

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

ANDERSON DOMINGOS COREZOLLA

**VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO E INFILTRAÇÃO ACUMULADA EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO II

DOIS VIZINHOS

2014

ANDERSON DOMINGOS COREZOLLA

**VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO E INFILTRAÇÃO ACUMULADA EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Luiz de Paula

Co-orientadora: Dra. Fabiana Luiza Matielo de Paula

DOIS VIZINHOS

2014

C797v Corezolla, Anderson Domingos.
Velocidade de infiltração e infiltração acumulada em
diferentes sistemas de cultivo – Dois Vizinhos: [s.n], 2014.
35 f.;il.

Orientador: Adalberto Luiz de Paula
Co-Orientadora: Fabiana Luiza Matiolo de Paula.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2014.
Inclui bibliografia

1.Cobertura de solo 2.Eucalipto 3.Pastagem I.Paula,
Adalberto Luiz de,orient.II. Paula, Fabiana Luiza Matiolo
de,co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO E INFILTRAÇÃO ACUMULADA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Por

ANDERSON DOMINGOS COREZOLLA

Este Trabalho de Conclusão de Curso II foi apresentado em 24 de fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Adalberto Luiz de Paula
(Orientador)

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Membro Titular (UTFPR)

Prof. Dr. Evandro Martin Brandelero
Membro Titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Ao meu pai
Armando Corezolla
pelo incentivo, compreensão
e por ensinar a batalhar pelos objetivos da vida
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por ter me concedido saúde e sabedoria para superar os degraus da vida.

A minha família por ser o meu alicerce, e em especial meu pai Armando Corezolla, minha avó Ida Taffarel Corezolla e minha Tia Lourdes Corezolla pelo incentivo, compreensão e por ensinar a batalhar pelos objetivos da vida.

Ao meu professor Dr. Adalberto Luiz de Paula e professora Dr^a. Fabiana Luiza Matiolo de Paula pela serenidade e competência em me auxiliar e orientar o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos amigos, pessoas especiais que a graduação proporcionou conhecer.

Aos professores do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná que de qualquer forma contribuíram no meu aprendizado.

Aos meus colegas, de qualquer forma colaboraram para a execução do trabalho.

RESUMO

COREZOLLA, Anderson D. **Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada em diferentes sistemas de cultivo**. 2014. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

A infiltração de água no solo é o movimento descendente da água na superfície para o seu interior. O conhecimento desse processo é de fundamental importância, pois interfere diretamente no escoamento superficial responsável pelos processos de erosão e estes por sua vez pela contaminação dos leitos dos rios, além do aumento dos picos de enchente. Em função disso o presente trabalho teve como objetivo avaliar a velocidade de infiltração e a infiltração acumulada de água no solo pelo método de Kostiaikov (1932), em diferentes tipos de ocupação do sistema produtivo, sendo eles, pastagens de verão (perenes), reflorestamento com eucaliptos e sistema plantio direto. As avaliações do experimento foram realizadas no mês de novembro de 2013 em três áreas localizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos. O Delineamento experimental utilizado foi Inteiramente Casualizado (DIC) com duas repetições. A velocidade de infiltração e infiltração acumulada foram determinadas conforme a metodologia descrita por BERNARDO; SOARES E MANTOVANI, (2006), utilizando-se o método do infiltrômetro de anel, que consiste em dois anéis, colocados concêntricamente no solo. Os anéis foram preenchidos com água ao mesmo tempo, e com o auxílio de uma régua, foi acompanhado a infiltração vertical no anel interno, em intervalos de tempo iniciando em 0,5 minuto. As leituras foram realizadas em intervalos de no máximo sete cm de variação de altura de lâmina de água. Os tempos para a realização de cada leitura foram: 0, 0,5, 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30 e 60 minutos a contar do instante zero dependendo das velocidades de infiltração encontradas nos diferentes tipos de solos das parcelas e, com repetições até próximo a estabilização da velocidade de infiltração. Nas análises estatísticas dos resultados, utilizou-se o software estatístico Asistat® com o procedimento de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Verificou que o reflorestamento com eucalipto obteve maior infiltração acumulada e velocidade de infiltração, seguido pelo sistema de pastagem de verão e sistema plantio direto evidenciando a relação de velocidade de infiltração e infiltração acumulada com a quantidade de massa seca da serrapilheira e cobertura vegetal.

Palavras-chave: Cobertura do solo. Eucalipto. Pastagem. Sistema Plantio Direto.

ABSTRACT

COREZOLLA, Anderson D. **Velocity of Infiltration and Cumulative Infiltration in different culture systems**. In 2014. 37f . Working End of Course II (undergraduate Forest Engineer) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

The infiltration of water into the soil is the downward movement of water on the surface to its interior. Knowledge of this process is of fundamental importance because it interferes directly responsible for runoff erosion and these in turn by the contamination of river beds, and increased flood peaks. Due to this, the present study aimed to evaluate the infiltration rate and cumulative infiltration of water into the soil by the method Kostiakov (1932), in different types of occupation of the productive system, namely, summer pastures (perennial), reforestation eucalyptus and cover crops. The experiment evaluations were conducted in November 2013 in three areas in the Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Dois Vizinhos. The experimental design was completely randomized (CRD) with two replications. The speed of infiltration and infiltration accumulated were determined according to the methodology described by BERNARDO, SOARES AND MANTOVANI, (2006), using the method of infiltrometer ring consisting of two rings concentrically placed on the ground. The rings were filled with water at the same time and with the aid of a ruler, infiltration was accompanied vertical inner ring, starting at time intervals of 0.5 minute. Readings were taken at intervals of no more than three inches of height variation of water depth. The time for performing each reading of 0, 0.5, 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30 and 60 minutes after the zero moment depending on the speed of infiltration found in soils of different types of parcels , and with repetitions to near stabilization of the rate of infiltration. In the statistical analyzes of the results, we used the statistical software Asistat ® with the procedure for comparison of means by the Tukey test at 5% probability. Found that reforestation with eucalyptus obtained the highest cumulative infiltration and infiltration rate , followed by summer pasture and tillage system showing the relationship of infiltration rate and cumulative infiltration with the amount of dry mass of litter and vegetation cover.

Keywords: Ground cover. Eucalyptus. Pasture. Cover crops

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Simulação da curva da Velocidade de Infiltração (VI) que ocorre a campo .	13
Figura 2: Simulação da curva de infiltração acumulada de água no solo em função do tempo	13
Figura 3: Ilustração da taxa de infiltração e da capacidade de infiltração em relação a tempo	14
Figura 4: Localização da Região Sudoeste e do município de Dois Vizinhos no Estado do Paraná.....	19
Figura 5: Localização dos sistemas de cultivos no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde se realizou a coleta dos dados. Sendo 01: área com cultivo de Eucalipto; 02: área de pastagem; 03: área de sistema plantio direto ..	20
Figura 6: a) área onde se realizou coleta de material para se obter a massa seca; b) material coletado e acondicionado em uma saca para ser pesado e posteriormente levado para a estufa de secagem	21
Figura 7: a) Detalhe do Infiltrômetro de anel; b) tendência de movimento da água ao infiltrar no solo; c) Detalhe da régua fixada na parede do anel interno com auxílio de uma haste de ferro; d) Detalhe dos acadêmicos cravando os anéis no solo com auxílio de uma marreta.....	22
Figura 8: Gráfico de velocidade de infiltração (VI) de água no solo em diferentes sistemas de cultivo (eucalipto, pastagem e sistema plantio direto)	25
Figura 9: infiltração acumulada (I) de água no solo em diferentes sistemas de cultivo (Eucalipto, Pastagem e Sistema Plantio Direto).....	27
Figura 10: quantidade de massa seca (ton/ha) de cobertura do solo nos diferentes sistemas de cultivo (pastagem, eucalipto e plantio direto)	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivos gerais.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS.....	32
8. APÊNDICE.....	36
8.1. Apêndice 01.....	36
8.2. Apêndice 02.....	37

1. INTRODUÇÃO

Em estudos hidrológicos realizados em países tropicais, o mau manejo do solo aliado a precipitação tem sido a principal causa de erosão (POTT, 2001). Segundo Manzatto et al. (2002), a erosão vem ocorrendo devido ao manejo incorreto do solo, deixando-o exposto à ação da chuva causando enormes prejuízos econômicos e ambientais.

Silva e Guetter (2003) relatam que o estado do Paraná desde a década de 1970, vem registrando um aumento na intensidade das precipitações. Fator que vem contribuindo para o escoamento superficial da água da chuva.

O escoamento superficial é o componente principal do ciclo hidrológico responsável pelos processos de inundação e erosão, e é afetado diretamente pela infiltração de água no solo, que segundo Bernardo; Soares e Mantovani (2006), “é o movimento descendente que a água desenvolve no perfil solo deslocando-se da superfície para seu interior”. Ainda os mesmos autores afirmam que a infiltração da água no solo é um processo muito importante no ponto de vista prático, pelo fato de desempenhar papel determinante nos processos de erosão e inundação.

O movimento da água caracterizado pela infiltração de água no solo segue uma curva que tende a diminuir até estabilizar em um valor constante de infiltração denominado (VIB) velocidade de infiltração básica (POTT e MARIA, 2003).

A velocidade de infiltração (VI) é a velocidade em que ocorre o movimento descendente da água no solo, ou seja, a infiltração propriamente dita, sendo que a mesma é expressa por unidade indicativa de altura de lâmina de água ou volume de água infiltrado em relação ao perfil do solo por unidade de tempo (mm/h, cm/h, l/s) (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006). A VI tem grande importância, pois através dela é possível determinar tempo que determinada quantidade de água proveniente de irrigação ou de precipitação permanecerá na superfície do solo ou demorará em infiltrar ou saturar o perfil do solo (GONDIM et al., 2010).

Para Netto et al. (2013), caracterizar todas as variáveis que influenciam na VI e I.ac. vem a ser um processo complexo pois as diferentes características físico, químico e biológicas do solo influenciam na VI e I.ac. em proporções diferentes. Para descrever de forma mais correlata à realidade a campo, utiliza-se de equações matemáticas, no caso, Kostiakov (1932) (CECÍLIO et al., 2003).

No município de Dois Vizinhos, a incorreta aplicação de práticas de manejo do solo nos diferentes sistemas de cultivo (pastagens, reflorestamento, cultivo mínimo, sistema plantio direto, dentre outros) resulta numa realidade semelhante do cenário regional e nacional, onde que constantemente há práticas agrícolas que causam degradação do solo.

Devido à atividade econômica encontrar-se de forma sólida na zona rural mais especificamente na produção agropecuária. Este setor tem adotado por parte dos produtores manejo e técnicas de conservação do solo na maioria das vezes executadas de forma inadequada de acordo com à atividade agrícola e ao relevo da localidade (PIGOSO et al, 2009).

Sendo assim, vê-se a importância de saber a VI e I.ac. para verificar se a cobertura vegetal no solo está sendo eficiente, planejar e dimensionar sistemas de irrigação, determinar espaçamento e dimensões de drenos (FAGUNDES et al. 2012). Com a determinação da VI podemos avaliar a quantidade máxima de precipitação que determinados solos suportam, diminuindo e/ou precaver dos riscos de erosão de determinadas áreas que apresentam determinados tipos de solos (POTT; ROSIM E MARIA, 2005).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Determinar através do método dos anéis concêntricos quais sistemas de cultivos apresentam melhor velocidade de infiltração e infiltração acumulada.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar em quais sistemas de cultivo ocorreu maior e menor valores de V.I.
- Determinar quais os sistemas de cultivo apresentou maior armazenamento de água no solo para posterior disponibilização aos sistemas de cultivo nos períodos de escassez de chuvas, levando em consideração os valores de V.I.
- Determinar quais sistemas de cultivo esteve mais propenso a erosão hídrica, levando em consideração os valores de V.I.
- Determinar quais os sistemas de cultivos apresentou maior e menor valor de I.ac.
- Verificar a influência da cobertura do solo na obtenção dos valores de VI.
- Determinar quantitativamente o efeito da cobertura do solo na V.I e na I.ac.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A infiltração da água no solo é “o movimento descendente que a água desenvolve no solo deslocando da superfície para seu interior” (BERNARDO SOARES E MANTOVANI, 2006). Segundo os autores, a VIB é encontrada quando a água proveniente de irrigação ou chuva infiltra-se no solo até obter uma taxa mínima constante de velocidade de infiltração, enquanto a velocidade de infiltração não atingir um valor constante, a mesma é determinada como velocidade de infiltração (VI).

A água ao infiltrar no perfil do solo, assume características distintas, dividindo em quatro frentes de umedecimento. São elas umedecimento (camada logo abaixo da superfície do solo que se encontra saturada). Camada de transição (camada que ocorre uma grande diminuição da umidade do solo em relação a camada mais superficial). Camada de transmissão (é a frente em que a água é transmitida mais rapidamente no solo) e por fim a camada de umedecimento (é a camada que mais aumenta em área e apresenta os menor índices de umidade em relação as outras camadas, pois a mesma se alastra mais rapidamente) (BRANDÃO; PRUSKI E SILVA, 2003).

Assim, podemos entender melhor o processo em que ocorre a VI. onde que a mesma é a velocidade em que ocorre o movimento descendente da água no solo, ou seja, a infiltração propriamente dita. Conforme exemplificado na Figura 1, a VI tende a apresentar uma taxa inicial alta (F_0), porém, com o passar do tempo, esta taxa tende a diminuir (f_c) até atingir valores estáveis (VIB). A VI é expressa por unidade indicativa de altura de lâmina de água ou volume de água infiltrado em relação ao perfil do solo por unidade de tempo (mm/h, cm/h, l/s) (BERNARDO; SOARES E MANTOVANI, 2006).

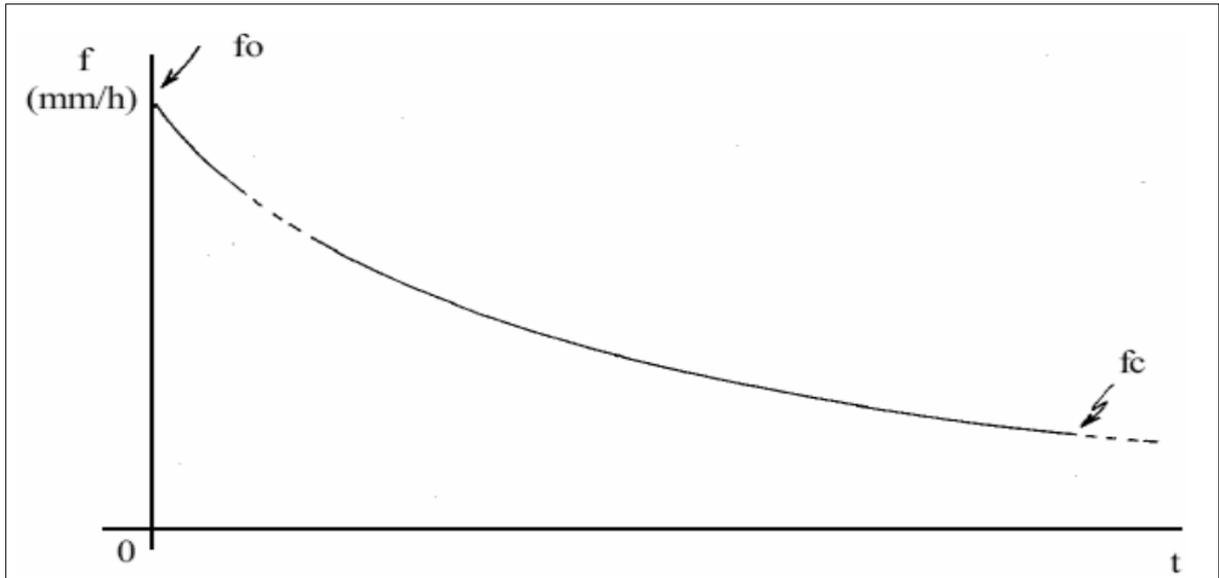


Figura 1: Simulação da curva da Velocidade de Infiltração (VI) que ocorre a campo.
Fonte: Lima (2008).

A infiltração acumulada (I.ac.) é a quantidade total de água que infiltra no solo em um determinado período de tempo (Figura 2). A partir dela, é possível determinar intensidade de precipitação ou de irrigação que determinados solos podem suportar. A quantidade de água que determinado suporta varia devido a influência de diversos fatores bem como a estrutura dos solos, sua profundidade, presença ou não de cobertura vegetal, diferentes formas de manejo, enfim, inúmeros fatores.

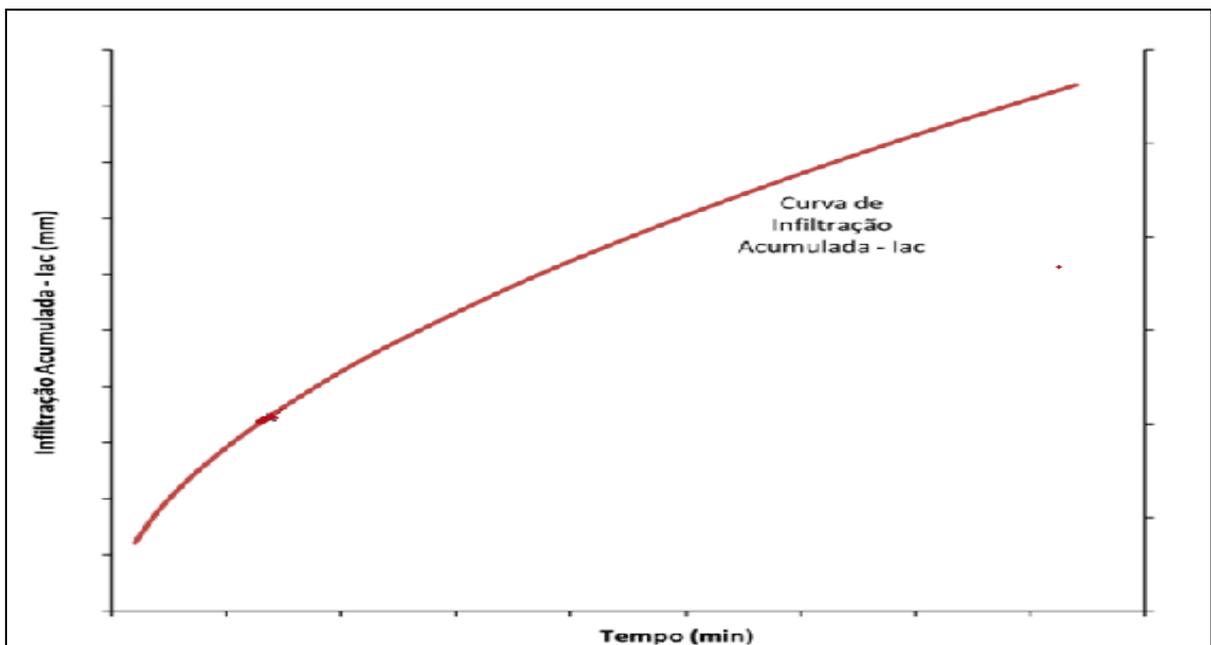


Figura 2: Simulação da curva de infiltração acumulada de água no solo em função do tempo.
Fonte: Brandão, Pruski e Silva (2003).

Se ocorrerem precipitações menores que a capacidade que certo solo apresenta para infiltrar e armazenar a quantidade de água precipitada, o solo tende a absorver toda a água que toca sua superfície (f). Porém, se a capacidade de infiltração for menor que a precipitação, com o passar do tempo, a taxa em que a água infiltra torna-se a mesma taxa com que o solo tem de absorver a água (f_c). Dessa forma, com o passar do tempo, o solo tende a diminuir a taxa de infiltração passando a taxa de precipitação maior que a taxa de absorção do solo fazendo com que o solo fique saturado e a água escorra superficialmente (Runoff) conforme observado na Figura 3 (BRANDÃO; PRUSKI E SILVA, 2003).

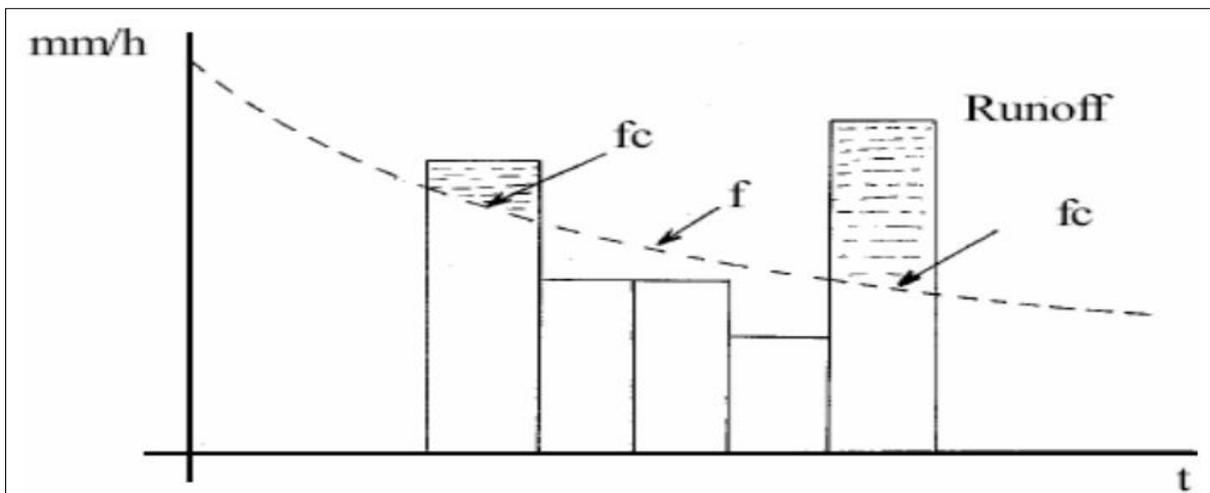


Figura 3: Taxa de Infiltração e da capacidade de infiltração em relação a tempo. Sendo que f_c representa uma precipitação maior que a capacidade de infiltração do solo e f representa a capacidade que o solo possui para infiltrar a água e as colunas representam a intensidade da chuva.

Fonte: Lima (2008).

A VI e I.ac. podem acarretar variações decorrentes de fatores relacionados ao solo como textura, adensamento de perfis, flora e fauna do solo, teor de umidade (PANACHUKI et al., 2003). Também pode ser afetada por fatores de manejo do solo como cobertura vegetal, presença de serapilheira, estado de agregação das partículas do solo, compactação e erodibilidade do solo como porosidade, densidade, cobertura, textura e grau de agregação (POTT E MARIA, 2003).

Segundo Pott; Rosim e Maria (2005), a VI e I.ac. podem ser utilizadas como parâmetro para indicar se o solo é apto à inúmeras atividades agrícolas, dentre elas, podem ser citadas projetos de irrigação, determinação do volume de bio-sólidos que podem ser aplicados no solo, estabelecer a quantidade máxima de chuva que determinado solo suporta sem que ocorra escoamento superficial e

consequentemente erosão. A VI e I.ac. também podem ser utilizadas como parâmetro para determinar o tamanho e espaçamento de drenos e caracterização da estrutura do solo para as mais diversas formas de utilização. Também é possível associar a VI e I.ac. com a quantidade de água que o solo retém para posterior disponibilização na microbacia e também pela quantidade de água que sairá pelo deflúvio subsuperficial.

Dentre os diferentes métodos de determinação de VI e I.ac., alguns como simulador de chuva, permeâmetro, infiltrômetro de tensão, infiltrômetro de pressão possuem características intrínsecas e comuns entre si, sendo que apresentam resultados mais próximo da realidade quando utilizados para determinar a infiltração de água no solo com pouca cobertura vegetal em relação ao método do infiltrômetro de anéis (POTT, 2001). Porém, em solos com presença de florestas, o método do infiltrômetro de anéis pode ser mais eficiente devido à cobertura vegetal poder proporcionar condições que diminuem a energia cinética da queda da gota de água fazendo com que reduza o efeito de selamento superficial do solo amortecendo o impacto da gota d'água. Proporcionando assim, maior tempo para que a água possa se infiltrar no perfil do solo além, de ser um método bastante prático.

A infiltração é influenciada pela densidade do solo sendo que quanto maior for o grau de compactação de determinado solo, maior será sua densidade. A densidade do solo pode chegar a valores entorno de 1,41 a 1,53 Mg m⁻³ para solos franco-arrenosos, franco argilosos e francos. Quanto maior a densidade do solo, menor será a velocidade de infiltração da água no solo (FIORIN, 2008).

Outros fatores que também influenciam na velocidade de infiltração são a textura e estrutura de um determinado solo. Ambas as características são diretamente influenciadas pelo percentual de argila, silte e areia presente em sua composição. Isto ocorre pois a argila, a silte e a areia são considerados materiais fisicamente mais estáveis do solo (FIORIN, 2008).

Segundo Reinert et al. (2001), a textura do solo é pouco influenciada pelo manejo e decorrer do tempo. Assim, a mesma vem a ser influenciada pela estrutura do solo. A textura juntamente com a estrutura determina a quantidade de macroporos do solo. Ambas são de extrema importância para determinar a macroporosidade presente em determinado tipo de solo. Esta por sua vez, poderá interferir negativamente ou positivamente na infiltração de água no mesmo (FIORIN, 2008).

Entre suas partículas e agregados do solo há espaços que são chamados de poros. Os poros são divididos em macroporos e microporos. Estes espaços tem capacidade de armazenar ar e água, respectivamente, que a planta poderá utilizar em seu desenvolvimento, utilizado para a sobrevivência de microorganismos e animais do solo (FIORIN, 2008).

Nos macroporos há movimentação do ar e da água sem muitas dificuldades, porém, nos microporos o movimento da água é restrito a movimentar-se por capilaridade. Já o deslocamento do ar praticamente não ocorre (SILVA, 2005). Desta forma, o movimento de água e do ar nos solos com textura arenosa flui sem muita dificuldade devido a presença exclusivamente de macroporos. Em solos argilosos, o movimento do ar e da água torna-se mais restrito devido a baixa presença de macroporos e grande presença de microporos (FIORIN, 2008)

Ainda segundo Fiorin (2008), um macroporo somente influenciará positivamente na infiltração da água da superfície somente se os macroporos estiverem abertos desde a superfície do solo até o seu interior, do contrário, a infiltração da água no solo é restrita devido a obstruções da camada superficial, ou de camadas subsuperficiais quando esta existir, principalmente em solos com o horizonte B textural mais evidente, efeito semelhante ao que ocorre com os chamados pés de grade e/ou pés de arrado.

Em solos com maior teor de areia, tendem a infiltrar maior quantidade de água e infiltrar a água mais rapidamente, devido a maior quantidade de macro e microporos e por ser menos suscetível a compactação quando comparado a solos argilosos. Porém, sob a ocorrência de escoamento superficial, os solos arenosos podem sofrer maiores danos decorrentes das mesmas condições de escoamento superficial, quando comparado a um solo com maior teor de argila (FIORIN, 2008).

Já os solos com maior teor de argila são considerados solos mais suscetíveis a compactação, porém apresentam-se mais bem estruturados e mais resistentes à degradação quando comparados a solos arenosos (FIORIN, 2008). Ambos os solos (arenoso e argiloso) quando submetido a ações antrópicas mal executadas como, por exemplo, a excessiva mecanização e pisoteio de animais e manejo ineficiente, sofrem degradação mais rapidamente.

Por isso, em pastagens mal manejadas, onde o pastejo é intenso e ocorre a remoção acentuada da parte aérea da planta, a mesma é forçada a utilizar suas reservas de nutrientes de outros locais, dentre eles a raiz para que dessa forma a

planta recuperar a parte aérea. Desse modo a planta cessa o crescimento radicular para suprir suas necessidades fisiológicas (BERTOL, 2000).

Com um manejo das pastagens inadequado, as propriedades físicas do solo podem sofrer alterações. Entre elas, ocorre o aumento da pressão do pisoteio, que por sua vez acarreta mudanças na densidade e porosidade do solo principalmente nas camadas superficiais (3 a 6 cm) (BERTOL, 1998). Também ocorrem mudanças na taxa de infiltração de água no solo diminuído de acordo com o aumento da intensidade de pastejo (MIGUEL, 2009).

Com a compactação do solo resultante da pressão do pisoteio dos animais, acarreta uma diminuição na taxa de desenvolvimento do sistema radicular e sofre também a diminuição do crescimento da parte aérea da planta. Culminando indiretamente no empobrecimento do solo, diminuindo a quantidade de massa seca na superfície do solo e conseqüentemente a diminuição da VI e I.ac. provenientes de chuva ou irrigação, propiciando maiores chances de ocorrência de erosão (BERTOL, 2000).

Pott (2003) comparando diferentes métodos de manejo de solo, concluiu que solo sob sistema plantio direto apresenta melhor condução de água que em solos submetidos ao preparo convencional. Isto ocorre devido a influencia das raízes das plantas, animais, insetos que estão presentes no solo diminuindo o selamento superficial e proporcionando condições favoráveis para que a água possa infiltrar mais facilmente.

Quando o solo é submetido ao sistema de manejo convencional, Barcelos; Cassol e Denardin (1999) afirmam que os macroporos são destruídos pelas ações de preparo do solo e podem ocorrer problemas subsuperficiais como pé de grade, pé de arado e selamento dificultando a infiltração da água e também o desenvolvimento de raízes.

No processo de preparo do solo através de plantio direto, os restos da cultura agem diminuindo a energia cinética proveniente das águas das chuvas ou de irrigações amenizando o transporte e desagregação das partículas do solo diminuindo conseqüências como selamento superficial e fazendo com que a água fique por mais tempo em contato com o solo permitindo maior infiltração da mesma (BARCELOS; CASSOL; DENARDIN 1999). Fato que pode ser observado em outros sistemas de cultivo que apresentem cobertura vegetal, bem como florestas implantadas e pastagens.

Lima (1982), relatou que florestas mais desenvolvidas apresentam uma maior interceptação das águas da chuva fazendo com que a mesma venha em encontro ao solo com menor energia cinética, diminuindo o impacto com o solo e as suas consequência fazendo com que a taxa de infiltração de água pelo solo seja maior do que em florestas mais jovens e menos desenvolvidas.

Em florestas mais desenvolvidas, a camada de serrapilheira é maior e segundo Lima (2008), sendo este fator imprescindível para a manutenção da taxa de infiltração, podendo assim as espécies de eucaliptos desempenharem função ecológica de retenção de água no solo, controle da erosão, aumentando a quantidade de macro e microporos do solo, aumentando a biodiversidade do local, fatores essenciais para recuperar áreas degradadas. Além de proporcionar retorno econômico diretos ao produtor com a comercialização da sua madeira, ou indiretos como sombreamento e conforto térmico em sistemas agroflorestais, fixação de carbono, manutenção da biodiversidade, essências, dentre outras (CAPENEZZI, 2000).

Melos et al. (2009), relata em seus estudos que a serrapilheira possui elevada capacidade de retenção hídrica sendo comparável ao da floresta ombrófila densa e também, a serrapilheira do eucalipto desempenha um papel fundamental na regulação dos processos hidrológicos superficiais, reduzindo o escoamento da água na superfície e aumentando a infiltração no solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada no mês de novembro de 2013 em três áreas localizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos, localizada na região ecoclimática do Sudoeste do Paraná (Figura 4) (latitude de 25°42'S, longitude de 53°06'W e altitude média de 520 m), (INMET, 2008). O clima da região é classificado como Cfa – subtropical úmido com verão quente, pela classificação de Köppen. Os solos predominantes do Sudoeste do Paraná possuem classificação variando entre Latossolo e Nitossolo (EMBRAPA-CNPS, 2006).



Figura 4: Localização da Região Sudoeste e do município de Dois Vizinhos no Estado do Paraná.

Fonte: Pigosso et al. (2009).

Utilizou-se de três áreas do Campus (Figura 5) com diferentes sistemas de cultivos, sendo eles sistema plantio direto (SPD) implantado na área a aproximadamente três anos, com rotações de culturas de trigo, aveia e canola nos períodos de inverno e soja, milho e feijão no período de verão. Cultivo de pastagem de verão (perene) do gênero *Cynodon* sp. (Tifton) implantada no local a aproximadamente 3 anos. A área de pastagens estava seis meses sem animais no local para que ocorresse a regeneração da pastagem pois a mesma sofreu injúrias

com incidências de geadas no período de inverno. Porém, a área de aproximadamente um hectare possui um histórico de no verão de 2012/2013 abrigar 3000 kg/ha^{-1} de peso vivo com bezerros em lotação contínua. Posteriormente a retirada dos bezerros, foi introduzido na área um dia a cada mês no período de março a maio de 2013, 6000 kg/ha^{-1} de peso vivo com vacas. Por fim a área com reflorestamento, onde havia sido implantado o reflorestamento à aproximadamente 9,5 anos. A espécie presente no local é *Eucalyptus tereticornis* Smith cujo seu espaçamento médio inicial era de $2,5 \times 2$ metros.

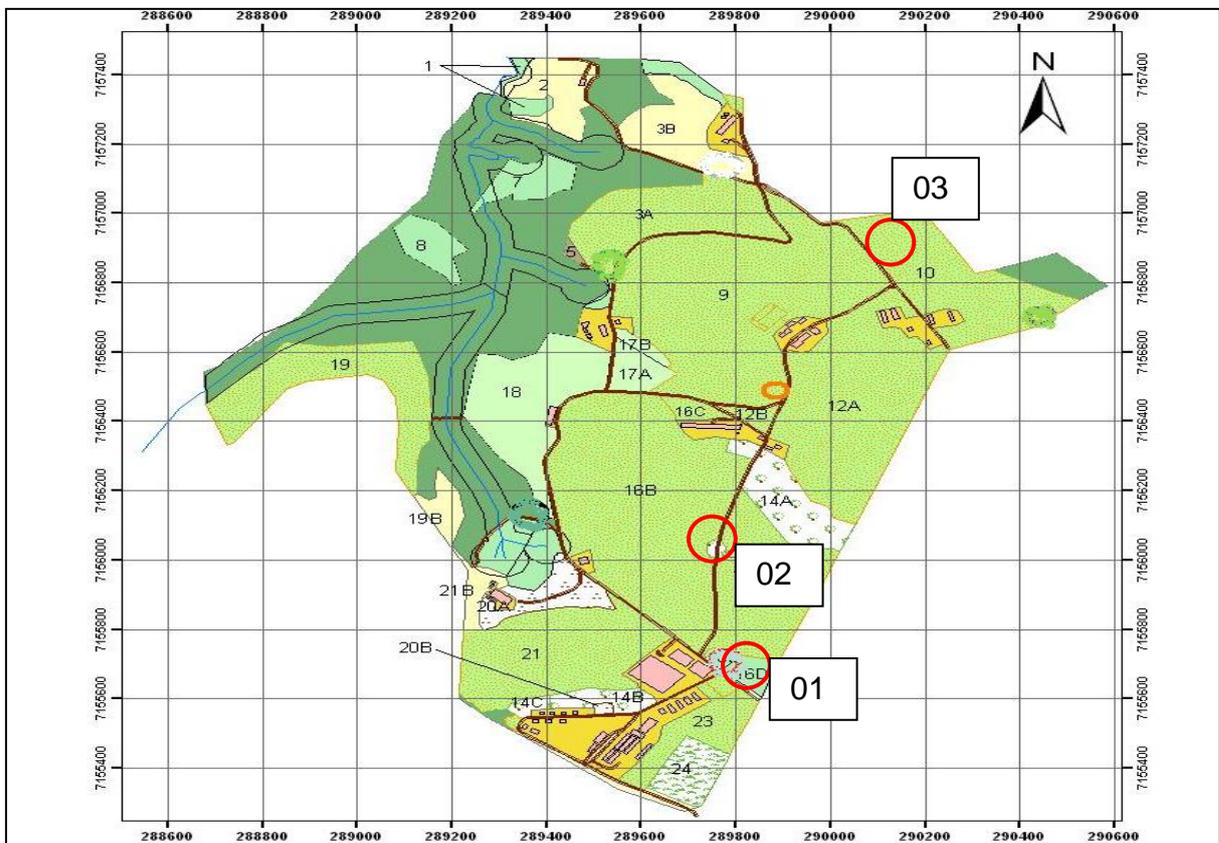


Figura 5: Localização dos sistemas de cultivos no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde se realizou a coleta dos dados. Sendo 01: área com cultivo de Eucalipto; 02: área de pastagem; 03: área de sistema plantio direto.
 Fonte: Acervo UTFPR campus Dois Vizinhos (2009).

Utilizou-se de duas repetições para cada tratamento, e em cada tratamento foi realizado a coleta da massa verde e serapilheira sobre o solo e obtido a massa seca para quantificar a mesma em um hectare como mostra a Figura 6a e 6b.



Figura 6: Demonstração da coleta da massa verde sendo: a) área onde se realizou coleta de material para se obter a massa seca; b) material coletado e acondicionado em uma saca para ser pesado e posteriormente levado para a estufa de secagem.
Fonte: O autor, (2013).

Os tratamentos consistiram em determinar a VI e a I.ac. em diferentes tipos de ocupação do solo, tais como: plantio direto, reflorestamento com eucaliptos e área com pastagens de verão utilizando uma única avaliação com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) sendo três parcelas (uma para cada sistema de cultivo) com duas repetições em cada sistema de cultivo.

A VI e I.ac. foram determinadas conforme a metodologia descrita por Bernardo; Soares e Mantovani, (2006), utilizando o método do infiltrômetro de anel, que consiste em dois anéis dispostos concêntricamente (Figura 7a) a aproximadamente 15 cm de profundidade no solo, sendo o interno com diâmetro de 25 cm e o externo com 50 cm, e altura de 30 cm. O anel externo tem por finalidade evitar com que a água do anel interno infiltre horizontalmente no solo, cabendo a água infiltrar-se somente no sentido vertical (Figura 7b). Após foi realizado a instalação dos anéis, enterrando-os no solo até aproximadamente metade de sua altura (Figura 7c e 7d), foi cravado no reservatório de água do anel interno uma régua com graduação em centímetros com auxílio de uma haste de ferro.

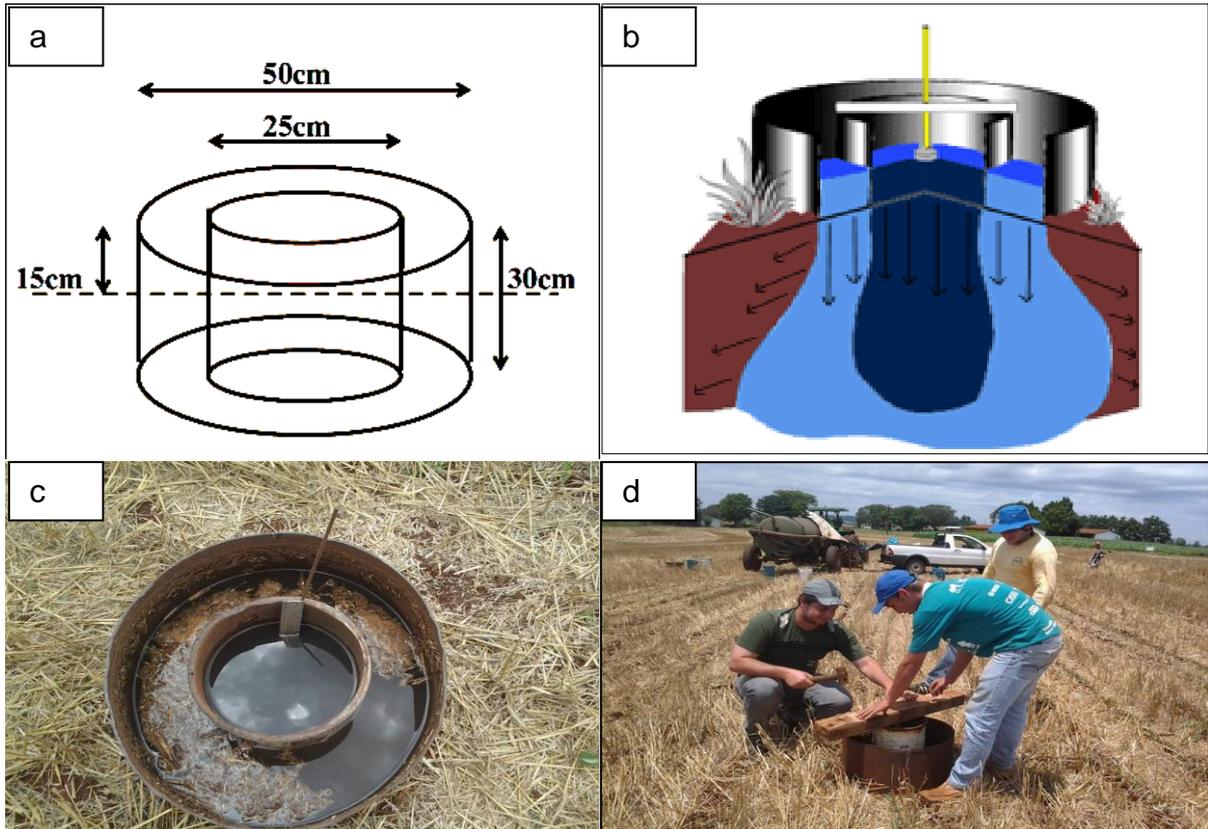


Figura 7: Infiltração da água ao Campo, através dos Anéis Concêntricos sendo: a) Detalhe do Infiltrômetro de anel; b) Tendência de movimento da água ao infiltrar no solo; c) Detalhe da régua fixada na parede do anel interno com auxílio de uma haste de ferro; d) Detalhe dos acadêmicos cravando os anéis no solo com auxílio de uma marreta.

Fonte: SANTOS (2009) Figura 7. O autor Figuras 7c e 7d, (2013).

Os anéis foram preenchidos com água ao mesmo tempo, e com o auxílio de uma régua, foi acompanhada a infiltração vertical no anel interno, em intervalos de tempo iniciando em 0,5 minuto. Foi utilizado um cronômetro simultaneamente, os tempos foram aumentados quando as leituras atingiram estabilidade de infiltração. As leituras foram realizadas em intervalos de no máximo 7 cm de variação de altura de lâmina de água. O tempo para a realização de cada leitura foi: 0, 0,5, 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30 e 60 minutos a contar do instante zero dependendo das velocidades de infiltração encontradas nos diferentes tipos de solos das parcelas e, com repetições até próximo a estabilização da velocidade de infiltração. O critério adotado neste trabalho para condição de taxa de infiltração constante foi quando o valor de leitura da carga de água no cilindro interno chegasse próximo a estabilidade.

A partir dos dados obtidos em campo foi possível determinar os valores da velocidade de infiltração e da infiltração acumulada conforme as equações descrita abaixo desenvolvida Kostiakov (1932):

$$I = k \cdot T^m \quad (1)$$

Em que:

I = infiltração acumulada (cm);

k = constante dependente do solo;

T = tempo de infiltração (min); e

m = constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

A velocidade de infiltração instantânea (VI) é a derivada da infiltração acumulada, em relação ao tempo, onde o tempo será dado em minutos e a infiltração em centímetros.

$$VI = 60 \cdot k \cdot m \cdot T^{n-1} \quad (2)$$

Em que:

I = infiltração acumulada (cm);

k = constante dependente do solo;

T = tempo de infiltração (min);

m = constante dependente do solo, variando de 0 a 1, e

n = m-1.

Para obter os coeficientes (k e m) foi utilizado a metodologia de Bernardo; Soares e Mantovani (2006), apresentados na equação 3 onde descrevem os procedimentos para se obter os coeficientes aplicados na equação de Kostiakov.

$$B = \frac{\sum x \cdot y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \quad (3)$$

x = log T.ac.;

y = log I.ac.;

A = y-(B.x);

K = ant log A;

N = número de observações realizadas a campo;

T = tempo de infiltração (min); e

m = B.

Para a determinação da quantidade de cobertura vegetal sobre o solo, primeiramente realizou-se a coleta do material em uma área de um metro quadrado no local onde os anéis foram introduzidos no solo. Posteriormente a coleta, realizou-se a pesagem para quantificar o peso com a umidade e acondicionado as amostras de material para secar em estufa a 65°C por três dias. Após o terceiro dia, realizou-se a pesagem por três vezes e não se constatou variação de peso, assim, obtemos o peso da massa seca da massa verde e da serrapilheira.

Nas análises estatística dos resultados, utilizou-se o software estatístico Asistat® com o procedimento de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados coletados a campo, obteve-se os valores de V.I. e I.ac. e na sequência elaborou-se a Figura 8 com VI dada em centímetros em função do tempo em horas.

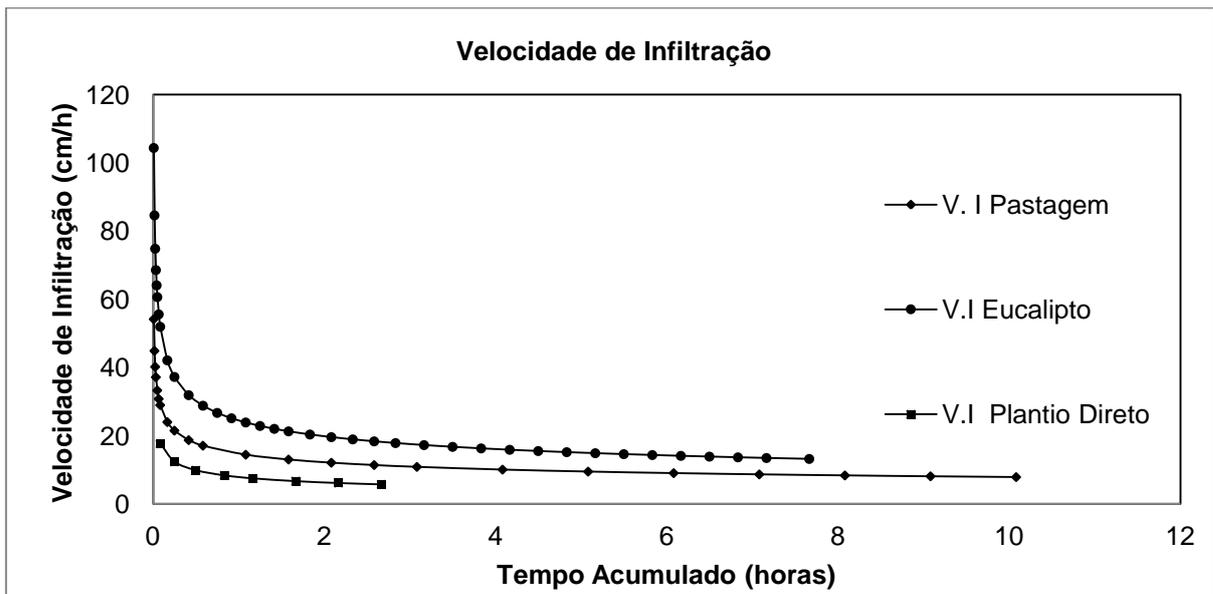


Figura 8: Gráfico de velocidade de infiltração (VI) de água no solo em diferentes sistemas de cultivo (eucalipto, pastagem e sistema plantio direto).
Fonte: O autor (2013).

Na Figura 8 observa-se que os valores de VI seguem uma tendência de diminuir até aproximadamente 30 minutos após o início das avaliações. Após os 30 minutos iniciais de avaliação, a curva de VI tende a estabilizar devido a influência das forças capilares e gravitacionais. No início, a força que exerce maior influência são as capilares, porém com o passar do tempo, as forças vão se invertendo passando a atuar com maior intensidade as forças gravitacionais. A curva de VI vai evoluindo e com o passar do tempo, fazendo com que a curva do gráfico fique paralela ao eixo X, pois a infiltração tende a diminuir a medida com que o solo torna-se saturado, porém, a curva não se estabiliza ao final do período de avaliações.

A tendência de estabilização ocorreu após os 30 minutos de avaliação, fato este observado em todos os tratamentos. Pinheiro (2009), observou em avaliações realizadas em pastagens e sistema plantio direto que a curva tendeu estabilizar aos

30 minutos após o início das avaliações. O autor não realizou avaliações em reflorestamentos.

Essa tendência de VI de estabilizar após 30 minutos de avaliação ocorre de maneira intrínseca para cada sistema de cultivo avaliado neste trabalho. Dessa forma, podemos observar (Tabela 1) que a VI na área de reflorestamento com eucalipto apresentou valores maiores de VI (35,34 cm/h) quando comparado com os tratamento de pastagem (14,52 cm/h) e sistema plantio direto (12,43 cm/h) mas sem diferença entre os tratamentos na pastagem e sistema plantio direto, somente o tratamento realizado no eucalipto apresentou diferença dos demais tratamentos a 1% de probabilidade ($P < 0.01$) (Tabela 1).

Tabela 1: Teste de médias

Tratamentos	Velocidade de infiltração (cm/h)	Infiltração acumulada (cm/h)
Eucaliptos	35,34 a	53,71 a
Pastagem	14,52 b	18,73 b
Plantio direto	12,43 b	12,44 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidades.

Segundo Carpanezzi (2000), diferença significativa da VI do tratamento eucalipto em relação aos demais tratamentos pode ser explicada pelo fato de que as florestas permitem uma infiltração de água mais elevada no solo e subsolo, fazendo com que o solo torne-se menos propenso à erosão, e mais conservado.

Para Santos (2009), em estudos realizados na cidade de Campos de Jordão-SP, o autor encontrou valores de VI 39,00 cm/h em reflorestamentos e em áreas de pastagens obteve 3,60 cm/h de VI. Assim, pode-se observar que o estudo demonstra que em reflorestamento a VI é maior que área de pastagens. Porém, comparando os valores de VI deste estudo com os obtidos pelo autor, não há uma diferença significativa para os tratamentos onde realizou-se reflorestamento. Já para pastagens, os valores se diferem significativamente entre si. O autor não realizou avaliações em sistema de plantio direto.

Pinheiro (2009), em estudo realizado no município de Lontras-SC observou VI em pastagens (11,82 cm/h) inferior ao Sistema Plantio Direto (24,81 cm/h), entretanto, ambos não diferem significativamente quando comparados entre si pelo teste de Tukey a 1%, mas com diferenças significativas quando comparados com áreas de floresta com valor de 45,26 cm/h. O autor também afirma que áreas de reflorestamento e floresta não se diferem.

Lima (2008), argumenta com embasamento em diversos trabalhos na área, que a cobertura vegetal influencia positivamente no que diz respeito a infiltração de água no solo de uma micro-bacia, e observa que solos com maiores cobertura vegetal proporciona um deflúvio mais estável, e que a água proveniente de chuvas que ocorrem na microbacias escorram (superficialmente) e conseqüentemente, diretamente para o leito do corpo d'água da microbacia. Desta maneira, a água permanece por mais tempo na microbacia, infiltrando nos lençóis subterrâneos e disponibilizando lentamente as culturas.

Em locais com cobertura vegetal, principalmente em florestas onde a cobertura vegetal sobre o solo é mais densa, Lima (2008), salienta que pouca quantidade de água escorrerá superficialmente devido a maior proteção que o solo apresenta nestas condições, facilitando a infiltração.

Para Laws (1941) apud Lima (2008), a cobertura do dossel das árvores não influencia significativamente na proteção das camadas superficiais do solo contra a erosão. Segundo o autor, com apenas 8 metros de queda, a gota d'água atinge 95% da sua velocidade terminal. Dá-se a entender a importância de haver cobertura vegetal na superfície do solo como medida de diminuição do impacto das gotas da chuva.

Desse modo verifica-se que a cobertura vegetal exerce papel importante na velocidade e retenção de água no solo. A importância da cobertura vegetal para que a água não deixe a superfície do solo de forma rápida após alguma chuva. Sendo um dos objetivos de manter a cobertura vegetal, melhorar a percolação da água para o lençol freático e ficando retida e disponível para as plantas por um período de tempo maior na microbacia.

Com os resultados da coleta de dados a campo, foi possível também encontrar valores de I_{ac} a partir da derivação da equação de Kostiakov (1932) (Figura 9).

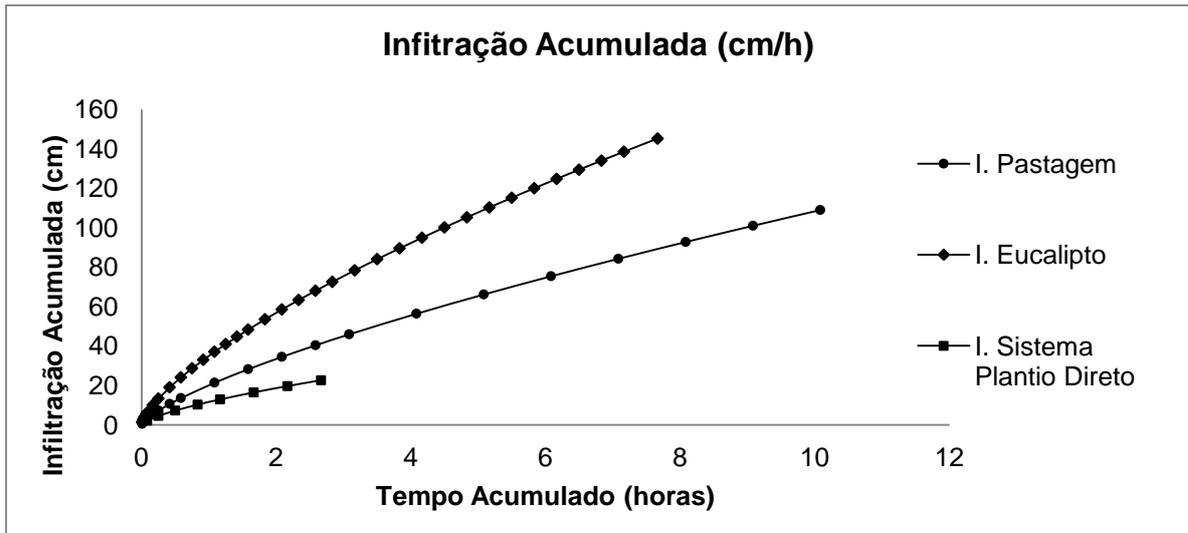


Figura 9: infiltração acumulada (I) de água no solo em diferentes sistemas de cultivo (Eucalipto, Pastagem e Sistema Plantio Direto).
Fonte: O autor (2013).

Observa-se na Figura 9 a I.ac. teve um aumento em função do tempo, diferindo entre os diferentes sistemas de cultivo. O tratamento empregado no eucalipto diferiu ($p < 0,01$) dos demais tratamentos. Na Tabela 1 observa-se valores de 53,71, 18, 53 e 12,44 cm/h para a área de eucalipto, pastagem e plantio direto, respectivamente.

A diferença dos valores encontrados entre os tratamentos evidencia que na área de reflorestamento o solo está mais bem estruturado, fato que não ocorre, por exemplo, nos demais tratamentos, nas áreas de pastagens, que sofre com o pisoteio dos animais, em função disso, ocorre um aumento da compactação do solo, diminuindo desta forma a macroporosidade, reduzindo a velocidade de infiltração e a capacidade armazenamento de água neste solo. Comportamento também observado no plantio direto, que em função da compactação das atividades mecanizadas na área, observa-se que a I.ac. foi menor quando comparado com a área com plantio de eucalipto (Figura 9).

Bono et al. (2012), verificou a I.ac. sob influência de diferentes sistemas de manejo sendo eles pastagem *Brachiaria* sp., solo com rotação de três anos com *Brachiaria* sp., com lavoura de soja, solo com quatro anos com lavoura de soja e quatro anos com pastagem de *Panicum* sp. e solo com lavoura contínua de soja com sistema plantio direto. Todos os tratamentos realizados em um Latossolo Vermelho na região dos serrados na cidade de Campo Grande-MS. Não obteve diferença de I.ac. em solo sob cultivo sistema plantio direto e pastagens de verão ($p > 0,01$).

Porém, solos com a presença de pastagem apresentaram maior I.ac ($p>0,01$), quando comparado com solos manejado pelo sistema plantio direto. Segundo autor o fato do solo em sistema plantio direto apresentarem valores menores de I.ac., quando comparados às áreas de pastagens, isto ocorre devido a compactação ocasionadas pelo tráfego de maquinários agrícolas.

Na Figura 10 é apresentada a quantificação de massa seca em toneladas estimada por hectare de cobertura do solo, sendo composto pela grama Tifton em sistema de pastagem com $15,37 \text{ ton.ha}^{-1}$, serrapilheira no tratamento com eucalipto $23,98 \text{ ton.ha}^{-1}$ e palhada no sistema plantio direto $6,35 \text{ ton.ha}^{-1}$.

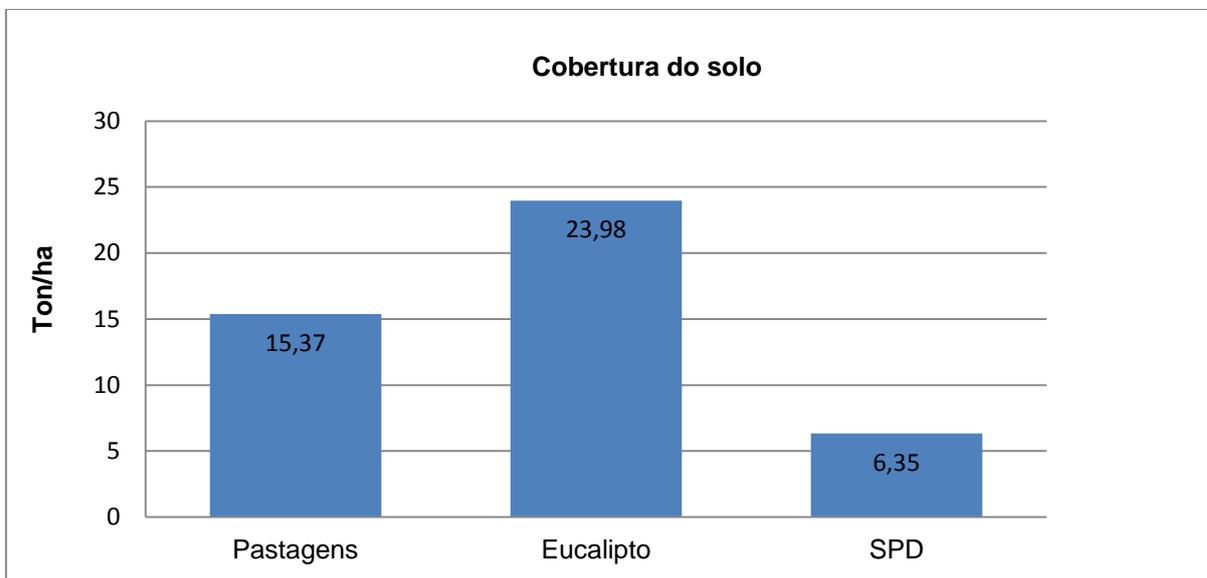


Figura 10: quantidade de massa seca (ton.ha^{-1}) de cobertura do solo nos diferentes sistemas de cultivo (pastagem, eucalipto e sistema plantio direto).

Fonte: O autor (2014).

Pinheiro (2009) relata que solos com maiores quantidade de cobertura, ficam mais protegido diminuindo o impacto das gotas da chuva, reduzindo a desagregação, diminuindo a obstrução dos poros e o selamento superficial causado pelo impacto da gota da água da chuva. Assim, faz com que a quantidade de água interceptada e infiltrada para o perfil do solo ocorra em maiores quantidades em sistemas de cultivo em que apresentam maiores quantidade de cobertura do solo pois, a velocidade de escoamento superficial é reduzida, aumentando o tempo para que a água possa infiltrar-se no perfil do solo. Fato que o presente trabalho pode justificar após as avaliações de VI e I.ac. juntamente com a quantificação da massa seca na superfície do solo.

Bacelar (2005), afirma que quanto maior a quantidade de serrapilheira, maior será a quantidade de matéria orgânica, que por sua vez proporciona um aumento na quantidade de poros especialmente a microporosidade, fato que vem a ser mais evidente em solos de textura argilosa do que solos com textura mais arenosa, aumentando assim a VI e também a I.ac.

Ainda segundo Bacelar (2005), a camada de cobertura do solo em florestas que apresentam árvores altas como, por exemplo, eucaliptos, o selamento e consequente escoamento superficial da água proveniente de chuvas pode acarretar danos maiores a superfície do solo do que se não houvesse árvores no local e o solo estivesse desnudo no momento de uma precipitação.

5 CONCLUSÃO

- O sistema reflorestamento de eucalipto contribuiu com os melhores valores de VI. e I.ac., seguido pelo sistema de cultivo pastagem de verão (perene) e pelo sistema plantio direto.
- A quantidade de cobertura do solo está diretamente relacionada com os valores de VI e I.ac.
- O sistema de cultivo de eucaliptos evidencia um maior armazenamento de água para posterior disponibilização na microbacia e para abastecimento do lençol freático.
- Sistema de cultivo plantio direto e pastagem estão mais suscetíveis ao escoamento superficial da água, com menor velocidade de infiltração e infiltração acumulada.

6. REFERÊNCIAS

BACELAR, Luiz de Almeida Prado. **O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas.** Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto (MG). p.1-39, 2005.

BARCELOS Amauri Antunes; CASSOL Elemar Antonino; DENARDIN José. Eloir. Infiltração de água em um latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** V. 23. 1999 p. 35-43. Disponível em <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v23n1a05.pdf>> acessado em 25 jul. 2013.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Evandro Chartuni. **Manual de irrigação.** Viçosa: UFV, 2006.

BERTOL Ildegardis; GOMES, Klecius Ellera; DENARDIN, Rosiane Berenice Nicoloso; MACHADO, Luis Armando Zago; MARASCHIN, Gerzy Ernesto. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.33, n.5, p.779-786, maio 1998.

BERTOL, Ildegardis; ALMEIDA, Jaime Antônio de; ALMEIDA, Edison Xavier de; KURTZ, Claudinei. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem capim-elefante-anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1047-1054, 2000.

BERTOL, Ildegardis; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ALMEIDA, Edison Xavier de; KURTZ, Claudinei. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante-anão cv. Mott. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Vol.35, n.5. 2000, p. 1047-1054. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n5/4728.pdf>>. Acesso em 28 jul. 2013.

BRANDÃO, Viviane dos Santos; PRUSKI, Fernando Falco; SILVA, Demetrius David da. **Infiltração da Água no Solo.** Viçosa: UFV, 2003.

BONO, José Antônio Maior; MACEDO, Manuel Claudio Motta; TORMENA, Cassio Antônio; NANNI, Marcos Rafael; GOMES, Eder Pereira; MÜLLER, Marcelo Marques Lopes. Infiltração de Água no Solo em um Latossolo vermelho na região sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras (MG), v.36, p.1845-1853, 2012.

CAPENEZZI, Antônio Aparecido; Benefícios Indiretos da Floresta. In: GALVÃO, Antônio Carlos Mendes; Ed. **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais**: Um guia para ações municipais e regionais. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. p.19-56.

CECÍLIO, Roberto Avelino; SILVA, Demetrius David; PRUSKI, Fernando Falco; MARTINEZ, Mauro Aparecido. Modelagem da infiltração de água no solo sob condições de estratificação utilizando-se a equação de Green-Ampt. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande (PB), v. 7, n. 3, p. 415-422, 2003.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisa de Solos (EMBRAPA-CNPS). Mapa de Solos do Brasil. Disponível em < http://www.cnps.embrapa.br/noticias/banco_noticias/noticias_fotos/20120319_foto_2_m.jpg> acessado em 27 jul. 2013.

FAGUNDES, Eliane Aparecida Antunes; KOETZ, Marcio; RUDEL, Norman; SANTOS, Tânia Silveira dos; PORTO, Rebeca. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de Infiltrômetro de Anel em solo de cerrado o município de Rondonópolis-MT. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, Goiânia (GO), v.8, n. 14; p. 378, 2012.

FIORIN, Tatiana Tasqueto. **Estimativa da infiltração de água no solo a partir de pedofunções**. Estudo em Santa Maria. 2008. 97 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de concentração em **Processos Físicos e Morfogênicos do Solo**, Universidade Federal de Santa Maria . Santa Maria, 2005.

GONDIM, Tarcísio Marcos de Souza; WANDERLEY, Jose Alberto Calado; SOUZA, George Medeiros de; FILHO, José Crispiniano Feitosa; SOUSA, José da Silva. Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do Infiltrômetro de Anel em Solo Arenoso-argiloso. **REBAGA - Revista Brasileira de Gestão Ambiental** Pombal (PB), v. 4, n.1, p. 64-73, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) Localização geográfica de Dois Vizinhos, PR. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 27 jul. 2013.

LIMA, Walter de Paula, **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Departamento de ciências Florestais Piracicaba, São Paulo, 2008

MANZATTO, Celso Vainer; JUNIOR, Elias de Freitas; PERES, José Roberto Rodrigues . **Uso agrícola de solos brasileiros**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2002.

MELOS, Aline R.; SATO, Anderson M.; NETTO, Ana Luiza C. Capacidade de retenção hídrica da serrapilheira em plantios de eucalipto: médio vale do rio Paraíba do Sul. **Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul**, Taubaté, SP. p.109-116, Dez. 2009.

MIGUEL, Fernanda Ribeiro Marques; VIEIRA, Sidney Rosa; GREGO, Célia Regina. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília (DF) v.44, n.11, p.1513-1519, nov. 2009.

NETTO, Gil Júlio de Souza; SILVA, Antônio Marciano da; COELHO, Gilberto; BARROS, Dalmo Arantes de; GUMARÃES, João Carlos Costa. Desempenho de modelos de infiltração na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Marcela, na região do alto Rio Grande-MG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina (PR), v. 34, n. 6, p. 2589-2602, 2013.

PIGOSO, Márcio; BONFANTE, MARCIO; Farias Edson; ENGEL, Ivani; RIGATTI, Jonas; NUNES, Rogério Luis; BACEGATO Valetar; ONOGRE, Sidney Becker. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau Alto – Dois Vizinhos – Paraná. **Revista eletrônica do curso de Geografia**. Jataí (GO), n.13 p.174-193, 2009.

PINHEIRO, Adilson; TEIXEIRA, Lizandra Poeta; KAUFMANN, Vander; Capacidade de Infiltração de água no solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente e água**. Taubaté (SP), n.2, p.188-199, 2009.

POTT, Cristiano André; **Determinação da velocidade de infiltração Básica de água no solo por meio de infiltrômetros de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do estado de São Paulo**. 77 p. Dissertação de mestrado em agronomia pelo programa de pós graduação pela Unicamp. Campinas, 2001.

POTT, Cristiano André; MARIA, Isabella Clerici de. Comparação de métodos de campo para a determinação da Velocidade de Infiltração Básica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras (MG), v. 27, p. 19-27, 2003.

POTT, Cristiano André; ROSIM, Daniel Coelho; MARIA, Isabella Clerici de; Velocidade de Infiltração de Água. **Boletim de Informações Técnicas O Agrônomo**, Campinas SP, 57p. 2005.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel; SILVA, Vanderlei Rodrigues. Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M. & CERETTA, C.A. eds. Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, RS, 165p, 2001

SANTOS, Agenor Micaeli dos; **Bacias Hidrográficas do município de Campos do Jordão: Florestamento compensatório com vistas a retenção de água no solo.** 135p. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós – graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté-SP. Taubaté, 2009.

SILVA, Maria Elisa Siqueira; GUETTER, Alexandre; **Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná.** São Paulo (SP), v.1, n.14, p. 111-126, 2003.

SILVA, Apolino José Nogueira da; CABEDA, Mário Sérgio Vaz; LIMA, José Fernando Wanderley Fernandes. **Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um argissolo amarelo de tabuleiro costeiro.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 6. 2005, p.833-842. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n6/28952.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2013.

7. APÊNDICE

7.1. Apêndice 1

Cronograma de realização das atividades do trabalho de curso;

*	Jan	fev	mar	abr	mai	Jun	jul	ago	set	out	nov	Dez
1					x							
2						X	x	x				
3								x				
4								x	x	x		
5										x		
6										x		
7										x		
8	x										x	X
9		x										

Quadro 01: Cronograma de execução das atividades (início em maio de 2013 e conclusão em fevereiro de 2014).

* Atividades; 1) Definição do tema; 2) Elaboração do pré-projeto; 3) Defesa do pré-projeto; 4) Ajustes no projeto; 5) Implantação do projeto; 6) Coleta de material; 7) Coleta de dados; 8) Análises de material; 9) Tabulação dos dados; 9) Conclusão do projeto;

