo no cultivo da braquiária reteve parte da chuva ocorrendo menor infiltração na profundidade de até 5 cm em relação ao milho. Carvalho e Silva (2006), afirmam que a presença do material orgânico no solo retém parte da água que seria infiltrada no solo e aproveitada pela planta.

Pela análise de variância a 5% de probabilidade não foi verificado diferenças significativas entre a braquiária e o milho. O teste de médias foi realizado utilizando os valores médios diários da precipitação retida na profundidade de até 5 cm do solo (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste de médias (F teste) da precipitação retida no solo na profundidade de até 5 cm da braquiária e do milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Rs5 (%)	
Braquiária	1,2	25,5	a*
Milho	1	31,5	a

*Letras iguais denotam médias iguais a 5% de probabilidade
Rs5 ã Precipitação retida no solo há 5 cm de profundidade

valor percentual de armazenamento na profundidade de até 30 cm do solo em relação ao milho, comprovando que em solos com material orgânico, há uma maior infiltração de água no solo (CARVALHO e SILVA, 2006).

Pela análise de variância a 5% de probabilidade, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre a braquiária e o milho, indicando melhor infiltração de água no solo em superfícies com cobertura orgânica. O teste de médias foi realizado utilizando os valores médios diários da água retida na profundidade de até 30 cm do solo na braquiária e no milho (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste de médias (F teste) da precipitação retida no solo na profundidade de até 30 cm da braquiária e do milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Rs30 (%)	
Braquiária	2,4	51,5	a*
Milho	1,5	42,7	b

*Letras diferentes indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade

Rs30 ñ Precipitação retida no solo até 30 cm de profundidade

O maior percentual observado de escoamento superficial foi registrado no milho, em relação à braquiária. Pela análise de variância a 5% de probabilidade, foram verificadas diferenças significativas entre a braquiária e o milho.

Os eventos de escoamento superficial na braquiária cultivada no sistema de plantio direto foram menores em relação aos do milho, cultivado no sistema de plantio convencional, comprovando afirmações de Savabi e Stott (1994) de que resíduos culturais proporcionados pelo sistema de plantio direto, reduzem o escoamento superficial. Isto concorda com os dados de maior armazenamento de água no solo com braquiária na profundidade de 30 cm.

O teste de médias foi realizado utilizando os valores médios diários do escoamento superficial. Observou-se nesta fase, que a camada orgânica sobre o solo na braquiária contribuiu para a diminuição do escoamento superficial em relação ao milho (Tabela 7).

Tabela 7 - Teste de médias (F teste) do escoamento superficial na braquiária e no milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	RO (%)	
Braquiária	0,2	5	a*
Milho	0,9	25,6	b

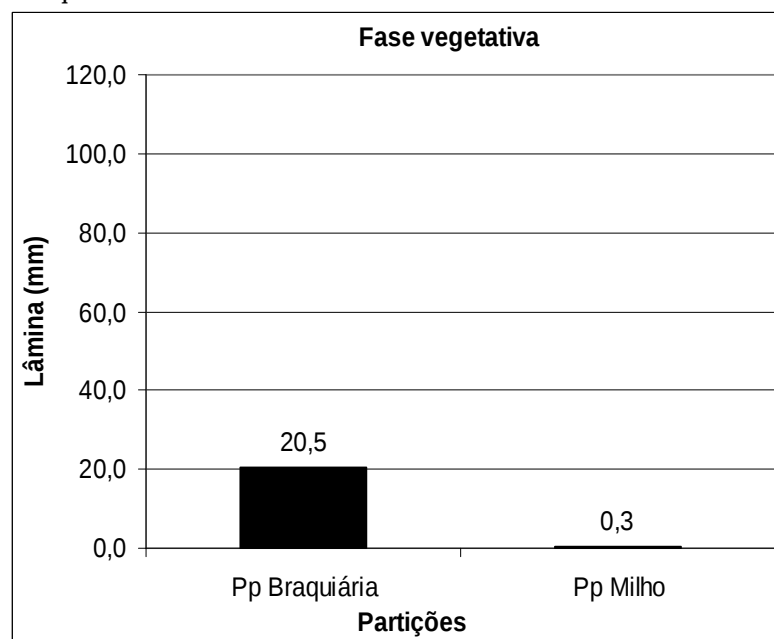
*Letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade

RO ñ Escoamento superficial

Vegetativa da braquiária e do milho

Neste tópico, discute-se a precipitação profunda nas fases vegetativas da braquiária e do milho (Gráfico 24). A precipitação profunda representa a parcela de água no solo que contribui com o abastecimento do lençol freático.

Gráfico 24- Precipitação profunda (mm) nas fases vegetativas da braquiária e do milho



Pp ñ Precipitação profunda

O maior percentual observado de precipitação profunda nas fases vegetativas foi registrado na braquiária (Gráfico 24). Pela análise de variância a 5% de probabilidade, verificou-se diferenças significativas entre a braquiária e o milho, verificando-se que a precipitação profunda na braquiária, cultivada no sistema de plantio direto, foi maior em relação ao milho, cultivado no sistema de plantio convencional. O teste de médias foi realizado utilizando os valores diários da precipitação profunda (Tabela 8).

Tabela 8 - Teste de médias (F teste) da precipitação profunda na braquiária e no milho nas fases vegetativas

Cultivos	Média diária (mm)	Pp (%)	
Braquiária	0,8	18	a*
Milho	0,01	0,02	b

*Letras diferentes indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade

Pp ñ Precipitação profunda

firmações de Tucci e Clarke (1997), de que o sistema de plantio convencional diminui as taxas de infiltração de água no solo, ocasionando o aumento do escoamento superficial. Os mesmos autores afirmam que, no sistema de plantio direto, a tendência é de que praticamente toda a água se infiltre, indicando que este seria o método mais adequado para plantio.

Ainda, pesquisas realizadas por Dalmago et al. (2009) comprovaram maior infiltração e disponibilidade de água para as plantas no sistema de plantio direto, em relação ao plantio convencional, apresentando diferenças de até 80%.

Neste trabalho, apresentam-se as conclusões das partições pluviométricas por algumas espécies vegetais e pelo solo. Verificou-se a importância da proteção do solo pela vegetação e o seu papel na melhoria das condições de infiltração e armazenamento de água; com consequente redução do escoamento superficial.

A soma conjunta das partições pluviométricas para os três cultivos no período de outubro de 2011 a junho de 2012 foram de 1271,7 mm de precipitação total; 847,4 mm de precipitação interceptada pelo dossel; 424,3 mm de precipitação direta; 624,4 mm de escoamento pelo dossel; 205 mm de precipitação retida pelo dossel; 342,6 mm de precipitação retida até 5 cm de profundidade do solo; 559,8 mm de precipitação retida até 30 cm de profundidade do solo; 66,6 mm de escoamento superficial e 97,7 mm de precipitação profunda.

No processo de interceptação pelo dossel, há ocorrência de variações, devido às características da vegetação como tipo, forma e também devido à intensidade das chuvas.

Constatou-se que o dossel da soja e da braquiária contribuíram mais para amenizar o impacto direto das gotas da chuva, favorecendo a maior infiltração de água no solo, do que o dossel do milho que mostrou menor benefício quanto ao amortecimento da chuva, tendo esta, neste caso, uma ação mais direta no solo, explicada pela arquitetura mais retilínea do milho. Mesmo após o completo desenvolvimento do dossel do milho, ainda observaram-se vazios de vegetação. Entretanto, na soja e na braquiária, após o completo desenvolvimento do dossel, observou-se o quase total recobrimento do solo.

Os valores de retenção pelo dossel da soja, do milho e da braquiária foram pequenos na fase vegetativa, aumentando conforme o desenvolvimento do IAF dos cultivos. Constatou-se, também, que o maior percentual de chuva retida pelo dossel dos três cultivos, ocorreu na menor classe de quantidade de chuva, ou seja, entre 5,6 mm e 14 mm. Nas classes de chuvas de precipitação elevada, mais do que 15 mm, verificou-se uma diminuição no percentual de retenção pelo dossel.

O milho registrou os maiores percentuais de retenção pelo dossel em relação à soja e à braquiária. Explica-se pelo fato do milho, além de possuir uma estrutura mais rugosa, reter parte da água em suas folhas, na forma de cálice, e na especificidade dos frutos.

Concluiu-se que independente da intensidade e quantidade de chuva, a capacidade de retenção pelo dossel da planta é constante. Os valores de retenção no dossel apresentaram variabilidades devido às diferenças estruturais de cada planta.

res de chuvas superiores a 3 mm permitiram os registros de escoamento pelo dossel da planta. Na soja, não foram contabilizados valores de escoamento pelo dossel nas chuvas inferiores a 4,5 mm; isto, entretanto, ocorreu na braquiária para valores inferiores a 3,2 mm e, no milho, para valores de chuvas inferiores a 5,0 mm. Tais diferenças são em geral, explicadas pelas características morfológicas de cada planta.

A soja registrou valores de 104,2 mm de escoamento pelo dossel (77,2%), o milho 28,4 mm (71,4%) e a braquiária 27,8 mm (75,3%), parcela esta que representa parte da chuva que chegou ao solo com baixa velocidade, favorecendo a infiltração de água pelo solo. Este fenômeno é diferente do que ocorre nos dosséis florestais onde o escoamento é menor, devido às cascas grossas, ásperas e fendidas, o que se constitui em maior dificuldade para o escoamento.

Os valores percentuais da precipitação profunda na soja e na braquiária, cultivadas no sistema de plantio direto, foram superiores aos valores de escoamento superficial, ocorrendo o inverso no milho, cultivado no sistema de plantio convencional, indicando a importância da manutenção do material orgânico para retenção e infiltração de água no solo, confirmando, nessas condições, que o sistema de plantio direto diminui os riscos de escoamento superficial e aumenta as possibilidades de infiltração profunda, alimentando o lençol freático, a circulação subterrânea e contribuindo para a recarga do aquífero.

Verificou-se que o escoamento superficial está também relacionado à interceptação pelo dossel da planta e ao sistema de plantio utilizado. No sistema de plantio direto, foram estimados percentuais de escoamento superficial apenas nas fases de desenvolvimento da soja e da braquiária - vegetativa e floração -. Devido à maior parcela de precipitação atingir o solo de forma direta no período de desenvolvimento da planta, parte da água escoou superficialmente antes de infiltrar. Além do material orgânico no solo, a interceptação pelo dossel também é importante para diminuir a velocidade das gotas e atenuar o risco de escoamento superficial.

No sistema de plantio convencional, registraram-se casos de escoamento superficial, tanto na fase de desenvolvimento da planta quanto ao final do seu desenvolvimento. Isto mostra a relação estreita entre a interceptação pelo dossel e a manutenção do material orgânico, na retenção, infiltração de água no solo e diminuição dos riscos de escoamento superficial.

Os testes de médias das partições pluviométricas da braquiária e do milho, nas fases vegetativas, apresentaram diferenças significativas, na precipitação retida na profundidade de 30 cm, na precipitação profunda e no escoamento superficial. O solo, sob braquiária, no

ou maior capacidade de infiltração de água e menor escoamento superficial, em relação ao solo sob milho, no sistema de plantio convencional.

Portanto, as partições pluviométricas pelos cultivos agrícolas exercem influência considerável na distribuição da água das chuvas, interceptando, amortecendo as gotas, direcionando-as ao solo com baixa velocidade e favorecendo o processo de infiltração e armazenamento de água pelo solo. Apesar disso, observou-se que as culturas agrícolas não exercem função idêntica à realizada pela cobertura florestal, no quesito infiltrabilidade e escoamento superficial, pois em solos florestais o escoamento superficial é considerado nulo.

Por fim, este estudo, além de contribuir para explicar os fluxos hídricos nos cultivos agrícolas, favorece a seleção e melhores práticas de uso, manejo e conservação do solo.

ALBUQUERQUE, F. N. B.; COSTA, J. S. Interceptação de chuvas em diferentes fisionomias de caatinga (Coreaú, CE). **Geografia ensino e pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 63-76, set./dez. 2012.

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 717-723, jul./set. 2001.

ALVES, D. R. B.; FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Repartição da lâmina de irrigação, aplicada via pivô centra, na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, 5p. Jan. 2001.

ALVES JÚNIOR, J.; et al. Retenção de água pelo dossel do feijoeiro irrigado por aspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 90-97, jan./mar. 2010.

ALVES SOBRINHO, T.; et al. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 191-196, mai/ago. 2003.

ANDERSON, H. W; HOOVER, M. O; REINHART, K. G. Hydrologic Processes. Forests and water: Effects of forest management on floods, sedimentation, and water supply. In: _____. **Pacific Southwest: forest and range experiment Station Forest Service**. Berkeley, Califórnia. p. 3-8. 1976.

ARCOVA, Francisco Carlos Soriano; CICCIO, Valdir de; ROCHA, Paulo Augusto Bueno. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por florestas de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha ã São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, mar/abr. 2003.

ATAROFF, Michele; NARANJO, Maria Elena. Interception of water by pastures of *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov. And *Melinis minutiflora* Beauv. **Agricultural and forest meteorology**, v. 149, p. 1616-1620. out. 2008.

AYOADE, J. O. O clima e a agricultura. In:____ **Introdução à climatologia para os trópicos**. 1. ed. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. São Paulo: DIFEL, 1986. cap. 12, p. 261-282.

BALBINOT, Rafaelo; et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 131-150, jan/abr. 2008.

BARBOSA JÚNIOR, A. R. **Hidrologia aplicada**. 2002. Disponível em: <<http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~carloseduardo/11Bacia%20Hidrografica.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2012.

BASE, F.; et al. Differences in throughfall and net precipitation between soybean and transitional tropical forest in the southern Amazon, Brazil. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, USA, v. 159, n. 15, p.19-28, set. 2012.

by grass. **South African Forestry Journal**, v. 42, n. 1, p. 12-15, ago. 1982.

BERMÚDEZ, F. L.; ROMERO, A. D.; FERNANDEZ, J. M.; FERNANDEZ, J. M. Vegetation and soil erosion under a semi-arid mediterranean climate: a case study from Murcia (Spain). **Elsevier**, Murcia, v. 24, n. 1, p. 51-58, Jul. 1998.

BISPO, C. J. P.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA, P. J. O. P. **Balanço de água na soja: estudos de casos no leste da Amazônia**. 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-633ba7b8d5f88fd5670460c45cb3920b.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

BRAGA, Alan Pantoja.; et al. **Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental**. ACTA Amazônia, 2004.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Apostila de Hidrologia**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. p. 115.

CARVALHO, F. **Fluxos hídricos na microbacia do córrego do Queixada no município de Jataí (GO)**. 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Goiás Campus Jataí.

CASTILHO, Camila Prazeres Gonçalves de. **Interceptação de chuvas na cultura da Cana-de-Açúcar (*Saccharum Officinarum* ssp)**. 2000. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 27, p. 743-753, 2003.

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. Interceptação. In:____**Introduzindo hidrologia**. 5 ed. Rio Grande do Sul: IPH, 2008. cap. 6, p. 66-68.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento**. 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2011.

CONTE, M. de; LEOPOLDO, P. Estação de água de chuva pela cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 47-55, 1986.

COOK, H. F.; et al. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. **Soil e Tillage Research**, v. 91, p. 227-235, dez. 2005.

COSTA, T.; LANÇA, R. **Hidrologia de Superfície**. 1 ed. Algarve: ISE, 2011. cap. 1, p. 1-55.

CROUSE, R. P.; CORBETT, E. S.; SEEGRIST, D. W. **Methods of measuring and analyzing rainfall interception by grass**. 1958. Disponível em: <http://iahs.info/hsj/112/112010.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2011.

o. **Embrapa Milho e Sorgo**. n. 4, set. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm. Acesso em: 14 mai. 2012.

DALMAGO, G. A.; et al. retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, abr. 2009.

DASTANE, N.G. Effective rainfall and irrigated water requirements. Rome: **FAO Corporate Document Repository**, p. 68. 1974.

DEMARCHI, Margorete. **Milho**. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2011_12.pdf. Acesso em: 05 jun. 2012.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. 1 ed. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011**. 2011. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/Sistema_Producao14_VE.pdf. Acesso em: 06 set. 2011.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. p. 263-277. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. 1. ed. Brasília: INMET, 2009.

FONTANA, V. S. **Retenção de água da chuva na palha, solo e dossel vegetativo de milho e feijão**. 2007. 101 f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) ã Universidade Federal de Santa Maria, RS.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVARES, Carlos. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 291p.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In:____ **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. cap. 3, p. 93-148.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Design criteria for interception studies. **Int. Assoc. Sci. Hydrol.**, Asheville, North Carolina, 1966. Disponível em: http://www.iahs.info/redbooks/a067/iahs_067_0131.pdf. Acesso em: 10 abr. 2011.

HORTON, R. E. The role of infiltration in the hydrologic cycle. **Trans. Amer. Geoph. Union**, v. 14, p. 446-460, 1933.

HORTON, R. E. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. **Soil Science Society of America**, v. 5, p. 399-417, 1940.

afia e Estatística 2012.

INEAA - Instituto Nacional de Engenharia Arquitetura e Agronomia- **Recuperação de áreas degradadas**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABb7EAA/recuperacao-areas-degradadas>>. Acesso em: 30 out. 2012.

INMET ã Instituto Nacional de Meteorologia. 2011. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php>. Acesso em: 20 dez. 2011.

JACKSON, N. A. Measured and modelled rainfall interception loss from an agroforestry system in Kenya. **Agricultural and Forest Meteorology**, Crowmarsh Gifford, v. 100, p. 323-336, out. 2000.

KANG, Y.; WANG, Q. G.; LIU, H. J. Winter wheat canopy interception and its inÅuence factors under sprinkler irrigation. **Agricultural Water Management**, Beijing, v. 74, p. 189-199, nov. 2004.

KOJAC. A.; et al. Modelling crop canopy and residue rainfall interception effects on soil hydrological components for semi-arid agriculture. **Hidrol. Process**, Fort Collins, n. 21, p. 229-241, 2007.

LEUNING, R.; et al. Rainfall interception and evaporation from soil below a wheat canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, Camberra, v. 67, n. 3, p. 221-238, 1994.

LI, Y. C., et al. Stem flow, throughfall, anda canopy interception of rainfall by citrus tree canopies. **HortScience**, v. 32, p. 1059-1060, out. 1997.

LIMA, P. R. A. **Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do estado de São Paulo**. 1998. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) ã Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu.

LIMA, Walter de Paula.; BARBIN, Décio. Efeito de plantações de Eucalyptus e Pinus sobre a qualidade da água da chuva. **IPEF**, Piracicaba, n.11, p. 23-35, 1975.

LIMA, Walter de Paula. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **Instituto de pesquisas e estudos florestais**, Piracicaba, n. 13, p. 75-90, 1976.

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, ago. 1983.

LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2 ed. Piracicaba: USP, 2008. 253p.

LUCHIARI, Danilo José Fanelli. **Estudo da repartição das chuvas em cultura de citros**. 1989. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Faculdade de Engenharia de Limeira, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MANNAERTS, C. M.; GABRIELS, D. A probabilistic approach for predicting rainfall soil erosion losses in semiarid areas. **Elsevier**, Flanders, v. 40, n. 4, p. 403 - 420, ago. 2000.

ial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre. **aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) ã URFS ã Porto Alegre.

MIRANDA, R. A. C.; BUTLER, D. R. Interception of rainfall in a hedgerow apple orchard. **Journal of Hydrology**, Bristol, v. 87, n. 3-4, p. 245-253, out. 1986.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de; MONAT, André Soares; PEREIRA, Fernando Reiszal. Intercepção de chuva em cafezais adensados da Região Serrana Centro-Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 283-288, 2004.

NIMER, Edmon. Climatologia da região Centro-Oeste. In: ____ **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 393-421.

OLIVEIRA JR, J. C. de; DIAS, H. C. T.; Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 5, jan/fev. 2005.

OLIVEIRA, Leidiane Leão de; et al. Precipitação efetiva e intercepção em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, Amazônia, v. 38, n. 4, p. 5, dez. 2008.

ONozAWA, Yuka; et al. Rainfall interception in a moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) Forest. **Journal of Forest Research**, Tóquio, v. 14, n. 2, p. 111-116, jan. 2009.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2004. 87p.

RAO, S. A. Interception losses of rainfall from cashew trees. **Journal of Hydrology**, Calecute, v. 90, n. 3-4 p. 293-301, abr. 1987.

RENSCHLER, C. S.; MANNAERTS, C.; DIEKKRÜGER, B. Evaluating spatial and temporal variability in soil erosion risk ã rainfall erosivity and soil loss ratios in Andalusia, Spain. **ResearchGate**, Bonn, v. 34, n. p. 209- 225, 1999.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Iowa, 1993. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/hancock/info/corn.htm>>. Acesso em: 05/set. 2011

RODRIGUES, Valdemir Antonio. Redistribuição da precipitação em seringueira. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 566-575, out. 2008.

ROMANOVSKI, Z. **Morfologia e aspectos hidrológicos da microbacia Rua Nova, Viçosa ã MG, para fins de manejo**. 2001. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SAMPAIO Silvio César; et al. Estudo da precipitação efetiva para o município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 210-213, 2000.

da interceptação da precipitação e do escoamento superficial em diferentes tipologias vegetais na bacia hidrográfica do rio salomé- BA. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento regional e Meio ambiente), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SAVABI, M. R.; STOTT, D. E. Plant residue impact on rainfall interception. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, Michigan, v.37, n. 4, p.1093-8, 1994.

SCHUMACHER, M. V; HOPPE, J. M. **A floresta e a água**. 2 ed. Porto Alegre: Afubra, 1998. 70p.

SCOPEL, I.; et al. Análise das chuvas no centro-sul de Goiás. **Anais IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Campina Grande, p. 505. jul. 1995.

SHELTON, M. Brachiaria Decumbens. **Fao** ã Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Data/pf000188>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

SIEG ã Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás 2011.

SILVA, C. L.; et al. Modelagem da precipitação efetiva na cultura do milho. **Pesqu. agropec. bras.**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 929-937, jun. 1994.

SILVA, D. C; ROCHA, E. J. P; BISPO, C. J. C. **Stemflow em uma cultura de soja em Paragominas ã Pará**. 5p. 2006.

SILVA, F. A. M. da; et al. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 717-724, mai. 2006.

SILVA, N. R.; ANDRADE, S. L. Caracterização climática do município de Jataí-GO: subsídios às atividades agrícolas. **Anais XVI Encontro nacional dos geógrafos**, Porto Alegre, p.10, jul. 2010.

SOARES, Ângela Maria Soares. **A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do rio Uberabinha ã Minas Gerais**. 2008. 95f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de geografia. Universidade Federal de Uberlândia.

SOBRINHO, T. A.; et al. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p.5, mai. 2003.

SPOHR, R. B.; et al. Modelagem do escoamento superficial a partir das características físicas de alguns solos do Uruguai. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 74-81, jan-fev. 2009.

STRUCKMEIER, W.; RUBIN, Y.; JONES, A. A. **Água subterrânea ã reservatório para um planeta com sede?** 1 ed. Leiden: Planetearth, 2007. 16p.

TEIXEIRA, E. N; et al. Interceptação de água pelo dossel da cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 71-84, jan.-mar. 2012.

tion and sediment characteristics of cultivated forest soils as affected by the mechanical stability of aggregates. **Catena**, Tasmania, v. 30, n. 2-3, p. 199-134, ago.1997.

TUCCI, C, E, M; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista brasileira de recursos hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 135-152, jan/jun. 1997.

TWD. **TRACE. Molecular biology database.** 2011. Disponível em: <http://www.bats.ch/trace/?file5=coreforms/taxonomy.php&record_number=3>. Acesso em: 27 ago. 2011.

URU, Potira Morena Souza Benko de. **Do milho à pamonha.** 2007. 71 f. Monografia (Especialista em tecnologia de alimentos)-Universidade de Brasília, Brasília.

USDA. **Hydrology.** 4 ed. Washington, D.C. 1972. Chapter 21. 127p. National Engineering Handbook. Soil Conservation Service.

VALLE, C. B.; et al. Plantas forrageiras. In:_____ **Gênero Brachiaria.** 1 ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. cap. 2, p. 30-35.

VALLEJO, Luiz Renato. **A influência do litter florestal na distribuição das águas pluviais.** 1982. 98 f. Tese (Mestrado em Ciências)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VILELA, H. **Gênero Brachiaria** (Brachiaria decumbens - Capim). 2012. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_brachiaria_decumbens.htm. Acesso em: 22/mai. 2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** Magraw-hill do Brasil: 1975. 102p.

WIGNERON, Jean Pierre.; CALVET, Jean Christophe.; KERR, Yann. Monitoring water interception by crop fields from passive microwave observations. **Agricultural and forest meteorology**, v. 80, p. 177-194, fev. 1995.