

Ensaio de Infiltração em Latossolo da Bacia do Córrego Arapuca

Infiltration Tests in Latosol in the Arapuca Stream Basin, Parana State, Brazil

Carina Petsch^{*}
Jéssica Barion Monteiro^{**}

Resumo

O objetivo deste trabalho foi a verificação da aplicabilidade de um método de infiltração utilizado para implantação de fossas sépticas em estudos científicos. As medidas consistiram na verificação do tempo gasto para que a água infiltre em furos, sendo realizadas num intervalo de 10 minutos. Os valores de infiltração foram de 100 litros/hora, 83,5 litros/hora, 50 litros/hora, 412,5 litros/hora, 125 litros/hora respectivamente para cultura temporária, pastagem, cana mecanizada, mata, cana não mecanizada. A quantidade de água infiltrada oscilou de acordo com o tipo de ocupação, tempo de permanência dessa ocupação, bem como das técnicas de manejo e conservação do solo adotadas.

Palavras-chave: Infiltração. Solos. Uso do solo.

Abstract

The objective of this work was to verify the applicability of a method of infiltration used for deployment of septic tanks in scientific studies. Measures consisted in checking the time needed for the water infiltrate 1 cm in a ruler in 10-minute intervals. The values of infiltration were 100 liters/hour; 83.5 liters/hour; 50 liters/hour; 412.5 liters/hour; 125 liters/hour respectively for temporary crop, pasture, mechanized sugar cane, forest, non-mechanized sugar cane. The amount of infiltrated water varied according to type of occupation in the area, duration of such occupation, as well as soil management and conservation techniques adopted in these environments.

Key words: Infiltration. Soils. Land use.

Introdução

O manejo do solo afeta a capacidade de infiltração à medida que interfere nas propriedades do solo e nas condições da superfície (cultivos agrícolas e irrigação) e nos

^{*}Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil. E-mail: carinapetsch@gmail.com

^{**}Graduanda em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, Paraná - Brasil. E-mail: jessicabarion@hotmail.com

fatores naturais que incluem precipitação, mudança de estação, umidade e temperatura (CECILIO, 2002). A capacidade de infiltração é uma propriedade do solo que representa a intensidade máxima que o solo, em dada condição e tempo, pode absorver a água da chuva ou da irrigação aplicada a determinada taxa. Esse processo, contudo, não é constante ao longo do tempo. Por ocasião de uma chuva ou irrigação, a velocidade de infiltração é máxima no início do evento, e decresce rapidamente, de acordo com as condições do solo. Sob chuva ou irrigação contínua, a velocidade de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante (BERNARDO, 1989).

Geralmente os estudos de velocidade e capacidade de infiltração são feitos em ambientes experimentais. Contudo, são vários fatores que influenciam na capacidade de infiltração em um solo, como intensidade e duração da chuva, umidade antecedente, textura do solo, cobertura vegetal e uso da terra (manejo) (DUNNE; LEOPOLD, 1978).

A ocupação do solo é sem dúvida um dos fatores que mais drasticamente afeta no processo de infiltração da água, por meio da retirada da cobertura vegetal, construções de estradas, cidades, campos de cultivos etc., o que conseqüentemente altera a resposta hidrológica superficial. O uso da terra em áreas agrícolas leva ao aumento da compactação do solo devido à mecanização e ao pisoteio do gado.

Salienta-se ainda que a falta de controle no manejo da vegetação e do solo leva a modificações na estrutura do mesmo, causando-lhe maior ou menor compactação; modificando a densidade; afetando a porosidade, o armazenamento e a disponibilidade de água às plantas; interferindo na capacidade de infiltração e no desenvolvimento radicular da vegetação. O conhecimento da capacidade de infiltração e da condutividade hidráulica dos solos é fundamental na solução de problemas relativos às áreas de irrigação e drenagem, na conservação e no manejo de água e solo, e no controle do deflúvio superficial (SOUZA; ALVES, 2003).

O objetivo deste trabalho foi verificar o tempo de infiltração da água num mesmo tipo de solo, no caso o Latossolo de acordo com a metodologia proposta pela NBR 7229/1992 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), bem como a quantidade de água infiltrada por hora em locais com diferentes usos do solo. Mesmo que a metodologia da ABNT não tenha um caráter diretamente ligado à aplicação científica em solos agricultáveis, é importante verificar sua possível aplicação nesse ambiente e com uma abordagem acadêmica. O tempo de permanência de uma mesma ocupação no solo será considerado, assim como a presença ou ausência de uso de implementos agrícolas e pisoteio de gado.

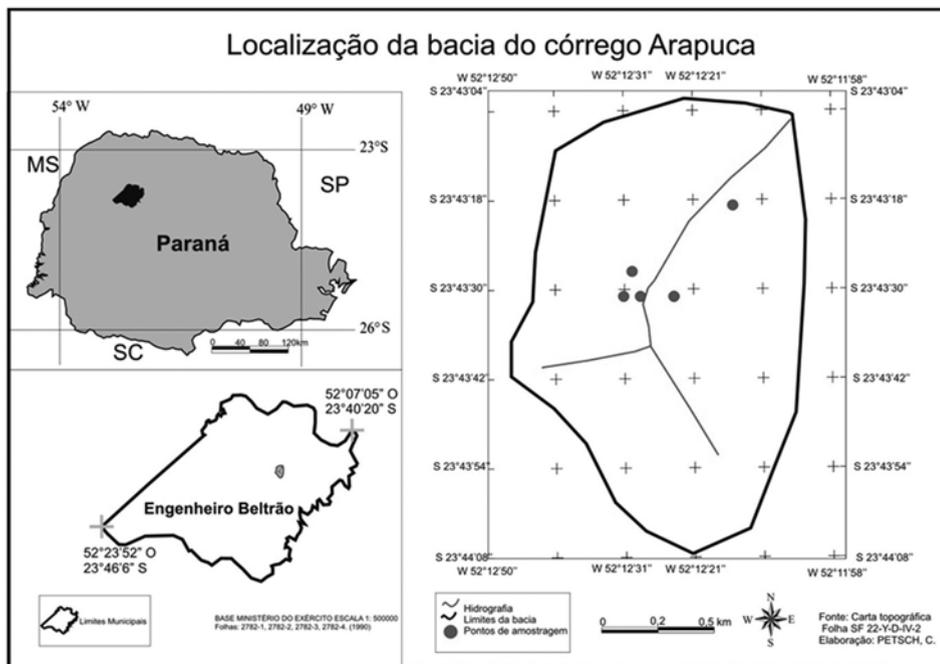
Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde à bacia do córrego Arapuça (Figura 1), afluente do

ribeirão Sussuí que por sua vez deságua no ribeirão Água Grande, afluente do rio Ivaí. Situa-se entre as coordenadas W 52°12'50" e W 52°11'58" de longitude e S 23°43'04" e S 23°44'08" de latitude.

Figura 1: Localização da bacia e dos pontos de ensaio de infiltração no córrego Arapuca



A bacia localiza-se sobre o derrame basáltico do terceiro planalto paraense que corresponde ao grande derrame mesozoico de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral. Essa formação geológica é caracterizada por seqüências de derrames de basaltos de natureza toleítica, de coloração cinza-escuro a negro, hipocristalinos, maciços ou vesiculares. Tais derrames apresentam acamamento pouco desenvolvido de atitude essencialmente horizontal (mergulho da ordem de 5 graus em direção ao centro da bacia), reflexo do deslizamento de lavas fluídas em superfícies relativamente planas (PINESE; NARDY, 2003). Na bacia, predominam o Latossolo Vermelho, textura argilosa, nos topos e alta vertentes; a partir daí em direção à jusante, ocorrem os Nitossolos Vermelhos nas médias e baixas vertentes (NOBREGA; NAKASHIMA, 2003).

Quanto ao uso do solo, ressalta-se a substituição do café pela cultura temporária de soja e milho na parte Leste e Nordeste da bacia no fim da década de 1970 e início de 1980. Em algumas partes da bacia, as lavouras de culturas temporárias como soja e milho foram substituídas pela cana-de-açúcar. As áreas com pastagens já possuem mais de 40 anos, e apresentam marcas de intenso pisoteio pelo gado.

Procedimentos Metodológicos

A área de estudo não possui estudos anteriores e, portanto, para melhor compreensão dos aspectos físicos do local, foram elaboradas as cartas de uso do solo (2010), tipos de solo e declividade em ambiente Sistema de Informação Geográfica Spring 5.06 (CAMARA et al., 1996). As curvas de nível foram vetorizadas a partir da carta topográfica Folha SF 22-Y-D-IV-2 com equidistância de 20 metros e a partir delas foi elaborada a carta de declividade com intervalos estabelecidos de 0-3%; 3-6%; 6-10%; 10-20%; 20-30%; 30-100%.

Para elaboração da carta de solos, optou-se pela saída a campo, e os pontos escolhidos para a tradagem foram baseados na disposição do relevo na bacia, pois geralmente onde ocorrem mudanças na declividade do terreno, o tipo de solo também se altera. Utilizando o GPS (Global Position System) foram coletadas as coordenadas geográficas dos locais de realização das tradagens para posteriormente inserir esses pontos no Spring 5.06 sobre a base georreferenciada da bacia. Considerando os pontos em que foram realizadas as tradagens, os limites entre os solos foram traçados considerando o delineamento da declividade da bacia e obedecendo ao contorno dos canais de drenagem. Como a área de estudo possui somente 1,70 km² foram realizadas 20 tradagens. A carta de ocupação e uso do solo foi elaborada a partir da imagem do *Google Earth* para a área, da data de maio de 2010, através de interpretação e vetorização manual das culturas.

As medidas de precipitação foram coletadas com pluviômetro instalado por agricultor em local aberto, sem influência de construções e árvores, localizado na coordenada W 52°12' 28,7" e S 23°43'34,55". Os ensaios de infiltração foram realizados no mês de maio, que apresentou baixa precipitação (99 mm), o que favoreceu a capacidade de infiltração do solo.

Para as medidas de infiltração no solo, optou-se pela metodologia proposta pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 7229/1992 intitulada **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Trata-se de um método mais acessível do que o comumente utilizado através de infiltrômetro de anel duplo. A metodologia consiste na abertura de um furo no solo com dimensões de 30 cm e fundo revestido por uma camada de 5 cm de pedra britada. A água é despejada no furo até o momento que sua infiltração diminui consideravelmente e se estabiliza, a partir desse instante é iniciado o processo de medição, que consiste na verificação do tempo necessário para que a água infiltre 1 cm em relação a uma régua instalada no furo. As medidas foram realizadas com intervalos de 10 minutos para os pontos 1, 2, 4 e 5 (pastagem, mata, cana não mecanizada e cultura temporária) e caso do ponto 3 (cana mecanizada), devido à lentidão na infiltração apenas 4 medidas foram realizadas no período de uma hora.

Para escolha dos pontos de análise da infiltração foram considerados alguns atributos, como o tempo de permanência do mesmo uso do solo na área, obtido por meio da entrevista com antigos moradores da região, bem como a consideração de técnicas de manejo adotadas, o uso de implementos agrícolas e também a presença de pisoteio de animais. A cana-de-açúcar foi incluída devido a seu aumento verificado em toda região, com aproximadamente 30% do município de Engenheiro Beltrão coberto por cana-de-açúcar para o ano de 2009 (PETSCH; BUENO, 2010).

O Quadro 1 expõe dados referentes aos pontos de ensaios de infiltração, e também características referentes ao manejo do solo. Os pontos para abertura do furo foram escolhidas na presença do mesmo solo, no caso o Latossolo, que são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (IBGE, 1995).

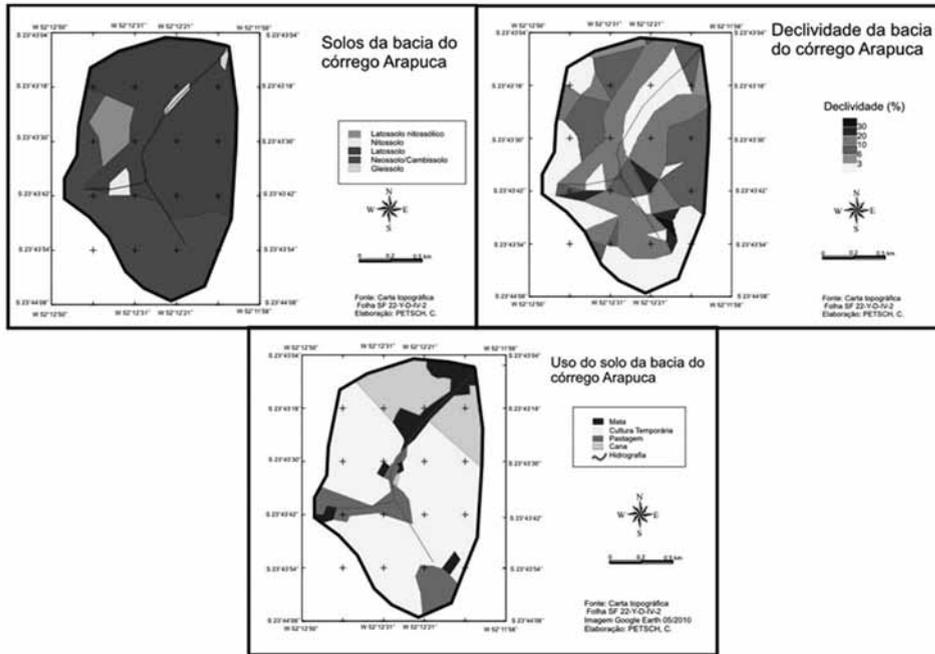
Quadro 1 - Características e localização dos pontos onde a infiltração foi verificada

Ponto	Uso do solo	Tempo de permanência	Manejo agrícola	Altitude (m)	Tipo de solo	Coordenadas do ponto
01	Pastagem	+ de 50 anos	-	355	Latossolo	23°43'31,2'' S 52°12'28,2'' W
02	Mata	+ de 50 anos	-	358	Latossolo	23°43'30,4'' S 52°12'29,6'' W
03	Cana	+ de 40 anos	Mecanizada	337	Latossolo	23°43'18,5'' S 52°12'15,3'' W
04	Cana	+ de 50 anos	Não mecanizada	340	Latossolo	23°43'32,3'' S 52°12'24,6'' W
05	Cultura Temporária (milho)	+ de 25 anos	Plantio Direto	357	Latossolo	23°43'27,1'' S 52°12'29,8'' W

Resultados e Discussões

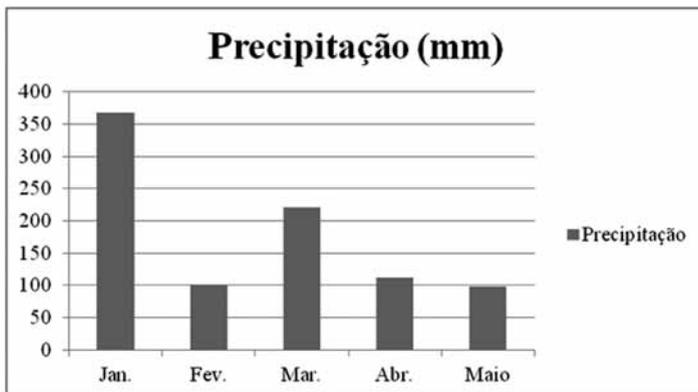
Mapas de declividade, ocupação e uso do solo, tipos de solo

Para melhor conhecimento sobre a área e escolha dos pontos para verificação do tipo de solo em campo, a carta de declividade foi elaborada. A disposição do solo na bacia está intrinsecamente ligada à configuração do relevo, e, portanto, esse produto cartográfico serviu de base para a execução da pesquisa. A partir das tradagens e da configuração do relevo, a carta de solos (Figura 2) foi elaborada e apontou a predominância de Latossolos. A área total da bacia é de 1,70 km², sendo que 0,58 km² corresponde a Cambissolo e Neossolo, 0,019 km² a Nitossolo, 0,089 km² a Latossolo Nitossólico, 0,99 km² a Latossolo, e 0,0061 km² a Gleissolo. Outro fator que acaba influenciando de maneira superficial na infiltração do solo é o tipo de uso e ocupação do solo. A área da bacia conta com 0,14 km² de mata nativa, 0,30 km² de cana-de-açúcar, 0,19 km² de pastagem e 1,05 km² de cultura temporária.

Figura 2: Carta de solos, declividade e uso do solo da bacia do córrego Arapuca

Ensaio de infiltração e precipitação

A sequência das precipitações ocorridas nos meses anteriores ao ensaio foi considerada. A baixa precipitação no mês de abril (115 mm) e em maio (99 mm) contribuiu para escolha deste último mês para realização dos ensaios, já que como o solo não estava saturado a infiltração de água ocorreu de maneira mais eficiente. Os dados de precipitação estão expostos na Figura 3.

Figura 3: Precipitação dos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2010

O resultado de 138,8 mm/h na área de cana não mecanizada (Quadro 2) mostra que o uso de implementos agrícolas realmente afeta a porosidade do solo e, portanto, a infiltração de água. Já a taxa de infiltração na área de cana mecanizada é baixa em relação aos demais e é de apenas 55,5 mm/h.

A diferença de infiltração de água entre a área com cana mecanizada e cana plantada sem mecanização pode ser atribuída à compactação causada pelos tratores durante mais de 40 anos, sem técnicas de conservação e manejo do solo. Bergamin (2009) relata que o tráfego de máquinas induz ao aumento da compactação do solo e reduz sua macroporosidade.

De acordo com Tavares et al. (2001), a compactação reduz a porosidade do solo, a continuidade dos poros e a disponibilidade de água e nutrientes, reduzindo também o crescimento e o desenvolvimento radicular das culturas. Luca et al. (2008) verificaram que o uso de máquinas para a realização da colheita da cana-de-açúcar provocou aumento na densidade do solo nas camadas superficiais de um Argissolo Vermelho-Amarelo e um Neossolo Quartzarênico. Costa & Matos (1997) relataram que Latossolos, apesar de apresentarem boas condições naturais das propriedades físicas, podem apresentar-se susceptíveis à erosão, especialmente quando possuem camadas subsuperficiais compactadas, devido ao uso e ao manejo.

A quantidade de água infiltrada na mata é consideravelmente maior em relação aos demais pontos de 458,3 mm/h, comprovando o poder de absorção de água nos solos de floresta. Sob condições de cobertura de floresta natural não explorada, a taxa de infiltração é normalmente mantida em seu máximo. De fato, nessas condições raramente ocorre a formação de escoamento superficial, a não ser em locais afetados pelas atividades relacionadas com a exploração da floresta (PIERCE, 1967).

A cultura temporária que estava na área em média há 25 anos, com técnicas de manejo como curvas de nível e plantio direto apresentou infiltração de 111,1 mm/h (Quadro 2), o que constitui um resultado bom para uma área mecanizada. Pinheiro et al. (2009) destacam que a área com plantio direto apresenta capacidade de infiltração superior àquelas com pastagem, no entanto é significativamente menor que a infiltração nas áreas com mata nativa.

A área de pastagem apresentou uma taxa de infiltração de 92,7 mm/h, que se deve à presença de compactação do solo pelo gado, bem como o uso do solo no local há mais de 50 anos. Segundo Bertol et al. (2000), o manejo de animais sobre as pastagens causa modificações nas propriedades físicas do solo em médio e longo prazos, e ocasionam alterações na densidade e na porosidade do solo, principalmente à profundidade de 0,05 m.

Para verificação dos dados obtidos com o método da NBR 7229/1992, apresentam-se dados de trabalhos realizados com ensaios em diferentes usos do solo, porém com a utilização do método dos anéis de infiltração (Quadro 2).

Os resultados obtidos na pesquisa pelo método NBR 7229/1992 foram condizentes com os resultados da literatura realizados com o método dos anéis de infiltração. A exceção é a cultura temporária que apresentou valor de 111,1 mm/h de água infiltrada, enquanto que na pesquisa de Sobrinho et al. (2003) a quantidade foi de 47,6. É provável que isso aconteça devido à prática de aragem do solo periodicamente, o que acaba não compactando demasiadamente o solo. No sistema de plantio direto, a movimentação do solo é restrita à linha de semeadura, mas a ocorrência sistemática do tráfego causa compactação na superfície do solo. Resultados demonstram que cerca de 80-90% da compactação potencial ocorrem logo após as primeiras entradas de máquinas na área (MEEK et al., 1988).

Quadro 2: Comparação entre os valores obtidos na pesquisa com trabalhos realizados com a utilização do método dos anéis de infiltração

	AZEVEDO e SVERZUT (2001)	TOMASINI et al. (2010)	PANAKUCHI et al. (2006)	SOBRINHO et al. (2003)	Valores obtidos na pesquisa
Pastagem	100 mm/h		98,5 mm/h		92,7 mm/h
Mata	300 mm/h				458,3 mm/h
Cana mecanizada		55,10 mm/h			55,5 mm/h
Cana não mecanizada		57,21 mm/h			138,8 mm/h
Culturas temporárias				47,6 mm/h	111,1 mm/h

Conclusões

Considerando a grande área de cana-de-açúcar no município de Engenheiro Beltrão e a baixa taxa de infiltração verificada pelos dados da pesquisa, deve-se atentar para futuros problemas, como aumento da taxa de erosão na área, consequente perda de fertilidade e assoreamento de canais de drenagem e excessiva compactação do solo. O efeito da mecanização e seu efeito de compactação dos solos foram comprovados nos dados obtidos com a cana-de-açúcar plantada manualmente e de forma mecanizada, sendo interessante citar que o pisoteio dos animais também afeta diretamente na compactação e diminuição da infiltração. A área com mata nativa na região é expressiva, e seu papel é fundamental para infiltração de grande quantidade de água no solo, deixando claro que sua preservação é necessária, bem como a inserção de áreas de reflorestamentos. As técnicas de manejo e conservação dos solos, juntamente com o período de instalação de determinada cultura possuem relação direta com a capacidade de infiltração.

O método de infiltração pela cava, NBR 7229/1992, utilizado para construção e operação de sistemas de tanques sépticos, apresentou um resultado satisfatório para pesquisas científicas em pequenas áreas de estudo, pois quando comparado com dados

da literatura existente sobre o assunto foram condizentes com o método comumente utilizado, o infiltrômetro de anel duplo. Portanto, o método de infiltração pela cava poderá se tornar uma metodologia alternativa para realização de estudos científicos que não possuam recursos suficientes para aplicação do método do anel duplo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos: NBR 7229. Rio de Janeiro, 1993.

AZEVEDO, E. C.; SVERZUT, C. B. Alterações dos atributos físicos e químicos do solo sob pastagem no sudoeste do estado de Mato Grosso. Revista Agricultura Tropical, 2001.

BERGAMIN, A.C. Atributos físicos, sistema radicular e suas relações com a produtividade de milho em Latossolo Vermelho distroférico submetido à compactação induzida. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2009.

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 5. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 596p.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J.A. de; ALMEIDA, E.X. de; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem capim elefante anão cv. Mott. Pesq. Agropec. Bras., v. 35, p.1047-1054, 2000.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie II. Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. Cahiers ORSTOM, v. 19, n. 4, p. 323-339, 1982b.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M. FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Computers & Graphics, v. 20, n.3, p. 395-403, May-Jun 1996.

CAVENAGE, A. et al. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes culturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999.

CECILIO, R. A. Aplicação da equação de Green-Ampt na modelagem da infiltração de água em Latossolo Vermelho-Amarelo estratificado. Viçosa, 2002. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 254-258, 2001.

CHENG, J.D.; LIN, L.L.; LU, H.S. Influences of forests on water flows from headwater watersheds in Taiwan. Forest Ecology and Management, v. 165, p. 11-28, 2002.

COSTA, L. M.; MATOS, A. T. Impactos da erosão do solo em recursos hídricos. In: Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. p.173-189.

CORREA, J. C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, 107-114, 1995.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. Water in environmental planning. New York: W. H. Freeman and Company, 1978.

ELMORE, W.; R.L. BESCHTA. Riparian areas: perceptions in management. Rangelands, v.9, n.6, p.260-265, 1987.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro, 1995.

LEITE, J.A.; MEDINA, F.B. Efeito dos sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 11, p. 1417-1422, 1984.

LUCA, E.F.; FELLER, C.; CERRI, C.C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D.C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v.32, p.789-800, 2008.

MEEK, B.D.; RECHEL, E.A.; CARTER, L.M.; DETAR, W.R. Soil compaction and its effects on alfalfa in zone productions systems. Soil Sci. Soc. Am. J., v.52, p.233-236, 1988.

MENDONÇA, L.A.R. Recursos hídricos da Chapada do Araripe. Fortaleza, 2001.193 p. Tese (Doutorado) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, 2001.

MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.44, n.11, p.1513-1519, nov. 2009.

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. Solos do terceiro planalto do Paraná. In: ENCONTRO GEOTÉCNICO DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE – ENGEOPAR, 1., 2003, Paraná.

PANACHUKI, E.; SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI M. A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. Acta Science Agronomy, Maringá, v. 28, n. 1, p. 129-137, 2006.

PETSCH, C.; BUENO, M. B. Acompanhamento e mapeamento em caráter temporal das lavouras de cana-de-açúcar em Engenheiro Beltrão – PR e problemas relacionados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO, 1., SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNESP RIO CLARO, 10., 2010, São Paulo.

PIERCE, R.S. Evidence of overland flow on forest watershed. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST HYDROLOGY. Pergamon Press, 1967. p. 247-254.

PINESE, J. P. P.; NARDY, A. J. R. Contexto geológico da formação Serra Geral no terceiro planalto Paranaense. In: ENCONTRO GEOTÉCNICO DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE - ENGEOPAR, 1., Paraná, 2003.

PINHEIRO, A.; LIZANDRA, P. T.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. Revista Ambiente e Água, v. 4, n. 2, 2009.

SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; CARVALHO, D. F. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.191-196, 2003.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2003.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.; GUIMARÃES, M.F. & FONSECA, I.C.B. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. R, Bras. Ci. Solo, v.25, p.725-730, 2001.

TOMASINI, B. A.; VITORINO, A. C. T.; GARBIATE, M. V.; SOUZA, C. A.; SOBRINHO, T. A. Infiltração de água no solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de colheita e modelos de ajustes de equações de infiltração. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.6, 2010.

Artigo recebido em: 23 ago. 2012

Aceito para publicação em: 1 abr. 2013