

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DOS SOLOS NA BACIA DO RIO UNA EM TAUBATÉ, SP

Patrícia Aparecida Sales ¹; Marcelo dos Santos Targa ²

¹discente de Agronomia, bolsista PIBIC da Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, Brasil

²docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, Brasil

autor correspondente:targa.marcelo@gmail.com
patriciaa_sales13@hotmail.com

RESUMO

A infiltração de água no solo é um dos mais importantes componentes da fase terrestre do ciclo hidrológico, pois consiste no fenômeno de penetração de água no solo e possibilita a manutenção do armazenamento de água no solo e também o fluxo subterrâneo dos aquíferos até as nascentes e aos córregos e rios. A infiltração depende do tipo do solo e de suas propriedades físicas (textura, estrutura, grau de compactação) sendo também influenciada pelo uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica. Quanto mais impermeáveis, com a área urbana, menor será a capacidade de infiltração e quanto mais permeáveis, como as áreas florestais, maior será a capacidade de infiltração. Neste estudo se procurou demonstrar a equação de velocidade de infiltração e Velocidade de infiltração Básica (VIB) em solos com diferentes usos e coberturas na bacia hidrográfica do ribeirão Itaim no município de Taubaté, SP e para isso se compilou as equações obtidas pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos na referida bacia, em áreas com agricultura, pastagens, pupunha, café, eucalipto e floresta nativa. Dos resultados obtidos observou-se que agricultura e pastagens são o tipo de uso e cobertura do solo com menor capacidade de infiltração de água.

Palavras chave: ciências ambientais, solos, conservação

WATER INFILTRATION IN DIFFERENT USES AND SOIL OCCUPATION IN THE RIVER BASIN UNA EM TAUBATÉ, SP

¹Patricia Aparecida Sales; ²Marcelo dos Santos Targa

¹discente de Agronomia, bolsista PIBIC da Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, Brasil

²docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté,
Taubaté, SP, Brasil

autor correspondente:targa.marcelo@gmail.com
patriciaap_sales@gmail.com

ABSTRACT

The infiltration of water into the soil is one of the most important components of the terrestrial phase of the hydrological cycle, since it consists in the phenomenon of water penetration in the soil and allows the maintenance of water storage in the soil and also

the underground flow of the aquifers to the springs and to streams and rivers. The infiltration depends on the type of soil and its physical properties (texture, structure, degree of compaction) and is also influenced by the use and cover of the soil in the river basin. The more impermeable, with the urban area, the less the infiltration capacity and the more permeable, such as the forest areas, the greater the infiltration capacity. In this study, the infiltration velocity equation and Basic Infiltration Velocity (VIB) were investigated in soils with different uses and coverages in the Itaim river basin in the municipality of Taubaté, SP, Brazil. The equations obtained by the infiltrator method of concentric rings in this basin, in areas with agriculture, pasture, peach palm, coffee, eucalyptus and native forest. From the obtained results it was observed that agriculture and pastures are the type of use and cover of the soil with less capacity of infiltration of water.

keywords: environmental science, soil, conservation

1. INTRODUÇÃO

Infiltração é o fenômeno de penetração da água no solo por meio de sua superfície, sendo, portanto, um processo que depende fundamentalmente de água disponível para infiltrar, da natureza do solo (textura, estrutura e porosidade), do estado da superfície do solo, e das quantidades de ar e água presentes no perfil de solo. A quantidade máxima de água que um solo, sob uma dada condição, é capaz de absorver na unidade de tempo por unidade de área é conhecida como Velocidade de Infiltração, em geral, expressa em mm/h, mm/momo. A infiltração de água no solo tende a se estabilizar com o tempo e atingir uma taxa constante conhecida como Velocidade de Infiltração Básica (VIB).

O conceito de infiltração no ciclo hidrológico foi introduzido por Horton (1933) que definiu "capacidade de infiltração" (f_c) como sendo a taxa máxima com que um dado solo, em determinadas condições, pode absorver água. Quando a intensidade da chuva for inferior ao valor de f_c , então a infiltração ocorre a uma taxa menor, referida como "taxa real de infiltração", ou simplesmente infiltração (f) e toda a água se infiltra (f) e não ocorre escoamento superficial. Por outro modo se a intensidade da chuva for maior que a capacidade de infiltração (f_c), ocorre escoamento superficial.

A considerar o ciclo hidrológico, após o início da chuva e antes de ocorrer a formação de escoamento superficial, certa quantidade de água fica retida em três compartimentos da superfície: o primeiro compartimento é a vegetação, em que a água fica retida por interceptação, o segundo é a própria superfície do solo, por meio da retenção superficial e em terceiro, nas pequenas depressões da superfície do terreno, conhecida por acumulação nas pequenas depressões. Terminada a chuva, esse volume de água acumulada eventualmente é drenado, infiltra no solo, ou evapora.

À medida que a água infiltra pela superfície, as camadas superiores vão sendo umedecidas de cima para baixo alterando gradativamente o perfil de umidade do solo. Essa infiltração se dá pela ação da gravidade (força Peso), que vence as forças de adesão e coesão entre as partículas de solo e a água (umidade). Nesse processo de penetração da água no solo existe uma frente de molhamento, que faz com que ao se aprofundar deixa o solo imediatamente acima dessa frente, saturado. Contudo, a taxa de infiltração tende a diminuir com o tempo, pois com o aprofundamento da frente de molhamento, ocorre o aumento de comprimento da zona saturada que em conjunto com o ar

aprisionado passa a oferecer resistência ao processo de infiltração. Desse modo, a água só irá se aprofundar mais no solo, se a camada imediatamente acima da frente de molhamento estiver saturada, e sendo assim, ao cessar o fornecimento de água, cessa-se o processo de infiltração, ocorrendo a seguir um processo de redistribuição da umidade no solo.

A infiltração de água no solo envolve três processos interdependentes: entrada de água no topo do solo, armazenamento dentro do solo e transmissão de água através do solo (Reichardt, 1987) podendo alcançar o aquífero freático. Portanto, qualquer alteração em um desses processos altera a resposta hidrológica de uma bacia.

A entrada de água no solo depende, segundo Musgrave (1955), das condições da superfície e quantidade de proteção contra o impacto das gotas da chuva, características internas da massa do solo, incluindo tamanho dos poros, profundidade da camada permeável até o horizonte adensado, expansibilidade da argila e colóides, conteúdo da matéria orgânica, grau de agregação, conteúdo de umidade do solo, grau de saturação, duração da chuva ou aplicação da água e temperatura do solo e da água.

Nesse sentido a taxa de infiltração de água no solo é considerada um bom indicativo da qualidade física do solo (BERTOL et al., 2001), e quando reduzida a níveis muito baixos, aumenta o risco de erosão, de déficit hídrico e nutricional nas plantas, fazendo com que as raízes desenvolvam-se superficialmente, diminuindo a sua produtividade (MORAES et al., 1995).

A capacidade de infiltração em um solo é influenciada por vários fatores como: intensidade e duração da chuva, umidade antecedente, textura do solo, cobertura vegetal e uso da terra (manejo). E seu conhecimento é fundamental para a solução de problemas relativos às áreas de irrigação e drenagem, conservação da água e do solo e controle do deflúvio superficial. Sendo assim, o entendimento do processo de infiltração e suas relações com as propriedades físicas do solo é de grande importância para o manejo do solo e da água em uma bacia hidrográfica.

Os parâmetros infiltração de água, resistência a penetração de raízes, macroporosidade, microporosidade (Silva e kato, 1997), porosidade total e densidade do solo são indicadores do estado em que se encontra a estrutura do solo (Reichardt et al., 2003).

O tipo e a quantidade de cobertura do solo, por evitar impacto direto das gotas de chuva e pela formação de canais preferenciais formados pelo sistema radicular das plantas, também são fatores determinantes do processo de infiltração (Faria et al., 1998).

A compactação do solo causa redução na taxa de infiltração e na condutividade hidráulica no perfil do solo. Dessa forma, a dinâmica do uso da terra é componente fundamental no controle de processos hidro-erosivos (Camargo e Alleoni, 1997).

Dessa forma as atividades de uso e ocupação da terra exercem significativa influência sobre a infiltração, e o homem pode, assim, modificar a capacidade de infiltração dos solos em uma bacia hidrográfica por meio de seu manejo.

A meta maior de um programa de manejo integrado de microbacias hidrográficas, por exemplo, deve ser a manutenção das condições ótimas para a infiltração de água no solo e a manutenção da cobertura vegetal é um dos importantes fatores que podem influir sobre esta condição superficial do solo. De fato, a presença da vegetação e da camada de material orgânico fornece proteção contra o impacto das gotas da chuva, reduzindo a compactação e a desagregação. Se as condições de transmissão da água através do perfil não são satisfatórias, a infiltração da água no solo será prejudicada mesmo que as condições da superfície do solo sejam ótimas.

As taxas de transmissão variam de acordo com os diferentes horizontes do perfil. o horizonte superficial, por exemplo, pode tornar-se impermeável por várias razões:

tráfico intenso, pisoteio exagerado, cultivo ininterrupto, etc. Também a presença de camadas de impedimento no perfil do solo, dificultam a permeabilidade e pode, assim, afetar a taxa de infiltração. No que diz respeito à disponibilidade de armazenamento de água no solo, a porosidade, a profundidade e a quantidade de água antecedente são os fatores envolvidos. A porosidade, por sua vez, depende de inúmeros fatores: textura, estrutura, matéria orgânica, atividade biológica, etc.

Durante uma chuva, poderá haver algum rearranjo das partículas em solos arenosos, mas tais mudanças são mais lentas e de menor efeito sobre a infiltração do que aquelas que normalmente ocorrem em solos argilosos. Estes, durante uma chuva, podem estar sujeitos à desintegração dos agregados, assim como podem sofrer dilatação de volume ao contato com a umidade, devido à presença de material coloidal. Os agregados, em condições secas, proporcionam a formação de poros de diâmetro grande. Desta forma, o impacto das gotas da chuva, as expansões e o acúmulo de partículas finas nos poros conduzem, no conjunto, a uma rápida diminuição da permeabilidade dos solos argilosos, em comparação com os arenosos.

Estudos dos processos de infiltração e retenção de água solo são importantes para uma melhor compreensão do armazenamento de água nos solos de uma bacia hidrográfica e também para auxiliar na definição de políticas de proteção e de conservação do solo e da água (Guerra, 2000).

A alteração da superfície das bacias hidrográficas por meio do corte de florestas, a ampliação das áreas urbanas, industriais e de agropecuária alteram o uso da água e em uma escala local, os parâmetros de infiltração, escoamento e armazenamento de água da fase terrestre do ciclo hidrológico, que combinadas às alterações nos padrões de aquecimento global, interferindo na precipitação e na evaporação ocasionadas se constituem nas principais causas da redução da água dos mananciais, que pode colocar em risco a garantia de oferta de água para as gerações atuais e futuras.

Por outro lado, a reposição florestal com essências nativas se constitui em uma das principais formas de aumentar a retenção de água em uma bacia hidrográfica pelo aumento da infiltração no solo e redução do escoamento superficial e erosão. A definição das taxas de infiltração mínima do solo ou Velocidade de Infiltração Básica (VIB) é fundamental para o estabelecimento das perdas por escoamento superficial em bacias hidrográficas.

1.1. INFILTRAÇÃO EM FUNÇÃO DO TIPO DE SOLO

Cada tipo de solo apresenta uma particular capacidade de infiltração. Testes de infiltração em campo conduzidos por Silva et al. (2006a), em Cambissolos com textura arenosa em superfície e média em subsuperfície, indicaram velocidade de infiltração básica (VIB) classificadas como muito rápidas (300 e 400 mmh⁻¹), enquanto os testes realizados um dia após o teste anterior, apresentaram somente taxas rápidas (150 e 250 mmh⁻¹).

Em Latossolo-Roxo Distrófico Sidiras e Roth (1984) encontraram uma VIB de 129 mmh⁻¹, enquanto para um Cambissolo, utilizando anéis concêntricos com cargas de 5 e 10 cm, os valores da VIB foram 104,4 e 143,3 mmh⁻¹, respectivamente (Cunha et al., 2009).

Lisboa et al. (2007) encontraram VIB de 184 e 160 mmh⁻¹ em Luvisolo Háplico e Cambissolo Húmico, respectivamente.

Soares et al. (2008), em estudo de mapeamento da infiltração dos solos do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo, atribuíram aos cambissolos háplicos pesos de infiltração 4 em uma escala de 5 a 1 devido, principalmente, devido à existência de

minerais primários facilmente alteráveis nesse tipo de solo, o que facilita o processo de infiltração.

1.2. INFILTRAÇÃO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE SOLO

O tipo de uso e manejo do solo interfere na velocidade de infiltração, e acredita-se que isso se deva a melhoria das características físicas do solo. Estudos feitos em locais com sistema de plantio direto em Latossolo Amarelo indicaram valores da ordem de 571 mmh^{-1} (Cunha et al., 2009).

Valores médios da taxa de infiltração inicial e final de água num Cambissolo Húmico aluminoso, realizado em Lages, SC, submetido a sistemas de manejo, resultaram nos seguintes valores de infiltração: Campo nativo pastejado (700 e 90 mmh^{-1}); Preparo convencional (1940 e 280 mmh^{-1}) e Semeadura direta (850 e 170 mmh^{-1}) em Lages, SC (Bertol et al., 2001).

Cassol (2003) encontrou aumento na infiltração de água diretamente proporcional ao incremento da altura de resíduo da pastagem, evidenciando a degradação da qualidade do solo quando se utiliza elevada pressão de pastejo, em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto.

Segundo Rodrigues Júnior (2007), resultados médios de infiltração em Latossolo Vermelho Amarelo em diferentes coberturas do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Itaim no município de Taubaté, SP, indicaram que as coberturas de solo que apresentaram maior infiltração, respectivamente, foram: Floresta (417 mmh^{-1}), Eucalipto (52 mmh^{-1}) e pastagem (19 mmh^{-1}).

Embora não exista padronização dos sistemas de medição da infiltração de água, uma maneira comumente adotada para medir a lâmina de água infiltrada é a utilização de infiltrômetros de duplo e de simples anel, que de acordo com Merriam et al. (1983) pode-se utilizar um infiltrômetro de cilindro único na determinação de infiltração vertical, desde que ele tenha no mínimo 25 cm de diâmetro e que seja instalado a pelo menos, 15 cm abaixo da superfície do solo. Cilindros concêntricos podem ser utilizados, porém, raramente se conseguem melhor precisão. O anel duplo (Figura 1) tende a evitar que haja muita transferência de água lateral, uma vez que a água é adicionada no anel externo e no anel interno, onde será feita a leitura da infiltração. Esse procedimento faz com que a infiltração ocorra verticalmente e não ocorra superestimativa na taxa de infiltração. A taxa de infiltração básica (infiltração constante) é considerada quando a leitura do anel interno se repete pelo menos três vezes seguidas (BRANDÃO et al., 2002).

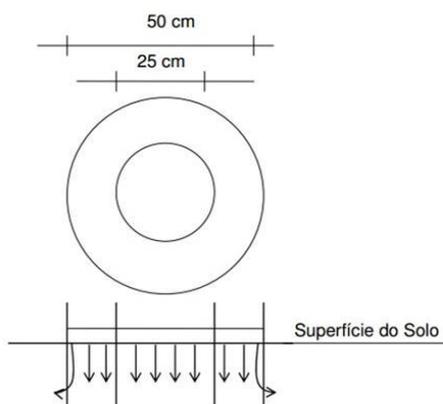


Figura 1. Esquema de instalação do infiltrômetro de anéis concêntricos

Segundo Reichardt (1987), os valores de Velocidade de Infiltração Básica (VIB) constantes da Tabela 1 podem ser utilizados como padrões para solos no Brasil.

Tabela 1 – Classificação da velocidade de infiltração no solo para o Brasil

| Classificação | VIB (mm/h) |
|---------------|------------|
| Muito alto | > 30 |
| Alto | 15 – 30 |
| Médio | 5 -15 |
| Baixo | 1 – 5 |
| Muito baixo | < 1 |

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado sobre a bacia hidrográfica do ribeirão Itaim, localizada no município de Taubaté, no Vale do Paraíba, região leste do Estado de São Paulo. O ribeirão Itaim segundo Correa (2001), tem sua nascente nas coordenadas W 450 36' 28" e S 230 09' 46", próximo à divisa de Taubaté, com os municípios de Caçapava e Redenção da Serra e seu exutório no rio Una, nas coordenadas W 450 30' 23" e S 230 01' 28", na Fazenda Piloto do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté.

O levantamento dos tipos de solos realizado por Sbruzzi (2004), para a bacia do Itaim, foi definido pelo cruzamento de informações pedológicas e variações de declividades, resultando numa mapa de solos com quatro classes (Figura 2): gleissolo háplico (Gx) que acompanha o canal fluvial no curso baixo do ribeirão, latossolo vermelho amarelo (LVA), também acompanha os canais fluviais do ribeirão e seus afluentes, estendendo sua abrangência no curso baixo da bacia, argissolo vermelho amarelo (PVA) abrangendo principalmente o curso baixo da bacia e declividades intermediárias nos cursos mais elevados e Cambissolo haplico Tb distrófico latossólico (C) abrangendo o curso alto da bacia e áreas elevadas.

A classe dos Latossolos constitui o agrupamento de solos mais extenso do Estado de São Paulo. Em geral, são solos com boas propriedades físicas e situados, na maioria dos casos, em relevo favorável ao uso intensivo de máquinas agrícolas, com exceção dos solos em regiões serranas. Segundo Reatto et al. (1999), os Latossolos possuem, geralmente, elevada permeabilidade e a sua capacidade de água pode, em média, variar de 260 a 330mm para solos de textura média, de 300 a 500mm para solos de textura argilosa e de 500 a 760mm para os solos de textura muito argilosa.

Os Cambissolos, segundo Oliveira (1999), situam-se em relevo forte ondulado a escarpado e apresentam severas restrições quanto ao uso agrícola. Aqueles localizados em terrenos escarpados apresentam maior limitação de uso, mesmo ao uso pastoril e florestal, devido à sua capacidade de desagregação. Tais solos possuem elevada erodibilidade e forte limitação à trafegabilidade, à qual é aumentada com a pedregosidade e afloramentos de rocha e pela presença de solos rasos representados pelos Neossolos Litólicos. É comum a presença de solos apresentando horizonte Cr (saprolito) constituído por rocha parcialmente intemperizada a profundidades inferiores a 1,5 m.

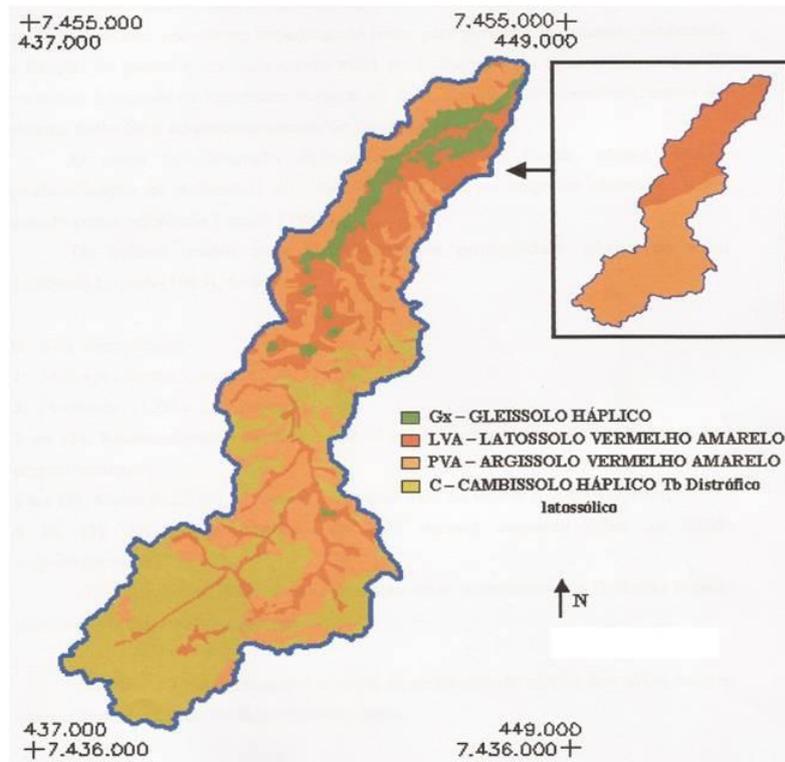


Figura 2 Mapa de classes de solos da bacia do ribeirão Itaim. Detalhe ao alto lado direito mostra a divisão da bacia em dois grandes grupos de solo.
 Fonte: Sbruzzi (2004).

As condições da superfície da bacia hidrográfica são avaliadas por meio das classes de uso e ocupação. Assim, ao uso do solo pertence todo o tipo de cobertura da superfície da bacia hidrográfica, incluindo toda a vegetação, restos culturais, solo nu, além de superfícies impermeáveis como estradas e áreas urbanas. Com relação ao manejo do solo, o termo aplica-se especificamente para uso agrícola, práticas de manejo como pastejo intensivo e rotação de culturas Machado (2002). Nesse estudo foram consideradas somente as classes de uso do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim de 2003 (Aguiar et al. 2007) e que se encontram demonstradas na Figura 3.

Foram realizadas as compilações de testes de infiltração de água no solo obtidos pelo método dos anéis concêntricos (Bernardo, 1982) em várias bacias hidrográficas na região do Vale do Paraíba paulista e em especial na bacia do ribeirão Itaim em Taubaté, SP.

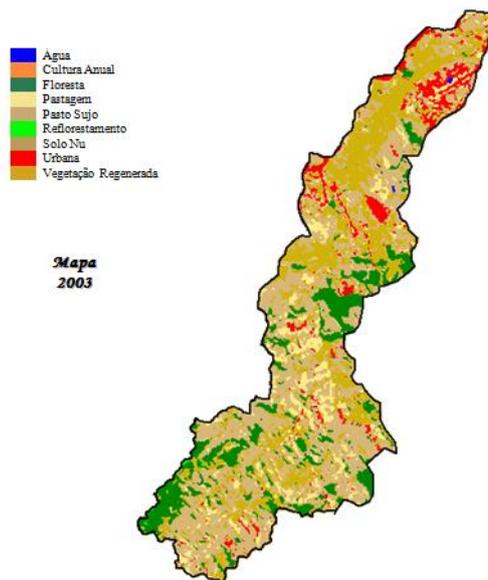


Figura 3. Uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Itaim
 Fonte: Aguiar et. al. (2007)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No procedimento de medição da capacidade de infiltração em campo os dois anéis concêntricos com 30 cm de altura, um com 25 cm e outro com 50 cm de diâmetro foram cravados no solo até a profundidade de 10 cm e nivelados. A água foi colocada no anel interno que estava revestido com saco de plástico preto de baixa densidade com a finalidade de só permitir infiltração de água no solo após o anel externo ser preenchido com água de modo a garantir a infiltração vertical no anel interno. As leituras iniciais de altura de coluna de água foram realizadas após o preenchimento do anel externo com água e imediatamente após a retirada do saco plástico do anel interno. As leituras foram feitas no anel interno a intervalos de tempo definidos pelo rebaixamento máximo de 2 cm da altura de água, momento em que se fazia a reposição de água.

As leituras dos testes relacionados neste estudo foram feitos com lâminas de água que variaram 15 a 10 cm de altura e foram interrompidas no momento em que não se observou diferença entre duas ou três leituras consecutivas, indicando que o solo atingiu a (VIB) Velocidade de Infiltração Básica, conforme a recomendação de Targa, (2008). A VIB embora seja um valor mínimo é considerada a maior capacidade de infiltração do solo.

Nesse estudo foram identificados e selecionados os testes de infiltração realizados nos diferentes usos e coberturas do solo feitas por Aguiar, et al., (2007), Junior et al., (2007) e Targa, (2011, 2012 e 2014) na bacia do Itaim em Taubaté, SP., por Kather et al., (2009) em solos de áreas planas da bacia Paraíba do Sul em Tremembé, SP e por Santos, et al. 2011 em solos das sub-bacias do Fojo e Perdizes em Campos do Jordão, SP.

Para estes testes foram ajustadas as curvas de velocidade de infiltração e determinadas as equações pelo modelo de kostiakov e as VIBs conforme podem ser observados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Equações de velocidade de infiltração obtidas em uso e cobertura de solos por diferentes autores na bacia do ribeirão Itaim.

| Solo | Usos e Coberturas dos solos | Equações de Velocidade de Infiltração VI (mm/min) | Velocidade de infiltração Básica VIB (mm/min) | Autor |
|----------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------|
| Latossolo vermelho Amarelo | Milho | $VI = 8,18 * T^{-0,86}$ | 0,09 | Aguiar, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Pupunha | $VI = 3,71 * T^{-0,23}$ | 1,12 | Aguiar, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Pasto Sujo | $VI = 0,68 * T^{-0,33}$ | 0,12 | Aguiar, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Eucalypto Novo | $VI = 2,22 * T^{-0,36}$ | 0,34 | Junior, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Eucalypto Adulto | $VI = 3,11 * T^{-0,25}$ | 0,85 | Junior, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Pasto Limpo | $VI = 1,59 * T^{-0,31}$ | 0,32 | Junior, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Pasto Sujo | $VI = 1,91 * T^{-0,36}$ | 0,29 | Junior, et al., 2007 |
| Argissolo Vermelho Amarelo | Capineira | $VI = 7,35 * T^{-0,36}$ | 1,13 | Junior, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Café | $VI = 1,28 * T^{-0,76}$ | 0,02 | Junior, et al., 2007 |
| Cambissolo Háptico | Mata | $VI = 41,51 * T^{-0,66}$ | 1,35 | Junior, et al., 2007 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Centeio | $VI = 7,02 * T^{-0,22}$ | 0,12 | Targa, 2011 |
| Latossolo vermelho Amarelo | Agricultura | $VI = 7,94 * T^{-0,80}$ | 0,12 | Targa, 2013 |
| Latossolo Vermelho Amarelo | Canteiro Alface | $VI = 18,54 * T^{-0,32}$ | 3,52 | Targa, 2014 |

Essas VIBs da Tabela 2 e 3 são importantes valores para indicar a capacidade de produção de água das bacias hidrográficas, pois as chuvas possuem intensidades também em mm/h ou mm/min. De modo que se a intensidade de chuva for maior que a VIB a água não infiltra no solo e escoar na superfície, atingindo rapidamente os cursos d'água e saindo da bacia, não contribuindo com a conservação de água na bacia.

Tabela 3. Equações de velocidade de infiltração obtidas em uso e cobertura de solos na bacia do rio Paraíba do Sul e nas bacias dos ribeirões do fojo e Perdizes.

| Solo | Usos e Coberturas | Equações de Velocidade de | Velocidade de infiltração | Autor |
|------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
|------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------|

| | dos solos | Infiltração VI (mm/min) | Básica VIB (mm/min) | |
|--|----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Cambissolo CX 14 | Campo de altitude | $VI = 14,30 * T^{-0,44}$ | 1,46 | Santos, et al. 2011 |
| Cambissolo CX 14 | Mata | $VI = 66,71 * T^{-0,39}$ | 8,80 | Santos, et al. 2011 |
| Cambissolo CX 14 | Pinus | $VI = 29,21 * T^{-0,46}$ | 2,68 | Santos, et al. 2011 |
| Cambissolo CX 14 | Pasto sujo | $VI = 4,85 * T^{-0,41}$ | 0,58 | Santos, et al. 2011 |
| Latossolo Amarelo Distrófico | Pasto | $VI = 8,28 * T^{-0,45}$ | 0,80 | Kather, et al. 2009 |
| Gleissolo Melânico Distrófico | Mata | $VI = 12,21 * T^{-0,57}$ | 0,63 | Kather, et al. 2009 |
| Latossolo Vermelho Amarelo Argiloso | Pasto | $VI = 8,89 * T^{-0,87}$ | 0,10 | Kather, et al. 2009 |
| Latossolo Vermelho Amarelo distrófico | Pasto sujo | $VI = 1,78 * T^{-0,64}$ | 0,06 | Kather, et al. 2009 |

Conforme pode ser observado na Tabela 2 a exceção do Café a pastagem é o tipo de uso e cobertura do solo que em geral apresenta os menores valores de VIB. Embora a bacia do Itaim seja correspondente a 1/8 da área da bacia do rio Una, os tipos de usos e cobertura são os mesmos. Isso de certo modo explica a diminuição do uso da água de abastecimento da bacia do Una pela concessionária regional.

4. CONCLUSÃO

Os diferentes usos e ocupações dos solos da bacia do ribeirão Itaim no município de Taubaté, SP apresentam diferentes características de infiltração e isso deve influenciar o armazenamento e fluxo subterrâneo de água na bacia. Esforços devem ser estabelecidos no sentido de se determinar a relação entre a intensidade de chuvas e a velocidade de infiltração de água na bacia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. S. G.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T. Escoamento superficial na bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 44-56, 2007. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua>.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 2. ed. Viçosa, MG: Imprensa Universitária – UFV, 1982. 463p.

- BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.58, n.3, p.555-560, 2001.
- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. Infiltração da água no solo. Viçosa: UFV, 2002.
- CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e desenvolvimento das plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1997. 132p.
- CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CORREA, R. C. Avaliação das atividades antrópicas sobre a bacia hidrográfica do Ribeiro do Itaim, Taubaté, São Paulo. Taubaté, 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) -Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001.
- CUNHA, J. L. X. L.; Albuquerque, A. W.; Silva, C. A.; Araújo, E.; Santos Junior, R. B. Velocidade de infiltração em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. *Revista Caatinga*, v.22, p.199-205, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Brasília, 1997. 212p.(Embrapa/CNPS. Documentos, 1) EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999, 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p
- FARIA, J.C.; SCHAEFER, C.E.R.; COSTA, L.M. et al. Effects of weed control on physical and micropedological properties of a Brazilian ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 22:731-741. 1998.
- GUERRA, H. C. **Física dos solos**. Campina Grande: UFPB, 2000. 175p.
- HORTON, R. E. The role of infiltration in the hydrologic cycle. *Trans. Amer. Geoph. Union*, 14: 446-460. 1933.
- KATHER, C.; DINIZ, H. N.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; RODRIGUES, E. M. Características da infiltração de água nos solos da várzea do rio Paraíba do Sul, em Tremembé, SP. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: Recuperação de áreas degradadas, serviços ambientais e sustentabilidade, 2., 2009. Taubaté: IPABHi, 2009. 493-500. doi: 10.4136/serhidro.64).
- LISBOA, H.; TIMM, L. C.; REISSER JUNIOR, C.; TAVARES, V. E. Q.; MANKE, G.; TAVARES, L. C. et al. Determinação das Curvas de VI de Água de Três Solos Representativos da Persicultura Irrigada na Região de Pelotas, RS. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., nov. 2007, Pelotas. Pesquisa e Responsabilidade Social. **Artigos...** Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_00928.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2011.
- MACHADO, R. E. Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. 2002.

154 f. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

- MERRIAN, J. L.; SHEARER, M. N.; BURT, C. M. Evaluating irrigation systems and practices. In: Jesen, M. E. (ed). Design and operations of form irrigation systems. St Joseph: ASAE, 1983. P. 721-60. (Monography Series,3).
- MORAES, M.H.; BENEZ, S.H.; LIBARDI, P.L. Efeitos da compactação em algumas propriedades físicas do solo e seu reflexo no desenvolvimento das raízes de plantas de soja. **Bragantia**, 54:393-403, 1995.
- MUSGRAVE, G. **How much of the rain enters in the soils**. Department of Agriculture, Washington, USA: The yearbook of agriculture. p. 151-159, 1955.
- OLIVEIRA, J. B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no Mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. Boletim Científico, 45. 112p.
- REATTO, A.; SPERA, S. T.; CORREIA, J. R.; MILHOMEM, A. S. Caracterização dos solos e sua associação com as fitofisionomias em uma bacia hidrográfica: aspectos pedológicos e químicos. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 23p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 8), 1999.
- REICHARDT, K. Água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 188p.
- REICHARDT, K.; DOURADO-NETO, D.; TIMM, L.C.; BASANTA, M.V.; CAVALCANTE, L.F.; TERUEL, D.A.; BACCHI, SANTOS, O.O.; TOMINAGA, T.T.; CERRI, C.C. & TRIVELIN, P.C.O. Management of crop residues for sustainable crop production. IAEA-TECDOC, 1354:149- 169, 2003
- RODRIGUES JÚNIOR, C.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Florestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim, Taubaté, SP. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL, 1., 07-09 nov. 2007, Taubaté. O eucalipto e o ciclo hidrológico. **Anais...** Taubaté: IPABHi, 2007. p. 67-73.
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Florestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo em bacias hidrográficas do município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 110-126, 2011.
- SBRUZZI, R. S. **Metodologia para verificação da adequação do uso da terra na bacia do Ribeirão Itaim, afluente do rio Una, Taubaté, SP**. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.
- SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. **Medições de infiltração com infiltrômetros e um simulador de chuvas em Latossolo Roxo Distrófico, Paraná, Sob vários tipos de cobertura do solo e sistemas de preparo**. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná, 1984, 13p.
- SILVA, C.L.; KATO, E. Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, v..32, n.2, p.213-220. 1997.
- SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M. Atributos Físicos de dois Latossolos Afetados pela Compactação do Solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 10: 842-847, 2006a.

SOARES, P. V.; PEREIRA, S. Y.; SIMÕES, S. J. C.; BERNARDES, G.P.; BARBOSA, S. A. Mapa de infiltração do Alto e Médio Vale do Paraíba do Sul com base em elementos do meio físico e da precipitação. , Taubaté, v. 3, n. 1, p. 26-42, 2008. doi: 10.4136/ambiagua,40).

TARGA, M. S. **Ciclo da água e gestão.** In: TARGA, M. S. (coord.). Programa de capacitação e aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos, Bacia do Rio Paraíba do Sul. Taubaté: UNITAU, 2008. 61p. 1 CD-ROM.