

**NOTA TÉCNICA:****ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA SUB-BACIA DO RIO PIRACICABA (MG) UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Rafael Alvarenga Almeida¹, David Rafael Quintão Rosa², Renan Gon Ferreira³, Fabio Teixeira Delazari⁴ & Isabela Alvarenga Almeida⁵

1 - Engenheiro Agrícola (UFLA), Doutor em Engenharia Agrícola (UFV), Docente da UFVJM - Campus do Mucuri, rafael.almeida@ufvjm.edu.br;

2 - Engenheiro Agrícola e Ambiental (UFV), Doutor em Engenharia Agrícola (UFV), Docente do IFSUDESTEMG – Campus Manhuaçu;

3 - Tecnólogo em Saneamento Ambiental (IFES);

4 - Agrônomo (UFV), Doutorando em Fitotecnia (UFV);

5 - Engenheira Agrícola (UFLA), Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas (ESALQ-USP).

Palavras-chave:

Bacia hidrográfica
geoprocessamento
morfometria

RESUMO

A morfometria de uma bacia hidrográfica pode fornecer subsídios para o adequado planejamento e gestão de recursos hídricos em nível de bacia hidrográfica. Neste sentido, objetivou-se com este estudo realizar a análise morfométrica de uma sub-bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (MG), utilizando o Sistema de Informações Geográficas. A área de drenagem e o perímetro da bacia estudada foram estimados em 1.138,80 km² e 205,16 km, respectivamente. A análise dos parâmetros de forma, do sistema de drenagem e do relevo da bacia aponta, respectivamente, baixa susceptibilidade a ocorrência de enchentes, baixa capacidade de drenagem, potencial de degradação por erosão do solo e ocorrência de precipitações bem distribuídas e regulares. O uso de dados advindos de imageamento por satélites integrado às técnicas de geoprocessamento comprovou elevada eficiência como ferramenta para ações atreladas ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, sendo ainda eficiente na redução de custos, tempo e padronização científica na execução de experimentos.

Keywords:

geoprocessing
Morphometry
Watershed

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF A SUB-BASIN RIVER IN PIRACICABA (MG) USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**ABSTRACT**

The morphometry of a watershed can provide subsidies for proper planning and management of water resources at a watershed level. Therefore, the objective of this study was to perform a morphometric analysis of a sub-basin of the Piracicaba river (MG), using the Geographic Information System. The area and perimeter of the study area were estimated to be 1138.80 km² and 205.16 km, respectively. Shape parameters, drainage parameters, and basin relief parameters pointed, respectively, to low flooding susceptibility, low drainage capacity, risk of potential degradation by soil erosion and occurrence of regular and well distributed precipitation. Satellite image data in conjunction with geoprocessing techniques proved to be highly efficient as a tool for planning and management of water resources, and for reducing costs, time and scientific standardization during the execution of the tasks.

INTRODUÇÃO

As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica influenciam nos processos de infiltração de água no solo, na quantidade de água produzida como deflúvio, na evapotranspiração, na ocorrência e distribuição das precipitações, nos escoamentos superficial e subsuperficial, dentre outros.

Diante do importante papel exercido por estas características, foi estabelecido no Brasil, por intermédio da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (SILVA et al., 2008).

De acordo com Pissarra et al. (2010), por meio da análise morfométrica é possível descrever parâmetros morfológicos e seus processos, no intuito de diagnosticar mudanças, com ou sem interferências antropogênicas. Trata-se de medidas que subsidiam a análise de fenômenos geológicos, sujeitos a variações significativas à compreensão das mudanças ambientais antrópicas.

Por isso, além do conhecimento das características morfométricas de uma bacia hidrográfica ser imprescindível à conservação de seus recursos hídricos, possibilita a compreensão do comportamento hidrológico que a mesma apresenta e que futuramente poderá vir a apresentar, o que permite o acompanhamento das interferências nos processos do ciclo hidrológico e as respectivas respostas da natureza (FERREIRA et al., 2012).

As informações referentes ao relevo da área são representadas pela distribuição espacial da altitude, denominada comumente por Modelo Digital de Elevação (MDE). Tais modelos são obtidos por intermédio da interpolação de curvas de nível extraídas de uma carta topográfica ou mesmo por sensores próprios (OLIVEIRA et al., 2010).

Com advento e aperfeiçoamento das ferramentas e *softwares* de SIG, tornou-se possível o condicionamento de um MDE à hidrografia, sendo assim o mesmo, é capaz de simular o comportamento real do escoamento superficial.

Portanto, o processamento de Modelos Digitais de Elevação Hidrograficamente Condicionados (MDEHC) em SIG, torna-se fundamental para

a obtenção das características físicas das bacias hidrográficas de maneira automática (ELESBON et al., 2011).

Neste sentido, a extração de dados a partir de mapas de topografia, solo e uso da terra com o uso de SIG denota economia de tempo e recursos, minimização da complexidade envolvida nas tarefas e, conseqüentemente, redução da subjetividade e propensão a erros, quando comparado às técnicas manuais (MERKEL et al., 2008).

Elesbon et al. (2011), realizaram a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, e consideraram a facilidade de obtenção, eficiência e a repetibilidade dos dados de elevação e drenagem a partir do MDEHC, como suas maiores contribuições. Tal estudo permitiu constatar uma melhoria nos resultados quando comparados com aqueles obtidos em trabalhos anteriores, o que se deveu, segundo esses mesmos autores, ao uso dos dados SRTM e ao emprego de procedimento totalmente automático.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de comparar, validar ou mesmo atualizar as informações da superfície terrestre com a utilização dos dados SRTM (RENOÓ et al., 2008; ALCARAZ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010; ELESBON et al., 2011; FERREIRA et al., 2012).

O presente estudo teve como objetivo analisar as características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba por meio do uso de uma plataforma SIG para determinação, visando proporcionar informações favoráveis ao gerenciamento e planejamento de seus recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

A região em estudo se encontra situada à montante da estação fluviométrica Rio Piracicaba (código 56610000) pertencente à rede da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Conforme a Figura 1, a estação fluviométrica localiza-se na região hidrográfica do Atlântico, trecho Leste no Estado de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 19°55'54"S e 43°10'23" W, situada no Rio Piracicaba, delimitando uma área de drenagem a montante de aproximadamente 1.138,80 km².

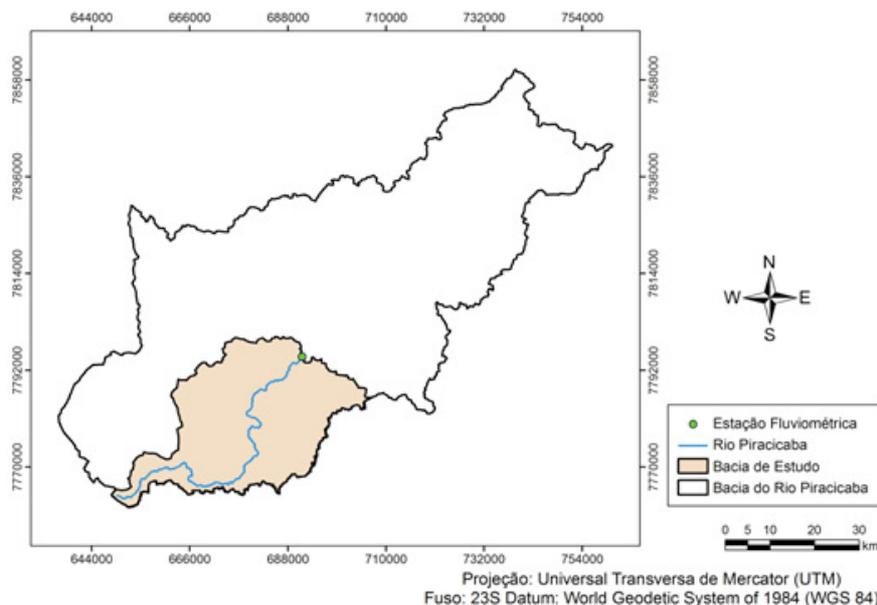


Figura 1. Localização geográfica da bacia e sub-bacia do rio Piracicaba e do posto fluviométrico (código 56610000).

Para a delimitação e determinação das características morfométricas da bacia de estudo gerado o MDEHC, constituindo no produto de uma série ordenada de procedimentos computacionais que condicionam gradativamente um MDE à hidrografia, de modo a permitir que o mesmo simule o comportamento real do escoamento da água superficial.

O software de SIG utilizado para manipulação dos dados SRTM e obtenção do MDEHC foi o ArcGIS 9.3/ ArcMap®, desenvolvido pela Environmental Systems Research Institute (ESRI).

Uma vez que as cartas foram unidas em uma imagem única (mosaico), procurou-se reduzir o tamanho desta, por meio de um recorte com o tamanho da área de drenagem da bacia. Após isto, foi realizada uma eliminação dos erros sistemáticos da imagem SRTM, eliminando-se os NoDatas. Tal procedimento foi adotado a fim de otimizar o processamento e o tratamento do MDE em SIG, visto que a redução da base de dados favorece o aumento da velocidade e desempenho do hardware utilizado. A delimitação da bacia foi executada inserindo-se um ponto em sua foz e, por meio do comando Watershed, gerou-se sua bacia de contribuição.

É desejável para a utilização da base de dados advindas do SRTM, o sistema de projeção Universal

Transversa de Mercator (UTM), porém, no sistema de projeção das imagens disponibilizadas junto ao site da EMBRAPA, o utilizado é de Coordenadas Geográficas (WGS84). Dessa forma, toda a base de dados utilizada foi reprojeta para Universal Transversa de Mercator (UTM) – Datum WGS 84 – Fuso 23 S.

Após adequação do sistema de projeção, iniciou-se o tratamento do MDE para que este se tornasse hidrograficamente condicionado (MDEHC). O primeiro procedimento adotado foi o preenchimento das depressões espúrias (células cujo valor de elevação é menor que das células vizinhas) por intermédio do comando Fill. A presença de depressão espúria em MDE causa descontinuidade do escoamento superficial, pois determinadas células não responderão ao escoamento de forma concisa com a realidade.

De posse do MDE sem depressões espúrias, inicializaram-se as operações para a geração da drenagem numérica por meio da ferramenta Raster Calculator no módulo Spatial Analyst. Porém, para se obter a drenagem numérica, primeiramente é necessário que o SIG reconheça a direção que o escoamento deverá seguir e a quantidade de células que estão contribuindo para o escoamento em cada pixel do curso d'água.

Para definir a direção de escoamento em cada

célula do MDE, foi empregado o comando Flow Direction, que se encontra em ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Hydrology.

Com operação de vizinhança e conectividade, foi calculado o número de pixels localizados à montante de cada célula, obtendo-se o escoamento superficial acumulado para cada uma delas, o que demandou o comando Flow Accumulation, que se encontra em ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Hydrology.

A calculadora matricial (Raster Calculator) é um recurso digital que possibilita operações automáticas em toda a base de dados por meio de algoritmos baseados em funções pré-definidas do aplicativo ArcMap. A partir deste recurso foi estabelecido um número de 50 células para a criação de cada curso d'água, sendo assim gerada a rede de drenagem numérica da sub-bacia, ou seja, a hidrografia calculada com base no relevo do MDE.

Atingida a ramificação desejada, a rede de drenagem foi afinada, por meio do comando Thin, de modo a eliminar linhas duplas da hidrografia e favorecer o software no reconhecimento do caminho preferencial do escoamento superficial. Logo, a hidrografia afinada foi aprofundada, por meio do comando Times, de maneira a tornar o MDE bastante propenso a conduzir o escoamento à rede de drenagem afinada.

Para finalizar, as depressões espúrias foram mais uma vez identificadas e removidas, foi gerada nova direção de escoamento e novo escoamento acumulado e o MDE, dessa forma, pode ser considerado hidrograficamente condicionado.

Os procedimentos para a geração do MDEHC seguiram criteriosamente a metodologia apresentada por ELESBON et al. (2011).

Por intermédio do software de SIG ArcGIS 10.2/ ArcMap® e do MDEHC gerado foi possível mensurar a área e perímetro da bacia de estudo, além dos parâmetros físicos básicos e essenciais à determinação de suas características morfométricas, sendo tais parâmetros definidos a partir da execução da delimitação automática da bacia.

Além destes, foram determinados automaticamente em ambiente de SIG, variáveis físicas diversas relacionadas à rede de drenagem e

ao relevo. Diversos pesquisadores vêm utilizando esses parâmetros com o intuito de compreender fenômenos naturais e antrópicos (LANA et al., 2001; SANTOS & SOBREIRA, 2008; LIMA NETO et al., 2008).

Neste estudo, foram avaliados os seguintes parâmetros: área de drenagem (A), perímetro da bacia (P), coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (F), índice de circularidade (IC), densidade de drenagem (Dd), altitude, declividade e ordem dos cursos d'água (STRAHLER, 1957).

Além destes parâmetros, foi obtida a declividade do rio principal por quatro metodologias distintas (S1 – baseada na diferença de nível entre a nascente e foz; S2 – baseada no critério de equivalência de áreas; S3 – baseada na velocidade de deslocamento da água ao longo do perfil longitudinal do curso d'água; e, S4 – baseada na consideração do trecho intermediário do curso d'água, correspondente a 75% do seu comprimento).

O fator de forma foi obtido conforme Eq. (1) e relaciona a forma da bacia com um retângulo por meio da razão entre sua largura média e comprimento axial.

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

em que,

F = Fator de forma, adimensional;

A = Área de drenagem, m², e

L = Comprimento axial, m.

O coeficiente de compacidade foi calculado pela Eq. (2) e corresponde à relação entre o perímetro da bacia e o perímetro da circunferência de um círculo de área igual a da bacia.

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

em que,

kc = coeficiente de compacidade, adimensional;

p = perímetro da bacia, m, e

a = área de drenagem, m².

O índice de circularidade foi calculado pela Eq. (3). Este parâmetro, tal como o coeficiente de compacidade, tende à unidade a medida que a

bacia se aproxima da forma circular e diminui a medida que torna alongada.

$$IC = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

em que,

ic = índice de circularidade, adimensional;

p = perímetro da bacia, m, e

a = área de drenagem, m².

A densidade de drenagem da bacia foi estimada conforme Eq. (4) e relaciona o comprimento total de todos os canais presentes na bacia (perenes, intermitentes e efêmeros) com sua área de drenagem.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

em que,

Dd = densidade de drenagem, km km⁻²;

Lt = comprimento total de todos os canais, km, e

A = área de drenagem, km².

O MDEHC foi utilizado como dado de entrada à geração dos mapas de declividade e altitudes. Para classificação das declividades na bacia foram

utilizados seis intervalos distintos de classes, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009), conforme Tabela 1.

A declividade do terreno da bacia hidrográfica do Rio Pancas foi determinada por intermédio do processamento dos módulos: “ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface Analysis > Slope” e “ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclassify”.

A ordem dos cursos d’água foi obtida considerando os critérios estabelecidos por Strahler (1957).

Tabela 1. Classificação das declividades do relevo conforme EMBRAPA (2009)

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo Plano
3 – 8	Relevo Suave Ondulado
8 – 20	Relevo Ondulado
20 – 45	Relevo Forte Ondulado
45 – 75	Relevo Montanhoso
> 75	Relevo Escarpado

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros morfométricos da sub-bacia do rio Piracicaba.

Tabela 2. Características morfométricas de uma sub-bacia do rio Piracicaba

Características físicas	Resultados	
Área de drenagem (km ²)	1.138,80	
Perímetro (km)	205,16	
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,70	
Fator de forma (F)	0,41	
Índice de circularidade	0,34	
Declividade média (%)	19,36	
Altitude máxima (m)	2.033	
Altitude média (m)	813,40	
Altitude mínima (m)	630	
Comprimento de todos os canais (km)	842,77	
Comprimento do canal principal (km)	85,12	
Densidade de drenagem	0,74	
Ordem	5	
Declividade do rio principal (m m ⁻¹)	S1	0,0164
	S2	0,0035
	S3	0,0026
	S4	0,0041

O coeficiente de compacidade, o índice de circularidade e o fator forma da sub-bacia do rio Piracicaba comprovam a forma mais alongada da sub-bacia, a qual tende a aumentar o tempo de concentração do escoamento na bacia e diminuir o risco de ocorrência de enchentes na área.

Um estudo realizado por Sordi et al. (2012) em Faxinal, PR, evidencia a baixa propensão a inundações em bacia hidrográfica cuja forma é alongada, apresentando baixo fator de forma (0,14) e elevado coeficiente de compacidade (1,75).

A densidade de drenagem (Dd) indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, e esses valores podem variar de 0,5 km km⁻² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km km⁻², ou mais, em bacias bem drenadas (VILLELA & MATTOS, 1975). Portanto, a Dd obtida neste estudo indica baixa capacidade de drenagem da sub-bacia, evidenciando a propensão ao aumento do tempo de concentração da água na bacia.

Vale ressaltar que as características morfométricas e a rede de drenagem são altamente influenciadas pela escala do mapa utilizado, sendo o nível de detalhamento das feições e dos valores paramétricos tanto maior quanto maior a escala de trabalho adotada (ELESBON et al., 2011).

De acordo com a Tabela 2, a sub-bacia em estudo apresenta grande variação de altitude, com mínima de 630 m e máxima de 2.033 m, apresentando média de 813,40 m. A Figura 2 apresenta a distribuição espacial da altitude na área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

A Figura 3 apresenta a distribuição espacial das classes de declividade da sub-bacia estudada, na qual foi obtida uma declividade média correspondente a 19,36%.

De acordo com Pruski (2006) a declividade média da bacia influencia a velocidade de escoamento da água sobre o solo e interfere na capacidade de armazenamento deste. Quanto mais declivosa uma bacia, menor sua capacidade de armazenamento superficial e maior sua susceptibilidade à ocorrência de erosões.

De acordo com os métodos de classificação de declividade propostos pela EMBRAPA (2009), o relevo forte ondulado é predominante em relação às outras classes na sub-bacia em estudo, isto é, a maior parte da sub-bacia está compreendida entre 20% e 45% de declividade.

Esta característica indica a necessidade de ações de conservação de solo e água na sub-bacia em estudo, a fim de evitar a ocorrência de erosões do solo e assoreamento de cursos d'água que,

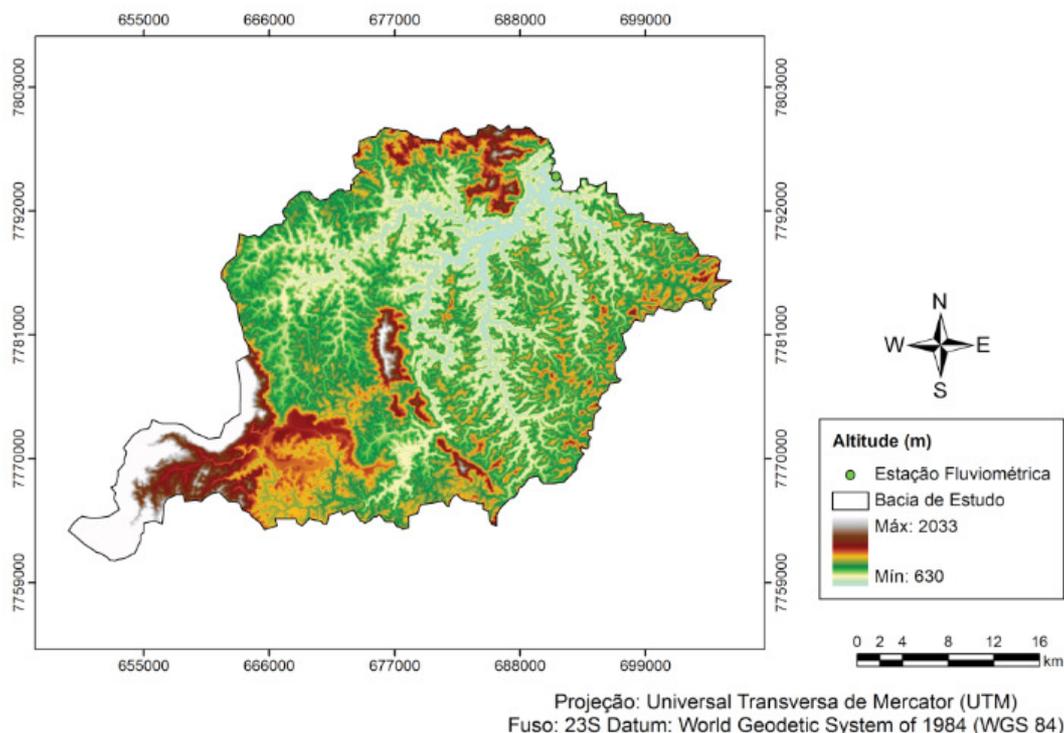


Figura 2. Distribuição espacial da altitude na sub-bacia do rio Piracicaba.

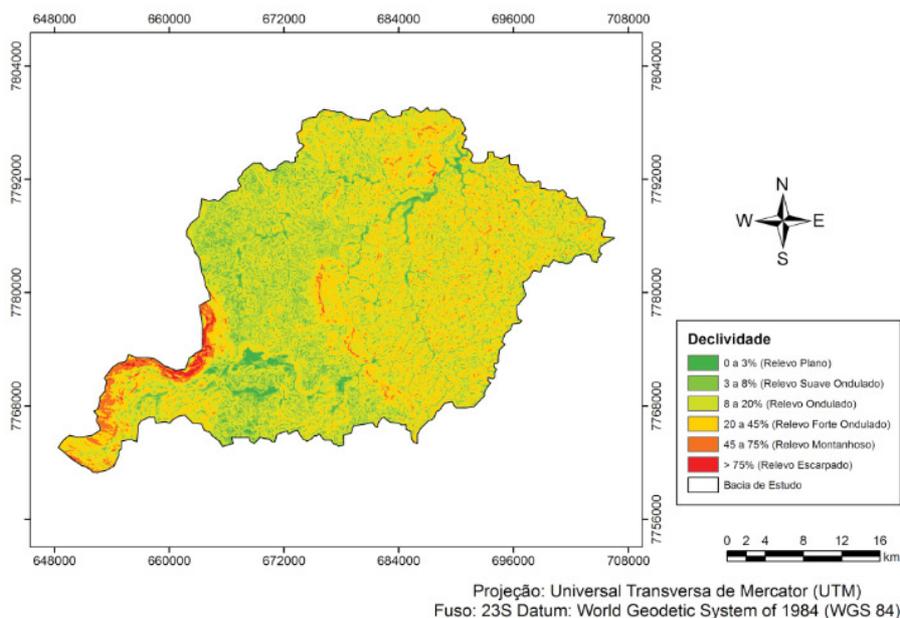


Figura 3. Distribuição espacial da altitude na sub-bacia do rio Piracicaba.

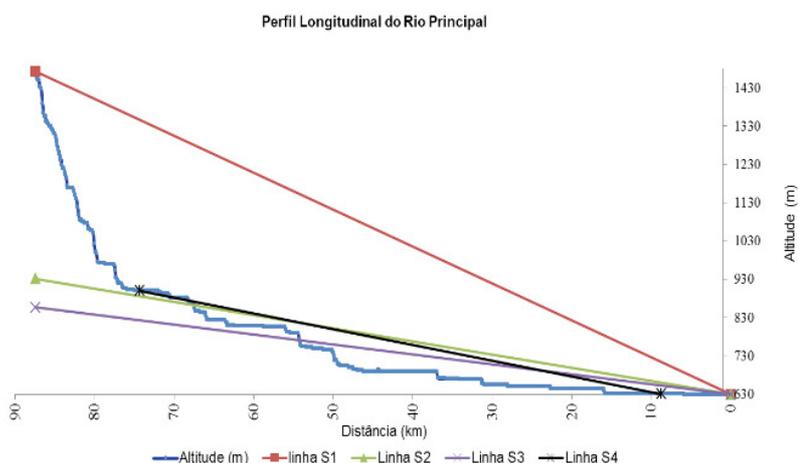


Figura 4. Declividades do rio principal (S1; S2; S3 e S4).

por sua vez, ocasiona a redução da capacidade de armazenamento e aumenta a probabilidade de ocorrência de inundações, além de contribuir para a degradação da qualidade de suas águas.

Na Figura 4 estão apresentadas as curvas teóricas de declividade S1, S2, S3, S4 e o perfil longitudinal do curso d' água principal.

A declividade S1 foi a maior declividade obtida, evidenciando a grande diferença existente entre os valores de altitude da nascente e do exutório.

Em virtude das baixas declividades por segmento do rio principal, a declividade S3 foi a menor declividade evidenciada, inclusive em

relação à declividade S4 que considera apenas o trecho compreendido entre pontos correspondentes à 10 e 85% do comprimento do rio.

O modelo S3, que representa a Declividade Equivalente Constante, é aquele que melhor retrata a declividade do rio, pois leva em consideração o tempo de percurso da água ao longo da extensão do perfil longitudinal (ELESBON *et al.*, 2011).

A ordem dos canais é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. Diante disso, observou-se que a sub-bacia em estudo possui ramificação de quinta ordem, conforme a Figura 5.

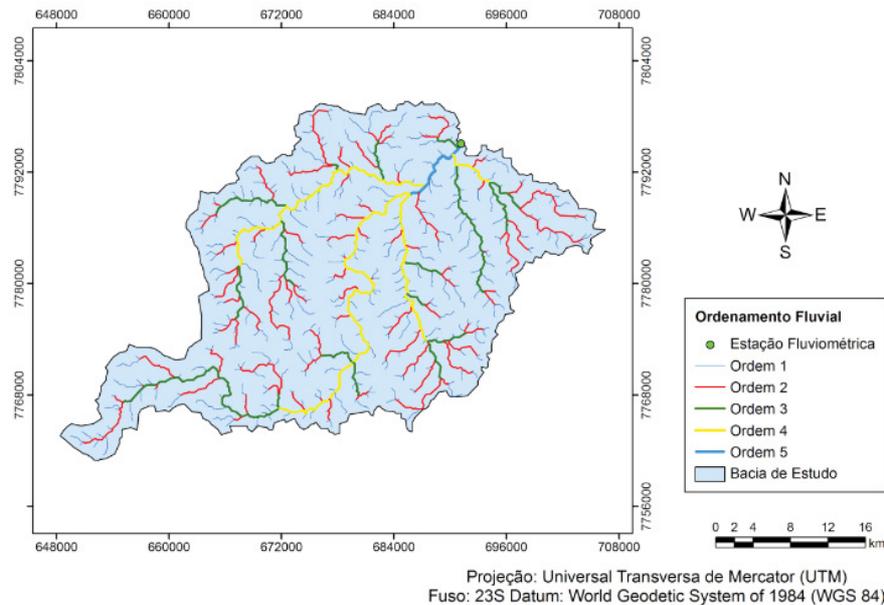


Figura 5. Ordem dos cursos d' água da sub-bacia do rio Piracicaba.

CONCLUSÃO

- O SIG se mostrou eficiente para a determinação das características morfométricas das bacias hidrográficas;
- O relevo da bacia é forte ondulado, o que chama a atenção para a necessidade de manutenção da cobertura vegetal de suas encostas e demais práticas que visem a conservação de solo e água;
- Por intermédio da metodologia proposta torna-se possível um planejamento e gestão dos recursos hídricos na bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARAZ, S.A.; SANNIER, C.; VITORINO, A.C.T.; DANIEL, O. Comparison of methodologies for automatic generation of limits and drainage networks for hidrographic basins. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.14, p.369-375, 2009.

CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.T.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

ELESBON, A.A.A.; GUEDES, H.A.S.; SILVA, D.D.; OLIVEIRA, I.C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.64, n.3, p.281-288, set. 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. XXVI, 412p, ISBN 85-85864-04-4.

FERREIRA, R.G.; MOURA, M.C.O.; CASTRO, F.S. Caracterização morfométrica da sub-bacia do Ribeirão Panquinhas, ES. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.2247-2256, 2012.

KLINGSEISEN, B.; METTERNICHT, G.; PAULUS, G. Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. **Environmental Modeling & Software**, v.23, p.109-121, 2008.

LANA, C.E.; ALVES, J.M.P.; CASTRO P.T.A. Análise morfométrica da bacia do rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, v.54, n.2, p.121-126, 2001.

- LIMA NETO, R.T.; MENDONÇA, L.A.R.; PEREIRA, J.A.; SOUSA, C.A.V.; GONÇALVES, J.Y.B.; FRISCHKORN, H. Análise morfométrica e ambiental da microbacia hidrográfica do rio Granjeiro, Crato/CE. **Revista Escola de Minas**, v.61, n.3, p.365-369, 2008.
- MERKEL, W.H.; KAUSHIKA, R.M.; GORMAN, E. NRCS GeoHydro – A GIS interface for hydrologic modeling. **Computers & Geosciences**, v.34, p.918-930, 2008.
- OLIVEIRA, P.T.S.; ALVES, S.T.; STEFFEN, J.L.; RODRIGUES, D.B.B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.819-825, 2010.
- PISSARRA, T.C.T.; RODRIGUES, F.M.; POLITANO, W.; GALBIATTI, J.A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v.34, n.4, p.669-676, 2010.
- PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 240p.
- RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M.J. HAND. A. New terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.3469-3481, 2008.
- SANTOS, C.A.; SOBREIRA, F.G. Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas-MG. **Revista Escola de Minas**, v.61, n.1, p.77-85, 2008.
- SILVA, N. S.; RIBEIRO, C. A. A. S. R.; BARROSO, W. R.; RIBEIRO, E. A. R.; SOARES, V. P.; SILVA, E. Sistema de otto-codificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p.891-897, 2008.
- SORDI, M.V.; VARGAS, K.B.; SANTO, T.D.; NASCIMENTO, P.B. Análise morfométrica do Ribeirão Laçador – Faxinal – Paraná. **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.150-160, 2012.
- STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v.38, p.913-920, 1957.
- TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; ALVARES, C.A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F.P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.