

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) PARA DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO PARAÍSO – VIÇOSA – MG

Luís Eduardo Ribeiro de Mendonça¹
Elder Sânzio Aguiar Cerqueira²
Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro¹
Vicente Paulo Soares¹

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos gerar um modelo digital de elevação hidrograficamente consistente para a microbacia do Córrego do Paraíso e determinar suas características morfométricas. As bases de dados utilizadas para gerar o modelo foram curvas de nível digitalizadas de um mapa e a hidrografia mapeada da microbacia. A área de estudo compreendeu a microbacia do Córrego do Paraíso, inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, no município de Viçosa, MG. Após a correção da hidrografia e das curvas de nível, os dados foram interpolados utilizando-se a ferramenta Topogrid. Foram encontradas 21 sub-bacias, sendo a de número 13 a de menor área, com 6.620,00 m², e a de número 16 a de maior, com 371.670,00 m². Essas sub-bacias também obtiveram o menor e o maior valor de perímetro, respectivamente 544,00 m e 3.064,00 m. O menor comprimento de segmento da hidrografia foi de 43,31 m e o maior de 765,51 m, das sub-bacias 11 e 16, respectivamente. A sub-bacia 16 possui a maior área, o maior perímetro e o maior curso d'água, merecendo atenção especial. O conhecimento quantitativo das características morfométricas da bacia estudada permite traçar melhores estratégias para subsidiarem tomadas de decisões, transformando-se num banco de dados primário para estudos mais avançados.

Palavras-chave: bacias hidrográficas, modelos digitais de elevação, morfometria.

ABSTRACT

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR DELIMITATION AND MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF PARAISO STREAM MICRO BASIN – VIÇOSA – MG

The objective of the present work was to generate a hydrographic consistent elevation digital model for the micro basin of the Paraiso Stream and determine its morphometric characteristics. Database used to generate the model were digitalized level curves from a map and the hydrography mapped from the micro basin. The area of study covered the Paraiso Stream micro basin included in the hydrographic basin of the São Bartolomeu River, in the municipality of Viçosa, MG, Brazil. After the correction of the hydrography and contour lines, data were interpolated using the Topogrid tool. A total of 21 sub basins, being the number 13 with the smallest area, 6620 m², and the sub basin 16 with the largest area, 371670 m². These sub basins obtained also the smallest and the largest perimeter values, 544 m and 3064 m respectively. The smallest segment length of the hydrography was 43.31 m and the largest was 765.51 m, in the sub basins 11 and 16, respectively. The sub basin 16 has the largest area, the largest perimeter and the longest watercourse, deserving special attention. The quantitative knowledge of morphometric characteristics of the studied basin allows planning better strategies to assist in decision making, becoming into a primary database to advanced studies.

Keywords: hydrographic basins, elevation digital models, morphometrics.

¹ Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: mendoncaler@vicosa.ufv.br, cribeiro@ufv.br, vicente@ufv.br

² Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: elder@vicosa.ufv.br

INTRODUÇÃO

Dois dos desafios básicos da análise hidrológica são o delineamento e a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas e da rede de drenagem associada. Segundo Silveira (2001), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único.

As características peculiares de uma bacia hidrográfica tornam-na elemento fundamental de qualquer estudo que envolva a complexa interação da precipitação com o solo e seus componentes. A convergência de materiais dentro da bacia para um único ponto e deste para o exutório de outra bacia, num processo sucessivo, faz com que o delineamento da morfometria dessa rede interligada ganhe importante conotação, podendo-se inferir sobre o comportamento do escoamento superficial, até diagnosticando ou mesmo prevenindo algum impacto ambiental.

Silva & Ramos (2001) afirmam que o manejo integrado de uma bacia hidrográfica envolve a elaboração de uma série de diagnósticos. Esses estudos levantam todos os problemas da bacia, identificando os conflitos e indicando soluções nos mais diversos níveis, integrando conclusões e recomendações para a recuperação total do meio ambiente.

Guerra e Cunha (2003) contemplam a necessidade de uma base de dados, sendo a morfometria da bacia hidrográfica uma delas, para a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e seus respectivos relatórios (RIMA). Essas informações, de acordo com os autores, são necessárias para se entender como os impactos gerados por qualquer alteração na estrutura natural do relevo provocam os impactos indiretos, como: processos erosivos, processos de movimentos de massa, inundações e assoreamentos.

De acordo com Chevallier (2001), para representar as informações espacial e temporal, utilizam-se geralmente mapas diversos, estabelecidos a partir de levantamentos de campo, de fotointerpretação, de análise da resposta espectral de uma imagem obtida por um sensor a bordo de satélite de observação da Terra ou de qualquer outra fonte de informação geográfica. Chevallier (2001) informa ainda que, nos últimos anos, com a capacidade da geração desta informação espacial foi necessário de-

envolver ferramentas especiais para gerar e processar estes dados espacializados, chamadas Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O autor cita o programa computacional Arc/Info como muito conhecido, sendo este um módulo contido dentro do ArcGIS.

O módulo Arc/Info possui um algoritmo, implementado na rotina Topogrid, capaz de gerar Modelos Digitais de Elevação (MDE) com base em curvas de nível, pontos cotados e feições contendo valores de altimetria. Uma outra extensão do ArcGIS, chamada *Spatial Analyst*, fornece em seu ambiente *raster* um conjunto de funções para manipulação desses dados, fazendo do programa computacional ArcGIS uma excelente ferramenta de gerenciamento de banco de dados geográficos.

Há diferentes maneiras de se avaliar a qualidade de um MDE. Um dos métodos utilizados é o visual, que compara a rede de drenagem mapeada e a numérica. A rede de drenagem numérica é produzida traçando-se o trajeto de escoamento superficial a partir de cada nascente até a foz da bacia.

A derivação automática da bacia hidrográfica a partir de um MDE é rápida e menos subjetiva, pois oferece maior quantidade de informações que as técnicas manuais aplicadas aos mapas analógicos (Tribe, 1992).

Este trabalho teve como objetivos gerar um modelo digital de elevação (MDEHC) para a microbacia do Córrego do Paraíso, no município de Viçosa – MG, e determinar suas características morfométricas, utilizando-se um SIG.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu a microbacia do Córrego do Paraíso (Figura 1), inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, no município de Viçosa, MG, localizada nas coordenadas métricas UTM E 719.000 a E 720.600 e N 7.696.800 a N 7.699.200, fuso 23 (IBGE, 1979).

Com uma área de aproximadamente 207,00 ha, essa microbacia é bem representativa da Zona da Mata mineira quanto à vegetação, ao relevo, ao uso e à ocupação do solo (Soares *et al.*, 2002).

Os dados para a geração do MDE foram obtidos a partir da restituição estereoscópica realizada por Soares *et al.* (2002), quando foram digitalizadas as feições de altimetria e hidrografia para a microbacia do Córrego do Paraíso, na escala aproximada de 1:25.000.

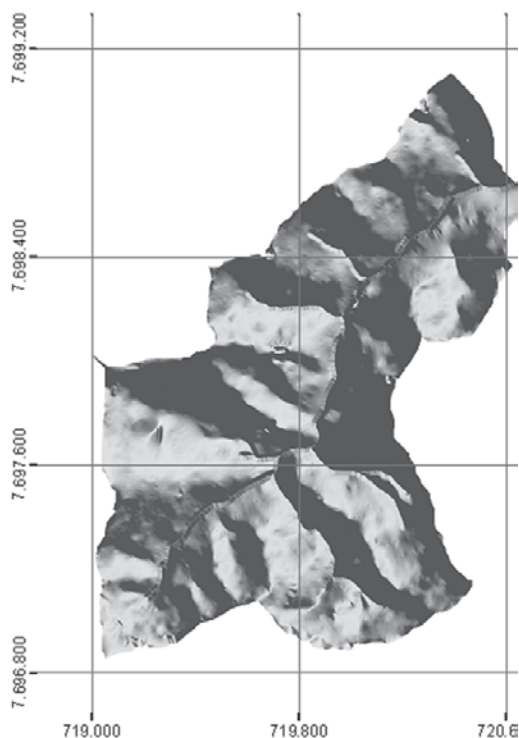


Figura 1. Microbacia hidrográfica do Córrego do Paraíso no município de Viçosa, MG.

Utilizou-se o programa computacional ArcGIS 8.3, com a extensão *Spatial Analyst* e seu módulo Arc/Info.

Um pré-processamento dos dados foi realizado para garantir o correto sentido de escoamento da malha hidrográfica e a conformidade das curvas de nível em relação à calha da rede de drenagem.

Após a correção da hidrografia e das curvas de nível, os dados foram interpolados utilizando-se a ferramenta Topogrid, que, segundo Baena & Silva (2004), propõe a incorporação da rede de drenagem digital real durante o processo de geração do MDE. Sempre que há violação das condições de altimetria favoráveis ao escoamento, o traçado da hidrografia mapeada é respeitado. Com isso, é garantida a coincidência espacial da drenagem levantada em campo com as células de menor altitude do modelo, configurando-se, assim, um MDEHC.

Como as curvas de nível foram produzidas com base em um mapa com escala aproximada de 1:25.000, e considerando-se o erro gráfico para a visão humana de 0,2 mm, o MDE foi gerado com células de 5 metros de lado. Esse valor foi encontrado multiplicando-se o valor do erro gráfico pelo fator de escala.

Gerado o MDE, eliminaram-se as depressões espúrias, que podem prejudicar os cálculos das áreas de dre-

nagem, bem como interromper o escoamento superficial da hidrografia, deixando de reproduzir com exatidão os dados da topografia do terreno. Demais refinamentos foram realizados para garantir a consistência do MDE seguindo a metodologia citada por Ribeiro *et al.* (2002).

Verificada a consistência do MDE, de acordo com o método visual, utilizou-se a função “watershed” para definir automaticamente a área de contribuição da microbacia, configurando como base o ponto de sua foz. Esse ponto foi representado por uma célula.

Na determinação da morfometria da microbacia, foram aplicados, a partir do MDE, comandos na calculadora *raster*, da extensão *Spatial Analyst* do programa computacional ArcGIS, para gerar informações como direção de escoamento, bacia de contribuição, declividade e distância de um ponto à foz.

Segmentação da rede de drenagem

Houve a necessidade de segmentar a hidrografia para que a etapa de divisão da bacia em sub-bacias fosse completada. Para isso, utilizou-se a função *streamlink*, que se baseou, nesse caso, nas confluências dos rios, assinalando um valor numérico diferente para cada segmento.

Delimitação da área de contribuição de cada segmento da rede de drenagem

Com base no *grid* que continha os segmentos da hidrografia individualizados, utilizou-se a função *watershed* para obter as áreas de drenagem para cada curso d’água, dividindo a microbacia em sub-bacias.

Cálculo das características morfométricas de cada sub-bacia e suas estatísticas

A partir do *grid* contendo as áreas de contribuição de cada segmento de curso d’água, aplicou-se a função *zonalgeometry*, que descreveu a geometria das sub-bacias hidrográficas por meio de parâmetros quantitativos.

A variável altitude foi sumarizada utilizando-se a função *zonalstats*, com a finalidade de gerar as medidas estatísticas de cada sub-bacia.

Identificação da nascente e foz de cada segmento da rede de drenagem

O escoamento acumulado é representado pelo número de células localizadas a montante da célula em análise e que convergem para ela, baseando a análise nas informações de direção de escoamento. Neste contexto, utilizou-se a função *flowaccumulation* nos procedimentos.

A nascente e a foz de cada segmento da hidrografia, considerando o escoamento natural da água, são repre-

sentadas por dois pontos localizados nas duas extremidades de cada segmento. Para localizar as nascentes e as fozes, selecionou-se os pontos de menor e maior valor, dentro de cada zona, representada pelos segmentos, com base nos dados gerados pela função *flowaccumulation*.

Determinação do comprimento de cada segmento da rede de drenagem

Para se calcular o valor do comprimento de cada segmento da hidrografia, gerou-se um *grid* contendo a distância de cada célula até o ponto exortório da microbacia, utilizando-se a função *flowlength*. O cálculo do comprimento de cada segmento foi feito subtraindo-se o maior valor de comprimento pelo menor valor, dentro de cada segmento (zona).

Determinação da área de contribuição acumulada para cada segmento da rede de drenagem

Como os resultados da função *flowaccumulation* no ponto de foz indicam a quantidade de células a montante, esses dados foram utilizados para o cálculo da área de contribuição acumulada. Essa quantidade mais um, que é a célula representada pela foz em questão, multiplicado por 25, que é a área de uma célula de 5,00 x 5,00 metros de lado, totaliza a área de contribuição desta foz. À medida que os segmentos da rede hidrográfica, originados das nascentes de cabeceira, seguiam em direção à foz da microbacia, a área de contribuição era acrescida de outra área de contribuição no ponto de confluência da hidrografia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pré-processamento realizado nos dados da malha hidrográfica das curvas de nível garantiu o correto sentido de escoamento dos cursos d'água, como também o adequado posicionamento das curvas de nível em relação à rede de drenagem (Figura 2). O correto sentido de escoamento foi necessário para atender um pré-requisito do interpolador. Compatibilizar as curvas de nível com a hidrografia foi necessário para adequar os dados advindos de uma interpolação, no caso as curvas de nível, com dados coletados diretamente em campo, representados pela hidrografia.

Analisando a Figura 2, observa-se que as curvas de nível foram digitalizadas além dos limites de contorno da microbacia, objetivando melhor interpolação nas linhas do divisor de águas. Outro motivo importante para que as curvas de nível fossem digitalizadas desta forma foi

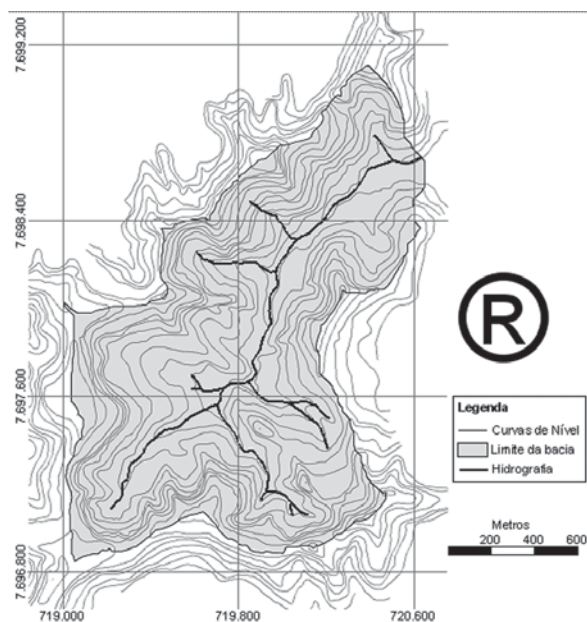


Figura 2. Hidrografia e curvas de nível da microbacia do Córrego do Paraíso após o pré-processamento.

para que o cálculo da área de contribuição fosse feito automaticamente, utilizando a função *watershed* do ArcGIS 8.3. O MDE gerado com a utilização do módulo Topogrid, bem como a área da microbacia delimitada automaticamente, são ilustrados nas Figuras 3a e b, respectivamente.

O MDE pode ser definido como hidrograficamente consistente, devido à ausência de depressões espúrias e pelo escoamento superficial originado a partir das nascentes, e ter uma coincidência acentuada com a rede hidrográfica mapeada, que pode ser comprovada ao sobrepor as duas feições.

Com a segmentação da hidrografia, cada trecho foi caracterizado por um valor, sendo que essa mesma numeração se repetiu nas respectivas áreas de contribuição (Figura 4). Foram selecionadas 21 sub-bacias, e suas linhas limítrofes ligam um ponto localizado em uma parte mais alta, no limite da bacia, e outro na hidrografia. Essas linhas delineiam os divisores internos da bacia hidrográfica. A mesma numeração exibida na Figura 4 é replicada nas tabelas de atributos mostradas nas Figuras 5a e b, 6 e 7.

As características morfométricas foram exibidas na tabela de atributos da Figura 5a, contendo parâmetros relativos à forma de cada sub-bacia, expressos em metros e seus múltiplos. A sub-bacia 13 possui a menor área, com 6.620,00 m² e a sub-bacia 16 a maior, com 371.670,00 m². Essas sub-bacias também possuem o menor e o maior valor de perímetro, respectivamente, de 544,00 m e 3.064,00 m.

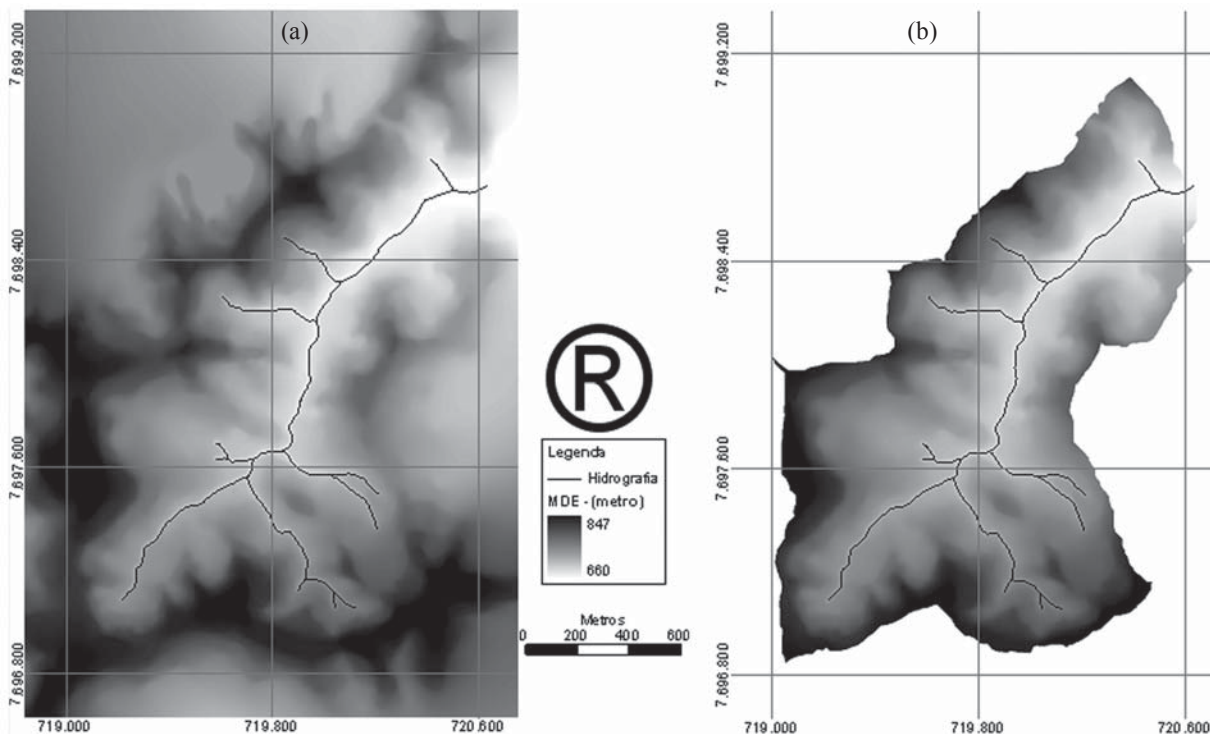


Figura 3. MDE da microbacia do Córrego do Paraíso gerado com a utilização do Topogrid (a) e área de drenagem delimitada automaticamente (b).

A tabela de atributos, relativa às medidas estatísticas, exibida na Figura 5b, descreve o comportamento das células com base em seus valores dentro de cada sub-bacia, bem como caracteriza a sua distribuição, permitindo que uma grande quantidade de informações fosse sintetizada em uma simples tabela, facilitando as interpretações.

É importante conhecer as formas das sub-bacias e como o relevo se distribui dentro dela, para que o comportamento do escoamento superficial seja analisado antes de qualquer tomada de decisão.

Na Figura 5b, a coluna *Min* exibe as altitudes mínimas encontradas dentro de cada sub-bacia, e a coluna *Max* os valores máximos. A coluna *Range* indica a amplitude dos valores máximo e mínimo, e *Mean* e *Std* correspondem aos valores de média e desvio-padrão, respectivamente. Observa-se na coluna *Range* que, das 21 sub-bacias contidas dentro da microbacia, apenas três possuem altura inferior a 50,00 m (9, 12 e 13), configurando uma área montanhosa, predominante na região da Zona da Mata mineira.

Os comprimentos de cada curso d'água são exibidos na tabela de atributos mostrada na Figura 6, coluna *Value*, em unidades métricas. Os dados desta figura estão organizados de acordo com a numeração inicial, conforme

Figura 4. Observa-se ainda que o menor comprimento é 43,31 m e o maior é 765,51 m, nas sub-bacias 11 e 16, respectivamente. A coluna *Count* mostra a quantidade de células que fazem parte da hidrografia.

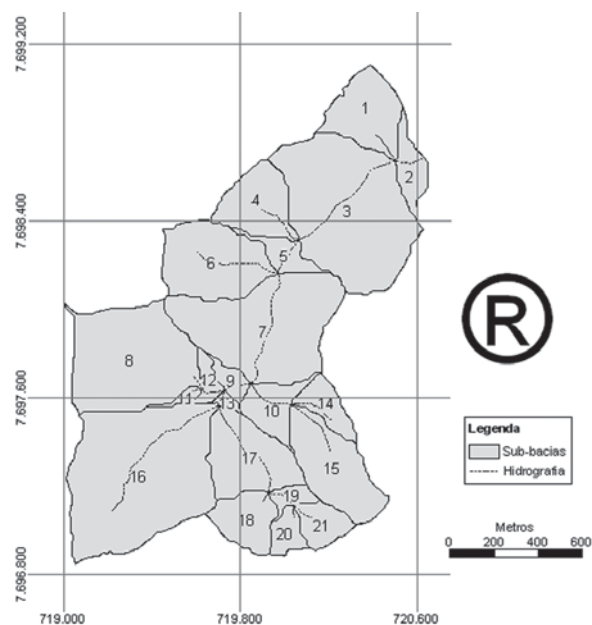


Figura 4. Hidrografia da microbacia do Córrego do Paraíso e os limites de cada sub-bacia.

(a)

VALUE	AREA	PERIMETER	XCENTROID	YCENTROID	MAJORAOS	MINORAOS	INERTATIO
1	94796	1700	720372	763890	182,822958	165,046937	116,082001
2	37660	1364	720568	7638640	196,764008	60,323900	98,267601
3	326840	2889	720285	7639450	390,558988	286,377891	121,126399
4	86452	1544	719678	7638480	166,742004	165,037003	168,455002
5	30948	1452	720000	7638250	162,363995	60,703999	151,520002
6	142916	1876	719675	7638220	255,058995	178,363007	171,650994
7	264320	2788	719908	7639720	362,431000	232,143005	5,153040
8	235800	2496	719303	7637770	300,003998	250,188004	4,770970
9	18192	956	719756	7637680	110,787003	52,268902	131,596002
10	51908	1544	719944	7637560	133,746994	123,538002	58,771000
11	7724	696	719534	7637600	105,907997	23,214600	21,104700
12	17816	1044	719649	7637680	114,100998	49,701599	94,585197
13	6620	544	719738	7637580	62,467800	33,732800	152,294998
14	38200	1236	720188	7637560	163,617896	74,316101	131,624005
15	125644	1956	720221	7637280	308,321014	129,714005	127,558998
16	371672	3064	719340	7637240	296,602997	298,299989	44,433000
17	120092	1828	719834	7637330	226,792999	168,552994	146,666000
18	61828	1256	719827	7637050	145,862003	131,498993	149,610001
19	16788	856	720032	7637150	101,333000	52,734901	10,982500
20	25836	844	720010	7636980	106,536003	77,193199	82,134499
21	38732	1032	720169	7637030	123,260002	100,022003	164,128998

(b)

VALUE	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	94796	683352	780244	110892	727327	22933,4
2	37660	683918	740861	73943	694052	16112
3	326840	683278	816701	147503	720456	27586,5
4	86452	680262	816399	136737	762561	31197,1
5	30948	680026	780343	100317	709803	18707,9
6	142916	682736	809867	127131	746975	28880
7	264320	682431	812224	129793	730581	23904,6
8	235800	704554	830094	125540	769144	30935,5
9	18192	695541	741294	45753	717891	9338,21
10	51908	695593	763987	68394	730314	15881,3
11	7724	704875	755848	50973	730899	10946,5
12	17816	693816	743270	43454	720655	9326,68
13	6620	693769	741708	41399	718232	9410,81
14	38200	707731	774182	66451	742873	12283,5
15	125644	707798	845342	137544	770815	28945,3
16	371672	702658	830115	126557	767679	29501
17	120092	703762	821951	118189	751225	21770,3
18	61828	734348	827918	93570	791907	20558,6
19	16788	734182	797121	62939	762197	13830,8
20	25836	742298	829908	87650	786871	19577,9
21	38732	742280	840286	98006	787593	24107,5

Figura 5. Tabela de atributos com as características morfométricas (a) e estatísticas (b) para cada sub-bacia da microbacia do Córrego do Paraíso.

ObjectID	Value
1	151,965622
2	142,911637
3	613,092957
4	305,646301
5	188,107788
6	412,874634
7	579,725281
8	76,910645
9	126,082275
10	232,791504
11	43,313477
12	112,768799
13	78,768799
14	219,963135
15	295,985840
16	765,509277
17	519,807129
18	54,768799
19	135,537538
20	59,798584
21	99,537538

Figura 6. Tabela de atributos com os comprimentos de cada curso d'água da microbacia do Córrego do Paraíso.

ObjectID	Value
1	94796
2	2120784
3	1988328
4	86452
5	1575036
6	142916
7	1401172
8	235800
9	921100
10	215752
11	7724
12	261340
13	641568
14	38200
15	125644
16	371672
17	263276
18	61828
19	81356
20	25836
21	38732

Figura 7. Tabela de atributos com as respectivas áreas de drenagem para cada segmento da microbacia do Córrego do Paraíso.

A sub-bacia 16 possui a maior área, o maior perímetro e o maior curso d'água, merecendo atenção especial. Na análise qualitativa da hidrografia de uma bacia, é importante saber a localização de pontos distribuídos em seu comprimento e relação à foz, assim como conhecer o comprimento de cada segmento da rede de drenagem. Essas variáveis podem ser úteis em estudos de outorga de água, vazões, contaminação de cursos d'água e irrigação.

O valor da área de drenagem acumulada para cada segmento é exibido na Figura 7, coluna *Value*, em unidades métricas. Essas informações correspondem ao total das áreas que drenam convergindo para o ponto exutório da sub-bacia em questão. Como a sub-bacia 2 é a que se encontra a jusante da microbacia do Córrego do Paraíso, a área indicada na Figura 7 corresponde à área total aproximada da microbacia.

As principais informações das tabelas de atributos (Figuras 5, 6 e 7) são exibidas na Tabela 1. É importante

observar que, apesar de algumas sub-bacias possuírem áreas pequenas em relação a outras (segunda coluna), ao se analisar sua área acumulada (última coluna), percebe-se que o escoamento superficial que converge para ela pode aumentar sua importância dentro da microbacia. O cálculo das áreas acumuladas é importante para se conhecer a real área de drenagem de determinado curso d'água, quando da análise de uma bacia, a fim de se localizar e evitar, ou mesmo minimizar, possíveis impactos ambientais. Este fato pode ser observado nas sub-bacias 5 e 9, que, apesar de possuírem áreas individuais pequenas, em relação às demais, 30.948,00 m² e 18.192,00 m², respectivamente, possuem áreas acumuladas expressivas, 1.575.036 m² e 921.100,00 m², respectivamente, além de se localizarem estrategicamente no centro da microbacia.

O conjunto de informações mostrado na Tabela 1 é apenas um instrumento para a gestão de bacias hidrográficas. Com base nessas informações, estraté-

Tabela 1. Características morfométricas da microbacia do Córrego do Paraíso

Valor	Área (m ²)	Perímetro (m)	Amplitude (m)	Média (m)	Desvio-padrão (m)	Comp. do curso d'água (m)	Área acum. (m ²)
1	94.796	1.700	110,89	727,93	22,93	151,97	94.796
2	37.660	1.364	73,94	694,05	16,11	142,91	2.120.784
3	326.840	2.888	147,50	720,46	27,59	613,09	1.988.328
4	86.452	1.544	136,74	762,56	31,20	305,65	86.452
5	30.948	1.452	100,32	709,80	18,71	188,11	1.575.036
6	142.916	1.876	127,13	746,98	28,88	412,87	142.916
7	264.320	2.788	129,79	730,58	23,90	579,73	1.401.172
8	235.800	2.496	125,54	769,14	30,94	76,91	235.800
9	18.192	956	45,75	717,89	9,34	126,08	921.100
10	51.908	1.544	68,39	730,31	15,88	232,79	215.752
11	7.724	696	50,97	730,90	10,95	43,31	7.724
12	17.816	1.044	43,45	720,66	9,93	112,77	261.340
13	6.620	544	41,94	718,23	9,41	78,77	641.568
14	38.200	1.236	66,45	742,87	12,26	219,96	38.200
15	125.644	1.996	137,54	770,82	28,95	295,99	125.644
16	371.672	3.064	126,56	767,68	29,50	765,51	371.672
17	120.092	1.828	118,19	751,23	21,77	519,81	263.276
18	61.828	1.256	93,57	791,91	20,56	54,77	61.828
19	16.788	856	62,94	762,20	13,83	135,54	81.356
20	25.836	844	87,65	786,87	19,58	59,80	25.836
21	38.732	1.032	98,01	787,59	24,11	99,54	38.732

gias podem ser montadas para as tomadas de decisão, a fim de que o manejo, a conservação ou a recuperação dessa área sejam efetivos, visando a sustentabilidade a que se propõe o meio ambiente. É importante observar que os dados devem estar georreferenciados para a gestão de recursos hídricos. Isto permite a análise de dados a montante e a jusante da bacia em estudo, considerando o conceito de rede interligada para as bacias hidrográficas.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no trabalho, pode-se concluir que:

- Os dados de curva de nível e a hidrografia mapeada em campo subsidiaram a geração do MDEHC, represen-

tando em formato de *grid* a superfície da bacia hidrográfica.

- A utilização das ferramentas de análise espacial do *software* ArcGIS, com base nos dados de altitude contidos no MDE, permitiram a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica estudada.

- Os processos automatizados para caracterização da bacia, além de eliminar a subjetividade, proporcionaram maior rapidez na obtenção dos resultados, principalmente se aplicados a áreas de grande extensão.

- Os conceitos de zona foram usados na maioria dos passos, sendo de extrema importância sua definição quando se trabalha no universo *raster*.

- A sub-bacia 13 possui os menores valores para as variáveis Área e Perímetro, sendo 6.620,00 m² e 544,00 m, respectivamente;

- A sub-bacia 16 possui os maiores valores para as variáveis Área e Perímetro, sendo 371.670,00 m² e 3.064,00 m, respectivamente;

- A sub-bacia 11 foi a que obteve o menor comprimento de curso d'água, com 43,31 m, e a 16 o maior, com 765,51m.

- Por possuir as maiores dimensões e estar localizada a montante da microbacia de estudo, a sub-bacia 16 deve merecer atenção especial quando da utilização de seus recursos.

- Apenas 3 das 21 sub-bacias encontradas possuem altura inferior a 50,00 m (sub-bacias 9, 12 e 13), comprovando as características montanhosas da região;

O conhecimento quantitativo das características morfométricas da bacia estudada permite traçar melhores estratégias para subsidiarem tomadas de decisões, se transformando num banco de dados primário em estudos mais avançados.

REFERÊNCIAS

- Baena LGN, Silva DD (2004) Regionalização hidrológica - Determinação das características físicas. Viçosa, MG: UFV.
- Chevallier P (2001) Aquisição e processamento de dados. In: Hidrologia: ciência e aplicação / organizado por Carlos E. M. Tucci. - 2.ed.; 2. reimpr. - Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH. 485-525.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística - IBGE (1979) Projeção universal transversa de mercator. Viçosa, MG: Escala 1:50.000. (Mapa).
- Guerra AJT, Cunha SB (2003) Geomorfologia e meio ambiente. 4ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 372p.
- Ribeiro CAAS, Chaves M de A, Soares VP, Euclides HP (2002) Modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes para a Amazônia legal. In: 2º Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste. (CD-ROM).
- Silveira ALL (2001) Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: Hidrologia: ciência e aplicação/organizado por Carlos E. M. Tucci. - 2.ed.; 2. reimpr. - Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 35-51.
- Silva DD, Ramos, MM (2001) Curso de especialização por tutoria à distância: Uso racional dos recursos naturais e seus reflexos no meio ambiente. Módulo 10: Planejamento e gestão integrados de recursos hídricos. Brasília: ABEAS.
- Soares VP, Moreira AA, Ribeiro JC, Ribeiro CAAS, Silva E (2002) Avaliação das áreas de uso indevido da terra em uma microbacia no município de Viçosa-MG, através de fotografias aéreas e sistemas de informação geográfica. Revista árvore, 26:243-251.
- Tribe A (1992) Automated recognition of valley heads from digital elevation models. Earth Surface Processes & Landforms, 16:33-49.