ISSN: 2446-6549
DOI: 10.18766/2446-6549/interespaco.v1n3p222-234

INTERESPAÇO
Revista de Geografia e Interdisciplinaridade

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO RIO BAURU/SP OBTIDA POR TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Sérgio Campos
Doutor em Agronomia e Professor Titular da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
seca@fca.unesp.br

Maurílio Uzó
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Energia na Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
maurilio@yahoo.com.br

Marcelo Campos
Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR e Professor Assistente Doutor da Faculdade de Ciências e Engenharia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/Tupã-SP.
marcelocampos@tupa.unesp.br

Teresa Cristina Tarlé Pissarra
Doutora em Agronomia (Produção Vegetal) e Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCAV/UNESP/Jaboticabal-SP.
teresap@fcav.unesp.br

Bruno Timóteo Rodrigues
Geógrafo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Energia na Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
brunogta21@gmail.com

RESUMO

Esse trabalho objetivou a aplicação de geoprocessamento na caracterização morfométrica da microbacia do Rio Bauru – Bauru (SP) através do Sistema de Informação Geográfica – Selva, visando à preservação, racionalização do seu uso e recuperação ambiental. A microbacia apresenta uma área de 4.049ha e está localizada entre os paralelos 22º 50' 05" a 22º 54' 26" de latitude S e 48º 22' 29" a 48º 26' 36" de longitude W Gr. A base cartográfica utilizada foi a carta planialtimétrica de Botucatu (SP), em escala 1:50000 (IBGE, 1973) na extração das curvas de nível, da hidrografia e da topografia, em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - Idrisi Selva, para determinação dos índices morfométricos. Os resultados mostram que os baixos valores da densidade de drenagem, associados à presença de rochas permeáveis, facilitam a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e da degradação ambiental, bem como o baixo valor do fator de forma amparado pelo índice de circularidade indica que a microbacia tende a ser mais alongada com menor susceptibilidade à ocorrência de enchentes mais acentuadas. O parâmetro ambiental coeficiente de rugosidade permitiu classificar a microbacia para vocação com floresta e reflorestamento.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Morfometria; Hidrografia.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF RIVER BAURU/SP WATERSHED OBTAINED BY GIS TECHNIQUES

ABSTRACT

This work aimed at the application of geoprocessing in the morphometric characterization of the watershed of the Rio Bauru - Bauru (SP) through the Geographic Information System - Selva, aimed at preservation, rational use and environmental restoration. The watershed covers an area of 4.049ha and is located between parallels 22º 50' 05" to 22º 54' 26" S latitude and 48º 22' 29" to 48º 26' 36" W longitude Gr. The base map used was planialtimetric chart of Botucatu (SP), scale 1: 50000 (IBGE, 1973) in the extraction of contour lines, hydrography and topography, Geographic Information System environment - Idrisi Selva, to determine the morphometric indices. The results show that the low values of the drainage density associated with the presence of permeable rock, facilitate the infiltration of water into the soil, reducing runoff and the risk of erosion and environmental degradation, as well as the low value of shape factor supported by the circularity index indicates that the watershed tends to be more elongated with less susceptibility to floods more pronounced. The environmental parameter coefficient of roughness allowed to classify the watershed for calling with forest and reforestation.

Keywords: Geoprocessing; Morphometry; Hydrography.

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA DEL RÍO BAURU/SP OBTENIDO MEDIANTE TÉCNICAS SIG

RESUMEN

Este trabajo dirigido a la aplicación de geoprocesamiento en la caracterización morfométrica de la cuenca del Río Bauru - Bauru (SP) a través del Sistema de Información Geográfica - Selva, dirigida a la conservación, uso racionalizado y la recuperación del medio ambiente. La cuenca tiene una superficie de 4.049 ha y está situado entre los paralelos 22º 50'05" a 22º54'26" S de latitud y 48º22'29 "a 48º26'36" W de longitud Gr. La cartografia basel básica utilizado fue la carta planialtimétrica de Botucatu (SP), a escala 1: 50.000 (IBGE, 1973) en la extracción de las curvas de nivel, hidrografia y topografia, Sistema de Información Geográfica em ambiente - Idrisi Selva, para determinar los índices morfométricos. Los resultados muestran que los bajos valores de la densidad de drenaje asociado con la presencia de rocas permeables, facilitan la infiltración de agua en el suelo, disminuyendo el desagüe y el riesgo de erosión y de degradación del medio ambiente, asi como el bajo valor de factor de forma, segun el índice de circularidade, indica que la cuenca tiende a ser más alargada con menor susceptibilidad a inundaciones más acentuadas. El parámetro ambiental, coeficiente de rugosidad, permitió clasificar la cuenca para classificar con la floresta y la reforestación.

Palabras clave: Geoprocesamiento; Morfometria; Hidrografia.

INTRODUÇÃO

O estudo morfométrico das microbacias auxilia na compreensão do comportamento do escoamento superficial das águas e sua contribuição para a manutenção

da bacia principal, favorecendo o planejamento de manejo e elaboração de projetos que impactam diretamente na mesma.

O conhecimento das características físicas das microbacias é importante para entender seu ciclo hidrológico, que influencia diretamente nos aspectos relacionados com a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial (Rodrigues et al., 2008), bem como a formulação de medidas de manejo do deflúvio para controle de desastres naturais, favorecidos ou não pela intervenção antrópica.

A morfometria é uma ferramenta fundamental no diagnóstico de susceptibilidade a degradação ambiental, delimitação da zona ripária, planejamento e manejo de microbacias (MOREIRA; RODRIGUES, 2010), pois a sua caracterização permite descrever a formação geomorfológica da paisagem em sua variação topográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980), bem como possui um papel significativo no condicionamento de respostas ligadas à erosão hídrica, gerado após eventos pluviométricos relevantes.

A possibilidade de obtenção de dados georreferenciados, obtidos por sensoriamento remoto e a sobreposição de mapas, viabiliza sua confecção com certa rapidez, permitindo um exame amplo do conjunto de variáveis que são usualmente consideradas nos planejamentos de manejo do solo.

O sistema de informação geográfica (SIG) utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial (aspectos no meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrologia, etc., e os aspectos sociais, econômicos e políticos, que permitem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses componentes os atributos), sobre a qual atua uma série de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados pelo SIG). Verifica-se que a principal característica dos SIGs é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial. Podem-se estudar outros aspectos mais complexos, como a vizinhança e contiguidade envolvendo áreas extensas (TEIXEIRA et al., 1992).

Nesse sentido, é possível avaliar o comprimento da rede de drenagem e suas relações com a área de microbacias e associar esses valores a problemas de enchentes e erosões ao longo do curso d'água (TORRES et al., 2007).

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da microbacia do Rio Bauru – Bauru (SP), visando o conhecimento, aprendizado e compreensão dessas características.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Rio Bauru localiza-se na porção Sudeste do município de Bauru-SP, entre as coordenadas geográficas 48º 22' 29" a 48º 26' 36" de longitude W GR. e 22º 50' 05" a 22º 54' 26" de latitude S, com uma área de 4.905 ha. O clima predominante de Bauru é classificado como "Tropical de Altitude", segundo a classificação climática de Köppen, Aw com as seguintes características: Inverno seco e verão chuvoso.

Na caracterização morfométrica da área foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1973), em escala 1:50.000, folha Bauru-SF-22-Z-B-I-4, com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem e da planialtimetria (Figura 1).

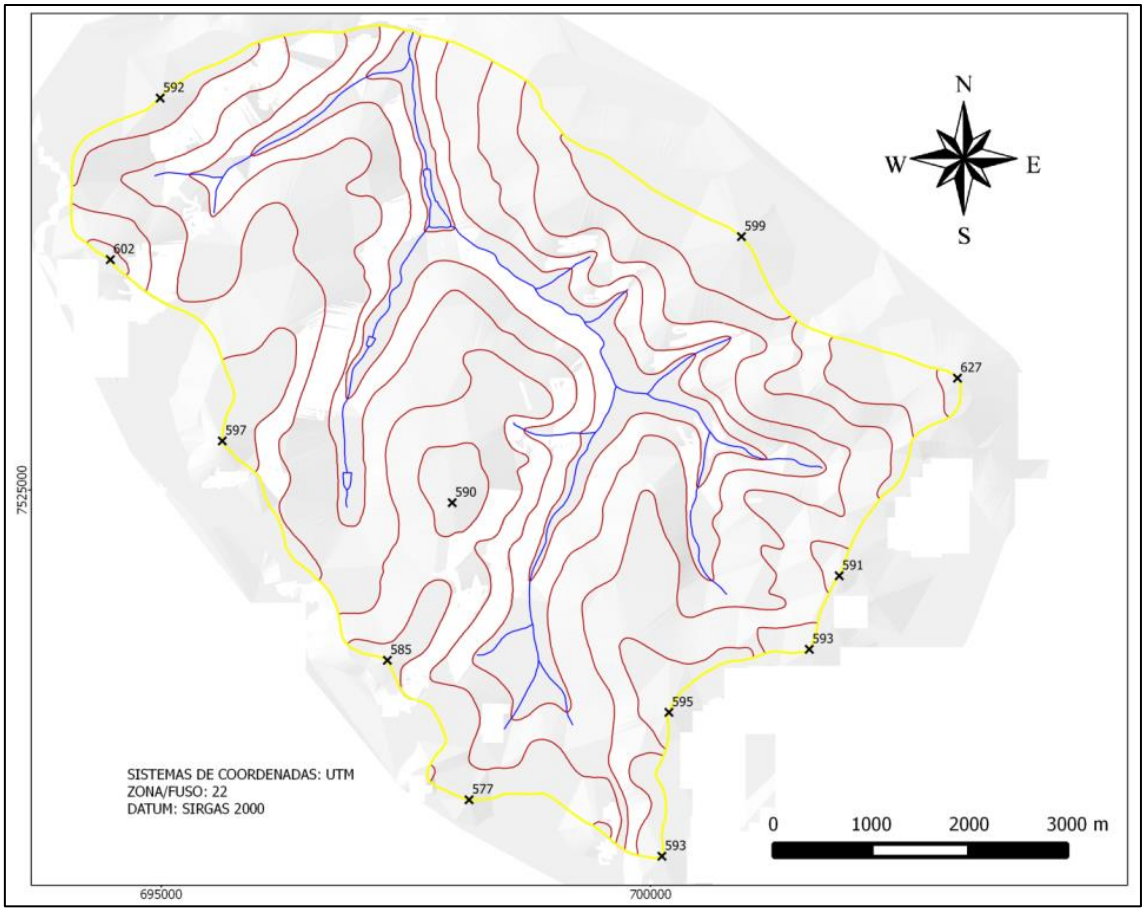

Figura 1 – Planialtimetria e rede de drenagem da microbacia do Rio Bauru – Bauru, SP (IBGE, 1973).

A análise de variáveis dimensionais da microbacia do Rio Bauru foi realizada através do software SIG Idisi Selva, a saber: Área (**A**): linha do divisor de água que delimita a microbacia, (HORTON, 1945); Perímetro (**P**): linha do divisor topográfico que circunda a microbacia (Smith, 1950) e Comprimento Total da Rede (**Cr**): comprimento do conjunto de todos os segmentos de rios que formam a rede de drenagem da microbacia hidrográfica (HORTON, 1945).

O Software Idrisi Selva foi utilizado para vetorização das curvas de nível, do divisor de águas, da rede de drenagem, bem como para elaboração da análise morfométrica, hierarquia dos canis, de acordo com Strahler (1952).

Após a delimitação da área da bacia obteve-se as características dimensionais da rede de drenagem, que são parâmetros quantitativos que permitem eliminar a subjetividade na sua caracterização (OLIVEIRA; FERREIRA, 2001). Na determinação desses parâmetros foi seguida a metodologia citada por Oliveira e Ferreira (2001) para o cálculo do maior comprimento (C), do comprimento do curso principal (CP), do comprimento total da rede (CR), do perímetro (P) e da área (A), as quais foram obtidas através do *software* Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva, utilizado para manipulação, tratamento e análise dos dados gerados, como as curvas de nível e a rede de drenagem da microbacia.

Na definição da hierarquização da rede de drenagem foi seguida a metodologia proposta por Horton (1945) e modificada por Strahler (1957). O parâmetro ordem dos canais se refere a uma classificação sobre o grau de ramificações e/ou bifurcações presentes em uma bacia hidrográfica. A classificação de ordenamento dos cursos mais utilizada é a proposta por Horton (1945) e modificada por Strahler (1957).

Na caracterização da composição e padrão de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: a densidade de drenagem (Dd), a extensão do percurso superficial (Eps), a extensão média do escoamento superficial (I), a textura da topografia (Tt), o coeficiente de manutenção (Cm), a rugosidade topográfica (Rt) e o índice de forma (K) foram determinados a partir da metodologia desenvolvida por Christofoletti (1969), bem como, o fator de forma (Kf) foi determinado pela metodologia utilizada por Almeida (2007).

Declividade média

A magnitude dos picos de enchente e de infiltração de água, trazendo como consequência maior ou menor grau de erosão, depende da declividade média da bacia (que determina a maior ou menor velocidade de escoamento da água superficial), associada à cobertura vegetal, tipo de solo e forma de uso da terra (ROCHA; SILVA, 2001). A declividade média foi obtida a partir da fórmula abaixo e classificada segundo Lepsch et al. (2001) (Quadro 1):

$$H = (D \cdot L)\ 100/A$$

onde:

H - Declividade média em %

D - Distância entre as curvas de nível em m

L - Comprimento total das curvas de nível em m

A - Área da microbacia em m^2

Quadro 1 – Classes de declividade e relevo

Classes de Declividade	(%) Relevo
0 – 3	Plano
3 – 6	Suave ondulado
6 – 12	Ondulado
12 – 20	Forte ondulado
20 – 40	Montanhoso
➢ 40	Escarpado

Fonte: LEPSCH et al. (2001).

Coeficiente de rugosidade (CR)

O coeficiente de rugosidade (CR = Dd . H, onde: CR = coeficiente de rugosidade; Dd = densidade de drenagem e H = declividade média), por ser um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais, dependendo das características das atividades – agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou preservação permanente –, foi usado para definir as classes de uso da terra das cinco microbacias hidrográficas da bacia do rio Soledade, que são: A (menor valor de CR) – terras apropriadas à agricultura; B – terras apropriadas à pecuária; C – terras apropriadas à pecuária e reflorestamento e D (maior valor de CR) – terras apropriadas para florestas e reflorestamento. As classes A, B, C e D para caracterização do uso potencial da terra de cada microbacia foram obtidas através do cálculo da amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor de CR encontrada para as bacias de terceira ordem de ramificação e o intervalo de domínio – amplitude dividida por 4 –, que é o número de classes preconizadas pelo método de Sicco Smith (ROCHA; SILVA, 2001).

Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem é a correlação do comprimento total dos rios com a área da bacia, sendo obtida a partir da fórmula (SILVA et al., 2004):

$$\mathbf{Dd = l \, . \, A^{-1}}$$

Onde:

Dd - Densidade de drenagem em km/km^2

L - Comprimento total dos rios ou canais em km

A - Área da bacia em km^2

Segundo Christofoletti (1969), a densidade de drenagem pode ser classificada em três classes de interpretação (Quadro 2).

Quadro 2 – Classes de interpretação para os valores da densidade de drenagem

Classes de valores (km^2)	**Densidade de drenagem**
< 7,5	Baixa
7,5 a 10,0	Média
➢ 10,0	Alta

Fonte: Christofoletti, 1969.

Índice de circularidade (IC)

O índice de circularidade, também denominado por alguns autores como índice de forma, representa a relação existente entre o perímetro e a área da bacia. O número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia (Silva et al., 2004). O menor valor possível a ser encontrado é 1,0, correspondendo a uma bacia circular (GANDOLFI, 1971). Esse parâmetro influencia a determinação do débito (vazão) e a intensidade de escoamento (SILVA et al., 2004). O índice de circularidade foi determinado pela equação:

$$\mathbf{TC=12,57} \; \boldsymbol{P^2}$$

Onde:

K - Índice de circularidade;

P - Perímetro da bacia em km

A - Área da bacia em km^2

Coeficiente de Compacidade (Kc)

O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro da microbacia e o perímetro de uma circunferência de um círculo de área igual da microbacia, que de acordo com Villela e Mattos (1975) é um número adimensional que varia com a forma da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade e menos sujeita à enchentes, sendo: Kc = 1 – 1,25 (redondas para ovaladas); 1,25 – 1,50 (ovaladas); 1,50 – 1,70 (oblongas).

Na determinação do Kc utilizou-se da fórmula:

$$\mathbf{Kc = 0{,}28\ (P : A^{1/2})}$$

Onde: Kc - Coeficiente de compacidade
P - Perímetro em metros
A - Área de drenagem em m^2

Índice de circularidade

O índice de circularidade tende para a unidade 1,0 à medida que a bacia se aproxima da forma circular, diminuindo à medida que a forma torna-se alongada Cardoso et al. (2006). Utilizou-se a equação:

$$\mathbf{IC = 12{,}57\ (A / P^2).}$$

Onde:

IC - Índice de circularidade
A - Área de drenagem em m^2
P - Perímetro em m

Fator de forma (Ff)

A forma de uma microbacia pode ser comparada conforme algumas figuras geométricas conhecidas. Assim, o coeficiente de compacidade, o índice de circularidade compara a microbacia a um círculo e o fator de forma a compara a um retângulo. A forma da microbacia e a configuração do sistema de drenagem estão associadas à estrutura geológica do terreno.

Este fator é muito importante, pois, segundo Villela e Mattos (1975), uma microbacia apresenta um fator de forma baixo quando é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo valor de área, porém com fator de forma maior.

O fator de forma (F) pode ser determinado pela seguinte equação:

$$\mathbf{F = A/L^2}$$

Onde:

F - Fator de forma

A - A área de drenagem em m^2

L - O comprimento do eixo da bacia em m

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia do Rio Bauru (Figura 1), classificada como de 3ª ordem de ramificação, segundo o sistema de Strahler (1957), que modificou o sistema de classificação de rios de Horton (1945), é reflexo das condições do meio físico em que estão relacionadas com a litologia, a estrutura geológica e o material superficial.

A análise das variáveis dimensionais (Quadro 3) permitiu constatar que a área da microbacia da Rio Bauru foi de 49,05km². Esta variável é uma das mais importantes, visto que quase todas as outras características estão relacionadas a ela (MOREIRA; RODRIGUES, 2010).

A forma é um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração, pois determina o tempo necessário para que toda a microbacia contribua na saída da água após uma precipitação, uma vez que quanto maior o tempo de concentração menor será a vazão máxima de enchentes.

O baixo valor do fator de forma (0,77) obtido para a microbacia do Rio Bauru indica que a mesma tem o formato mais ovalado A área de uma microbacia é de extrema importância, pois ela influencia na quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo atuam sobre a taxa e o regime desta na produção de água e na taxa de sedimentação.

O coeficiente de compacidade maior do que 1 (2,08) e o fator de forma baixo (0,77) permitem afirmar que a microbacia, em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidades anormais, é pouco susceptível a enchentes. Portanto, os resultados desses parâmetros mostram que a microbacia não possui formato circular, tendendo para a forma alongada, elíptica (SANTOS, 2001; ROCHA & SILVA, 2001) e apresenta menor

risco de enchentes sazonais, bem como o valor do índice de circularidade de 0,23 permitiu confirmar também que a microbacia não possui forma próxima à circular, isto é, apresenta forma alongada.

Quadro 3 – Características físicas da microbacia do Rio Bauru, Bauru-SP.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da microbacia		
Área (A)	Km^2	49,05
Perímetro (P)	Km	52,00
Comprimento (C)	Km	8,00
Comprimento da drenagem (Cr)	Km	40,00
Comprimento das cotas (Cn)	Km	75,00
Características do relevo		
Coeficiente de compacidade (Kc)	---	2,08
Fator forma (Ff)	---	0,77
Índice de circularidade (Ic)	---	0,23
Declividade média (D)	%	3,06
Altitude média (Hm)	M	540,00
Maior altitude (MA)	M	590,00
Menor altitude (mA)	M	490,00
Amplitude altimétrica (H)	M	100,00
Coeficiente de Rugosidade (Rb)	---	4,68
Padrões de drenagem da microbacia		
Ordem da microbacia (W)	---	3ª
Densidade de drenagem (Dd)	(km/km2)	1,53
Coeficiente de Manutenção (Cm)	(m/m^2)	653,6
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	M	0,33

Org.: Autores.

Os baixos valores de Dd, Fr e Razão, provavelmente, estão associados à presença de rochas permeáveis (TONELLO et al., 2006), pois facilita a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e degradação ambiental, porque quanto maiores esses valores mais intenso é o processo de erosividade do solo (RODRIGUES et al., 2008).

As características da rede de drenagem da microbacia mostram que a densidade de drenagem foi de 1,53 km/km^2. Christofoletti (1969) afirma que a densidade de drenagem da microbacia é baixa, pois o valor é menor que 7,5km/km^2 , enquanto que, para Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5km/km^2, em microbacias com drenagem pobre, 3,5km/km^2 ou mais, em microbacias excepcionalmente bem drenadas, indicando que a microbacia do Rio Bauru apresenta baixa drenagem. E esses valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

A declividade média (3,06%) na microbacia do Rio Bauru permitiu classificá-la (CHIARINI; DONZELI, 1973) com relevo suave ondulado, sendo propício ao cultivo de culturas anuais e passível de mecanização, também podendo ser exploradas com culturas permanentes; são terras sujeitas à erosão e a conservação do solo pode ser feita com práticas simples de conservação (LEPSCH et al., 2001).

O coeficiente de rugosidade direciona o uso potencial da terra com relação às suas aptidões para agricultura, pecuária ou reflorestamento (ROCHA, 1991), mostra também a realidade de uma microbacia, oferecendo uma contribuição simples, rápida e precisa ao planejamento, para melhor e mais justa exploração econômica, em função da vocação de suas terras, pois existe uma alta correlação entre o coeficiente de rugosidade e a capacidade de uso da terra, ao nível de 0,5% de erro.

O coeficiente de rugosidade (4,68), utilizado para diagnosticar as probabilidades de erosões, permitiu classificar a microbacia do Rio Bauru para vocação com uso por agricultura (Classe A).

CONCLUSÕES

As variáveis obtidas servirão para futuros planejamentos e gestões ambientais regionais da microbacia do Rio Bauru, pois apresenta riscos de susceptibilidade à erosão e degradação ambiental, sendo fundamental a manutenção da cobertura vegetal e as zonas ripárias para conservação dos serviços ambientais além das medidas conservacionistas. O fator de forma e a densidade de drenagem, classificado como baixo, permitem inferir que o substrato tem permeabilidade alta com maior infiltração e menor escoamento da água. O coeficiente de rugosidade permitiu classificá-la para vocação com uso para Agricultura (Classe A), necessitando de proteção com cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. Q. de. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; BOECHAT, C. P. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo/RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CEPAGRI – CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Bauru – SP. Disponível em: <www.webcitation.org>. Acesso em: 9 jun. 2012.

CHIARINI, J. J., DONZELLI, P. L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Bol. Tec. Inst. Agron.**, Campinas, n. 3, p. 1-29, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfologia**, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

GANDOLFI, P. A. **Investigações sedimentológicas, morfométricas e físio-químicas nas bacias do Moji-Guaçu, do Ribeira e do Peixe**. 1971. Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 1971.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. **Bull. Geol. Soc. Am.**, Colorado, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cartas do Brasil**. Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de Bauru, 1973.

LEPSCH, J. F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Soc. Bras. Cien. do Solo**, Campinas, SP, 2001. 175p.

MOREIRA, L., RODRIGUES, V. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). **Eletr. Eng. Florestal**, Garça, v. 16, n. 1, p. 9-21, 2010.

OLIVEIRA, A.; FERREIRA, E. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 3, p. 112-122. 2010.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 p.

ROCHA, J. S. M., SILVA, S. M. J. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T . C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. **Irriga**, Botucatu/SP, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

RODRIGUES, V. A.; FENNER, P. T.; AMARAL, L. P.; BANTEL, C. A.; IMANA, J. E.; ENCINAS, O. B. Degradação ambiental da microbacia do ribeirão Tamanduá em relação com sua morfometria. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 1, n. 55, p. 23-28, 2011.

SANTOS, A. R. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro-região de Viçosa, MG**. 141f. 2001. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; BARBOSA, C. P. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa. 141p., 2004.

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

STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, n. 63, p. 1117-1142, 1952.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. Am. Geophys**. Un., New Haven, v. 38, p. 913-20, 1957.

TEIXEIRA, A. L. A., MORETTI, E., CRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro, SP, 1992, 80p.

TORRES, J. L. R., SILVA, T. R., OLIVEIRA, F. G., ARAÚJO, G. S., FABIAN, A. Diagnóstico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do Córrego Alegria em Uberaba – MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 19, p. 89-102, 2007.

VILLELA, S. M., MATTOS, A. **A Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. p. 245.

Recebido para publicação em 04/11/2015
Aceito para publicação em 15/12/2016