

# MORFOMETRIA DE MICROBACIAS DO CÓRREGO RICO, AFLUENTE DO RIO MOGI-GUAÇU, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL<sup>1</sup>

Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Flavia Mazzer Rodrigues<sup>3</sup>, Walter Politano<sup>4</sup> e João Antonio Galbiatti<sup>2</sup>

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo avaliar as características morfométricas das microbacias (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> ordens de magnitude) da bacia hidrográfica do córrego Rico, sub-bacia do Rio Mogi-Guaçu, localizada na região administrativa de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, Brasil. Para tanto, foram determinados os parâmetros físicos e a configuração topográfica natural do sistema de drenagem. Os procedimentos para a obtenção dos dados foram fundamentados em técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A partir da vetorização das cartas topográficas correspondentes à área de estudo, realizou-se a análise morfométrica quanto às características dimensionais, do padrão de drenagem e do relevo no sistema de informação geográfica ArcView. A microbacia é considerada de sexta ordem de magnitude, com área estimada de 542 km<sup>2</sup>, com 85 microbacias de segunda ordem, 22 de terceira, sete de quarta ordem e duas de quinta. Utilizando o critério geométrico, na disposição fluvial das sub-bacias de cabeceiras observou-se a predominância dos modelos dendríticos e subdendríticos, enquanto a jusante predominava o modelo subparalelo, respectivamente, nas áreas de ocorrências dos arenitos Bauru e rochas efusivas básicas.

Palavras-chave: Análise morfométrica, Sensoriamento remoto e Hidrologia.

## MORPHOMETRIC MEASURES OF CÓRREGO RICO CATCHMENTS, MOGI-GUAÇU RIVER, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

**ABSTRACT** – This study had as its objective to evaluate the morphometric characteristics of the catchments of the Córrego Rico watershed, the sub-basin of the Mogi-Guaçu River, located in the administrative region of Ribeirão Preto, the State of São Paulo, Brazil, in order to measure physical parameters and topographical features of the natural drainage system. The procedures for obtaining the data were all based on remote sensing and geographic information systems. The topographic maps corresponding to the study area were extracted for analysis in the geographical information systems ArcView of the dimensional characteristics of the drainage and relief patterns. The watershed is considered a sixth order of magnitude basin, with 542 km<sup>2</sup> of area, with 85 catchments of the second order, 22 catchments of the third order, 4 catchments of the fourth order and 2 catchments of the fifth order. Using the geometric criterion, at the upriver sub-basins, the predominant models are dendritic and subdendritic, while downstream the subparallel model is predominant, respectively, in the areas of occurrences of Bauru sandstones and effusive rocks.

Keywords: Morphometric analysis, Remote sensing and Hydrology.

### 1. INTRODUÇÃO

A análise morfométrica descreve parâmetros morfológicos e seus processos, no intuito de diagnosticar mudanças, com ou sem interferência das atividades humanas. Trata-se de medidas que auxiliam na análise de fenômenos geológicos que ocorram em períodos de 100 anos ou menos, sujeitos às variações significativas

para a compreensão das mudanças ambientais antrópicas. É utilizada em programas de monitoramento, relatórios acerca das condições ambientais e programas de avaliação de impacto ambiental.

Para determinar uma análise morfológica do terreno é necessário separar as formas dos elementos da paisagem, descrevê-las quantitativamente e compará-las de região

<sup>1</sup> Recebido em 04.12.2007 e aceito para publicação em 02.03.2010.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. E-mail: <teresap@fcav.unesp.br> e <galbi@fcav.unesp.br>.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil. E-mail: <flamazzer@hotmail.com>.

<sup>4</sup> Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV, Brasil.



para região. A morfometria tem como objetivo principal desenvolver a compreensão das grandezas, nas relações entre a causa e o efeito que se estabelecem entre as formas e nos processos pedológico e hidrológico, na formação da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLLETTI, 1974).

Essa formação depende da natureza e dos processos de escoamento superficial e de infiltração da água das chuvas, porque a relação infiltração/deflúvio influencia de modo determinante a ação de escavamento do vale (HORTON, 1945; PISSARRA, 2002; FELTRAN FILHO, 2007; DINESH, 2008).

Uma bacia hidrográfica contém um complexo modelo biofísico, e esse modelo está associado à dinâmica de cada variável morfométrica analisada, a qual está fortemente correlacionada com a diversidade geomorfológica e regimes climáticos. Essa unidade contribui para definir limites de um sistema. Identificando cada variável morfométrica é possível definir as interações entre as bacias, e se há relação com as principais unidades de solos (PALLA, 1994; PISSARRA et al., 2004).

As pesquisas, nesse aspecto, tiveram avanço nas últimas décadas, sendo, na atualidade, extensivamente aplicadas no contexto da caracterização e da degradação ambiental com a utilização de técnicas de geoprocessamento. Dinesh (2008) realizou a análise morfométrica em microbacias utilizando técnicas de geoprocessamento e gerando modelos digitais do terreno para fins de análise do relevo, concluindo que as características da área da microbacia, a densidade de drenagem e a frequência de rios foram as mais promissoras para a modelagem de bacias e para inferir áreas de maior escoamento superficial.

Cardoso et al. (2006) e Tonello et al. (2006) caracterizaram morfometricamente bacias hidrográficas nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, respectivamente. Na análise do comportamento hidrológico, esses autores obtiveram os valores da área, perímetro, fator, forma e densidade de drenagem, entre outros. Com densidade de drenagem de 2,35 km/km<sup>2</sup>, a bacia estudada apresentou profunda dissecação fluvial e perenidade, em função da elevada pluviosidade.

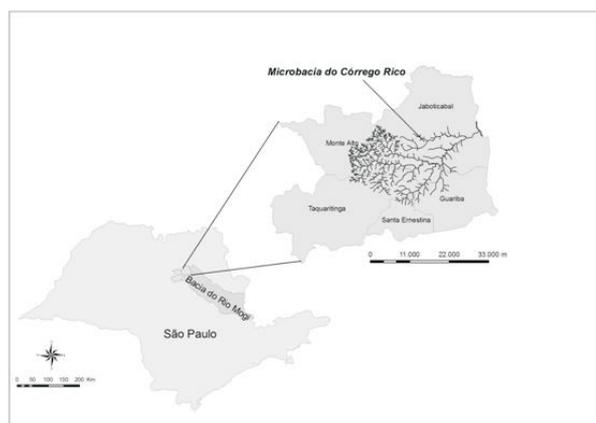
Em estudos quanto ao processo de formação do Município de Gaurama, no Rio Grande do Sul, Carniel et al. (2006) e Alves e Castro (2003) avaliaram a rede de drenagem a partir de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Obtiveram as características físicas dimensionais e do relevo das bacias hidrográficas com o objetivo de elaborar o plano ambiental do município.

Feltran Filho e Lima (2007) realizaram o levantamento morfométrico do rio Uberabinha, em Minas Gerais, caracterizando a área geomorfológicamente, concluindo que as formas das microbacias interferem na distribuição dos canais. As áreas com menor densidade de canais encontram-se em topografia suavemente ondulada (terrenos sedimentares). À medida que a morfologia do terreno vai-se tornando mais movimentada e os canais mais encaixados, o número de canais aumenta proporcionalmente, determinando áreas mais dissecadas e com maior intensidade ao processo erosivo.

Nesse contexto, este trabalho teve como principal objetivo avaliar as características morfométricas de microbacias da bacia hidrográfica do córrego Rico, sub-bacia do rio Mogi-Guaçu, localizada na região administrativa de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, Brasil, no intuito de medir os parâmetros físicos e a configuração topográfica natural do sistema de drenagem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende toda a extensão territorial da bacia hidrográfica do córrego Rico, que abrange parte dos Municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina e Guariba. Localiza-se na região Nordeste do Estado de São Paulo, região administrativa de Ribeirão Preto. Está vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi-Guaçu, segundo a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1994) (Figura 1).



**Figura 1** – Localização da bacia hidrográfica do córrego Rico, Estado de São Paulo.

**Figure 1** – Location of the córrego Rico Watershed, São Paulo State, Brazil.

A posição geográfica é definida pelas coordenadas, latitudes 21°10'S e 21°28'S e longitude 48°10'W e 48°35'W, Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 (SAD 69), com extensão de, aproximadamente, 542 km<sup>2</sup>, entre altitudes de 410 a 740 m, conforme Cartas Topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo. A precipitação média anual varia aproximadamente entre 1.100 e 1.700 mm e temperatura média de 22 °C. Geologicamente, a área de estudo está inserida na Bacia do Paraná, unidade geotectônica estabelecida sobre a Plataforma Sul-Americana a partir do Devoniano Inferior. Estratigraficamente, a área pertence ao Grupo Bauru (Formação Adamantina-Ka) e Grupo São Bento (Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas-JKsg) (IPT, 1981; PENTEADO e RANZANI, 1971). As principais unidades de solos encontradas na região são classificadas como Argissolos, que ocupam as nascentes do córrego Rico, nas cotas superiores, em relevo mais acidentado, e latossolos que ocorrem no relevo mais suave e ocupam a área a jusante da bacia (OLIVEIRA et al., 1999).

Para o estudo da morfometria, foram utilizadas fotografias aéreas verticais, coloridas, do levantamento de cobertura aerofotogramétrica realizado na região de Ribeirão Preto, em 2000, pela BASE/Atividades de Aerolevantamentos, com escala nominal aproximada de 1:30.000 e imagem orbital SPOT4, em escala aproximada de 1:20.000, composição colorida, nas bandas 3/4/5. As cartas topográficas, editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1971, em escala 1:50.000, equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m, foram empregadas como material auxiliar na delimitação de diversas características da área de estudo e, principalmente, como ponto de apoio planialtimétrico e elaboração do modelo digital do terreno. As folhas utilizadas foram de Jabuticabal, Pitangueiras, Guariba, Taiúva e Taquaritinga.

A transformação dos mapas em formato analógico para o formato digital foi realizada no programa ArcView, sendo as linhas, pontos e polígonos digitalizados em cada nível de informação (layer) previamente estabelecidos, oferecendo bom nível de detalhamento para o objetivo proposto. Os dados da Carta Topográfica original foram digitalizados, editados e importados para o programa. O georreferenciamento foi realizado para permitir que cada pixel da imagem da tela determine as respectivas coordenadas no terreno, e foi feito

diretamente sobre as Cartas Topográficas, após ter sido definido o sistema de coordenadas de referência—UTM, Meridiano Central 51°W Gr. Todas as feições (rios, estradas, cidades, curvas de nível, áreas das comunidades vegetais e solos) foram registradas em camadas (*layers*), sendo atribuída uma cor para cada *layer* (VIADANA, 1995; VIANNA JUNIOR, 2000). Este trabalho foi resultado de um conjunto de levantamentos e informações relativos à área da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico (PISSARRA, 2002; PISSARRA et al., 2004).

No mapa da rede hidrográfica, a partir de técnicas de geoprocessamento no ArcView foi realizada a classificação dos canais de drenagem e respectivas microbacias hidrográficas, estabelecida pelo sistema de Horton, modificado por Strahler (1957).

Para a coleta de dados, foram delineadas todas as microbacias de 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> ordens, sendo identificados a linha de divisores topográficos, os limites da microbacia e os respectivos canais de drenagem, mediante a análise das curvas de nível e elevação digital do terreno. Sempre que necessário, procedeu-se ao controle e à comparação com visitas no campo. A escala foi ajustada baseando-se nos pontos de apoio cartográfico das cartas topográficas utilizadas.

No programa ArcView e Arc/INFO versão 8.3 foi elaborado o banco de dados dos parâmetros físicos de cada microbacia em cada ordem de magnitude, sendo as características dimensionais da área, perímetro, maior largura, maior comprimento e comprimento da rede de drenagem determinadas. Quanto ao padrão de drenagem, foram calculadas a densidade de drenagem, a frequência de rios e a razão de textura. Quanto ao relevo, foram obtidos amplitude altimétrica, índice de rugosidade, declividade e altitude, seguindo-se a metodologia de Horton (1945) e Strahler (1957), entre outros. Todas as características foram descritas em Pissarra (2002) e Pissarra et al. (2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede de drenagem e as principais características descritivas são apresentadas na Figura 2 e na Tabela 1.

As características morfométricas indicam as relações entre a rede de drenagem e a respectiva área drenada, refletindo a fisiografia e a dinâmica fluvial da bacia hidrográfica relacionada à manifestação dos processos de formação e degradação da superfície.



**Figura 2** – Rede de drenagem da bacia hidrográfica do córrego Rico.  
*Figure 2 – Drainage net of the córrego Rico watershed.*

**Tabela 1** – Características descritivas da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego Rico  
*Table 1 – Drainage net characteristics of the Córrego Rico Watershed.*

Rede de drenagem	Classificação
Padrão de drenagem	dendrítico, subdendrítico e subparalelo
Densidade	média, apresentando variações localizadas
Grau de integração	alto
Grau de uniformidade	relativamente uniforme e uniforme
Grau de orientação	pouco orientado
Grau de controle	baixo e médio
Ângulos de junção	predominantemente agudos
Angularidade	baixa

A análise da bacia foi realizada de forma a integrar o conjunto de rios da região com a morfologia da bacia hidrográfica do córrego Rico (Figura 2). A paisagem foi modelada pela erosão fluvial, e para o estudo ocorreu a divisão dessa superfície em compartimentos hidrológicos, que são as unidades territoriais de análise do meio físico.

A rede hidrográfica compõe-se de um platô, o qual distribui água que drena a bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. A bacia hidrográfica apresenta as direções principais dos falhamentos em segmentos retilíneos da rede de drenagem e das escarpas dos festões da costa de Monte Alto. A área a montante é profundamente entalhada pela erosão regressiva das cabeceiras dos pequenos córregos formadores da rede hidrográfica (Figura 2). À semelhança do verificado por Penteadó e Ranzani (1971).

Na superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, observaram-se duas áreas morfologicamente diferenciadas quanto ao relevo e geologia, influenciando os cursos fluviais em função da resistência litológica variável, da natureza e da disposição das camadas rochosas, das diferenças de declividade e da evolução geomorfológica da região. Nos trabalhos de Cardoso et al. (2006), Feltran Filho e Lima (2007) e Dinesh (2008), a correspondência da análise morfométrica com o substrato rochoso é destacada, visto a importância dessa correlação na formação de canais de drenagem.

Pelo critério geométrico, observou-se que na disposição fluvial das sub-bacias de cabeceiras predominam os modelos dendríticos e subdendríticos, enquanto a jusante predomina o modelo subparalelo, respectivamente, nas áreas de ocorrências dos arenitos Bauru e rochas efusivas básicas (Tabela 1). Essa bacia hidrográfica se encontra sobre a presença de bancos de arenitos finos e muito finos a montante e, a jusante, apresenta rochas vulcânicas toleíticas em derrames basálticos, de coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Rico constitui-se em uma das mais importantes bacias do rio Mogi-Guaçu e drena uma área de aproximadamente 542 km<sup>2</sup> em sua variada litologia. O córrego principal chama-se córrego Rico e segue a direção leste, desaguando a oeste da Bacia do Médio-Mogi. Compreendem da montante a jusante, a sua margem direita, das microbacias da nascente do córrego Rico (12,21 km<sup>2</sup>), microbacias do córrego da Fazenda Glória (20 km<sup>2</sup>), córrego do Rumo (39 km<sup>2</sup>), córrego do Vivã (12,5 km<sup>2</sup>), córrego do Carretão (22,4 km<sup>2</sup>), córrego do Coko (72,5 km<sup>2</sup>), córrego do Fundo (32,6 km<sup>2</sup>) e córrego do Gordura (13,2 km<sup>2</sup>). À margem direita, observam-se o córrego do Gambá (27,7 km<sup>2</sup>), córrego do Tijuco (39 km<sup>2</sup>), córrego das Éguas (10 km<sup>2</sup>) e córrego do Jabuticabal (74 km<sup>2</sup>).

A rede de drenagem da nascente do córrego Rico, do córrego do Gambá e do córrego do Tijuco nasce no Município de Monte Alto, na serra do Jabuticabal, em altitudes de 740 m, 720 m e 720 m, respectivamente. O córrego do Jabuticabal (IBGE, 1971) nasce no Município de Jaboticabal, a uma altitude de 670m (Figura 1).

A densidade hídrica apresenta variações conforme as áreas de ocorrência de solos. Na área de argissolos, a densidade apresenta-se geralmente maior (associada com as cabeceiras dos cursos d'água), sendo classificada como média a alta. Na área dos latossolos, nas posições

a jusante a rede é menos ramificada, sendo classificada como média. Esses resultados corroboram os trabalhos desenvolvidos por Pissarra et al. (2004). O grau de controle é considerado baixo e médio, com ângulos de junção predominantemente agudos (Tabela 1).

A bacia hidrográfica do córrego Rico é a principal fonte de captação de água para o abastecimento público da cidade de Jaboticabal e do distrito de córrego Rico, contribuindo com 75% do volume hídrico superficial utilizado. Apresenta o desnível de 251 m, entre a cabeceira mais elevada (770 m) e a foz do rio no Mogi-Guaçu (519 m). A altitude média da bacia é de aproximadamente 650 m. A declividade é uma característica que infere no deslocamento de partículas do solo e, portanto, a intensidade do processo erosivo.

Esses resultados revelam o grau de desenvolvimento do processo erosivo remontante de seus cursos de água na cabeceira da bacia hidrográfica do córrego Rico, local onde ocorre a declividade acima de 75%, ocasionando maior intensidade do processo erosivo. O estudo de Feltran Filho e Lima (2007) sobre declividade da bacia do rio Uberabinha em Minas Gerais e de Mesa (2006) na Argentina apresentou resultados semelhantes, confirmando que, à medida que a morfologia do terreno vai-se tornando mais movimentada e os canais mais encaixados, o número de canais aumenta proporcionalmente e o processo erosivo fica mais intenso.

As características morfométricas da bacia hidrográfica do córrego Rico (Tabela 2) determinam uma densidade de drenagem média de 2,18 km/km<sup>2</sup>, com a maior largura de 25 km e maior comprimento de 39 km.

Na análise morfométrica, todos os rios que não apresentaram tributários foram considerados de primeira ordem de magnitude. Na junção de dois rios dessa ordem, formou-se um rio de segunda ordem; e na junção

de dois rios dessa ordem formaram-se os rios de terceira ordem; e assim sucessivamente. De acordo com essa classificação (STRAHLER, 1957) e considerando as áreas drenadas por esses tributários, coletaram-se as informações quantitativas da bacia hidrográfica do córrego Rico, a qual é considerada de sexta ordem de magnitude. Nela constam 435 bacias hidrográficas de primeira ordem, 85 de segunda, 22 de terceira, sete de quarta e duas de quinta ordem. Cada uma delas foi delimitada observando-se os divisores d'água e a existência de uma superfície deprimida (vale), onde estão inseridos os canais de drenagem.

As bacias de drenagem apresentaram características morfométricas variadas de acordo com a ordem de sua rede de drenagem (Tabela 3).

A partir desses valores e observando o complexo hídrico da bacia hidrográfica (Figura 2 e Tabela 3), pode-se realizar um estudo comparativo da intensidade de dissecação das áreas da bacia. Segundo Carniel et al. (2006), a densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área drenada. As áreas de nascentes do córrego Rico e do córrego do Gambá apresentam os maiores valores de densidade de drenagem, frequência de rios, razão de textura e amplitude altimétrica, denotando formas das microbacias a montante menores e mais acidentadas, com maior comprimento da rede por área drenada, com superfícies de menor resistência e com características do relevo forte-ondulado a montanhoso. Como essas áreas são de cabeceira, com maior declividade, os processos atuantes nessa região hoje em dia irão influenciar as formas das microbacias no futuro. Assim, sugere-se nesses ambientes um manejo conservacionista que minimize o escoamento superficial das águas das chuvas e o conseqüente processo de erosão intenso. Nessas áreas predominam os argissolos (relevo ondulado), de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Pissarra et al. (2004).

Já Cardoso et al. (2006), Feltran Filho e Lima (2007) e Dinesh (2008) relataram que a declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia em razão, principalmente, da maior velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas. Assim, os valores denotam densidade de canais rica, com mananciais geradores de água a montante, local de maior declividade e, portanto, região necessária da aplicação de melhores práticas conservacionistas. Práticas para conter o processo erosivo são necessárias,

**Tabela 2** – Características morfométricas da bacia hidrográfica do córrego Rico, Estado de São Paulo.

**Table 2** – *Morphometric Characteristics of the Córrego Rico Watershed, São Paulo State, Brazil.*

Características Morfométricas	Resultados
Área de Drenagem	542 km <sup>2</sup>
Perímetro	119 km
Maior Largura	25 km
Maior Comprimento	39 km
Altitude Máxima	770 m
Altitude Mínima	519 m
Densidade de Drenagem	2,18 km/km <sup>2</sup>

**Tabela 3** – Valores das características morfométricas das sub-bacias do córrego Rico.*Table 3* – Morphometric characteristics values of the sub-basins of the córrego Rico watershed.

Bacias	A km <sup>2</sup>	P km	C km	L km	Cr km	Dd (km/km <sup>2</sup> )	F (Nt/km <sup>2</sup> )	T (Nt/km)	H (m)	Rr (m/m)	Rrl (m/m)	Maior Alt (m)	Menor Alt (m)
Córrego do Jabuticabal	73,56	51,17	19,25	6,41	31,64	0,43	0,31	0,45	179,00	0,01	0,00	671,00	492,00
Córrego Fundo	32,60	30,80	8,51	6,06	21,04	0,65	0,21	0,23	140,00	16,46	4,55	665,00	525,00
Córrego do Côco	72,51	42,05	15,33	7,84	57,30	0,79	0,48	0,83	149,00	0,01	0,00	679,00	530,00
Córrego do Carretão	22,36	21,49	7,95	4,52	14,65	0,66	0,54	0,56	94,00	0,01	0,00	670,00	576,00
Córrego do Vivã	12,42	16,84	6,65	3,54	11,55	0,93	0,72	0,53	100,00	0,02	0,01	670,00	570,00
Córrego do Rumo	38,38	27,97	8,40	7,18	36,86	0,96	0,94	1,29	104,00	0,01	0,00	679,00	575,00
Córrego da Fazenda da Glória	19,85	20,58	5,25	5,51	29,63	1,49	2,12	2,04	142,00	0,03	0,01	722,00	580,00
Nascente do Córrego Rico	20,63	22,58	4,69	7,70	38,75	1,88	3,64	3,32	160,00	0,03	0,01	740,00	580,00
Córrego do Gambá	27,69	24,33	7,77	5,46	52,10	1,88	3,18	3,62	181,00	0,02	0,01	760,00	579,00

A: área; P: perímetro; C: maior comprimento da bacia; L: maior largura da bacia; Cr: comprimento total da rede de drenagem; Dd: densidade de drenagem; F: frequência de rios; T: razão de textura; H: amplitude altimétrica; Rr: razão de relevo; Rrl: razão de relevo relativo; e Alt.: altitude.

principalmente nas áreas de maior impermeabilização do solo, decorrente do desenvolvimento da urbanização do Município de Monte Alto.

A evolução da paisagem terrestre é o resultado das interações do fluxo de matéria e energia que se movimentam na unidade territorial da microbacia. A complexidade encontrada é agravada nas microbacias de nascentes do córrego Rico, principalmente do córrego do Tijuco e córrego do Gambá, a montante, onde a degradação das vertentes, gerada pelo escoamento de enxurradas das águas provenientes da chuva e área urbana da cidade de Monte Alto, afeta drasticamente a qualidade ambiental, representada pela degradação do solo e poluição da água.

Deve-se correlacionar a parte estrutural das microbacias com a geologia da área. Segundo Lana et al. (2001), Alves e Castro (2003) e Mesa (2006), as feições geológicas são de grande importância na análise morfométrica. Os patamares são responsáveis pela existência de áreas mais suscetíveis à deposição sedimentar, apresentando cursos d'água tipicamente meandantes (porções a montante deles) e outras, onde predomina a dissecação dos terrenos associada ao

aumento da declividade dos cursos d'água e ao aparecimento de canais encaixados (porções a jusante). O encaixamento da drenagem está intimamente ligado a feições estruturais como fraturas, falhas e contatos geológicos, que exercem o controle sobre essas porções da bacia hidrográfica (LANA et al., 2001).

Nas microbacias a jusante (córregos do Coco, do Fundo, do Carretão e do Jabuticabal), os resultados denotam o caráter de topografia predominantemente suave-ondulado, em direção à foz do rio Mogi-Guaçu. Segundo Pissarra et al. (2004), nessas áreas predominam os latossolos. Observa-se que essas áreas de drenagem apresentam os menores valores da densidade de drenagem, frequência de rios e amplitude altimétrica. Portanto, são áreas mais recomendadas para a implantação de sistemas produtivos agrícolas.

#### 4. CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do córrego Rico é de sexta ordem de magnitude, com área de aproximadamente 542 km<sup>2</sup>, a qual contém 435 bacias hidrográficas de primeira ordem, 85 de segunda, 22 de terceira, sete de quarta e duas bacias hidrográficas de quinta ordem.

A configuração topográfica natural do sistema de drenagem apresenta densidade de drenagem média de 2,18 km/km<sup>2</sup>, com maior dissecação fluvial a montante. Utilizando o critério geométrico, observou-se que na disposição fluvial das sub-bacias de cabeceiras predominavam os modelos dendríticos e subdendríticos, enquanto a jusante predominava o modelo subparalelo, respectivamente, nas áreas de ocorrências dos arenitos Bauru e rochas efusivas básicas.

Os parâmetros físicos das microbacias determinaram as áreas mais suscetíveis ao processo erosivo.

### 5. AGRADECIMENTOS

Aos funcionários Ronaldo José de Barros e Izilda Maria de Carvalho Máximo, pelo auxílio da digitalização dos mapas e pelas coletas de dados em campo.

### 6. 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**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.
- CARDOSO, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- CARNIEL, L.; ZANIN, E.M.; HENKE-OLIVEIRA, C. Análise ambiental do uso da terra no Município de Gaurama-RS. **Perspectiva**, v.30, n.109, p.175-184, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. 149p.
- DINESH, S. Computation and characterization of basic morphometric measures of catchments extracted from digital elevation models. **Journal of Applied Sciences Research**, n.4, v.11, p.1488-1495, 2008.
- FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, n.19, v.1, p.65-80, 2007.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.56, n.3, p.275-370, 1945.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. São Paulo, 1981. v.1-2
- LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista da Escola de Minas**, v.54, n.2, p.1-1212, 2001.
- MESA, L. M. Morphometric analysis of a subtropical Andean basin (Tucumán, Argentina). **Environmental Geology**, n.50, p.1235-1242, 2006.
- OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999. 64p. mapa.
- PALLA, V.L. **Estudo morfométrico por fotointerpretação sobre a similaridade das microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude da região de Jales - SP**. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- PENTEADO, M. M.; RANZANI, G. Aspectos geomorfológicos e os solos do Município de Jaboticabal. **Gegraphica**, n.25, p.41-61, 1971. (separata).
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.297-305, 2004.
- PISSARRA, T. C. T. **Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-LANSAT 5 e fotografias aéreas verticais**. 2002. 132f. Tese (Doutorado em Conservação e Manejo da Água e do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.



SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Legislação sobre recursos hídricos**. São Paulo: DAEE, 1994. 72p.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v.38, n.6, p.913-20, 1957.

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG, Brazil. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006

VIADANA, M. L. C. **Atualização de cartas topográficas utilizando imagens orbitais-metodologia alternativa para microcomputadores**. 1005. 135f. Tese (Doutorado em Engenharia dos Transportes) Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1995.

VIANNA JUNIOR, L. C. **Avaliação de procedimentos para correção de erros de escala no processo de montagem das fotografias aéreas verticais**. 2000. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.