

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO ÁGUA DO BREJÃO – ANHEMBI, SP**LETÍCIA DURON CURY¹; AMANDA APARECIDA DE LIMA²; ANA CLARA DE BARROS³; THYELLENN LOPES DE SOUZA⁴; SÉRGIO CAMPOS⁵**

Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas (Unesp/FCA), Av. Universitária, nº 3780 - Altos do Paraíso, Botucatu - SP, 18610-034, le.cury@hotmail.com¹, aalima2603@hotmail.com², anaclara_inha@hotmail.com³, thyellenn@hotmail.com⁴, seca@fca.unesp.br⁵

RESUMO: A análise morfométrica possui como característica diagnosticar mudanças, por meio de parâmetros morfológicos e seus processos, que ocorrem com ou sem interferência das atividades humanas. Com isso, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego Água do Brejão, no município de Anhembi-SP, por meio do levantamento de alguns parâmetros relacionados à dimensão, forma, relevo e drenagem, com a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) IDRISI 17.0 Selva, do *software* CartaLinx e da carta planialtimétrica do IBGE de nome Anhembi, datada de 1991. A partir dos resultados obtidos, foi possível constatar que a microbacia possui área (A) de 1.929 ha e perímetro (P) de 18,60 km. As características relacionadas à forma da microbacia, apontaram um formato ovalado e redondo, o que proporciona uma tendência a enchentes de média à alta. As características do relevo indicaram uma declividade média (D), considerada suave ondulado, proporcionando um menor risco de erosão, pois apresenta baixa velocidade de escoamento superficial. O coeficiente de rugosidade (RN) identificou solos apropriados para agricultura. Para as características relacionadas à drenagem, os valores da densidade de drenagem (Dd), confirmaram o baixo escoamento superficial da microbacia. Dessa forma, a atual situação da microbacia induz em um melhor planejamento em relação à conservação ambiental por meio de um plano de monitoramento.

Palavras-chaves: Morfometria, sistemas de informação geográfica, geoprocessamento, conservação ambiental.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF CÓRREGO ÁGUA DO BREJÃO WATERSHED – ANHEMBI/SP

ABSTRACT: Morphometric analysis has the characteristic of diagnosing changes, through morphological parameters and their processes, which occur with or without human activities interferences. The aim of this study was to perform the morphometric characterization of Água do Brejão stream watershed, Anhembi-SP, evaluating some parameters related to size, shape, relief and drainage, using the Geographical Information System (GIS) - IDRISI 17.0 Selva, the CartaLinx software and the IBGE planialtimetric chart named Anhembi, dated 1991. It was possible to verify in the results that the watershed has area (A) of 1,929 ha and perimeter (P) of 18.60 km. Related to the shape of the watershed, indicated an oval and round shape, providing a tendency to medium to high flood. The relief characteristics indicated a medium slope (D), considered smooth undulating, providing a lower risk of erosion, because a lower runoff velocity. The roughness coefficient (RN) identified suitable agriculture soils. For the drainage, values of drainage density (Dd) confirmed the low watershed surface runoff. Thus, the current microbasin situation leads to better planning in relation to environmental conservation through a monitoring plan.

Keywords: Morphometry, geographic information systems, geoprocessing, environmental conservation.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica representa uma unidade geomorfológica fundamental da superfície terrestre, considerada a principal unidade fisiográfica do terreno, pois suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Para a formação da bacia, se torna necessário a presença de divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, assim como, uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (TUCCI, 1997). As bacias hidrográficas acabam se tornando importantes áreas para a conservação dos recursos naturais, sendo de fundamental importância o manejo racional desses recursos, buscando um desenvolvimento sustentável, quando se pensa em utilizar racionalmente as reservas de água para diversos fins, principalmente para o consumo humano, animal e para irrigação (SILVA et al., 2010).

As características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e o tipo da cobertura vegetal influenciam o sistema hidrológico de uma bacia hidrográfica (LIMA, 1986). Com isso, as características físicas e bióticas de uma bacia desempenham um importante papel nos processos do ciclo hidrológico, podendo ocasionar mudanças na infiltração, quantidade de água produzida como deflúvio, evapotranspiração e escoamentos superficial e sub-superficial. Além disso, as ações antrópicas também resultam em modificações no comportamento hidrológico, visto que a influência do homem ao interferir no meio natural pode afetar os processos hidrológicos (TONELLO, 2005).

Para iniciar os estudos em microbacias hidrográficas é necessário realizar uma análise morfométrica, que irá diagnosticar as condições fisiográficas naturais, através da análise de alguns parâmetros, tais como: fator de forma, densidade de drenagem, declividade do terreno, entre outros, que servem como indicadores da suscetibilidade à degradação ambiental (RODRIGUES et al., 2013). Com isso, o intuito da análise morfométrica é diagnosticar mudanças, que ocorrem com ou sem interferência das atividades humanas, auxiliando na análise de fenômenos geológicos

que ocorreram em períodos de 100 anos ou menos, sujeitos às alterações significativas para a compreensão das mudanças ambientais antrópicas (PISSARRA et al., 2010).

O uso das geotecnologias vem colaborando nos estudos de morfometria, pois são tecnologias ligadas às geociências e correlatas, tornando possível um avanço no desenvolvimento de pesquisas, ações de planejamento, processos de gestão, manejo e outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico (FITZ, 2008).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem caracterizar de forma sistemática o comportamento e a variação espaço-temporal das condições naturais em uma determinada região (SILVA, 2009), sendo possível por meio dessas técnicas, produzir mapas que irão classificar a paisagem em uma determinada área, em séries temporais, para avaliar a evolução da situação (SILVA et al., 2010).

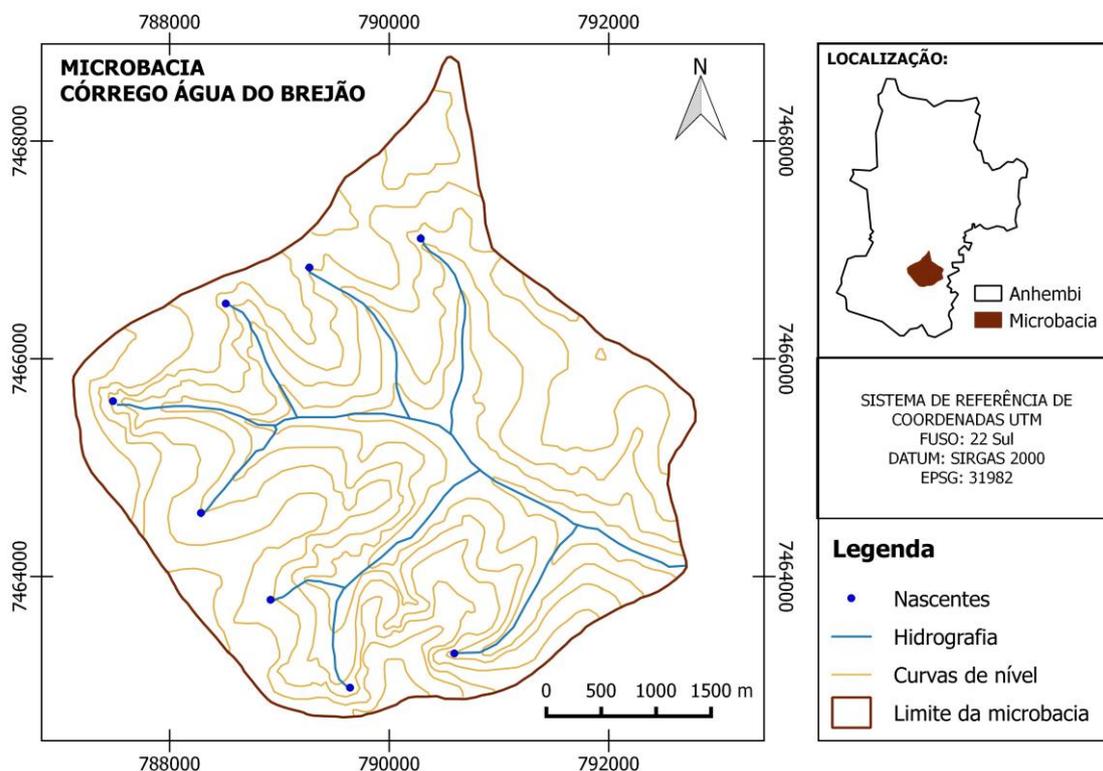
Diante deste contexto, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego Água do Brejão no município de Anhembi-SP, a partir do levantamento de alguns parâmetros relacionados à dimensão, forma, relevo e drenagem, realizado por meio da utilização do Sistema de Informação Geográfica IDRISI 17.0 Selva, do *software* CartaLinx e da carta planialtimétrica do IBGE de nome Anhembi, permitindo identificar a tendência de conservação ambiental da microbacia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A microbacia hidrográfica Córrego Água do Brejão, está inserida na bacia hidrográfica Sorocaba/Médio Tietê, situada no distrito de Piramboia, pertencente ao município de Anhembi-SP, localizado na microrregião de Botucatu e mesorregião de Bauru.

O Córrego Água do Brejão situa-se entre as coordenadas planas, relativas ao fuso 22S, determinadas: 7464000m a 7468000m N e 788000m a 792000m E (Figura 1), representando uma área de 1929 ha e perímetro de 18,60 km.

Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica Córrego Água do Brejão, Anhembi-SP.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima do município é do tipo Aw, clima tropical, com verão chuvoso e inverno seco, apresentando uma precipitação e temperatura média anual de 1307,2mm e 22,3° C, respectivamente (CEPAGRI, 2017).

2.2 Mensuração das variáveis

A delimitação da microbacia hidrográfica Córrego Água do Brejão foi obtida através da carta planialtimétrica do IBGE de nome Anhembi, datada de 1991, em escala 1:50.000, com equidistância entre as curvas de nível de 20 m.

O georreferenciamento da carta, medição da área e perímetro, foram desenvolvidos através do Sistema de Informação Geográfica IDRISI 17.0 Selva e para a vetorização das curvas de nível, rede de drenagem, divisor de água e nascentes foi utilizado o *software* CartaLinx.

2.3 Parâmetros morfométricos analisados

2.3.1 Parâmetros dimensionais

As variáveis analisadas relacionadas à dimensão da microbacia, foram: área (A) que corresponde a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, sendo circunscrita pela linha do divisor de água que delimita a microbacia (HORTON, 1945); perímetro (P) correspondente ao comprimento da linha do divisor de águas que circunda a microbacia (RODRIGUES et al., 2013); comprimento do rio principal (Cp), compreende ao comprimento total do segmento do rio principal, acompanhando sua sinuosidade, desde sua nascente até a foz (HORTON, 1945); comprimento da rede de drenagem total (Cr), corresponde ao comprimento do conjunto de todos os segmentos de rios que formam a rede de drenagem da microbacia hidrográfica (HORTON, 1945); maior comprimento (C), representa a medida do comprimento da linha que une a foz até o ponto extremo da microbacia, localizado sobre a linha do divisor topográfico, que segue a direção do vale principal (SCHUMM, 1956).

2.3.2 Características do relevo da microbacia

As características do relevo estudadas foram a declividade média (D), sendo representada pela relação entre a somatória do comprimento das curvas de nível (ΣC_n) multiplicada pela equidistância entre as cotas (ΔH) e dividida pela área (A) da microbacia (CAMPOS; SILVA; GARCIA, 2012), sendo representada pela Equação 1.

$$D = \frac{\sum C_n \times \Delta H}{A} \times 100 \quad (1)$$

Tabela 1. Classes de declive

Classe de declividade (%)	Tipo de relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave Ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte Ondulado
45 - 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Embrapa (2006).

De acordo com Rodrigues e Carvalho (2009) a altitude média (Hm) da microbacia é resultante da média aritmética entre os valores de maior altitude (MA) e menor altitude (mA), expressa pela equação 2.

$$Hm = \frac{MA + mA}{2} \quad (2)$$

Onde Hm = altitude média (m), MA = maior altitude (m), mA = menor altitude (m).

A amplitude altimétrica (Ha) da microbacia, foi obtida pela diferença entre a maior altitude (MA) à montante e a menor altitude (mA) à jusante da microbacia (RODRIGUES et al., 2013), calculada conforme a equação 3.

$$Ha = MA - mA \quad (3)$$

Onde Ha = amplitude altimétrica (m), MA = maior altitude (m), mA = menor altitude (m).

O parâmetro razão de relevo (Rr) é obtido pela relação entre a amplitude altimétrica (Ha) e o maior comprimento (C), que corresponde à direção do vale principal,

Onde D = declividade média (%), ΣC_n = somatória do comprimento das cotas (km), ΔH = equidistância entre as cotas (km), A = área da bacia (km²).

De acordo com a Embrapa (2006), as classes de declividade podem ser classificadas em seis intervalos distintos, apresentados na Tabela 1.

entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas (SCHUMM, 1956), conforme a Equação 4.

$$Rr = \frac{Ha}{C} \quad (4)$$

Onde Rr = razão de relevo, Ha = amplitude altimétrica (m), C = maior comprimento (m).

Desta forma, quanto maior a razão relevo, maior será a declividade geral da bacia, conseqüentemente, maior será a velocidade da água escoar no sentido de seu comprimento (POLLO et al., 2012), ocasionando uma menor relação infiltração-deflúvio, provocando maior risco de erosões. Piedade (1980) utilizou os seguintes valores para quantificar a razão de relevo: baixa entre 0,00 a 0,10; média de 0,11 a 0,30 e alta entre 0,31 a 0,60.

De acordo com Rocha (1991), o coeficiente de rugosidade (RN) é dado pelo produto entre a densidade de drenagem (Dd) e declividade média (D), expresso pela Equação 5.

$$Rn = Dd \times D \quad (5)$$

Onde RN = coeficiente de rugosidade, Dd = densidade de drenagem (km/km²), D% = declividade média (%).

Com isso o coeficiente de rugosidade torna-se um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais em bacias hidrográficas, determinando o potencial de uso

do solo, para atividades de agricultura, pecuária, silvicultura, reflorestamento ou preservação permanente (SIQUEIRA et al., 2012).

Para facilitar os padrões de interpretação do coeficiente de rugosidade, considerou-se a classificação apresentada por Rocha e Kurtz (2001), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Classes de usos dos solos de acordo com o coeficiente de rugosidade

Coeficiente de rugosidade	Classe	Propensão da terra
1,09 - 10,63	A	Agricultura
10,43 - 20,18	B	Pastagens
20,19 - 29,73	C	Pastagens/Reflorestamento
29,74 - 39,28	D	Reflorestamento

Fonte: Adaptado de Rocha e Kurtz (2001).

Desta forma, quanto maior o valor de “RN”, maior susceptibilidade de ocorrer erosão dentro da área da microbacia (SIQUEIRA et al., 2012).

2.3.3 Características relacionados à forma da microbacia

A forma é uma das características físicas mais difíceis de ser expressas em termos quantitativos. A forma do sistema de drenagem pode ser influenciada por algumas características da bacia, como a geologia, que pode operar sobre os processos hidrológicos (LIMA, 2008).

Para definição de alguns índices se torna necessário associar a forma de uma bacia com algumas figuras geométricas conhecidas. Assim, o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade compara uma bacia a um círculo, enquanto que o fator de forma compara a um retângulo (NARDINI et al., 2013).

Horton (1945) propôs o fator de forma (Ff) pela razão entre a área da microbacia (A) e o maior comprimento (C) elevado ao quadrado, conforme a Equação 6.

$$Ff = \frac{A}{C^2} \quad (6)$$

Onde Ff = fator de forma, A = área da bacia (km²), C = maior comprimento (km).

O índice de circularidade (Ic), proposto por Miller (1953), correlaciona a razão entre a área da microbacia (A) pelo perímetro do divisor topográfico (P) ao quadrado, multiplicado pelo coeficiente da Equação (12,57), expresso pela Equação 7.

$$Ic = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad (7)$$

Onde Ic = índice de circularidade, A = área da microbacia (km²), P = perímetro do divisor topográfico (km).

O coeficiente de compacidade (Kc), correlaciona a razão do perímetro do divisor topográfico (P) pela raiz quadrada da área da microbacia (A), multiplicado pelo coeficiente da Equação (0,28) (TAGLIARINI et al., 2015), conforme a Equação 8.

$$Kc = 0,28 \times \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right) \quad (8)$$

Onde Kc = coeficiente de compacidade, P = perímetro do divisor topográfico (km), A = área da microbacia (km²).

Para melhor interpretação dos valores obtidos, observou-se que a partir da Tabela 3, quanto mais próximo de 1,00 for o fator de forma (Ff), índice de circularidade (Ic) e coeficiente de compacidade (Kc), mais arredondada será o formato da bacia

hidrográfica, promovendo maiores chances de sofrer enchentes. Para os valores correspondentes ao coeficiente de compacidade

(Kc) superior a 1,70 a microbacia irá apresentar uma tendência à conservação ambiental.

Tabela 3. Valores, formato e interpretação do fator de forma (Ff), índice de circularidade (Ic) e coeficiente de compacidade (Kc)

Ff	Ic	Kc	Formato	Interpretação ambiental
1,00 a 0,75	1,00 a 0,80	1,00 a 1,25	Redonda	Alta tendência a enchentes
0,75 a 0,50	0,80 a 0,60	1,25 a 1,50	Ovalada	Tendência mediana a enchentes
0,50 a 0,30	0,60 a 0,40	1,50 a 1,70	Oblonga	Baixa tendência a enchentes
< 0,30	< 0,40	> 1,70	Comprida	Tendência a conservação

Fonte: Adaptado de Villela e Mattos (1975).

2.3.4 Relacionados à drenagem da microbacia

Considerada um parâmetro físico fundamental, a densidade de drenagem (Dd) é expressa através da relação entre o comprimento total da rede de drenagem (Cr) e a área da microbacia (A), proposto por Horton (1945), conforme a Equação 9.

$$Dd = \frac{Cr}{A} \quad (9)$$

Onde Dd = densidade de drenagem (km/km²), Cr = comprimento da drenagem (km), A = área da bacia (km²).

Os valores obtidos para a densidade de drenagem podem ser resultantes da influência da geologia, topografia, solo e vegetação da bacia hidrográfica, refletindo no tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia (LIMA, 2008).

França (1968) classificou a densidade de drenagem em: baixa (< 1,5 km/km²), média (1,5 a 2,5 km/km²), alta (2,5 a 3,0 km/km²) e super alta (> 3,0 km/km²), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Valores, classificação e interpretação dos resultados da densidade de drenagem

Dd (km/km ²)	Classificação	Interpretação ambiental
< 1,5	Baixa	Baixo escoamento superficial e maior infiltração
1,5 a 2,5	Média	Tendência mediana de escoamento superficial
2,5 a 3,0	Alta	Alta tendência ao escoamento superficial e enxurradas
> 3,0	Super alta	Alta tendência ao escoamento superficial, enxurradas e erosões

Fonte: Adaptado de Horton (1945), Strahler (1957) e França (1968).

Segundo Nardini et al. (2013) o coeficiente de manutenção dos canais (C_m) mostra a área de drenagem necessária em quilômetros quadrados, para sustentar um quilômetro linear de canal. Desta maneira, a constante limita a área mínima necessária para o desenvolvimento e manutenção de um canal de escoamento permanente (TAGLIARINI et al., 2015). Expresso pela Equação 10.

$$C_m = \frac{1}{Dd \times 100} \times 100 \quad (10)$$

Onde C_m = coeficiente de manutenção (km/km^2), Dd = densidade de drenagem (km/km^2).

De acordo com Lana, Alves e Castro (2001) quanto menor for o resultado obtido para o coeficiente de manutenção, de uma maneira geral, maior é a riqueza da microbacia em cursos d'água.

A extensão do percurso superficial da água de enxurrada representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente, de acordo com (CHRISTOFOLETTI, 1969), expresso na Equação 11.

$$EPS = (1/2 \times Dd) \times 1000 \quad (11)$$

Onde EPS = extensão do percurso superficial (m), Dd = densidade de drenagem (km/km^2).

O Índice de sinuosidade do rio (I_s) é uma relação entre o comprimento do rio principal (C_p) com a distância vetorial (dv) entre dois extremos do canal principal

(RODRIGUES et al., 2013), de acordo com a Equação 12.

$$I_s = \left(\frac{C_p}{dv} \right) \quad (12)$$

Onde I_s = índice de sinuosidade, C_p = comprimento do rio principal (km), dv = distância vetorial (km).

Segundo Freitas (1952), o índice de sinuosidade indica os formatos dos canais, sendo que valores $< 1,0$ = canais retilíneos e valores $> 2,0$ = canais sinuosos. Sendo assim, pode ser considerado um fator controlador da velocidade de fluxo, pois quanto maior for a sinuosidade, maior a dificuldade encontrada pelo canal no seu caminho à foz, portanto menor a velocidade (VALLE JUNIOR, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo dos parâmetros morfométricos da microbacia Córrego Água do Brejão, foi possível obter os resultados relacionados aos parâmetros dimensionais, forma, relevo e drenagem da microbacia.

Os parâmetros dimensionais foram considerados de extrema relevância para o estudo da morfometria, pois através desses dados é possível o cálculo para os demais parâmetros morfométricos, que permite uma correta interpretação, caracterização e análises das tendências à degradação ou conservação ambiental de microbacias (RODRIGUES et al., 2013).

De acordo com a análise dos parâmetros dimensionais, seguem os valores, Tabela 5:

Tabela 5. Parâmetros dimensionais da microbacia Córrego Água do Brejão

Características dimensionais da microbacia						
A	P	C_p	C_r	C	dv	C_n
19,29	18,6	5,67	18,43	6	6	96,34

A – área (km^2); P – perímetro (km); C_p – comprimento do rio principal (km); C_r – comprimento da rede de drenagem total (km); C – maior comprimento (km); dv – distância vetorial (km); C_n – comprimento das curvas de nível (km).

A microbacia possui área (A) de 19,29 km^2 , com perímetro (P) de 18,60 km, comprimento do rio principal (C_p) de 5,67 km

e comprimento da rede de drenagem (C_r) de 18,43 km.

De acordo com a Tabela 6 têm-se as características do relevo da microbacia.

Tabela 6. Características do relevo da microbacia Córrego Água do Brejão

Características relacionadas ao relevo						
D	Ha	Hm	Rr	RN	MA	mA
10	164,00	542	0,03	9,54	624	460

D – declividade média (%); Ha – amplitude altimétrica (m); Hm – altitude média (m); Rr – razão relevo; RN – coeficiente de rugosidade; MA – maior altitude (m); mA – menor altitude (m).

Analisando os valores referentes às características do relevo, a declividade média (D) é de 10%, sendo classificada segundo as classes de declive da Embrapa (2006) como um tipo de relevo suave ondulado. Essa declividade permite um escoamento superficial de menor velocidade, consequentemente, a infiltração das águas da chuva será maior, ocasionando um sistema hidrológico mais regulado dentro da bacia (TAGLIARINI et al., 2015).

A razão de relevo (Rr) identificada foi de 0,03, sendo classificada segundo Piedade (1980) como uma microbacia com baixa Rr.

Esse parâmetro permite indicar uma baixa declividade da microbacia, o que ocasiona menor velocidade de escoamento superficial, permitindo um menor risco de erosões.

O coeficiente de rugosidade (RN) encontrado foi de 9,54, permitindo classificar o solo da microbacia como classe A, indicando solos apropriados para atividades de agricultura, de acordo com a classificação proposta por Rocha e Kurtz (2001).

Na Tabela 7, observam-se as características relacionadas ao formato da microbacia.

Tabela 7. Características relacionadas ao formato da microbacia Córrego Água do Brejão

Características relacionadas à forma da microbacia		
Ff	Ic	Kc
0,54	1,19	0,7

Ff – fator de forma; Kc – coeficiente de compacidade; Ic – índice de circularidade.

Os valores relacionados à forma foram interpretados de acordo com a classificação proposta por Villela e Mattos (1975), assim, através do fator de forma (Ff) e índice de circularidade (Ic), a microbacia pode ser considerada como ovalada, indicando uma tendência mediana a enchentes. Para coeficiente de compacidade (Kc), a microbacia é considerado redonda, o que resulta uma alta

tendência a enchentes. Desta maneira, podemos considerar o formato de ovaladas e redondas, apontando uma tendência a enchentes de média à alta.

Por meio da Tabela 8, visualiza-se as características relacionadas à drenagem da microbacia.

Tabela 8. Características relacionadas à drenagem da microbacia Córrego Água do Brejão

Características relacionadas a drenagem da microbacia			
Dd	EPS	Is	Cm
0,96	477,71	0,95	1,05

Dd – densidade de drenagem (km/km²); EPS – extensão do percurso superficial (m); Is – índice de sinuosidade; Cm – coeficiente de manutenção (km/km²).

As características relacionadas à drenagem da microbacia mostra que a densidade de drenagem (Dd) foi de 0,96 km/km², sendo classificada de acordo com França (1968) como baixa, indicando um baixo escoamento superficial com alta infiltração, o que possibilita inferir que o solo da microbacia é permeável, com relevo suave, ocasionando

uma melhor infiltração e menor escoamento superficial.

O valor da extensão de percurso superficial (EPS) indica que as águas das enxurradas percorrem 477,71 m antes de encontrar um canal permanente.

O coeficiente de manutenção (Cm) apresentou o valor de 1,05 km/km², ou seja, a

área necessária para a manutenção dos canais presentes na bacia, o que segundo Lana, Alves e Castro (2001) é considerado de maneira geral um coeficiente alto, indicando baixa riqueza da microbacia em cursos d'água.

O valor encontrado para o índice de sinuosidade (I_s) foi de 0,95, segundo Freitas (1952) indica o formato de canais retilíneos, gerando uma maior velocidade de fluxo pelo canal no seu caminho à foz.

4 CONCLUSÕES

As características relacionadas à forma da microbacia, sendo o fator de forma (F_f), índice de circularidade (I_c) e coeficiente de compacidade (K_c), apontou um formato de ovalada e redonda, indicando uma tendência a enchentes de média à alta.

De acordo com as características do relevo, a microbacia possui uma declividade média considerada suave a ondulado, o que representa uma baixa declividade, ocasionando

menor velocidade de escoamento superficial, permitindo um menor risco de erosão. O coeficiente de rugosidade (R_N) identificou solos apropriados para agricultura, permitindo classificar o solo da microbacia como classe A.

Para características relacionadas a drenagem da microbacia, os valores obtidos para a densidade de drenagem (D_d), confirmou o baixo escoamento superficial da microbacia. A extensão do percurso superficial (EPS) de 477,71m mostrou a distância percorrida pela água das enxurradas antes de encontrar um canal permanente. O índice de sinuosidade (I_s) indicou canais retilíneos, o que pode acarretar em uma maior velocidade de fluxo pelo canal no seu caminho à foz.

Desta forma, através das características morfométricas obtidas, foi possível apresentar a situação atual da microbacia, o que pode induzir em um melhor planejamento em relação à conservação ambiental e plano de monitoramento.

5 REFERÊNCIAS

CAMPOS, S.; SILVA, C. O.; GARCIA, Y. M. Avaliação Morfométrica da Microbacia do Ribeirão Benfica - Piquete (SP). **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 8, n. 2, p. 407-421, 2012.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. CEPAGRI, 2017. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_026.html. Acesso em: 25 ago. 2017.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – 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.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, Colorado, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

- LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.
- LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. Texto básico para a disciplina Manejo de Bacias Hidrográficas.
- NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S. BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; GOMES, L. N. Análise Morfométrica e Simulação das Áreas de Preservação Permanente de uma Microbacia Hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013.
- PIEIDADE, G. C. R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP**. 1980. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1980.
- 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**, Viçosa, v. 34, n. 4, p.669-676, 2010.
- POLLO, R. A.; BARROS, B. S.X; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; RODRIGUES, V. A. Caracterización morfométrica de la cuenca del Arroyo Agua da Lucia, Botucatu-SP. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 163-174, 2012.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991.
- ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001.
- RODRIGUES, V. A.; CARVALHO, W. A. Morfometria da Microbacia do Córrego Água Limpa. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 39, n. 39, p. 15-24, 2009.
- RODRIGUES, V. A.; CARDOSO, L. G.; POLLO, R. A.; SCORZONI, D.; PISSARRA, T. C.; JUNIOR, R. F. V. Análise morfométrica da microbacia do ribeirão das Araras – SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 21, n. 1, p. 25-37, fev. 2013.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, v. 67, p. 597-646, 1956.
- SILVA, L. **Balanco de Radiação e Caracterização Geomorfométrica a Bacia de Drenagem do açude Soledade, usando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. 2009. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- SILVA, L.; LIMA, E. R.V.; ALMEIDA, H. A.; FILHO, J. F. C. Caracterização Geomorfométrica e Mapeamento dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 3, n. 3, p. 112-122, abr. 2010.

SIQUEIRA, H. E.; TIBERY, L. R.; GUIDOLINI, J. F.; JUNIOR, R. F. V.; 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 analyses of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union**, Washington, v. 38, p. 913-920, 1957.

TAGLIARINI, F. S. N.; FERNANDES, G. C. RODRIGUES, V. A.; GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S. Avaliação morfométrica da microbacia do córrego do Bebedouro, Planalto – SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 4, p. 402-410, dez. 2015.

TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 1997.

VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

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