



## ATRIBUTOS FÍSICOS E MATÉRIA ORGÂNICA DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA SOB VEGETAÇÃO NATIVA, PASTAGEM E CANA-DE-AÇÚCAR

---

Tatiane Pereira Santos Morais<sup>(1)</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>(2)</sup>, Fabiana Camargo dos Reis<sup>(3)</sup>

1. Professora Doutora; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia; Av. Amazonas, s/n. Bloco 2E - Campus Umuarama - Uberlândia/MG – Brasil – CEP.: 38400-902 - (tatianemorais@iciag.ufu.br)
2. Professora Doutora; Departamento de Engenharia Rural; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Rural, Jaboticabal/SP – Brasil, CEP.: 14884-900.
3. Doutoranda; Departamento de Engenharia Rural; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; ; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Rural, Jaboticabal/SP – Brasil, CEP.: 14884-900.

---

**Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012**

---

### RESUMO

O conhecimento e a relação dos atributos físicos e da matéria orgânica, nos diferentes tipos de uso/ocupação do solo, inseridos numa microbacia hidrográfica, constituem fundamentos necessários na avaliação das áreas indicadas para utilização com atividades agrícolas sustentáveis e das áreas que devem ser preservadas. O estudo teve como objetivo analisar atributos físicos e matéria orgânica em três microbacias hidrográficas, de um Argissolo Vermelho-Amarelo em áreas de vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar, bem como analisar as áreas de maior predisposição ao processo erosivo. A área de estudo compreendeu a microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga, Estado de São Paulo. Na área foram selecionadas três microbacias hidrográficas, com três tipos de coberturas vegetais cada, sendo pastagem, cana-de-açúcar e vegetação nativa. Nestas áreas foram analisadas a densidade do solo, a porosidade do solo e a matéria orgânica. Em relação ao uso/ocupação do solo, a densidade foi maior em área de pastagem e cana-de-açúcar, apresentando diferença entre a área de vegetação nativa. O volume total de poros diferiu com a área de vegetação nativa, não apresentando diferença significativa entre pastagem e cana-de-açúcar. A matéria orgânica diferiu significativamente entre os três tipos de coberturas vegetais, sendo maior em vegetação nativa, seguido da área de pastagem e área de cultivo de cana-de-açúcar. Na terceira microbacia verificou-se um processo erosivo mais acelerado.

**PALAVRAS-CHAVE:** uso/ocupação do solo, densidade, porosidade, matéria orgânica.

## PHYSICAL ATTRIBUTES AND ORGANIC MATTER OF AN ULTISOL IN WATERSHEDS UNDER NATIVE FOREST, PASTURE AND SUGARCANE

### ABSTRACT

The knowledge and the relationship of physical and organic matter in different land use within a watershed is necessary for evaluating areas for sustainable farming and areas that must be preserved. The study aimed to analyze the physical and organic matter in three watersheds of a Red-Yellow in areas of native vegetation, pasture and sugar cane, and analyze areas more prone to erosion. The area of study was the watershed of the Córrego da Glória, Taquaritinga County, State of São Paulo, Brazil. In the three watersheds were selected with three types of cover crops each, pasture, sugar cane and native vegetation. These areas were analyzed soil density, soil porosity and organic matter. Regarding the use / land cover, density was higher in pasture and cane sugar, showing a difference between the area of native vegetation. The total pore volume differed with the area of native vegetation, no significant difference between pasture and cane sugar. Organic matter was significantly different between the three types of cover crops, mostly in native vegetation, followed by areas of pasture and crop area of cane sugar. The third watershed, there was an accelerated erosion process.

**KEYWORDS:** use / land cover, bulk density, porosity, organic matter.

### INTRODUÇÃO

A paisagem geomorfológica vem sendo modificada ao longo dos anos devido à falta de um planejamento conservacionista, que pode ser caracterizado pelo mau uso e ocupação dos solos nas áreas que perfazem a unidade territorial de microbacia (TORRES & FABIAN, 2006). A incorporação de espaços naturais para os cultivos agrícolas e o estabelecimento de pastagens para o gado alteram as características físicas e químicas dos solos, muitas vezes resultando em degradação que se manifesta pela perda de fertilidade, compactação e fracionamento dos agregados, comprometendo a infiltração de água e o crescimento adequado do sistema radicular dos vegetais (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A alteração de ecossistemas naturais, por meio da retirada da cobertura vegetal para fins de implantação de culturas, tem promovido o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio, modificando seus atributos químicos, físicos e biológicos, limitando sua utilização sustentável nos processos produtivos e tornando-o mais suscetível à erosão (LIMA *et al.*, 2009). As propriedades físicas do solo desempenham um importante papel dentro do uso e manejo do solo (SOUZA *et al.*, 2004).

Uma das principais causas da degradação em áreas cultivadas é a compactação do solo causada pelo intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas e pelo pisoteio animal em áreas de integração lavoura-pecuária. A compactação do solo reduz a aeração e a infiltração de água e aumenta a resistência do solo à penetração das raízes (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001).

Com relação aos preparos convencionais, na agricultura e pecuária é comum a retirada da vegetação nativa para estabelecimento de atividades que deixam o solo exposto ao impacto direto das chuvas, trazendo como consequência o rompimento dos agregados. Aliado a isso, o constante revolvimento do solo contribui para a redução do teor de matéria orgânica, reconhecida como um dos principais agentes de formação e estabilização de agregados (GRIEVE *et al.*, 2005).

A colheita mecanizada vem ganhando espaço no setor canavieiro com o benefício de promover a cobertura do solo com resíduos da cultura de cana-de-açúcar. Tal sistema de manejo é importante principalmente em solos suscetíveis à erosão, a exemplo dos Argissolos, que ocorrem em extensas áreas do Estado de São Paulo. Com a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, estes poderão interceptar as gotas de chuva e dissipar a sua energia, evitando a desagregação das partículas e a formação do selamento superficial (MARTINS FILHO *et al.*, 2009).

O solo mantido sob vegetação nativa, de modo geral, apresenta atributos físicos como permeabilidade, estrutura, densidade do solo e porosidade adequados ao desenvolvimento normal das plantas. Nessas condições, o volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande. À medida que o solo vai sendo submetido ao uso agrícola, os atributos físicos sofrem alterações geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento radicular das culturas (BRITO *et al.*, 2006).

A matéria orgânica é um importante indicador da qualidade do solo, pois está relacionada com diversas propriedades físicas, químicas e biológicas. Pode ser alterada com maior ou menor intensidade, dependendo do sistema agrícola instalado, sendo um dos atributos mais sensíveis às transformações desencadeadas pelo manejo (BARRETO *et al.*, 2008).

A erosão hídrica é um dos principais problemas relacionados ao manejo dos solos no Brasil. A degradação do solo ocorre em geral a partir da interferência antrópica sobre esse recurso natural. A erosão, a lixiviação, a compactação do solo e a perda de matéria orgânica são exemplos de processos degradativos em sistemas agrícolas (SILVA *et al.*, 2005). Diante disso, ocorrem solos mais ou menos suscetíveis à erosão, tanto do ponto de vista de sua pedogênese (fatores intrínsecos) quanto do ponto de vista do manejo adotado (fatores extrínsecos) (SILVA *et al.*, 2005).

A microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda Glória, na Bacia do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi Guaçu, está inserida em uma área que apresenta grande responsabilidade socioambiental para a região nordeste do estado de São Paulo, por possuir áreas de remanescentes da Mata Atlântica, uma diversidade de áreas agrícolas, características naturais e sistemas de ocupação antrópica diversificados. Este trabalho foi realizado no intuito de verificar o processo erosivo nessas áreas e recomendar práticas conservacionistas. Atualmente, sua cobertura original encontra-se bastante reduzida, devido principalmente ao uso de pastagens e cultivo da cana-de-açúcar.

O estudo teve como objetivo analisar atributos físicos e matéria orgânica em três microbacias hidrográficas, de um Argissolo Vermelho-Amarelo em áreas de vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar, bem como analisar as áreas de maior predisposição ao processo erosivo.

## METODOLOGIA

A área de estudo compreendeu a microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga, centro norte do Estado de São Paulo, no planalto ocidental paulista. Sua posição geográfica é definida pelas coordenadas, latitudes 21°22'32" e 21°18'23" S, e longitudes 48°27'54" e 48°31'51" WGr. O clima é classificado de acordo com o sistema de Classificação Climática de Köppen, como clima mesotérmico úmido de verão quente (Cwa). De acordo com esta classificação, a precipitação varia entre 1100 e 1700 mm anuais. A temperatura média do mês

mais quente é sempre superior a 22° C e a do mês mais frio é inferior a 18° C.

A área está inserida na bacia hidrográfica do Córrego Rico, vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi-Guaçu, segundo a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo. O Córrego da Fazenda Glória nasce na Serra do Jabuticabal, em Taquaritinga, e deságua à montante do Córrego Rico. A área apresenta conformação relativamente movimentada, sendo o relevo classificado como ondulado. A vegetação natural remanescente é composta por floresta latifoliada tropical, também chamada de mata úmida, e floresta latifoliada semidecídua ou mata seca. O material geológico da área é constituído de arenito com cimento calcário, classificado como grupo Bauru, formação Marília. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abruptico de textura arenosa/média, segundo EMBRAPA (2006).

A microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda Glória tem extensão aproximada de 2039,44 ha. Nesta área foram selecionadas três microbacias, com diferentes tipos de uso/ocupação do solo em áreas de vegetação nativa, pastagem e cultivo de cana-de-açúcar. Com referência ao solo, foram analisados os atributos físicos e a matéria orgânica. Em cada área de uso/ocupação selecionada foram coletados 15 pontos/ha, totalizando 45 amostras de solo por microbacia, com três repetições, no total de 135 amostras. As três áreas de mata são consideradas fragmentos florestais de mata atlântica de interior, as áreas de pasto eram de cinco anos de idade na época da coleta, e as áreas de cana-de-açúcar estavam no terceiro corte, com queima na colheita e preparo convencional. Em cada uso/ocupação, as amostras compostas de solo foram coletadas com intervalos regulares a cada 20 m, totalizando uma área de aproximadamente 1 ha, na profundidade de 0-0,2 m. As áreas foram estaqueadas com auxílio de uma estação total e posteriormente os pontos foram georreferenciados com auxílio de um receptor de navegação GPS (*global positioning system*). Para cada amostra foram coletadas, com o auxílio de trado holandês de 0,20 m, 10 subamostras a uma distância de 2 e 4 m do ponto de amostragem central, na orientação Norte, Sul, Leste, Oeste, e colocadas em um balde, para a coleta da amostra composta. As amostras de solo foram destorroadas, secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm de diâmetro de malha e analisadas no Laboratório de Análises de Solos da FCAV/UNESP.

A determinação da matéria orgânica foi realizada conforme RAIJ *et al.*, (1987). A coleta do solo foi realizada com o auxílio de trado tipo holandês. A densidade e a porosidade do solo (microporosidade, macroporosidade e volume total de poros) foram conforme método da EMBRAPA (1997). As amostras indeformadas foram coletadas com cilindros de bordas cortantes de  $50,68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ . Estes foram introduzidos no solo com auxílio de amostrador Uhland até o preenchimento total do anel, à profundidade desejada de 0-0,2 m. O excesso de solo foi removido com o auxílio de uma faca, em seguida revestiu-se a parte superior e inferior do anel que continham a amostra de solo com um tecido, prendendo-a com um elástico. Os anéis foram colocados em uma bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar no período de uma noite. Em seguida, as amostras foram retiradas da água, deixando-se escorrer um pouco, pesadas ( $P_1$ ) e colocadas sobre a mesa de tensão (abaixando-se o frasco de nível para o nível de sucção correspondente a 0,60 m de altura de coluna d'água, onde permaneceram por 24 horas). A mesa de tensão retirou a água dos macroporos (poros com diâmetro  $\varnothing \geq 0,05 \text{ mm}$ ). Após esse período, as amostras foram novamente submetidas à pesagem ( $P_2$ ) e depois levadas à estufa a 105° C por 24 h e novamente pesadas ( $P_3$ ). Com os pesos,

procedeu-se com os cálculos seguintes:

$$\text{Microporosidade} = (P_2 - P_3) \times 100/V$$

$$\text{Macroporosidade} = (P_1 - P_2) \times 100/V$$

$$\text{Volume total de poros} = \text{Microporosidade} + \text{Macroporosidade}$$

$$\text{Densidade do solo} = V/P_3$$

Onde:

$P_1$  = Peso do solo saturado com água (g);

$P_2$  = Peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 0,60 m de coluna d'água (g);

$P_3$  = Peso da amostra seca em estufa a 105 °C (g);

V = Volume do cilindro.

Na análise dos parâmetros foi utilizado o programa AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR, 2009) para o teste de Tukey a 5%, a fim de avaliar os atributos do solo em cada microbacia quanto ao uso/ocupação do solo nas três áreas de vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar.

Para a simulação do fluxo de água em cada microbacia foi realizada a coleta de pontos georreferenciados de cada área da microbacia hidrográfica. A imagem do *Google Earth* foi utilizada para análise visual da área. Em seguida, com o uso do *software Topograph*, foi desenvolvida a malha triangular para gerar a curva de nível e coletar as cotas. Após esta etapa, os dados foram tratados, sendo elaborado o mapa planialtimétrico de cada área. Os dados das coordenadas planialtimétricas foram exportados para o *Surfer*, para a elaboração do modelo digital de elevação do terreno.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os dados referentes à densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, volume total de poros do solo e matéria orgânica, nas diferentes microbacias e o uso/ocupação dos solos estudados.

**TABELA 1.** Atributos físicos e matéria orgânica das áreas de uso/ocupação do solo na microbacia do Córrego da Fazenda Glória, Taquaritinga-SP.

	Densidade g.cm <sup>-3</sup>	Microporosidade %	Macroporosidade %	VTP <sup>1</sup> %	M.O. <sup>2</sup> g.dm <sup>-3</sup>
Microbacia 1	1,22 ab	17,3 a	16,5 a	33,8 a	18,3 a
Microbacia 2	1,13 b	16,5 a	21,5 a	38,0 a	18,0 a
Microbacia 3	1,23 a	17,8 a	15,7 a	32,5 a	17,1 a
Vegetação nativa	1,04 b	22,6 a	22,2 a	44,8 a	25,4 a
Pastagem	1,29 a	17,2 b	12,4 b	29,6 b	17,4 b
Cana-de-açúcar	1,24 a	10,8 c	19,1 a	29,9 b	10,6 c
CV	9,2	31,4	37,6	24,7	29,5

<sup>1</sup>VTP = volume total de poros; <sup>2</sup>M.O. = matéria orgânica do solo, CV = coeficiente de variação.

A densidade do solo foi o atributo que apresentou o menor coeficiente de variação (CV), enquanto que a macroporosidade apresentou o maior CV. Resultados semelhantes foram encontrados por LIMA *et al.*, (2009), em estudo dos atributos físicos de um Argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação secundária em regeneração natural.

A densidade do solo apresentou diferença significativa entre as microbacias, sendo maior nas microbacias 1 e 3. Com relação aos tipos de uso do solo, a densidade foi maior em área de pastagem e cana-de-açúcar, apresentando diferença significativa da área de vegetação nativa. O aumento da densidade do solo em áreas de pastagem e cana-de-açúcar é devido, principalmente, à diminuição da matéria orgânica. Na área de pastagem, que recebeu mobilização no momento da instalação, ocorreu, portanto, uma acomodação da camada superficial, levando ao aumento da densidade do solo. Em pastagem, associam-se os valores mais altos da densidade do solo devido à degradação da estrutura pelo pisoteio dos animais e da própria textura do solo. Essas diferenças podem ocorrer devido a alguns fatores na formação do solo e manejo intenso adotado em área plana, com presença de animais pesados e em grande número. Estudos atentam para o fato de que o número de animais em áreas de pastagens tende a aumentar nas estações chuvosas em razão da maior disponibilidade de forragem, provocando efeito nos atributos do solo pelo pisoteio com umidade inadequada (LIMA *et al.*, 2009).

A microporosidade não apresentou diferença significativa entre as microbacias em sequência de catena. Entre os usos/ocupação do solo, este atributo diferiu significativamente, sendo maior em área de vegetação nativa, seguido de pastagem e cana-de-açúcar. A idéia de tridimensionalidade da organização do solo, ou catena, indica que os perfis de solos sucedem-se nas vertentes e apresentam uma relação genética em diferentes formas de relevo. Desta forma, o solo é a materialização dos processos morfogenéticos que ocorrem na paisagem, caracterizando a interdependência solo-relevo (QUEIROZ NETO, 2002).

A macroporosidade também não apresentou diferença significativa entre as microbacias em sequência de catena. Este atributo também não diferiu significativamente entre vegetação nativa e cana-de-açúcar, diferindo estes da área de pastagem. Na área de pastagem, a macroporosidade apresentou menor valor, pelo fato da densidade ter sido maior. Nota-se uma relação do volume de macroporos com a densidade do solo. ALBUQUERQUE *et al.*, (2001), em estudo dos efeitos da integração-lavoura pecuária nas propriedades físicas do solo, relatam que os macroporos estão mais sujeitos à mudanças impostas pelo manejo.

O volume total de poros não apresentou diferença significativa entre as microbacias em sequência de catena. Entre os usos/ocupação do solo, este atributo diferiu significativamente na área de vegetação nativa, não apresentando diferença significativa entre pastagem e cana-de-açúcar. Os valores do volume total de poros estiveram inversamente associados aos de densidade do solo, ou seja, quanto menor a densidade do solo, maior o volume total de poros. A redução nos macroporos da área de pastagem refletiu significativamente na porosidade total, em que observa-se um aumento da densidade média do solo nestes sistemas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001). SOUZA *et al.*, (2004) em estudo dos atributos físicos do solo sob cultivo de cana-de-açúcar, concluíram que a redução da porosidade total, microporosidade e, sobretudo, da macroporosidade, promoveu os altos valores para a densidade do solo.

Com relação à matéria orgânica, esta não apresentou diferença significativa entre as microbacias em sequência de catena. Entre os usos/ocupação do solo, este atributo diferiu significativamente entre os três tipos de cobertura vegetal, sendo maior em vegetação nativa, seguido da área de pastagem e área de cultivo de cana-de-açúcar. Os maiores teores de matéria orgânica em área de vegetação nativa explicam-se devido ao maior aporte de resíduos orgânicos. A matéria orgânica dos solos pode ser alterada com maior ou menor intensidade, dependendo do sistema



agrícola instalado. Ao se alterar o manejo, a matéria orgânica sofre rápidas alterações, atingindo um novo equilíbrio (GALVÃO *et al.*, 2005).

Após a caracterização do solo, foram realizadas algumas simulações do fluxo de água superficial em cada microbacia para verificar o escoamento superficial da água e dos sedimentos (Figuras 1 e 2). Verifica-se que as setas indicam o sentido do fluxo de água e quanto maior, maior é a intensidade desse fluxo.

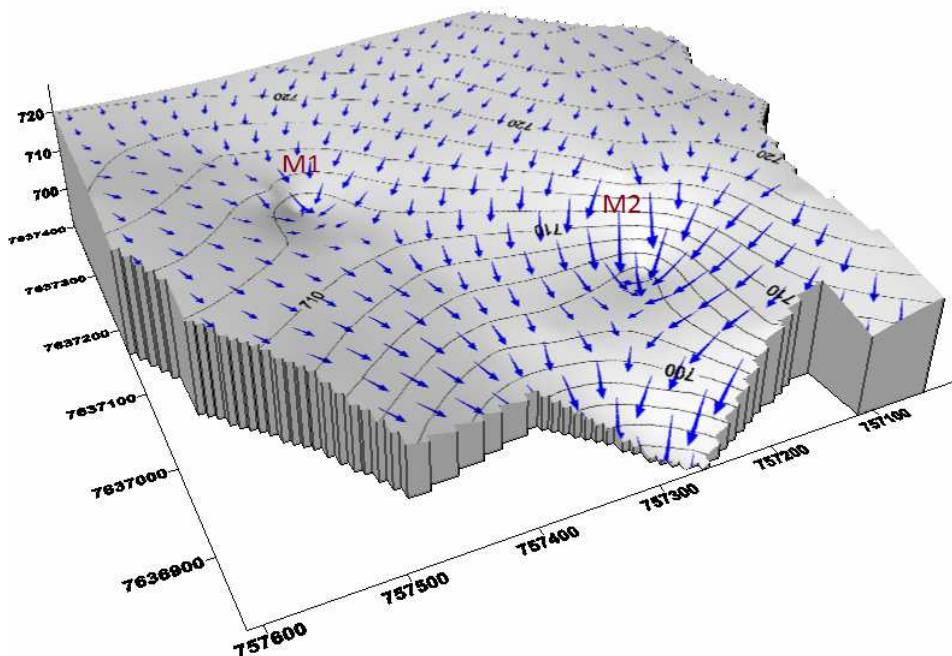


FIGURA 1. Simulação do fluxo de água nas microbacias 1 e 2.

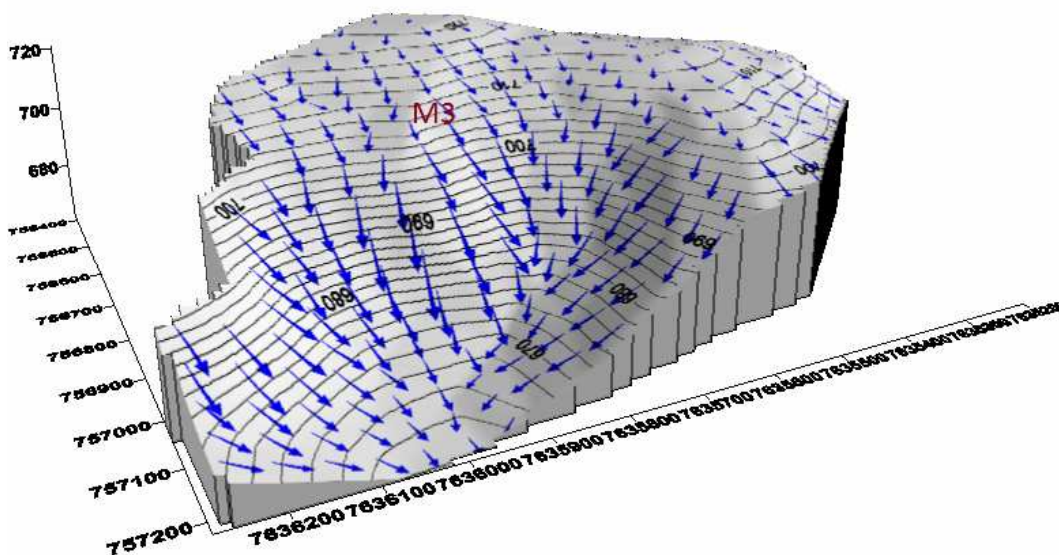


FIGURA 2. Simulação do fluxo de água na microbacia 3.

Essa simulação morfológica da superfície terrestre quanto ao fluxo de água é essencial para auxiliar o conhecimento dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na paisagem. A forma do terreno influencia o fluxo d'água, o transporte de sedimentos e poluentes, a natureza e a distribuição de habitats de plantas e animais, além de ser uma expressão dos processos geológicos e do intemperismo (BLASZCZYNSKI, 1997).

Na microbacia 1 os locais de maior fluxo de água foram no início das áreas de mata e nas áreas de pastagem. Na microbacia 2 as áreas de maior intensidade foram verificadas nas áreas de mata e pastagem. Esse fato possibilita ressaltar a urgência da adoção de práticas conservacionistas para retenção do escoamento superficial nessas áreas. Na microbacia 3 os locais de maior fluxo de água foram no início das áreas de mata e nas áreas de pastagem.

O Argissolo, sendo mais caulínico, possui baixos teores de óxidos de ferro, apresenta estrutura em blocos e baixa permeabilidade, o que justifica a maior susceptibilidade às perdas de solo por erosão (SILVA *et al.*, 2005). O Argissolo apresenta agregação muito fraca superficialmente. Assim, as operações de preparo do solo inadequadas contribuem para a desagregação e o transporte de suas partículas pelo fluxo superficial existente sob os resíduos vegetais, o que resulta em elevada erosão (MARTINS FILHO *et al.*, 2009).

SILVA *et al.*, (2005), em estudo sobre perdas de solos e nutrientes, concluíram que a matéria orgânica foi o constituinte encontrado em maior quantidade no sedimento erodido, sendo importante enfatizar a necessidade de práticas conservacionistas que reduzam a ação erosiva da chuva, mantendo esta fração orgânica no solo, uma vez que ela é importante na manutenção da sua estrutura, retenção de umidade e capacidade de troca catiônica, entre outros atributos.

O modelo digital de elevação do terreno possibilitou verificar a superfície de acordo com um modelo morfológico, sendo que a microbacia 3 é a área com maior escoamento superficial e conseqüentemente, maior predisposição ao processo erosivo. Foram observados sulcos profundos, principalmente na época de maior precipitação. Nos trabalhos de campo as situações descritas também foram verificadas. Assim, o presente estudo reforça a importância da área de preservação permanente (APP) em microbacias hidrográficas e o manejo adequado do solo em área de pastagem.

## CONCLUSÕES

1. A análise do solo entre os diferentes tipos de uso/ocupação do solo demonstrou uma diferença significativa entre as áreas. Os atributos foram significativamente diferentes, destacando a importância dos sistemas de manejo implantados, sendo pastagem e cana-de-açúcar em Argissolos.
2. Na microbacia 3 a intensidade do escoamento superficial foi maior, sendo portanto, maior o processo erosivo.
3. O modelo digital de elevação do terreno apresentou potencial na escala de estudo de microbacias.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de doutorado à Tatiane Pereira Santos Moraes e à FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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



BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR.; W. **AgroEstat** - Sistema de análises estatísticas de ensaio agrônômicos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2009.

BARRETO, A.C.; FREIRE, M.B.G.S.; NACIF, P.G.S.; ARAÚJO, Q.R.; FREIRE, F.J.; INÁCIO, E.S.B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1471-1478, 2008.

BRITO, L.F.; SOUZA, Z.M.; MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAZETTA, D.A.; CALZAVARA, S.A.; OLIVEIRA, L. Influência de formas do relevo em atributos físicos de um Latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1749-1755, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

GALVÃO, S.R.S.; SALCEDO, I.H.; SANTOS, A.C. Frações de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do agreste em Vaca Brava (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 955-962, 2005.

GRIEVE, I.C.; DAVIDSON, D.A. & BRUNEAU, P.M.C. Effects of liming on void space and aggregation in an upland grassland soil. **Geoderma**, v. 125, p. 39-48, 2005.

LIMA, J.S.S.; SATTTLER, M.A.; PASSOS, R.R.; OLIVEIRA, P.C.; SOUZA, G.S. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação secundária em regeneração natural. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p. 185-195, 2009.

MARTINS FILHO, M. V.; LICCIOTI, T. T.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; SANCHEZ, R. B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 8 - 18, 2009.

OLIVEIRA, J.T.; MOREAU, A.M.S.S.; PAIVA, A.Q.; MENEZES, A.A.; COSTA, O.V. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2821-2829, 2008.

QUEIROZ NETO, J.P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil: uma experiência de ensino e pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**, Brasília, v. 15, p. 77 - 90, 2002.

RAIJ, B.V; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S., BATAGLIA, C.O. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

SILVA, A.M.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M.; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, 2005.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; BENTO, M.J.C. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 51-58, 2004.

TORRES, J.L.R. & FABIAN, J.A. Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista numa microbacia hidrográfica de Uberaba. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 6, n. 19, p. 150-159, 2006.