

Caracterização Morfométrica do Córrego Santa Flora, Município de Dracena (SP)

Morphometric Characterization of the Watershed of Stream Santa Flora, City of Dracena (SP)

Rafael Calore Nardini¹
Luciano Nardini Gomes²
Sérgio Campos³
Gabriel Rondina Silveira⁴

RESUMO: A caracterização morfométrica em bacias hidrográficas permite avaliar o comportamento dessas áreas, oferecendo dados importantes para o planejamento e preservação de recursos naturais. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a morfometria do córrego Santa Flora, município de Dracena – SP. Encontra-se entre as seguintes coordenadas UTM: 7604000m a 7614000m N e 432000m a 444000m E, com uma área de 3465,55ha. Os resultados apresentaram uma microbacia de 3ª ordem de ramificação de canais e baixa densidade de drenagem (0,83km/km²). O índice de conformação (0,28), fator de forma (0,33) e o coeficiente de compactidade (1,30), indicam formato alongado. O índice de sinuosidade de 1,10 indica tendência a canais retilíneos e extensão do percurso superficial da enxurrada de 602,41m. A declividade média é de 4,5%, classificando o relevo como suave ondulado. Os parâmetros dimensionais juntamente com os índices morfométricos da forma, relevo, de composição e padrão da rede de drenagem permitiram inferir que a área apresenta baixa susceptibilidade a enchentes e riscos de erosões.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica. Morfometria. Parâmetros dimensionais.

ABSTRACT: *The morphometric characterization in river basins allows evaluating the behavior of these areas, providing important data for planning and preservation of natural resources. The present study aimed to characterize the morphology of the watershed of stream Santa Flora, City of Dracena - SP. It lies between the following UTM coordinates: 7604000m 7614000m the N and 432000m to 444000m E, with an area of 3465.55ha. The results showed a watershed 3rd order branching channels and low drainage density (0.83 km/km²). The conformation index (0.28), form factor (0.33) and the coefficient of compactness (1.30), indicate elongated shape. The sinuosity index of 1.10 indicates a tendency to rectilinear channels and extent of surface runoff route of 602.41m. The average slope is 4.5%, ranking as gently undulating relief. Dimensional parameters along with the standard drainage network morphometric indices of shape, relief, composition and allowed to infer that the area has low susceptibility to flooding and erosion risks.*

KEY WORDS: *Watershed. Morphometry. Dimensional parameters.*

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Doutor em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Faculdade Eduvale de Avaré. Avenida Prefeito Misael Eufrásio Leal, 265 - Jardim América, Avaré - SP, 18705-050. E-mail: rcnardini@hotmail.com

² Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Doutor em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Universidade Estadual de Londrina – UEL. Rodovia Celso Garcia Cid – PR 445 Km 380 – Campus Universitário, 86.057-970 – Londrina - PR86.057. E-mail: Lunago@gmail.com

³ Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Doutor em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, Botucatu – SP, 18.610-307. E-mail: seca@fca.unesp.br

⁴ Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Graduado em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp – Botucatu Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, Botucatu – SP, 18.610-307. E-mail: gabrielrondina@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A água vem sofrendo perdas significativas tanto em quantidade como em qualidade. Cada vez mais são comuns problemas relacionados à falta de água, onde fatores como o desperdício, falta de planejamento, ações antrópicas e o próprio clima contribuem para a escassez desse recurso de forma preocupante.

O planejamento em bacias hidrográficas é de suma importância, por se tratar de áreas de recarga do recurso natural água, para tanto se faz necessário uma correta utilização dos recursos naturais bem como o conhecimento do comportamento dessas áreas com a finalidade de obter dados que auxiliem no planejamento ambiental e preservação desse recurso.

As definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Barrella et al., (2001), sendo definido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Os estudos em microbacias hidrográficas se iniciam com a análise da morfometria. É uma ferramenta de diagnóstico das condições fisiográficas naturais, seus parâmetros de análise, tais como: fator de forma, densidade de drenagem, declividade do terreno, entre outros, que servem como indicadores da suscetibilidade à degradação ambiental. Portanto, eles norteiam o planejamento, o manejo e as ações mitigadoras para a conservação e uso dos recursos naturais (RODRIGUES, 2004). Neste contexto, as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre (PISSARA et al., 2004).

A combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (ANTONELLI e THOMAZ, 2007).

Os parâmetros morfométricos devem ser considerados no conjunto para caracterizar a bacia e devem ser utilizados como importantes pressupostos na elaboração de projetos de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos, como estiagens e enchentes que ocorrem na bacia hidrográfica (LINDNER et al., 2007).

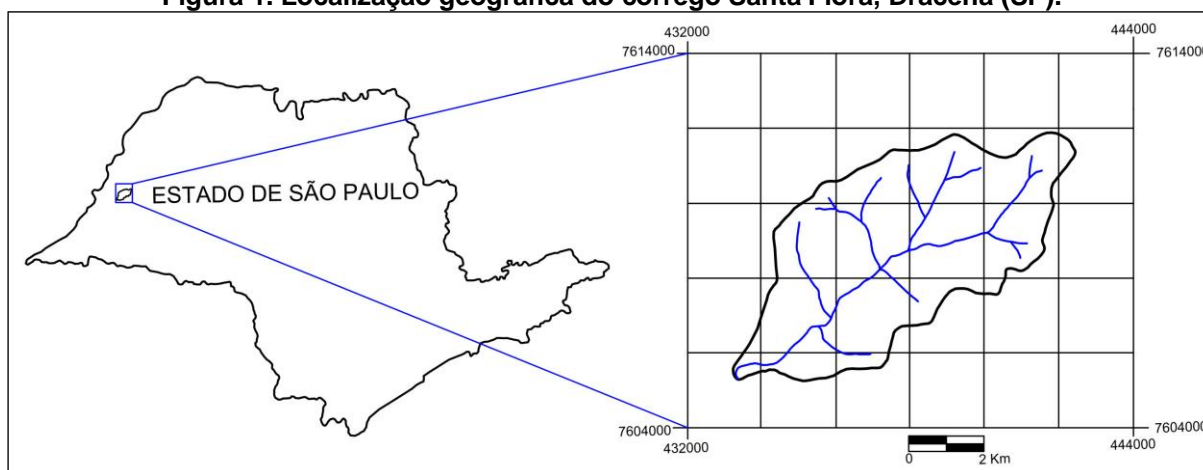
Em estudos de morfometria na bacia hidrográfica do ribeirão Água da Lúcia, Botucatu-SP, Pollo et al., (2012) concluíram que a manutenção da cobertura vegetal e das matas ciliares são fundamentais na conservação dos serviços ambientais.

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização da morfometria através da determinação e análise de alguns parâmetros físicos da microbacia do córrego Santa Flora, localizada no município de Dracena (SP).

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do córrego Santa Flora está situada no município de Dracena, a oeste da capital do estado de São Paulo, sendo uma área representativa, pois está integrada à bacia hidrográfica dos rios Peixe - Aguapeí, e o Aquífero Guarani, considerado como uma das maiores reservas de água doce do planeta, fazendo com que o município seja muito privilegiado em relação aos recursos hídricos. Está situada geograficamente entre as seguintes coordenadas UTM: 7604000m a 7614000m N e 432000m a 444000m E, segundo a Figura 1, com uma área de 3465,55ha.

Figura 1. Localização geográfica do córrego Santa Flora, Dracena (SP).



Fonte: Os autores

A obtenção das coordenadas, do limite e da rede de drenagem da teve como base a carta planialtimétrica em formato digital, editada pelo IBGE (1974), folha de Jaciporã (SF-22-

V-D-V-2), em escala 1:50000, datum vertical marégrafo Imbituba, SC, e datum horizontal Córrego Alegre, MG.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem (ARGENTO e CRUZ, 1996). Com o auxílio do software *AutoCad* foi realizada a importação das cartas em formato digital, onde posteriormente realizou-se o georreferenciamento para definição do limite, acompanhando-se os pontos mais elevados em torno da rede de drenagem. As cotas altimétricas foram demarcadas com base nas cartas, bem como a rede de drenagem, digitalizando os rios e corpos d'água existentes na microbacia, através da ferramenta *Edit polyline*. A determinação dos parâmetros dimensionais da microbacia como comprimento axial (C), correspondente a aproximadamente a direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas; largura média (Lm) que corta transversalmente o vale principal; comprimento do rio principal (Ccp) correspondendo à representação horizontal das sinuosidades do rio principal, desde sua nascente até a foz; comprimento total da rede de drenagem (Cr) que acompanha as sinuosidades do rio principal e dos tributários; perímetro (P) correspondente ao comprimento da linha do divisor de águas que circunda a microbacia e área (A); circunscrita pela linha do divisor de águas que delimita a microbacia, (Dv) distância vetorial (comprimento em linha reta) entre dois extremos do canal principal. Foram realizadas selecionando-se com o cursor cada segmento de reta digitalizado, e, através do comando *properties* foram definidos os valores para os cálculos dos índices morfométricos.

Características relacionadas á forma da microbacia:

Coeficiente de Compacidade (Kc): relação entre a forma da bacia com um círculo. De acordo com (VILLELA e MATTOS, 1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente inferior ou igual à unidade 1,0 corresponderia a uma bacia circular, para uma bacia alongada, seu valor seria superior a 1,0. Quando seu Kc for mais próximo da unidade 1,0, a bacia será mais suscetível a enchentes (Tabela 1). Para a determinação do Kc utilizou-se a equação:

$$K_c = 0,28 * (P/A^{1/2})$$

Onde: K_c - Coeficiente de compacidade;

P - Perímetro em Km;

A - Área de drenagem em Km².

Fator de Forma (F_f): O Fator de forma é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Ele foi calculado a partir da equação:

$$F_f = L_m/C$$

Onde: F_f - fator de forma;

L_m - largura média da bacia em km;

C - comprimento axial da bacia em km.

Uma bacia com fator de forma baixo indica que a mesma é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (VILLELA e MATTOS, 1975).

Índice de Conformação (I_c): Compara a área da bacia com a área do quadrado de lado igual ao comprimento axial. Quanto mais próximo de 1 (um) o valor de (I_c), ou seja, quanto mais a forma da bacia se aproximar da forma do quadrado do seu comprimento axial, maior a potencialidade de produção de picos de cheias (VILLELA e MATTOS, 1975). O (I_c) foi calculado a partir da equação:

$$I_c = A/C^2$$

Onde: A – Área da bacia em Km²;

C – Comprimento axial da bacia em Km.

Tabela 1. Valores e interpretação de fator de forma (Ff), índice de conformação (Ic) e coeficiente de compacidade (Kc) para bacias hidrográficas.

Ff	Ic	Kc	Formato da bacia	Interpretação ambiental da bacia
1,00 - 0,75	1,00 - 0,8	1,00 - 1,24	Redonda	alta tendência à enchentes
0,75 - 0,50	0,8 - 0,6	1,25 - 1,50	Ovalada	tendência mediana à enchentes
0,50 - 0,30	0,6 - 0,40	1,50 - 1,70	Oblonga	baixa tendência à enchentes
< 0,30	< 0,40	> 1,70	Comprida	microbacia com tendência a conservação

Adaptado da Fonte: (VILLELA e MATTOS, 1975).

Características relacionadas á drenagem da bacia:

Ordem da bacia (W): é uma classificação da rede de drenagem, com a identificação e quantificação de todos os canais. Quanto maior for à ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes e maior será também sua extensão. Todos os cursos d'água sem tributários são de primeira ordem, inclusive os trechos da nascente do rio principal e dos afluentes. Trechos de segunda ordem são estabelecidos pela confluência de dois canais de dois trechos de primeira ordem. Trechos de terceira ordem são formados pela confluência de dois trechos de Segunda ordem. Um trecho de ordem u é estabelecido pela confluência de dois trechos de ordem u-i, podendo receber afluência de trechos de qualquer ordem inferior (STRAHLER, 1957). Nesse estudo foi utilizada a classificação segundo Strahler (1957) para a ordem dos canais.

Extensão do Percurso Superficial (Eps): A extensão do percurso superficial da água de enxurrada (Eps) representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente e foi determinada pela fórmula (CHRISTOFOLLETTI, 1969):

$$Eps = (1/2 * Dd) * 1000$$

Onde: Eps - Extensão do percurso superficial da água de enxurrada em Km;
Dd - Densidade de drenagem em Km/Km².

Coeficiente de Manutenção: O coeficiente de manutenção dos canais (Cm) foi proposto por Schumm (1956), como o inverso da densidade de drenagem. Essa constante, cuja unidade é quilômetros quadrados por quilômetros, tem dimensão de comprimento e aumenta em magnitude conforme a área de contribuição aumenta. Especificamente, ela

mostra a área de drenagem necessária em quilômetros quadrados, para sustentar um quilômetro linear de canal.

$$C_m = 1 / (D_d * 100) * 100$$

Onde: C_m - Coeficiente de manutenção;
 D_d - Densidade de drenagem em Km/Km².

Relação de Bifurcação: Relação de bifurcação é a relação entre o número total de segmentos de certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior. Christofolletti (1980) indica que o resultado não poderá ser inferior a dois, utilizando a seguinte equação:

$$R_b = N_u / N_{u+1} + 1$$

Onde: R_b - relação de bifurcação, adimensional;
 N_u = número de segmentos de determinada ordem;
 N_{u+1} = número de segmentos da ordem imediatamente superior.

Estes valores indicam o grau de dissecação da bacia hidrográfica, quanto maior for o valor do índice de bifurcação maior será o grau de dissecação, valores geralmente abaixo de 2 indica relevo colinoso (CASTRO e CARVALHO, 2009).

Razão de textura (T): A razão de textura é a relação do número de segmentos de rios e o perímetro da bacia, onde à medida que o relevo passa de suave ondulado para ondulado, os valores médios da razão de textura (T) aumentam refletindo num mesmo ambiente climático, condição em que a infiltração da água encontra maior dificuldade. O escoamento superficial é mais intenso e provoca, conseqüentemente, maior dissecação hídrica do terreno, aspecto similar ao de ravinas. A razão de textura foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$T = N_t / P$$

Onde: T – razão de Textura;
 N_t – número total de rios;
P – perímetro em Km.

Segundo França (1968), a razão de textura pode ser classificada da seguinte forma: valores menores que 2,5 é classificada como grosseira, entre 2,5 e 6,2 média e acima de 6,2 como fina.

Índice de Sinuosidade (Is): Índice de sinuosidade relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre dois extremos do canal principal, de acordo com a equação:

$$Is = Ccp/dv$$

Onde: Is - Índice de sinuosidade;
Ccp - Comprimento do canal principal em Km;
Dv - Distância vetorial em Km.

Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores tortuosos indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (Lana et al, 2001).

Densidade de Drenagem (Dd): É expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede – sejam eles perenes ou intermitentes e a área total da bacia, conforme a equação:

$$Dd = Cr/A$$

Onde: Dd - densidade de drenagem, km/ km²;
Cr - comprimento total de todos os cursos d'água em km;
A – área da bacia.

Este índice é indicativo da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, dando uma ideia a respeito do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia (GUARIZ, 2008).

De acordo com Christofletti (1980), o cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade, há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

França (1968) classificou a densidade de drenagem em: baixa (< 1,5), média (1,5 a 2,5) e alta (2,5 a 3,5) de acordo com a (Tabela 2).

Tabela 2. Valores e interpretação de densidade de drenagem.

Dd	Interpretação Ambiental	Interpretação ambiental da bacia
< 1,5	Baixa	Baixo escoamento superficial e maior infiltração
1,50 – 2,5	Média	Tendência mediana de escoamento superficial.
2,5 – 3,0	Alta	Alta tendência ao escoamento superficial e enxurradas.
> 3,0	Super alta	Alta tendência ao escoamento superficial, enxurradas e erosão.

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

Características relacionadas ao relevo da bacia:

Razão de relevo: conforme Schumm (1956) é a relação entre a diferença de altitude dos pontos extremos da bacia (H) e o seu maior comprimento (C), que corresponde à direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas, determinado pela equação:

$$Rr = H/C$$

Onde: Rr - Razão de relevo;
H - Maior altitude em m;
C - Maior comprimento em m.

A razão de relevo permite comparar a altimetria das regiões, demonstrando que, quanto maiores os valores, mais acidentado é o relevo predominante na região, maior será o escoamento superficial direto (Qds) da água das chuvas, o que reflete numa menor relação infiltração deflúvio, provocando erosão. A razão de relevo indica o declive total ou declividade geral da bacia (Strahler, 1957). Piedade (1980) classificou a razão de relevo em três classes: baixa, média e alta, sendo a razão de relevo baixa entre (0 a 0,1), a razão de relevo média entre (0,11 a 0,30) e razão de relevo alta (0,31 a 0,60).

Declividade média (D%): É a somatória do comprimento das cotas (ΣC_n) em Km pela equidistância vertical entre as cotas (ΔH), pela área (A) em Km² (Lima, 1986), calculada através da seguinte equação:

$$D (\%) = (\Sigma C_n * \Delta H) / A$$

Onde: D - declividade média da bacia em %;
 C_n - somatória das curvas de nível da bacia em Km;
 ΔH - equidistância vertical entre curvas de nível em Km;
 A - área da bacia em Km².

As classes de declividade foram separadas em seis intervalos segundo a Embrapa (1999), onde o intervalo de 0 a 3% é classificado como relevo plano; de 3 a 6% suave ondulado; de 6 a 12% ondulado; de 12 a 20% forte ondulado; de 20 a 40% montanhoso; e maior que 40% escarpado.

Altitude média (H_m) e Amplitude Altimétrica (H): De acordo com (CASTRO e LOPES, 2001), citados por Guariz (2008), a altitude influencia a quantidade de radiação que ela recebe e, conseqüentemente, a evapotranspiração, temperatura e precipitação. Além do balanço de energia, a temperatura também varia em função da altitude; grandes variações na altitude ocasionam diferenças significativas na temperatura, que, por sua vez, também causa variações na evapotranspiração. A altitude média é calculada pela somatória da maior cota (MA) menos a menor cota (mA) dividido por 2. A amplitude altimétrica é dada pela maior cota (MA) menos a menor (mA) da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tabela 3 podemos verificar os resultados dos parâmetros dimensionais, quanto à forma e ao relevo da microbacia e para os índices dos padrões de drenagem.

Tabela 3. Características físicas do córrego Santa Flora, Dracena (SP).

Características físicas da microbacia	Unidade	Resultados
Parâmetros Dimensionais		
Área (A)	km ²	34,65
Perímetro (P)	Km	27,35
Comprimento Axial (C)	Km	10,98
Comprimento da drenagem (Cr)	Km	28,88
Comprimento das cotas (Cn)	Km	78,70
Comprimento do canal principal (Ccp)	Km	10,98
Características da Forma e Relevo		
Declividade média (D)	%	4,5
Altitude média (Hm)	M	343
Maior altitude (MA)	M	406
Menor altitude (mA)	M	280
Amplitude altimétrica da microbacia (H)	M	126
Razão de Relevo (Rr)	-	0,03
Fator de Forma (Ff)	-	0,33
Índice de Conformação (Ic)	-	0,28
Coeficiente de Compacidade (Kc)	-	1,30
Índices Padrões de Drenagem		
Ordem da microbacia (W)	-	3 ^a
Densidade de Drenagem (Dd)	(km/km ²)	0,83
Coeficiente de Manutenção (Cm)	(km ² /km)	1,20
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	M	602,41
Razão de Textura (T)	%	0,66
Índice de Sinuosidade (Is)	-	1,29

Fonte: Os autores

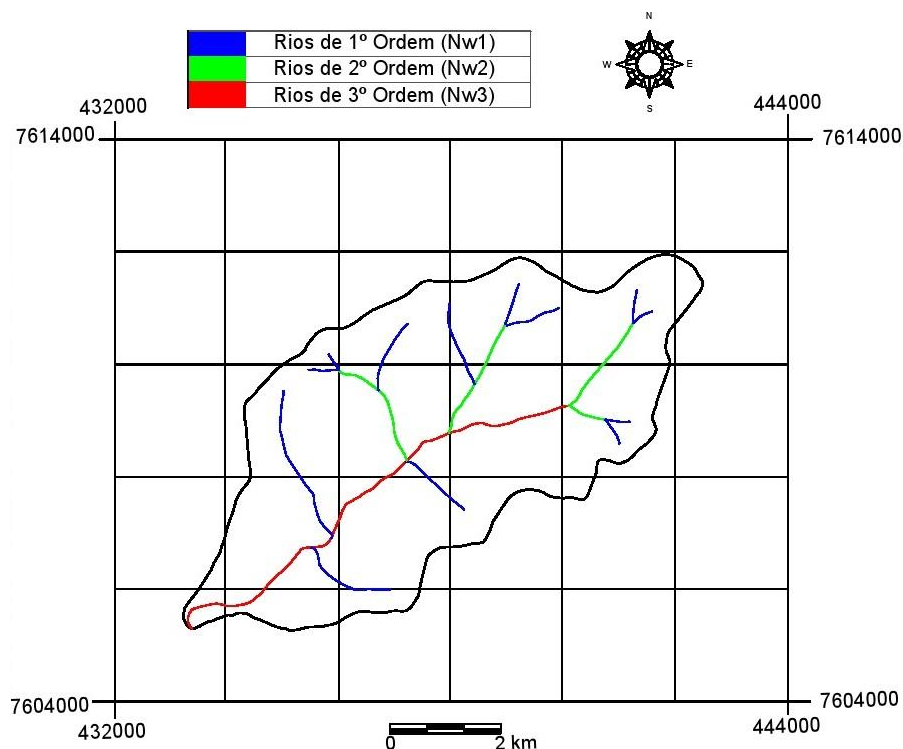
Características relacionadas à forma da microbacia:

Bacias com formato circular apresentam maior potencialidade de picos de cheias, sendo fator de risco aos processos erosivos que bacias de formato alongado. Os resultados para o Coeficiente de Compacidade (1,30), Fator de Forma (0,33) e Índice de Conformação (0,28) demonstram que a microbacia possui formato mais alongado que circular (Tabela 1, Figura 2), e, segundo (VILLELA e MATTOS, 1975), esse tipo de formato torna a área menos susceptível a picos de enchentes, tendendo à maior conservação.

Características relacionadas à drenagem da microbacia:

Quanto à ordem (Figura 2 e Tabela 4), foram identificados e quantificados todos os canais da rede de drenagem, com um comprimento total de 28,88Km de extensão. A microbacia possui 13 canais de primeira ordem (Nw1); 4 canais de 2º ordem (Nw2) e 1 canal de 3º ordem (Nw3), sendo portanto de 3º ordem de ramificação segundo o sistema de classificação proposto por (Strahler, 1957).

Figura 2. Ordem de ramificação do córrego Santa Flora, Dracena (SP)



Fonte: Os autores

Tabela 4. Ordem de ramificação do córrego Santa Flora, Dracena (SP).

Rios	Quantidade	Valores (km)
1ª Ordem	13	13,48
2ª Ordem	4	6,92
3ª Ordem	1	8,48
Total	18	28,88

Fonte: Os autores

A extensão do percurso superficial (*Eps*), distância percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente é de 602,41 metros.

O coeficiente de manutenção dos canais (*Cm*) demonstrou que é preciso 1,20Km² de área para manter ativo 1Km de canal fluvial.

A Relação de bifurcação é de 3,62. Quanto maior for o valor do índice de bifurcação maior será o grau de dissecação, ou seja, maior é a área ocupada pelas vertentes. Valores geralmente abaixo de 2 indica relevo colinoso (CASTRO e CARVALHO, 2009). Segundo Strahler (1952), o estudo de numerosos sistemas fluviais confirma o princípio de que uma região de clima, litologia e estado de desenvolvimento uniforme, a relação de bifurcação tende a permanecer constante de uma ordem para a seguinte. Os valores desta relação que oscilam entre 3 e 5 são característicos dos sistemas fluviais e sugere se tratar de bacias equilibradas.

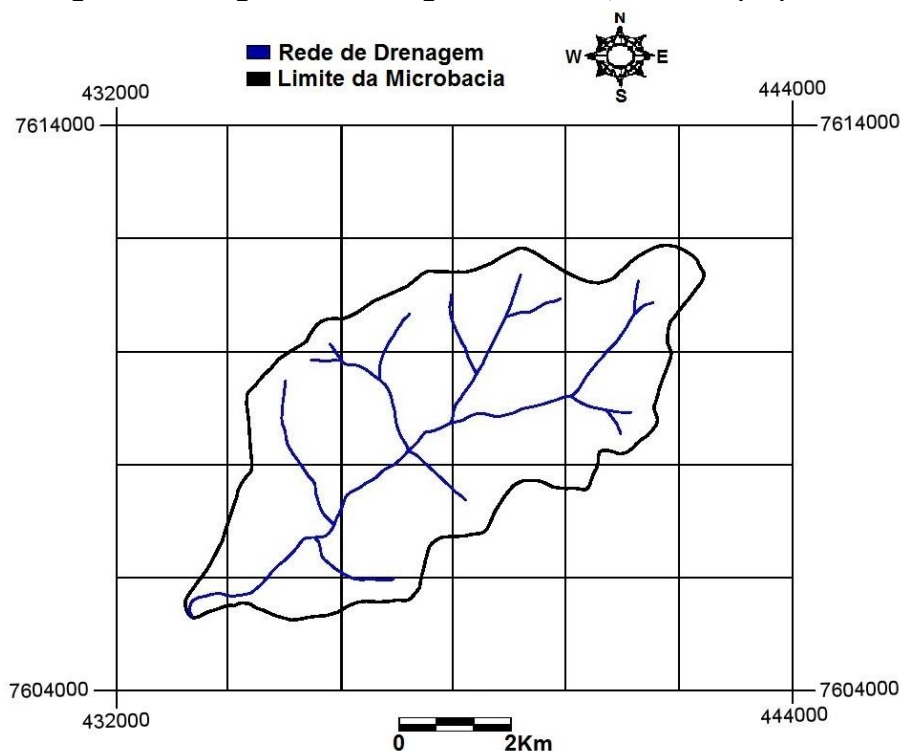
A razão de textura (*T*) foi classificada como grosseira, com valor de 0,66, uma vez que segundo Smith (1950) e modificada por França (1968), corresponde à relação entre o número total de canais e seu perímetro (*P*), classificando as classes de textura topográfica em: grosseira ($T < 2,5$); média (T entre 2,5 a 6,2); e fina ($T > 6,2$).

O índice de sinuosidade apresentou valor de 1,10 (Figura 3), indicando a tendência de canais retilíneos. Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo e superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos, formas transicionais regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (Lana et al, 2001).

A densidade de drenagem da microbacia é de 0,83Km/Km² (Figura 3), considerada baixa, segundo a classificação proposta por França (1968). De acordo com Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas. Bacias com baixa densidade de drenagem tendem a um baixo escoamento superficial e maior infiltração, fazendo com que a água deixe a bacia hidrográfica com menor velocidade, potencializando riscos de erosão. Baseado em estudos de Rocha (1991) pode-se inferir ainda que bacias com menor

densidade de drenagem possuem um relevo mais suave, rochas resistentes, solo muito permeável ou cobertura vegetal densa.

Figura 3. Hidrografia do córrego Santa Flora, Dracena (SP).

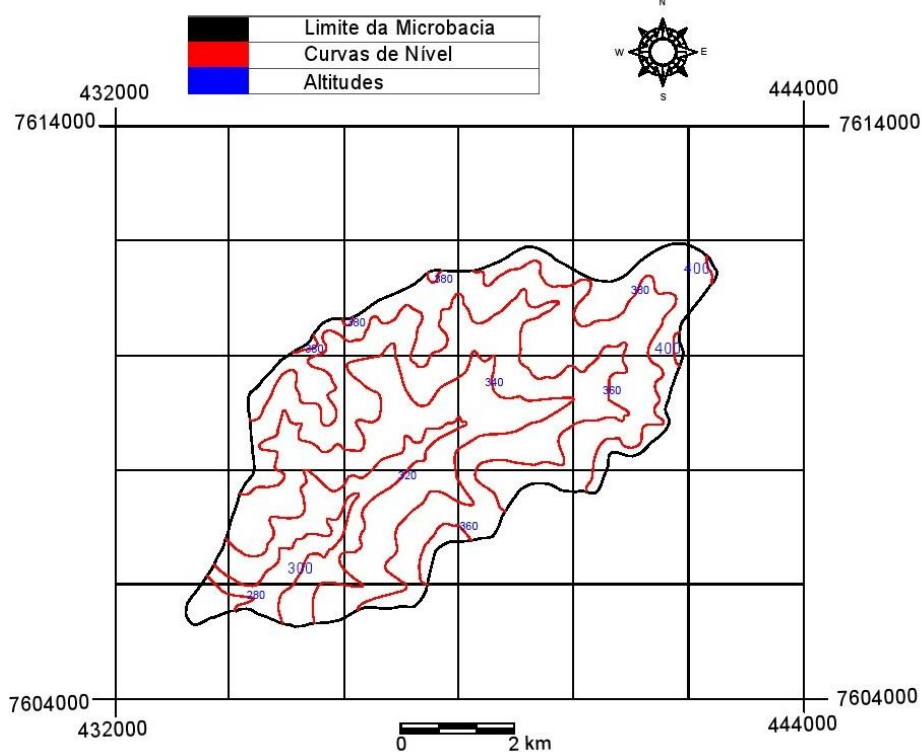


Fonte: Os autores

Características relacionadas ao relevo da microbacia:

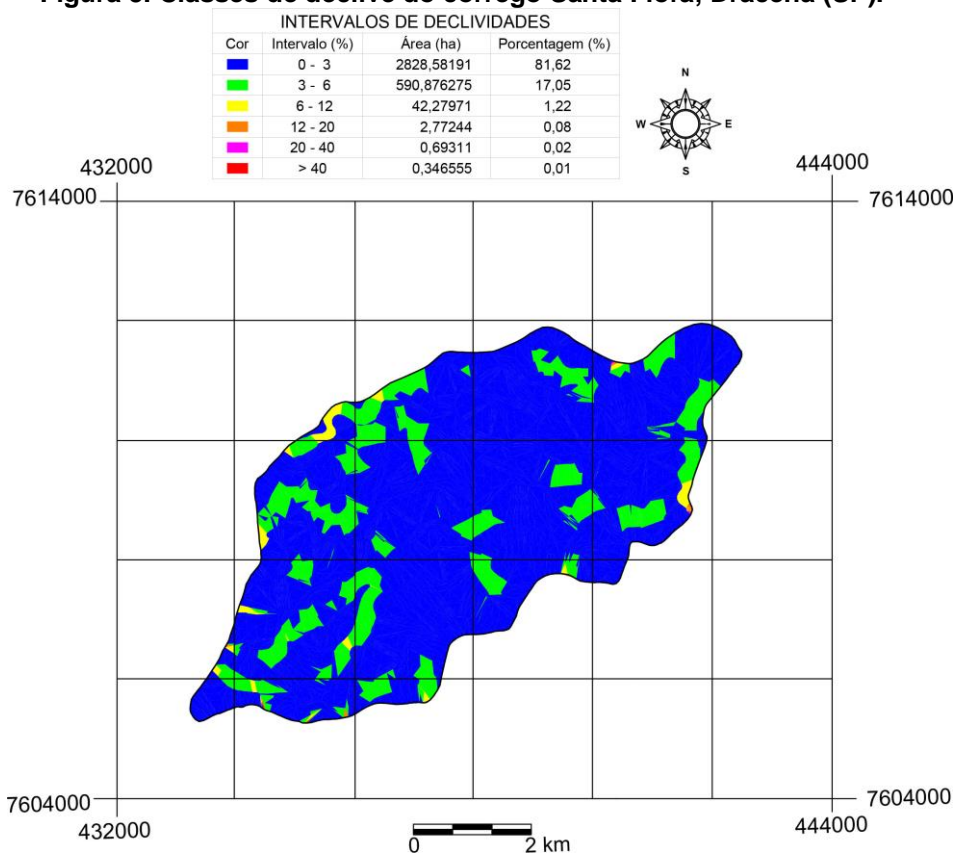
O valor da razão de relevo (0,03) é considerado baixo, segundo Piedade (1980) e permite inferir que o relevo predominante da área não é acidentado, sendo menor o escoamento superficial da água das chuvas, o que reflete numa maior relação infiltração deflúvio, evitando processos erosivos. A amplitude altimétrica é a diferença entre a cota máxima e mínima, sendo a maior altitude (AM) de 406 metros á montante da microbacia e menor altitude (Am) de 280 metros á jusante da mesma. A altitude média da microbacia (Hm) é de 343 metros e o comprimento das cotas de 78,70km (Figura 4). A declividade média encontrada da microbacia é de 4,5%. A classe de declive predominante (81,62% do total da área da microbacia) se encontra no intervalo de 0 – 3% (Figura 5), classificando o relevo como “plano” de acordo com as classes de declividades e tipos de relevo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999). Relevos com menor declividade apresentam menor velocidade de escoamento superficial das águas pluviais, diminuindo o lixiviamento do solo e riscos de erosão.

Figura 4. Planialtimetria do córrego Santa Flora, Dracena (SP).



Fonte: Os autores

Figura 5. Classes de declive do córrego Santa Flora, Dracena (SP).



Fonte: Os autores

CONCLUSÕES

Os valores encontrados para o fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de conformação, demonstram que a microbacia possui forma alongada, o que caracteriza uma baixa tendência a enchentes. A microbacia vem sendo ocupada em sua maior parte por cana-de-açúcar, e possui pouca cobertura vegetal natural, principalmente no que se refere às áreas de preservação permanente, sendo um fator de risco ao processo erosivo e consequente assoreamento dos canais.

O índice de sinuosidade demonstrou tendência a canais retilíneos e a baixa densidade e drenagem permitiu inferir que o solo é permeável com infiltração da água mais eficiente, porém oferecendo riscos de erosão pela menor velocidade com que a água deixa a bacia principalmente na condição de fortes precipitações.

A classe de declive predominante para a microbacia com mais de 80% da área total esta no intervalo de 0 – 3%, permitindo classificar o relevo como plano. Esse índice juntamente com a baixa razão de relevo mostra que a área é pouco acidentada, sendo menor o escoamento superficial da água das chuvas, o que reflete numa maior relação infiltração deflúvio. A menor velocidade de escoamento das águas pluviais oferecem menores riscos de erosão, contudo práticas conservacionistas não devem ser descartadas, principalmente a construção de terraços em nível, juntamente com uma boa cobertura vegetal ao redor de nascentes e ao longo da rede de drenagem, uma vez que a vegetação ciliar é de fundamental importância na manutenção dos recursos hídricos.

A caracterização dos índices morfométricos da área de estudo permitiram uma melhor avaliação do comportamento da microbacia, sendo fator importante em planejamentos futuros e na preservação de recursos naturais, levando-se em consideração que há na região um Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, com a competência estabelecida em seu Estatuto de gerenciar os recursos hídricos, visando à sua recuperação, preservação e conservação.

REFERÊNCIAS

- ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.264-82, 1996.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ºed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.188p.
- CASTRO, S.B.; CARVALHO, T.M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo-GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia plena**, v.5, n.2. 2009
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.
- FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.
- GUARIZ, H.R. **Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do Córrego Jaqueira-Alegre, ES**. 2008. 275 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Alegre, Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.
- HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. New York: **Geological Society of American Bulletin**, v.56. p. 807-813, 1945.
- LANA, C.L.; ALVES, J.M. de P.; CASTRO, P de T.A. **Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG-Brasil**. Rev. Escola de Minas, Ouro Preto, n.2, p.121-126, mar.2001.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Ed. ESALQ, 1986. 241 p.
- LINDNER, E.; GOMIG, K.; KOBAYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 3405-3412.
- PIEDEDE, G.C.R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu**, SP. Botucatu, 1980. 161 p. (Tese de Livre Docência) - FCA/UNESP, 1980.
- PISSARA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciências do Solo**, Viçosa, n.28, p.297-305, 2004.
- POLLO, R. A. et al. Caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu - SP. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 163-174, 2012.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. UFSM, Santa Maria. 1991, 181 p.
- RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: WORKSHOP EM MANEJO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** UNESP, 2004. p. 7-18.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, 67:597-646, 1956.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, p. 655-658, set.1950.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (área-altitude) analysis of erosional topography. **The Geological Society of American**, Washington, p. 1117-1142. 1952.

STRAHLER, A. N. Quantitative analyses of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union**, Washington, DC, v. 38, p. 913-920, 1957.

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

Recebido em 04/08/2014

Aceito em 09/05/2016