



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA LONTRA – CAFELÂNDIA, SP

Maria Beatriz Sartor¹, Mariana Wagner de Toledo Piza¹, Gabriel Rondina Pupo da Silveira¹, Edéria Pereira Gomes¹ & Sérgio Campos¹

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo a avaliação morfométrica da bacia do córrego da Lontra, localizado no município de Cafelândia (SP), tendo em vista a proteção e manutenção ambiental utilizando-se ferramentas de geoprocessamento. As ferramentas empregadas foram o Sistema de Informação Geográfica - SIG IDRISI Selva e *software* CartaLinx. A microbacia apresenta uma área de 18,30 km² e está localizada entre os paralelos 21° 45' a 22° 00' de latitude S e 49° 30' a 49° 45' de longitude W Gr. Para a caracterização da morfometria da bacia utilizou-se a carta planialtimétrica de Cafelândia, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, de 1973, em escala 1:50000 e o *software* Cartalinx para a vetorização da delimitação do limite da microbacia, extração da rede de drenagem, das curvas de nível e nascentes. No SIG IDRISI Selva, fez-se o georreferenciamento e a quantificação dos parâmetros morfométricos para posterior análise e avaliação dos dados. Os resultados demonstram que a bacia possui uma baixa Densidade de Drenagem (Dd), ou seja, presença de rochas permeáveis que permitem a infiltração da água no solo diminuindo, assim, o escoamento superficial e o risco de erosão, com uma declividade média (H) representando um relevo plano a ondulado. O Índice de Forma (IF), aliado ao Índice de Circularidade (Ic), indica que a microbacia apresenta uma forma ovalada, com baixa tendência à enchentes. O parâmetro Coeficiente de Rugosidade (RN) permitiu demonstrar a tendência da microbacia para pastagem.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria, hidrografia, georreferenciamento.

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE STREAM OF LONTRA - CAFELÂNDIA, SP

ABSTRACT: This study aimed to morphometric evaluation of Lontra stream watershed, located in the municipality of Cafelândia (SP), with a view to environmental protection and maintenance through geoprocessing tools. The programs used were the Geographic Information System - GIS IDRISI Selva and CartaLinx software. The watershed has an area of 18.30 km² and is located between parallels 21° 45' to 22° 00' S latitude and 49° 30' to 49° 45' W longitude Gr. To characterize the morphology of the basin used the planialtimetric letter of Cafelândia, published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) in 1973, scale 1:50000 and the *software* Cartalinx for the vectorization of delimitation of watershed boundary, drainage network extraction, the level curves and springs. In the GIS IDRISI Selva, the georeferencing and quantification of the morphometric parameters were performed for further analysis and evaluation of the data. The results demonstrate that the basin has a low drainage density, or presence of permeable rocks that allow water infiltration into the soil thus reducing runoff and erosion risk. The *shape index*, together with the *roundness index*, indicates that the watershed has an oval shape, with low tendency to flood. The parameter *coefficient of roughness* allowed showing the trend of the watershed for grazing.

KEYWORDS: Morphometry, hydrography, georeferencing.

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por bacia hidrográfica um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, constituída nas porções mais altas do relevo por divisores de água, nos quais a água das chuvas escoar na superfície formando os riachos e rios ou infiltra no solo dando origem às nascentes e formação do lençol freático (BARRELLA et al., 2001). No Brasil, bacia hidrográfica é a unidade física adotada, conforme a Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997), para designar o gerenciamento dos recursos hídricos e implementar um plano de gestão dos

mesmos. Esta denominação é também utilizada em outros países (GARCIA, 2011).

Em relação à análise de bacias hidrográficas, diversos são os parâmetros a serem analisados, destacando-se os morfométricos. Segundo Siqueira et al. (2012) o objetivo da morfometria é estabelecer relações entre as propriedades mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes, utilizando-se de índices numéricos que categorizam a rede de drenagem. Tais índices são importantes fundamentalmente na identificação das potencialidades da bacia e determinação de seu uso, permitindo um manejo adequado baseado no diagnóstico e análise de risco e degradação dos recursos naturais. Os

¹ UNESP/FCA. E-mail: biasartor@hotmail.com, marywagner.adm@gmail.com, gabrielrondina@hotmail.com, ederia@lpnet.com.br, seca@fca.unesp.br

índices permitem, também, uma avaliação da suscetibilidade à erosão da área de uso da bacia e do comportamento da mesma.

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica é um mecanismo essencial na investigação da degradação ambiental, delimitação da zona ripária, programação e manejo de microbacias, pois permite descrever a formação geomorfológica da paisagem em sua oscilação topográfica, possuindo um papel expressivo no condicionamento de respostas ligadas à erosão hídrica após eventos pluviométricos relevantes (MOREIRA; RODRIGUES, 2010).

A partir das propriedades físicas da microbacia é possível observar e analisar atividades tais como o ciclo hidrológico, a evapotranspiração e a relação infiltração/deflúvio. Com o auxílio do geoprocessamento é possível desenvolver trabalhos detalhados em relação às características morfométricas de bacias hidrográficas. Entende-se por geoprocessamento um termo que engloba diversas tecnologias para coleta de dados e tratamento de referências geográficas através de *softwares* computacionais. Dentre essas tecnologias destacam-se o sensoriamento remoto, a digitalização de informações, a automação de tarefas cartográficas, o uso de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (PINA; SANTOS, 2000).

O uso do SIG é essencial no estudo de bacias hidrográficas, pois promove melhores condições de análise morfométrica, sendo uma importante ferramenta de avaliação e determinação da evolução espacial, temporal e geográfica de uma determinada área. Segundo Teixeira et al. (1992) o Sistema de Informação Geográfica utiliza-se de uma base de dados computadorizada que compreende informações espaciais – relevo, solo, clima, vegetação, hidrologia, entre outros aspectos do meio natural – que possibilitam um gerenciamento de conteúdo com maior precisão geográfica, além de aspectos sociais, econômicos e políticos, que permitem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses os atributos sobre os quais atuam uma variedade de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a morfometria da bacia hidrografia do córrego da Lontra, localizado no município de Cafelândia (SP) por meio da utilização do SIG IDRISI Selva e do *software* CartaLinx, relacionando características físicas da microbacia com tendências de conservação ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do córrego da Lontra localiza-se na porção sul do município de Cafelândia (SP), entre as coordenadas geográficas 21° 45' e 22° 00' de latitude S e 49° 30' e

49° 45' de longitude W Gr. e possui uma área total de 18,30 km². Está a uma altitude de 467 metros e, segundo a classificação climática de Koeppen para o estado de São Paulo - que se baseia em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado abrange sete tipos climáticos diferentes, sendo que a maioria corresponde a clima úmido e quente - pertence ao clima do tipo AW, ou seja, “tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono” (CEPAGRI, 2016).

2.2 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Na caracterização física da bacia do córrego do Lontra foi utilizada a carta do IBGE de 1973, em escala 1:50000, folha Cafelândia (SF-22-X-C-VI-4), com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem e da planialtimetria. O SIG IDRISI Selva e o *software* CartaLinx foram utilizados no georreferenciamento da microbacia, na rasterização das curvas de nível, divisor de águas, rede de drenagem e nascentes; para a realização das análises morfométricas e obtenção dos dados necessários, como comprimento da rede de drenagem (Cr), comprimento do curso principal (CP), do perímetro (P) e da área (A) da bacia.

2.3 PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS

Para a caracterização e composição da rede de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: densidade de drenagem (Dd), declividade média (H), coeficiente de rugosidade (RN), índice de circularidade (Ic), índice de forma (IF), coeficiente de compacidade (Kc), extensão de percurso superficial (EPS), gradiente de canais (GC), índice de sinuosidade (IS), razão de relevo (Rr), frequência de rios (Fr) e coeficiente de manutenção (Cm).

2.3.1 Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem caracteriza, através da correlação entre o comprimento total da rede de drenagem (Cr) e a área da bacia, o padrão de drenagem da mesma. É um parâmetro físico considerado fundamental por muitos autores e representado pela expressão abaixo, conforme proposto por França (1968), na Equação 1:

$$Dd = Cr \cdot A^{-1} \quad (1)$$

Onde:

Dd - Densidade de drenagem (km/km²)

Cr - Comprimento da rede de drenagem (km)

A - Área da bacia hidrográfica (km²)

A densidade de drenagem é classificada por França (1968) em três classes de valores, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalo de valores para classificação da densidade de drenagem.

Densidade de drenagem (Dd) em km/km ²	Classificação
< 1,5	Baixa
1,5 a 2,5	Média
> 2,5	Alta

Fonte: França (1968).

Uma bacia hidrográfica com baixo valor de densidade de drenagem pode indicar a existência de rochas resistentes, solos permeáveis, cobertura vegetal densa e/ou relevo suave. Em contrapartida, um alto valor de densidade de drenagem pode sugerir a presença de rochas pouco resistentes, solos impermeáveis, pequena cobertura vegetal e/ou relevo acidentado. Esse parâmetro é importante, pois define a representação topográfica da bacia (ARRAES et al., 2010).

2.3.2 Declividade média (H)

A declividade média do terreno da bacia hidrográfica é um parâmetro físico utilizado no estudo dos picos de enchentes e da infiltração de água no solo de forma que, com este índice, é possível determinar o escoamento da água das chuvas e verificar a suscetibilidade à erosão, sendo que quanto maior a declividade, maior o escoamento superficial e, conseqüentemente, o risco de erosão (ROCHA; SILVA, 2001). A declividade média foi encontrada a partir da Equação 2 (LEPSCH et al., 1991).

$$H = (D \cdot Cn) \cdot 100 / A \quad (2)$$

Onde:

H - Declividade média da bacia (%)

D - Equidistância vertical das curvas de nível da bacia hidrográfica (km)

Cn - Comprimento total das curvas de nível da bacia hidrográfica (km)

A - Área da bacia hidrográfica (km²)

Chiarini e Donzelli (1973), em estudo sobre as classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo utilizando-se de fotointerpretação, definiram as classes de declive, considerando os tipos de relevo, da forma como consta na Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de declive segundo o relevo.

Classes de declive (%)	Relevo
0 a 12	Plano ondulado
12 a 20	Forte ondulado
20 a 40	Acidentado
> 40	Montanhoso

Fonte: Chiarini e Donzelli (1973).

2.3.3 Coeficiente de rugosidade (RN)

O coeficiente de rugosidade é um indicador que direciona quanto ao uso potencial para as terras rurais.

Segundo Rocha (2001), pode-se dividir a bacia hidrográfica em quatro classes de uso da terra:

A = Solos apropriados para agricultura (menor valor de RN);
 B = Solos apropriados para pastagens (pecuária);
 C = Solos apropriados para pastagens/reflorestamentos;
 D = Solos apropriados para reflorestamentos (maior valor de RN).

As classes “A”, “B”, “C” e “D” foram obtidas através do cálculo da amplitude - diferença entre o maior e o menor valor de RN encontrado para as bacias hidrográficas e o intervalo de domínio, que é a relação entre a amplitude dividida por quatro. Ainda de acordo com Rocha (2001), o coeficiente de rugosidade é dado pela Equação 3.

$$RN = Dd \cdot H \quad (3)$$

Onde:

RN - Coeficiente de rugosidade (adimensional)

Dd - Densidade de drenagem (km/km²)

H - Declividade média da bacia (%)

Baseados na análise de 35 microbacias pertencentes à bacia do rio Araguari – MG, Deamo et al. (2009) subdividiram os coeficientes de rugosidade de forma a facilitar a interpretação dos padrões quanto ao RN e ao melhor uso e ocupação do solo da bacia (Tabela 3).

Tabela 3 - Bacias e respectivos Coeficientes de Rugosidade.

Valor do RN	Classe RN	Coeficiente de Rugosidade (RN)
1,09 até 10,63	A	Agricultura
10,64 até 20,18	B	Pastagem
20,19 até 29,73	C	Pastagem/Florestamento
29,74 até 39,28	D	Florestamento

Fonte: Deamo et al. (2009).

Pode-se observar que quanto maior o valor do coeficiente de rugosidade, maior será a probabilidade de ocorrer erosão.

2.3.4 Índice de circularidade (Ic)

O índice de circularidade é determinado conforme a Equação 4 (CHRISTOFOLETTI, 1980). Segundo o autor, a área do círculo tem um perímetro “C” igual ao perímetro “P” da bacia podendo ser obtido a partir da expressão conforme Equação 5.

$$Ic = A / Ac \quad (4)$$

Onde:

Ic - Índice de circularidade (adimensional)

A - Área da bacia hidrográfica (ha ou km²)

Ac - Área do círculo de perímetro igual ao da bacia hidrográfica considerada (ha ou km²)

$$Ic = 4\pi (A / P^2) \quad (5)$$

Onde:

Ic - Índice de circularidade (adimensional)
 A - Área da bacia hidrográfica (ha ou km²)
 P - Perímetro da bacia hidrográfica (km)

O risco de enchentes será maior quanto maior for o índice de circularidade, pois quanto maior for a concentração de água do tributário principal, maior a necessidade de proteção por cobertura vegetal da bacia hidrográfica, bem como a adoção de técnicas de conservação do solo. Quanto maior forem os índices de forma e de circularidade da bacia hidrográfica, mais arredondado será o seu formato, existindo uma associação direta com a declividade da mesma, causando um escoamento superficial de água mais rápido e eficiente, podendo levar a erosões laminares, alagamentos de rios e enchentes, ocorridas pela alta velocidade adquirida pela água (SILVEIRA, 2016).

Com o aumento da vazão e a incapacidade do rio de suportá-la, ocorrem as cheias, conforme podemos observar na Tabela 4 (VILLELA; MATTOS, 1975).

Tabela 4 - Valores para interpretação dos resultados quanto aos índices de forma (If) e de circularidade (Ic).

If	Ic	Formato da bacia	Tendência à enchente
< 0,75	1,00 – 0,80	Circular	Alta
0,75 – 0,50	0,80 – 0,60	Ovalada	Mediana
0,50 – 0,30	0,60 – 0,40	Oblonga	Baixa
< 0,30	< 0,40	Comprida	Tendência à conservação

Fonte: Villela e Mattos (1975).

2.3.5 Índice de forma (If)

O índice de forma da bacia relaciona a forma da mesma com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (comprimento longínquo do canal principal) e podendo ser calculada pela expressão conforme Equação 6 (VILLELA; MATTOS, 1975).

$$If = A / L^2 \quad (6)$$

Onde:

If - Índice de forma (adimensional)
 A - Área da bacia hidrográfica (ha ou km²)
 L - Comprimento do eixo da bacia (km)

Conforme Silveira (2016), a bacia será mais circular quanto maior for o valor do índice de forma, sendo que, aquelas com formato retangular ou triangular são menos vulneráveis à enchentes do que as circulares, ovais e quadradas, que apresentam maiores chances de que chuvas intensas ocorram concomitantemente em toda sua extensão, levando a uma grande concentração no volume de água do tributário principal.

2.3.6 Coeficiente de compacidade (Kc)

O coeficiente de compacidade, também conhecido como índice de Gravelius é dado pela razão entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo equivalente à área da bacia, conforme demonstra a Equação 7.

$$Kc = 0,28 (P : A^{1/2}) \quad (7)$$

Onde:

Kc - Coeficiente de compacidade (adimensional)
 P - Perímetro da bacia (km)
 A - Área da bacia (km²)

O coeficiente de compacidade é um índice adimensional que varia com a forma da bacia independentemente do seu tamanho. Conforme pode ser observado na Tabela 5, quanto mais irregular for a bacia hidrográfica, maior será o seu Kc, o que determina que um coeficiente mínimo igual à unidade seria equivalente a uma bacia circular e, se os outros fatores forem iguais, a tendência à enchentes é maior quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente (VILLELA; MATTOS, 1975).

Tabela 5 - Intervalo de valores para interpretação dos resultados do Coeficiente de compacidade.

Coeficiente de compacidade (Kc)	Formato da bacia hidrográfica
1,00 – 1,25	Redonda para ovalada
1,25 – 1,50	Ovalada
1,50 – 1,70	Oblonga

Fonte: Villela e Mattos (1975).

2.3.7 Sistema de drenagem

Conforme método proposto por Strahler (1957), os rios são hierarquizados com início naqueles de primeira ordem – rios que não recebem afluentes – seguidos daqueles de segunda ordem – quando no mínimo dois rios de primeira ordem sejam confluentes e, assim por diante. Os cursos primários recebem o número 1; a união de dois rios de mesma ordem origina um curso de ordem superior; a união de dois rios de ordens diferentes faz com que prevaleça a ordem do maior. Na Figura 1 observa-se o sistema de drenagem da bacia hidrográfica do córrego da Lontra conforme metodologia proposta pelo autor.

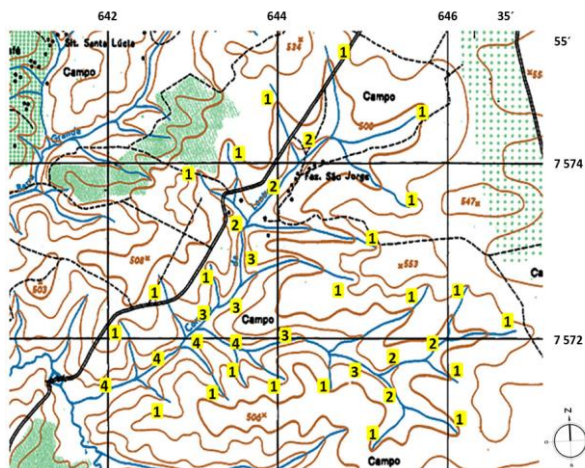


Figura 1 - Sistema de drenagem a partir da ordem dos cursos d'água na bacia hidrográfica do córrego da Lontra – Cafelândia, SP.

2.3.8 Extensão de percurso superficial (EPS)

Segundo Horton (1945), a extensão do percurso superficial representa a distância média percorrida pelas águas pluviais e pode ser obtida conforme Equação 8.

$$EPS = (1/2 \cdot Dd) \cdot 1000 \quad (8)$$

Onde:

EPS - Extensão de percurso superficial (m)

Dd - Densidade de drenagem (km/km²)

2.3.9 Gradiente de canais (GC)

Conforme Freitas (1952), o gradiente de canais indica a declividade dos cursos d'água e pode ser obtido através da Equação 9.

$$GC = H \text{ máx} / L \quad (9)$$

Onde:

GC - Gradiente de canais (%)

H máx - Altitude máxima (km)

L - Comprimento do canal principal (km)

2.3.10 Índice de sinuosidade (IS)

Ainda segundo Freitas (1952), o índice de sinuosidade indica os formatos dos canais, considerando o comprimento do canal principal e dividindo-o pelo comprimento vetorial desse mesmo canal (Equação 10). Para valores menores que 1 os canais são considerados retilíneos e para valores maiores que 2, os canais são classificados como sinuosos.

$$IS = L / LV \quad (10)$$

Onde:

IS - Índice de sinuosidade (adimensional)

L - Comprimento do canal principal (km)

LV - Comprimento vetorial do canal (km)

2.3.11 Razão de relevo (Rr)

Schumm (1956) classificou a razão de relevo como sendo a relação entre a diferença de altitude dos pontos extremos da bacia e seu comprimento (Equação 11). A razão de relevo indica que quanto maior o seu valor, mais acidentado o relevo da área da bacia hidrográfica, ou seja, quanto maior for a razão de relevo, maior será a declividade geral da bacia e, conseqüentemente, maior será a velocidade da água a escoar no sentido do seu maior comprimento (CARVALHO, 1981). Piedade (1980) utilizou os seguintes valores para determinar a razão de relevo:

Razão de relevo baixa - 0,00 a 0,10;

Razão de relevo média - 0,11 a 0,30;

Razão de relevo alta - 0,31 a 0,60.

$$Rr = Hm / L \quad (11)$$

Onde:

Rr - Razão de relevo (km/km)

Hm - Amplitude altimétrica máxima (km)

L - Comprimento do canal principal (km)

2.3.12 Frequência de rios (Fr)

Para Horton (1945), a frequência de rios pode ser obtida a partir da relação entre o número total de segmentos de rios e a área da bacia, conforme Equação 12. De acordo com Freitas (1952), a frequência de rios, também chamada de densidade hidrográfica, é um parâmetro que indica a extensão da rede hidrográfica, bem como a capacidade da bacia em gerar novos cursos d'água conforme características pedológicas, geológicas e climáticas do local.

$$Fr = Nt / A \quad (12)$$

Onde:

Fr - Frequência de rios (adimensional)

Nt - Número total de segmentos de rios (quantidade)

A - Área da bacia (km²)

2.3.13 Coeficiente de manutenção (Cm)

Segundo Silveira (2016), o coeficiente de manutenção é o parâmetro que demonstra o mínimo de área necessária para a manutenção dos canais presentes na bacia, sendo calculado a partir da Equação 13.

$$Cm = (1 / Dd) \cdot 1000 \quad (13)$$

Onde:

Cm - Coeficiente de manutenção (km/km²)

Dd - Densidade de drenagem (km/km²)

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme avaliação realizada, os resultados obtidos para a bacia do córrego da Lontra (SP), com área de 18,3 km², perímetro de 20,19 km e canal principal com 5,7 km são apresentados na Tabela 6. O comprimento total da rede

de drenagem de 26,32 km demonstra que a bacia constitui-se por diversos canais de drenagem.

Tabela 6 - Características morfométricas da microbacia do córrego da Lontra, Cafelândia-SP.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da bacia		
Área (A)	km ²	18,30
Perímetro (P)	km	20,19
Comprimento do canal principal (L)	km	5,7
Comprimento da rede de drenagem (Cr)	km	26,32
Comprimento das curvas de nível (Cn)	km	89,80
Comprimento axial (LV)	km	5,2
Equidistância vertical das curvas de nível (D)	km	0,02
Comprimento do eixo da bacia (L)	km	6
Características do relevo		
Coefficiente de compacidade (Kc)	-----	1,32
Índice de forma (If)	-----	0,5
Índice de circularidade (Ic)	-----	0,56
Declividade média da bacia (H)	%	9,8
Amplitude altimétrica máxima (Hm)	m	115
Altitude máxima (H máx)	m	555
Menor altitude (mA)	m	440
Coefficiente de rugosidade (RN)	-----	14,11
Razão de relevo (Rr)	km/km	0,02
Padrões de drenagem da bacia		
Ordem da bacia (W)	-----	4 ^a
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	1,44
Coefficiente de manutenção (Cm)	km/km ²	694,45
Extensão do percurso superficial (EPS)	m	720
Gradiente de canais (Gc)	%	9,82
Índice de sinuosidade (Is)	-----	1,1
Frequência de rios (Fr)	-----	1,14

Fonte: Elaborada pelos autores.

O formato da bacia é caracterizado fisicamente por indicadores relativos à formas geométricas, por exemplo, o fator de forma cuja relação se dá com um retângulo e o coeficiente de compacidade, que faz relação com a figura geométrica do círculo (RODRIGUES et al., 2011). Estes dois fatores são parâmetros importantes na indicação do tempo necessário para que a bacia hidrográfica contribua na saída da água após uma chuva, pois quanto menor é o tempo de concentração maior será a vazão máxima de enchentes (OLIVEIRA et al., 2016). O baixo valor do índice de forma (0,5) sugere uma bacia menos circular e mais alongada, se assemelhando a um triângulo, sendo assim, de acordo com Silveira (2016), indica uma bacia menos vulnerável à enchentes, pois têm menores chances de que ocorram precipitações intensas concomitantes ao longo de toda sua extensão. Juntamente do coeficiente de compacidade (1,32) – que indica uma forma mais ovalada, e do índice de circularidade (0,56) que aponta para uma bacia com formato oblongo.

Valores de densidade de drenagem, frequência de rios e razão de relevo estão associados à presença de rochas permeáveis, que facilitam a infiltração da água no solo reduzindo o volume de escoamento superficial e,

consequentemente diminuindo o risco de erosão e degradação ambiental (TONELLO et al., 2006). As propriedades da rede de drenagem da bacia foram obtidas através do índice da densidade de drenagem, correspondendo a 1,44 km/km², caracterizando uma baixa densidade de drenagem, que aponta para uma bacia pouco suscetível à erosão, com a presença de rochas permeáveis e, segundo Christofletti (1969), situadas em regiões com precipitações de baixa intensidade ou pouca concentração de chuvas.

De acordo com Silva et al. (2009), a sinuosidade dos rios é um dos elementos que determinam a velocidade de escoamento do canal, pois demonstra o quão próximo o rio segue diretamente a linha do talvegue, ou seja, com baixo grau de sinuosidade. Para Politano (1978) o relevo apresenta relação direta com as condições de profundidade do perfil da bacia, sensibilidade à erosão, drenagem, etc. A declividade do terreno auxilia no escoamento das águas pluviais, sendo que, quanto maior o trecho em declive, menor será o escoamento pela superfície e, assim, maior será a chance de ocorrer erosão. O grau de erosão associa-se também à cobertura

vegetal, ao tipo de solo e ao tipo de uso da terra de cada bacia hidrográfica.

Quanto ao coeficiente de rugosidade, adotado para diagnosticar a probabilidade de vir a ocorrer erosões, o valor calculado de 14,11 permite a classificação da bacia do córrego da Lontra com vocação para uso com pastagem (classe B), ou seja, indicada para produção pecuária. Observa-se que quanto maior o valor do coeficiente de rugosidade, maior será a probabilidade de ocorrer erosão, confirmando, mais uma vez, a baixa suscetibilidade da bacia a ocorrência de erosões.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou uma análise completa sobre a bacia hidrográfica do córrego da Lontra (SP) com o objetivo de auxiliar no planejamento e manejo integrado dos recursos hídricos da área, de forma a manter e preservar o controle do seu uso e restauração ambiental.

A bacia estudada possui uma baixa densidade de drenagem, ou seja, com provável existência de rochas resistentes, solos permeáveis, cobertura vegetal densa e/ou relevo suave, com comportamento resistente à erosão.

A declividade média encontrada demonstra que a bacia possui um relevo plano a ondulado, indicando, mais uma vez, a boa capacidade da bacia em relação à infiltração de água no solo e a baixa suscetibilidade à erosão.

O coeficiente de rugosidade sugere que a bacia possua área propícia para atividades de pastagem (classe B – pecuária). O índice de circularidade indica que a bacia tem um formato oblongo, revelando baixa tendência à enchentes, assim como o índice de forma. O coeficiente de compacidade também aponta para um formato ovalado da bacia.

O valor encontrado para a razão de relevo, confirma a baixa tendência à enchentes e erosão da bacia analisada, ou seja, a pequena declividade e, conseqüentemente, a baixa velocidade da água ao escoar no sentido do seu maior comprimento.

Conclui-se que as técnicas de geoprocessamento, a exemplo do SIG IDRISI Selva e do *software* CartaLinx, são de importância fundamental no auxílio da gestão e planejamento dos recursos hídricos à medida que complementam os estudos e avaliações ambientais.

5 REFERÊNCIAS

ARRAES, C. L.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; ZANATA, M.; CAMPOS, S. Morfometria dos compartimentos hidrológicos do Município de Jaboticabal, SP. *UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2010.

BARRELLA, W.; PETRERE-JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2001.

BRASIL. Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CARVALHO, W. A. **Relações entre relevos e solos da bacia do rio Capivara**: município de Botucatu, SP. 1981. 193 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1981.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**: Cafelândia. 2016. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_100.html>. Acesso em: 04 nov. 2016.

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 3, p. 1-29, 1973.

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

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

DEAMO, J. C. M.; VALLE JUNIOR, R. F.; VIEIRA, D. M. S.; VIEIRA, T. A.; COUTO, R. G. C. Diagnóstico físico-conservacionista da microbacia dos córregos Pindaíba, Marimbondo e Tenda, Uberlândia-MG. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – IFTM, 2., Uberaba, 2009. **Anais...** Uberaba: IFTM, 2009.

FRANÇA, G. V. **Interpretação de bacias e redes de drenagem aplicados a solos da região de Piracicaba (SP)**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 11, p. 53-57, 1952.

GARCIA, Y. M. **Aplicação do código florestal como subsídio para o planejamento ambiental na bacia hidrográfica do Córrego do Palmitalzinho - Regente Feijó - São Paulo**. 2011. 145 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

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

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, J. R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

MOREIRA, L.; RODRIGUES, V. A. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 16, n. 1, p. 9-21, 2010.

OLIVEIRA, R. F.; CAMPOS, S.; GARCIA, Y. M.; SILVEIRA, G. R. P.; NOGUEIRA, E. Geoprocessamento aplicado na Avaliação morfométrica da microbacia do córrego Estância Santa Rita - Botucatu, SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 31, n. 2, p. 178-185, 2016.

PIEIDADE, G. C. R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP**. 161 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1980.

PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000.

POLITANO, W. **Estudos básicos de aerofotogrametria e fotointerpretação no curso de Agronomia**: apostila didática do curso de Agronomia. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1978. 57 p.

ROCHA, J. S. M.; SILVA, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 2001. 302 p.

RODRIGUES, D. P.; NOLASCO, M. C.; JESUS, T. B. Geoprocessamento aplicado ao estudo da análise morfométrica: o caso da microbacia do rio Coisa Boa – Chapada Diamantina - BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. p. 3947.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains. **Geological Society of America Bulletin**. Boulder, v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1956.

SILVA, M. C.; COSTA, C. D. O.; CAPPI, N.; GENTIL, R. H. P. Morfometria da microbacia do córrego fundo no Município de Aquidauana, MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. p. 290-295.

SILVEIRA, G. R. P. **Geomática aplicada na caracterização conservacionista de uma bacia**

hidrográfica no município de São Manuel (SP). 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

SIQUEIRA, H. E.; TIBERY, L. R.; GUIDOLINI, J. F.; VALLE JUNIOR, R. F.; RODRIGUES, V. A. Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do Rio Veríssimo, Veríssimo - MG. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2236-2248, 2012.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transactions American Geophysical Union, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

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

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S. R.; LEITE, F. P. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

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