

Análise morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego rico, região nordeste do Estado de São Paulo.

Teresa Cristina Tarlé PISSARRA¹; Maurício José BORGES²; João Antonio GALBIATTI³;
Flavia Mazzer RODRIGUES⁴; Walter POLITANO³

Unesp/FCAV – Profa. Dra., Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Engenharia Rural, End: Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, (16) 32092637 E-mail: teresap@fcav.unesp.br

² Unesp/FCAV – Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

³ Unesp/FCAV – Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Rural.

⁴ Unesp/FCAV – Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal).

Resumo

As principais características morfométricas foram determinadas na microbacia hidrográfica do Córrego Rico com o objetivo de analisar a rede de drenagem e os aspectos ligados à conformação fisiográfica da área em duas unidades de solos predominantes na região: Latossolos e Argissolos. Para tal, foram utilizadas técnicas de fotointerpretação em fotografias aéreas verticais, pancromáticas, em escala 1:35.000, e sistema de informação geográfica (SIG-IDRISI), tendo-se as microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude como unidade fisiográfica de estudo. A microbacia hidrográfica do Córrego Rico é considerada de 6ª ordem e está localizada na região nordeste do Estado de São Paulo. As bacias hidrográficas sofreram atuação dos processos estruturais e topográficos superiores às heranças dos materiais de origem, resultando em solos com avançado estágio de dissecação, principalmente a montante da bacia. Observou-se relação entre o grau de desenvolvimento de mantos de alteração e a evolução de suas redes de drenagem diferenciadas para cada unidade de solo em relação à variação das características morfométricas, área, perímetro, maior comprimento, maior largura, comprimento da rede de drenagem, comprimento total de rios, comprimento médio de rios, densidade de drenagem, frequência de rios, razão de textura, extensão do percurso superficial, razão de relevo relativo, declividade média da bacia e coeficiente de rugosidade.

Palavras-chave adicionais: geomorfologia; solos; sistema de informação geográfica.

Abstract

PISSARRA, T. C. T.; BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W. Morphometric analysis of the Córrego Rico watershed, Jaboticabal - SP, Brazil. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.170-177, 2006.

The main morphometric characteristics of the Córrego Rico Watershed in Jaboticabal, State of São Paulo, Brazil, were measured with the objective of evaluating the drainage system, analyzing the environmental impact caused by the human activities and developing models of soil and water conservation programs in the area. The aspects of the geographic conformation of the area, soil, runoff and the relief were analyzed by the following morphometric characteristics of the drainage basin: dimensional, the drainage pattern and relief. For such, vertical aerial pictures, with scale of 1:35.000 were used, and the hydrographic basin of 6th order of magnitude was considered the fundamental physiographic unit. The basins of 2nd order of magnitude showed a different development due to the structural and topographical processes, resulting in soils in advanced state of dissection, mainly in the hill slopes. The relationship between the degree of development of the superficial alteration and the evolution of its drainage nets were differentiated for each soil unit. For a program aiming the sustainable development, soil management and conservation practices and the maintenance of the headwater with its forest remnants, and the restoration of the degraded riparian vegetation must be recommending.

Additional keywords: geomorphology; soil; geographic information system.

Introdução

O Homem, ao fazer uso das terras, modifica a paisagem, o solo e seu respectivo sistema natural de

drenagem, a ponto de provocar impactos ambientais negativos. Assim, o conhecimento da relação solo-superfície é imprescindível para o monitoramento e planejamento conservacionista do meio. Neste contexto, a bacia hidrográfica torna-se área ideal para

o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio por ela definido, pois é considerada como principal unidade fisiográfica do terreno associada ao fluxo superficial da água (CHRISTOFOLETTI, 1978).

Muitas pesquisas são conduzidas para elucidar questões geomorfológicas e do escoamento de água na natureza, na relação solo-superfície. Dentre estas, para a diferenciação de solos em áreas extensas, a análise morfométrica do terreno tem contribuído e permite compreender as grandezas na formação bacia hidrográfica, relacionando a causa e o efeito nos processos pedológico e hidrológico (POLITANO, 1992; PISSARRA, 2002; ALVES, 2003).

Nas últimas décadas, observa-se uma evolução extraordinária no campo de análise do ambiente utilizando informações obtidas de sensores remotos e sistemas de informação geográfica (GARCIA, 1982; NOVO, 1989). E um grande número de pesquisadores utiliza interpretações de imagens para fins de análise morfométrica em microbacias hidrográficas, testando critérios para caracterização de solos e rede de drenagem em sistemas de informações geográficas (POLITANO et al., 1995; SILVA, 1999; PANQUESTOR et al., 2002).

A microbacia hidrográfica do Córrego Rico apresenta relevante importância agrícola e socioeconômica, compreendendo, na parte superior, a cidade de Monte Alto e, na parte intermediária, a cidade de Jaboticabal, o distrito de Córrego Rico e o Câmpus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp). A rede de drenagem do Córrego Rico é a principal fonte de captação de água para abastecimento público do Município de Jaboticabal.

Com vistas a subsidiar a administração das informações ambientais para a tomada de decisão e modelos de programas de manejo e conservação do solo e da água, visto o estado de deterioração em que se encontra a microbacia hidrográfica do Córrego Rico, este trabalho teve como objetivo principal quantificar, com o auxílio de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica, as características morfométricas da microbacia hidrográfica do Córrego Rico para a diferenciação de duas unidades de solos: Latossolos e Argissolos, com vistas ao manejo sustentável da área.

Material e métodos

A área de estudo compreende a extensão territorial da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, cuja posição geográfica é definida pelas coordenadas, latitudes 21°10' S e 21°27' S e longitudes 48°08' W e 48°33' W, com extensão aproximada de 541 km² entre altitudes de 410 m a 740 m (IBGE, 1971). Essa microbacia hidrográfica compreende parte dos municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina

e Guariba, localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, região administrativa de Ribeirão Preto, sendo integrante da 9ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRH-9), bacia hidrográfica do Mogi Guaçu, no compartimento econômico-ecológico denominado Médio Mogi Inferior (GOMES et al., 2003).

O clima da região é classificado como Cwa (sistema de Köppen), isto é, clima mesotérmico de inverno seco, com precipitação média entre 1.100 mm a 1.700 mm anuais e temperaturas médias do mês mais quente 22 °C e do mês mais frio 18 °C.

A área encontra-se na província geomórfica V - Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. Nas cotas superiores da bacia, os solos que predominam são os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) cujo material geológico é constituído de arenitos com cimento calcário, classificado como Formação Bauru e, nas cotas inferiores, predominam os Latossolos Vermelhos (LV) originários das rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral (SÃO PAULO, 1974) (Figura 1).

A rede de drenagem e a caracterização morfométrica foram correlacionadas às unidades de solos segundo a classificação da EMBRAPA (1999), Latossolos (LV-distroférricos/distróficos, A moderado e proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado) e Argissolos (PVA3-relevo suave ondulado, textura arenosa/média e média, A moderado e eutróficos e PVA4-relevo suave ondulado e ondulado, abrupto, textura arenosa/média, A moderado e eutróficos) que aparecem, respectivamente, nas cotas inferiores, intermediárias e superiores da bacia (POLITANO, 1992), (Figura 1).

As áreas com fragmentos remanescentes da cobertura original são compostas por Floresta Tropical Latifoliada, Cerradão e Cerrados (ROMARIZ, 1968). O uso e ocupação atual da terra compreendem principalmente áreas com o cultivo de cana-de-açúcar, citrus, pastagem, culturas temporárias e fragmentos florestais remanescentes.

Para o mapeamento da área, foram utilizadas fotografias aéreas verticais em escala 1:35.000 de vôos realizados na região em 1983 e imagens de satélite TM-Landsat 5, escala 1:50.000, coloridas, bandas 3/4/5, processadas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de tomadas realizadas em 1999. O mapa da rede de drenagem, com os canais temporários e permanentes, foi decalcado manualmente, utilizando técnicas fotointerpretativas e fotogramétricas, com a utilização de estereoscópios de espelhos (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1960; RICCI & PETRI, 1965; VERGARA, 1971; GARCIA, 1982; NOVO, 1989). As cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 1971, escala 1:50.000, foram utilizadas como material básico, na delimitação da área de estudo, além de se prestar para a tomada de cotas.

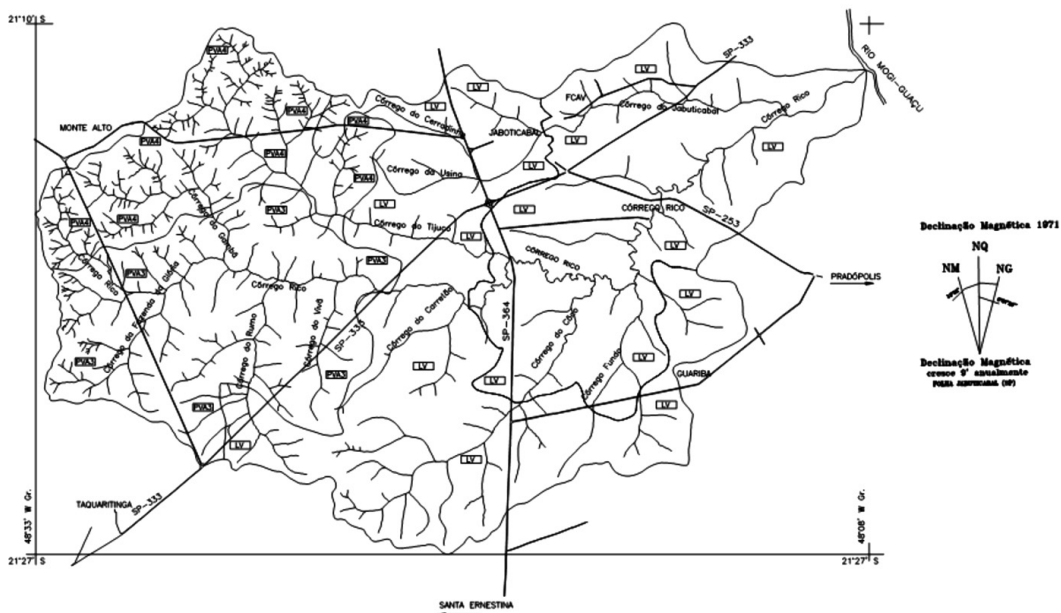


Figura 1 - Mapa das principais unidades de solos (LV e PVA) da microbacia hidrográfica do Córrego Rico - SP.
 Figure 1 – Soil units map (LV and PVA) at the Córrego Rico watershed - SP.

A classificação dos canais de drenagem e das microbacias hidrográficas foi estabelecida pelo sistema de Horton, modificado por STRAHLER (1957), sendo as microbacias de 2ª ordem de magnitude delimitadas quando do encontro de canais de 1ª ordem. Nas fotografias aéreas, foram identificados os divisores topográficos, os limites das microbacias e os respectivos canais de drenagem mediante a observação estereoscópica.

A análise das microbacias de 2ª ordem foi realizada em função das seguintes características morfométricas: dimensionais de área (HORTON, 1945), perímetro (SMITH, 1950), maior comprimento (SCHUM, 1956), maior largura (STRAHLER, 1958) e comprimento da rede (HORTON, 1945); da composição da rede de drenagem de número de segmentos de rios (HORTON, 1945), comprimento total de segmentos de rios (FRANÇA, 1968) e comprimento médio dos segmentos de rios (FRANÇA, 1968); do padrão de drenagem de densidade de drenagem (HORTON, 1945), frequência de rios (HORTON, 1945) e razão de textura (SMITH, 1950); e do relevo de amplitude altimétrica (STRAHLER, 1958) e índice de rugosidade (STRAHLER, 1958).

As áreas foram obtidas por meio do planímetro OTT e os comprimentos dos segmentos de rios por curvímeter. Para a análise dos resultados, foram empregados o teste de Tukey, o teste de t de Student e análise multivariada de Cluster, no intuito de verificar a diferenciação das principais unidades de solos utilizando características morfométricas. O sistema de informação geográfica SIG-IDRISI da Clark University-USA foi utilizado para a análise espacial dos dados. O

mapa resultante da análise multivariada foi sobreposto ao mapa de solos da área, no intuito de originar o mapa da região mais suscetível ao processo erosivo em relação às características morfométricas e principais unidades de solos.

Resultados e discussão

As análises estereoscópicas permitiram identificar um total de 85 microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude, sendo 16 microbacias no Latossolo Vermelho (LV), 23 no Argissolo Vermelho-Amarelo, relevo ondulado (PVA3), e 46 microbacias no Argissolo Vermelho-Amarelo, relevo forte ondulado (PVA4).

Os valores médios das características dimensionais, da composição da rede de drenagem e da amplitude altimétrica das microbacias hidrográficas de 2ª ordem, em função das unidades de solos (Tabela 1), diminuíram sucessivamente de LV, para PVA3 e para PVA4. A maioria desses valores médios diferiu estatisticamente entre as unidades LV e PVA, sendo identificadas grandes diferenças entre os valores máximos e mínimos. Estas diferenças podem estar relacionadas às influências sofridas durante a evolução do modelado, indicando comportamento hidrológico diferente entre as unidades de solos, semelhante ao observado por POLITANO (1992), SILVA (1993) e SILVA (1999).

Tabela 1 - Características dimensionais da composição da rede de drenagem e da amplitude altimétrica das microbacias hidrográficas de 2ª ordem, em função das unidades de solos.

Table 1 – Dimensional, drainage pattern, altimetric amplitude characteristics of the hydrographic basin of 2nd order, in function of the soil units.

Característica / Characteristic	Unidade / Unit	Solos / Soils	Valor / Value		
			Médio / Mean*	Máximo / Maximum	Mínimo / Minimum
Área / Area	km ²	LV	10,31 a	32,60	2,44
		PVA3	2,11 b	12,41	0,21
		PVA4	0,82 b	2,68	0,10
		Média	2,96	32,60	0,10
Perímetro / Perimeter	km	LV	13,33 a	30,80	6,45
		PVA3	5,57 b	16,83	1,82
		PVA4	3,71 b	7,07	1,43
		Média	6,03	30,08	1,43
Maior Comprimento / Basin length	km	LV	4,95 a	8,51	3,05
		PVA3	2,05 b	6,65	0,63
		PVA4	1,17 c	2,14	0,35
		Média	2,12	8,51	0,35
Maior Largura / Basin width	km	LV	2,97 a	6,05	1,08
		PVA3	1,29 b	3,53	0,31
		PVA4	0,97 b	2,17	0,21
		Média	1,43	6,05	0,21
Comprimento da rede de drenagem / Drainage net length	km	LV	7,47 a	21,03	3,47
		PVA3	2,72 ab	11,55	0,75
		PVA4	1,69 b	4,63	0,38
		Média	3,05	21,03	0,38
Número de segmentos de rios / Number of stream segments		LV	3,75 a	8,00	2,00
		PVA3	3,39 a	8,00	2,00
		PVA4	3,47 a	9,00	2,00
		Média	3,50	9,00	2,00
Comprimento total de rios / Total length of stream	km	LV	4,94 a	8,51	3,04
		PVA3	1,53 b	6,75	0,47
		PVA4	1,03 b	3,03	0,21
		Média	1,78	13,28	0,21
Comprimento médio de rios / Average length of stream	km	LV	1,23 a	2,36	0,23
		PVA3	0,42 b	0,87	0,16
		PVA4	0,29 b	0,61	0,10
		Média	0,51	2,36	0,11
Amplitude altimétrica / Altimetric amplitude	m	LV	96,68 a	145,00	54,00
		PVA3	75,70 a	105,00	44,00
		PVA4	77,50 a	126,00	13,00
		Média	80,62	145,00	13,00

*Médias na vertical com a mesma letra na característica não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

*Means in the columns with the same letter in the characteristics do not differ at 5% of probability by Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

De modo geral, os dados não diferiram estatisticamente entre as áreas de PVA3 e PVA4, semelhantemente aos resultados encontrados por SILVA (1999). Segundo esse autor, este fato deve estar relacionado com a forte influência do estrato rochoso subjacente que se apresenta próximo da superfície nos Argissolos, cujos valores menores demonstram a restrição da infiltração das águas das chuvas e, conseqüentemente, maior dissecação nesta área.

Os fatores ligados aos controles estrutural e topográfico exercem efeitos distintos ligados às posições dos cursos d'água a montante das microbacias no sistema de drenagem. Os Argissolos são menos profundos e intemperizados que os Latossolos, interferindo na permeabilidade e na relação infiltração/deflúvio, a qual influencia na espessura, textura, agregação e estrutura do solo.

Estudos realizados por DEMATTÉ & DEMÉTRIO (1996 a,b) mostram que os Latossolos apresentaram processo avançado de intemperismo, com condição de alta permeabilidade que concorre para uma drenagem menos dissecada na bacia hidrográfica.

Os valores distintos obtidos nos solos LV e PVA confirmam as observações de AMARAL (1991) e POLITANO (1992) para a região de Jaboticabal, envolvendo bacias de 3ª e de 4ª ordens de magnitude.

As características da composição da rede de drenagem definem os cursos fluviais, fundamentais para a lei do número de canais. CHRISTOFOLETTI (1974) considera que o escoamento fluvial corresponde à água que escoar através de canais nitidamente marcados, compondo uma rede permanente na topografia.

Os valores médios da característica número de segmentos de rios não diferiram estatisticamente entre as unidades de solo, enquanto os valores dos comprimentos total e médio de rios foram significativamente diferentes. Os valores do comprimento médio dos canais de drenagem foram superiores nos Latossolos, indicando nesta área uma rede permanente mais longa e de menor controle geológico.

A densidade de drenagem, a frequência de rios e a razão de textura (Tabela 2) variaram em função das unidades de solos, com valores significativamente crescentes de LV para PVA3 e deste para PVA4. À medida que o relevo sofre evolução de ondulado para forte ondulado, os valores médios dessas características morfométricas aumentaram, refletindo nesse ambiente morfológico maior dificuldade de infiltração e melhor condição para escoamento intenso superficial, causando maior esculturação hídrica do terreno, conforme observações de CAMPOS et al. (1993), PISSARRA (1998) e SILVA (1999).

Tabela 2 - Valores das características do padrão de drenagem das microbacias hidrográficas de 2ª ordem, em função das unidades de solos LV, PVA3 e PVA4.

Table 2 – Drainage pattern characteristics of the hydrographic basin of 2nd order, in function of the soil units, LV, PVA3 and PVA4.

Característica/Characteristic	Unidade/Unit	Solos/Soils			
		LV	PVA3	PVA4	Média/ Mean
Densidade de drenagem/Drainage density	km/km ²	0,81 a	1,68 b	2,18 c	1,77
Frequência de rios/Stream frequency	Nt/km ²	0,58 a	4,10 b	7,06 c	5,04
Razão de textura/Roughness ratio	Nt/km	0,37 a	0,91 b	1,24 c	0,98
Extensão do percurso superficial/ Superficial stream length	km	0,67 a	0,84 a	1,09 b	0,35
Coefficiente de manutenção/Maintaining coefficient	m ²	1341,50 a	682,26 a	492,79 a	704,73

Nt: número total de rios. Valores com a mesma letra na característica não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nt: Total number of streams. Values with the same letter in the characteristic do not differ at 5% of probability by Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Esses dados evidenciam diferentes texturas topográficas que se apresentam em função do tipo de solo. Esse fato pode ser observado na Figura 1, confirmando a importância das características morfométricas na diferenciação das principais unidades de solos na bacia hidrográfica, confirmando resultados obtidos por CARVALHO et al. (1992) e POLITANO (1992).

Quanto maior os valores médios de densidade

de drenagem, frequência de rios e razão de textura, mais intenso é o processo erosivo, o que indica uma mudança morfológica esperada em condições de baixa resistência da superfície, sendo um parâmetro que auxilia na identificação do correto uso da terra em bacias hidrográficas (ROCHA, 1991).

Essas características refletem o processo morfogenético do terreno na esculturação da paisagem, bem como as diferenciações pedológicas e

geomorfológicas (CHRISTOFOLETTI, 1974). Nas bacias hidrográficas inseridas nos Argissolos, o processo de esculturação do relevo é mais proeminente, podendo estar relacionado ao estágio erosivo do relevo de cada área (TOLENTINO et al., 1968; GANDOLFI, 1971).

Os valores médios da extensão do percurso superficial e o coeficiente de manutenção decrescem com a mudança do relevo suave ondulado para o ondulado. Os Latossolos apresentaram maiores estimativas da área mínima necessária para a manutenção de um metro do canal de drenagem, e do comprimento do caminho percorrido pelas águas

da chuva, antes de se estabilizar ao longo do canal de drenagem permanente. A variação na distância média percorrida pela enxurrada, antes de encontrar o curso de rio definido, demonstra que a evolução do sistema de drenagem se ajusta ao tamanho apropriado das bacias (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Os valores das características do relevo das microbacias hidrográficas de 2ª ordem, em função das unidades de solos (Tabela 3), envolvem aspectos relacionados com o grau de desnível existente entre o divisor topográfico e o respectivo talvegue, bem como a extensão e grau de declive das encostas.

Tabela 3 - Valores das características do relevo das microbacias hidrográficas de 2ª ordem, em função das unidades de solos LV, PVA3 e PVA4.

Table 3 – Relief characteristics of the hidrographic basin of 2nd order, in function of the soil units LV, PVA3 and PVA4.

Característica/Characteristic	Unidade/Unit	Solos/Soils			
		LV	PVA3	PVA4	Média/ Mean
Amplitude altimétrica/Altimetric amplitude	m	96,68 a	75,70 a	77,50 a	80,62
Razão de relevo/Relief ratio	m/m	0,020 a	0,045 a	0,078 a	0,06
Razão de relevo relativo/ Relief relative ratio	m/m	0,008 a	0,016 b	0,021 b	0,02
Índice de rugosidade/Roughness Number		0,074 a	0,124 b	0,168 b	0,14
Declividade média da bacia/Medium slope	%	6,74 a	11,21 ab	15,20 b	12,43
Coeficiente de rugosidade/Roughness coefficient		5,74 a	21,26 ab	35,56 b	25,48

Valores com a mesma letra na característica não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.
Values with the same letter in the characteristic do not differ at 5% of probability by Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

A amplitude altimétrica e a razão de relevo não evidenciaram diferença significativa entre as unidades de solos, indicando pouca eficiência dessas características na área da bacia hidrográfica, concordando com SILVA (1993).

Os valores das demais características indicaram diferenças entre as unidades de solos, demonstrando a proporção na qual o processo erosivo se desencadeia e descrevendo fenômenos relacionados ao desenvolvimento topográfico e conformação das bacias hidrográficas.

Os valores das características do relevo mostram que a inclinação dos interflúvios nos Argissolos é mais acentuada, pois mesmo com menores valores médios da amplitude altimétrica, apresentam maior declividade média na microbacia, devido à menor extensão das encostas, resultando em maior velocidade do escoamento superficial da água pluvial e, conseqüentemente, maior esculturação da paisagem. Este processo também foi observado por ZIMBACK &

CARVALHO (1996) e ROSSI & PFEIFER (1999).

Esses resultados denotam um relevo predominantemente suave ondulado nas áreas de Latossolos e mais acidentado nos Argissolos PVA3 e PVA4 (relevo ondulado a forte ondulado). Na sobreposição dos mapas de características morfométricas e unidades de solos, observa-se o mapa resultante da suscetibilidade ao processo erosivo das microbacias hidrográficas do Córrego Rico-SP (Figura 2). As microbacias de cabeceira apresentam maior grau de evolução da bacia hidrográfica. Na região A, estão inseridas as microbacias de 2ª ordem de magnitude com probabilidade de transporte de material em maior escala, tendendo a menor resistência à remoção do manto superficial, com processo erosivo mais intenso. A complexidade encontrada é agravada nas microbacias de nascentes do Córrego do Tijuco, próximas à cidade de Monte Alto e nascente do Córrego Rico (região A, Figura 2).

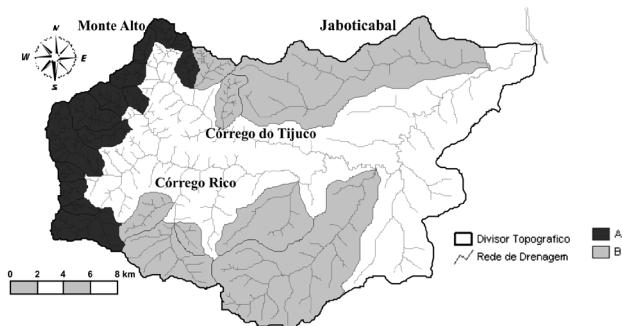


Figura 2 - Suscetibilidade ao processo erosivo das microbacias hidrográficas do Córrego Rico - SP (A: região mais suscetível; B: regiões menos suscetíveis).

Figure 2 – Erosive process susceptibility of the Córrego Rico hydrographic basins - SP (A: region more susceptible; B: region less susceptible).

Assim, o movimento de massa torna-se mais expressivo a montante (Argissolos) devido, principalmente, à maior declividade média, ocorrendo escorregamentos translacionais e, dessa forma, a maior capacidade de retrabalhar o fundo do vale, demonstrado na configuração da rede de drenagem e nas características morfométricas.

A maior degradação nas microbacias da região A pode ser, também, gerada pelo escoamento de águas provenientes da chuva na área urbana, um dos fatores que afetam drasticamente a qualidade ambiental, representada pela degradação do solo e poluição da água, confirmando observações de ROSSI & PFEIFER (1999).

A distribuição das microbacias em duas regiões possibilitará uma análise mais rigorosa, principalmente nas microbacias da região A (região mais suscetível), tendo em vista o impacto ambiental causado pelas atividades antrópicas.

Recomendam-se, no planejamento ambiental da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, práticas de manejo e conservação das nascentes, com remanescentes florestais e matas ciliares para, dentre outras finalidades, melhorar a qualidade dos recursos hídricos.

Conclusões

A rede de drenagem e os aspectos ligados à conformação fisiográfica da área (características morfométricas) diferenciaram as duas unidades de solos predominantes na região: Latossolos e Argissolos.

A relação entre o grau de desenvolvimento de mantos de alteração e a evolução de suas redes de drenagem foi diferenciada para cada área. A região mais suscetível ao processo erosivo corresponde às áreas a

montante da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, onde predominam os solos com avançado estágio de dissecação e maior declividade (Argissolos).

Referências

ALVES, J. M. P.; CASTRO, T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, s.n., 2003.

AMARAL, C. **Fotointerpretação de características de bacias hidrográficas de terceira ordem na diferenciação de unidades de solo**. 1991. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1991.

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Washington: George Bent, 1960. 868 p.

CAMPOS, S.; GENEVICIUS, A.; VETTORAZZI, C. A.; BARROS, Z. X. de, CARDOSO, L. G. Índices quantitativos do padrão de drenagem, obtidos por meio de interpretação de imagens TM/LANDSAT-5, na caracterização de unidades de solo no município de Piracicaba-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993.

CARVALHO, W. A.; PEREIRA, M. A.; PFEIFER, R. M. Fotointerpretação de bacias hidrográficas na discriminação de solos do Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo de Picinguaba-SP. **Científica**, Jaboticabal, v.20, n.1, p.27-42, 1992.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: USP, 1974. 149p.

CHRISTOFOLETTI, A. Morfologia de bacias de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n.18, p.130-138, 1978.

DEMATTE, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Padrões de drenagem em áreas de solos desenvolvidos de rochas vulcânicas ácidas na região de Guarapuava. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.305-311, 1996a.

DEMATTE, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Fotointerpretação de padrões de drenagem em amostras circulares na caracterização de solos basálticos do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.109-115, 1996b.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

GANDOLFI, N. Análise morfométrica de drenagem na bacia do Rio Moji-Guaçu. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v.11, n.21, p.23-40, 1971.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento Remoto: princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Nobel, 1982. 357p.

GOMES, P. C. B.; OLIVEIRA, R. A.; PAVANI, L. C.; MORO, M. E. G.; SILVA, V.; DORES, L. A. B.; GALLI, M. A. **Plano da bacia hidrográfica do rio Moji Guaçu: metas, ações, serviços e obras de saneamento**. São Carlos: Suprema, 2003. 300p.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Carta do Brasil**. Escala 1:50.000. 1971.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308p.

PANQUESTOR, E. K.; CARVALHO JUNIOR, O. A. de; LEAL, L. R.; ANDRADE, A. C. de; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F. Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da bacia do rio Corrente – BA. **Espaço & Geografia**, Brasília, v.1.5, n.1, p.87-99, 2002.

PISSARRA, T. C. T. **Avaliação quantitativa das características geomórficas de microbacias hidrográficas de 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema de drenagem**. Jaboticabal. 1998. 124f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1998.

PISSARRA, T. C. T. **Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-LANDSAT 5 e fotografias aéreas verticais**. 2002. 132f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

POLITANO, W. **Estudo da adequabilidade do emprego de bacias hidrográficas de 3ª, 2ª e 1ª ordem de magnitude na análise morfométrica aplicada a solos**. 1992. 331f. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1992.

POLITANO, W.; AMARAL, C.; LOPES, L. R. Relacionamento entre bacias hidrográficas de diferentes ordens de magnitude. **Científica**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.73-83, 1995.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1991. 181p.

ROSSI, M.; PFEIFER, R. M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p.41-156.1999.

RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. São Paulo: Nacional, 1965. 226p.

ROMARIZ, D. A. A vegetação. In: AZEVEDO, A. **Brasil: a terra e o homem**. 1968. v.1, p.521-572.

SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico - IGG, 1974. Esc.1: 1.000.000. Color.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, n.67, p.597-646, 1956.

SILVA, H. R. **Influência da posição da microbacia de 2ª ordem de magnitude no sistema natural de drenagem sobre a variabilidade das suas características morfométricas**. 1999. 186f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1999.

SILVA, L. C. F. da. **Fotointerpretação de redes de drenagem e caracterização do relevo de dois solos do município de São Pedro-SP**. 1993. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Piracicaba, 1993.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, v.248, n.1, p.655-668, 1950.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, New Haven, v.38, n.1, p.913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v.69, n.1, p.279-300, 1958.

TOLENTINO, M.; GANDOLFI, N.; PARAGUASSU, A. B. Estudo morfométrico das bacias hidrográficas do Planalto de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Geografia**, São Paulo, v.30, n.4, p.42-50, 1968.

VERGARA, M. L. L. **Manual de fotogeologia**. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Junta de Energia Nuclear, 1971. 286p.

ZIMBACK, C. R. L.; CARVALHO, A. M. de Caracterização hídrica dos solos de três bacias hidrográficas na região de Marília (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p.459-466, 1996.

Recebido em 29-11-2004

Aceito para publicação em 13-6-2006