



## **GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO ESTÂNCIA SANTA RITA - BOTUCATU, SP.<sup>1</sup>**

**Rafael Dorini Oliveira<sup>1</sup>, Sérgio Campos<sup>2</sup>, Yara Manfrin Garcia<sup>3</sup>, Gabriel Rondina Pupo da Silveira<sup>4</sup> & Eduardo Nogueira<sup>5</sup>**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estudar a morfometria da microbacia do córrego Estância Santa Rita, localizado no município de Botucatu (SP), visando a preservação e conservação ambiental por meio do apoio de ferramentas de geoprocessamento - o Sistema de Informação Geográfica - SIG IDRISI Selva e o *software* CartaLinx. A microbacia apresenta uma área de 953,4 ha e está localizada entre os paralelos 22° 55' 16" a 22° 57' 33" de latitude S e 48° 22' 40" a 48° 25' de longitude W Gr. Para a caracterização morfométrica utilizou-se a carta planialtimétrica de Botucatu, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, de 1968, em escala 1:50000 e o SIG Idrisi Selva para o georreferenciamento, vetorização da delimitação do limite da microbacia, da extração da rede de drenagem e das curvas de nível. Após esta etapa, ainda no SIG fez-se a quantificação dos parâmetros morfométricos para posterior cálculo e análise, bem como a hierarquia dos canais. Os resultados mostraram que os baixos valores da densidade de drenagem, associados à presença de rochas permeáveis, permitem a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e da degradação ambiental, bem como o baixo valor do fator de forma amparado pelo índice de circularidade indica que a microbacia tende a ser mais alongada com menor susceptibilidade à ocorrência de enchentes mais acentuadas. O parâmetro ambiental coeficiente de rugosidade permitiu classificar a microbacia para vocação com floresta e reflorestamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** morfometria, hidrografia e SIG.

**GIS APPLIED IN THE MORPHOMETRIC EVALUATION OF SANTA RITA STREAM WATERSHED IN - BOTUCATU, SP.**

**ABSTRACT:** This work aimed to morphometric evaluate the Santa Rita Watershed - Botucatu (SP) using the Geographic Information System (GIS) - IDRISI Selva, regarding its preservation and use. The watershed has an area of 953.4 hectares and is located between parallels 22° 55' 16" and 22° 57' 33" latitude S and 48° 22' 40" and 48° 25' of longitude WGr. For the morphometric characterization, planialtimetric letter of Botucatu, published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), 1968, scale 1:50000 was used in the GIS Idrisi Selva to georeferencing, vectorization of watershed boundary delimitation and extraction of drainage network and contour lines. After this step, the quantification of morphometric parameters was done for subsequent calculation and analysis, as well as the hierarchy of channels. The results showed that low density values of drainage, associated with the presence of permeable rocks, allow water infiltration into the soil, reducing runoff and the risk of erosion and environmental degradation. In addition, the low value of the factor form supported by the circularity index indicates that the watershed tends to be more elongated with less susceptibility to flood. The environmental parameter coefficient of roughness allowed to classify the watershed able to forest and reforestation use.

**KEYWORDS:** Morphometry, hydrology and GIS.

---

<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>3</sup>, <sup>4</sup> e <sup>5</sup> Unesp - Faculdade de Ciências Agrônômicas.

E-mails: [raydorini@hotmail.com](mailto:raydorini@hotmail.com) ; [seca@fca.unesp.br](mailto:seca@fca.unesp.br) ;  
[yaramanfrin@hotmail.com](mailto:yaramanfrin@hotmail.com) ; [gabrielrondina@hotmail.com](mailto:gabrielrondina@hotmail.com) ;  
[dubnogueira@fca.unesp.br](mailto:dubnogueira@fca.unesp.br) .

## 1 INTRODUÇÃO

Bacia Hidrográfica, no Brasil, é a unidade física adotada na legislação para o gerenciamento de recursos hídricos que constitui um princípio básico para a implementação da gestão dos recursos hídricos, sendo que tal denominação também é utilizada em outros países (GARCIA, 2011).

Para Barrella et al. (2001), bacia hidrográfica é 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.

Quando se refere a bacias hidrográficas pode-se afirmar que existem diversos parâmetros para serem analisados destacando assim, os morfométricos.

O objetivo da morfometria é estabelecer relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes, através de índices numéricos que classificam a rede de drenagem. Tais índices numéricos são de fundamental importância na caracterização das potencialidades e áreas de uso de uma bacia, permitindo o seu manejo adequado com diagnósticos e análises de riscos de degradação dos recursos ambientais. Os índices possibilitam, ainda, avaliar o grau de susceptibilidade à erosão da área compreendida e o comportamento da bacia (SIQUEIRA et al., 2012).

A bacia hidrográfica e sua caracterização morfométrica é uma ferramenta fundamental no diagnóstico da degradação ambiental, delimitação da zona ripária, programação e manejo de microbacias (MOREIRA; RODRIGUES, 2010), pois a sua caracterização possibilita descrever a formação geomorfológica da paisagem em sua variabilidade topográfica (CHRISTOFOLLETTI, 1980), possuindo um papel expressivo no condicionamento de respostas ligadas à erosão hídrica, formado após eventos pluviométricos relevantes (ARRAES et al., 2010).

Para Rodrigues, Pissarra e Campos (2008), conforme as características físicas da microbacia são possíveis observar e analisar atividades, tais como o ciclo hidrológico, que influencia diretamente nos aspectos associados com a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial.

Para auxiliar tais pesquisas, tem-se o geoprocessamento que por meio de seu uso é possível desenvolver trabalhos mais detalhados sobre as microbacias hidrográficas. Pina e Santos (2000) referem-se ao geoprocessamento como um termo que engloba diversas tecnologias para coleta e tratamento de informações geográficas, por meio de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização

de Sistemas de Posicionamento Global - GPS e de Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

Segundo Teixeira et al. (1992), o SIG utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial (aspectos no meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrologia, etc., todos esses dados possibilitam um gerenciamento de dados e informações com maior precisão geográfica. Também temos os aspectos sociais, econômicos e políticos, que concedem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses componentes os atributos), sobre a qual atua uma série de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados pelo SIG).

A importância do SIG no estudo da microbacia hidrográfica é de promover melhores condições para análise morfométrica da bacia, sendo usada como ferramenta para analisar e determinar a evolução espacial, temporal e geográfica de uma determinada área.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a morfometria da microbacia do córrego Estância Santa Rita, localizado no município de Botucatu (SP), por meio da utilização do SIG Idrisi e do *software* CartaLinx, relacionando características morfométricas com a tendência de conservação ambiental da microbacia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

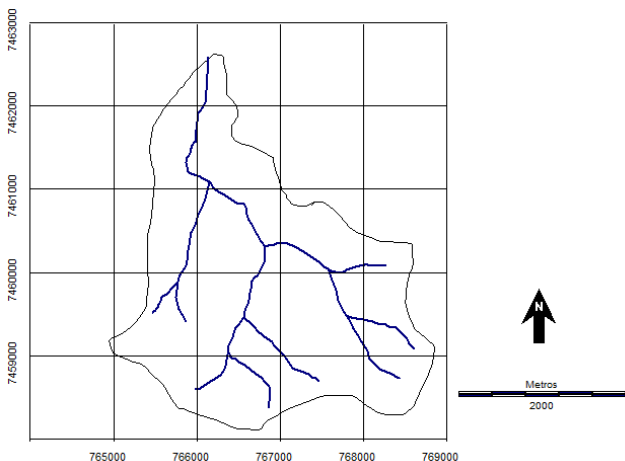
### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A microbacia do córrego Estância Santa Rita localiza-se na porção sul do município de Botucatu-SP, entre as coordenadas geográficas 48° 25" a 48° 22' 40" de longitude WGr. e 22° 55' 16" a 22° 57' 33" de latitude S e possui uma área de 953,4ha. A microbacia é um afluente do rio Capivara, que forma uma sub-bacia do rio Tietê, o mais importante rio do Estado de São Paulo.

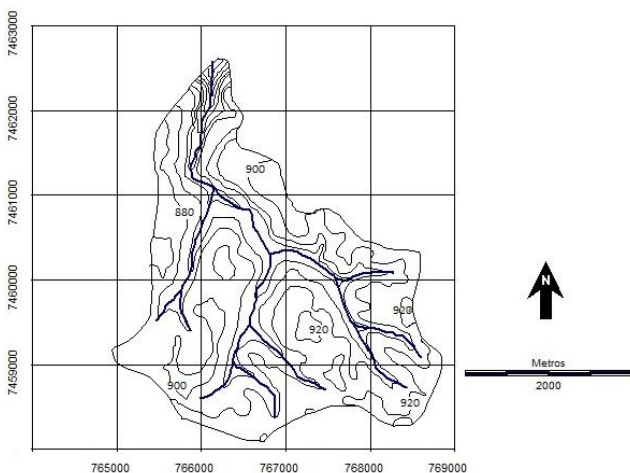
O clima da região é do tipo Cwa conforme classificação de Köppen sendo: tropical de altitude, com três meses mais secos e frios (junho/julho/agosto), chuvas predominantes no verão, temperatura média anual de 20,7°C e precipitação média anual de 1358,6 mm, com altitude de 840 metros (CEPAGRI, 2014).

### 2.2 MENSURAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Na caracterização morfométrica da área foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1969), em escala 1:50.000, folha Botucatu (SF-22-R-IV-3), com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem (Figura 1) e da planialtimetria (Figura 2), bem como as fotografias aéreas coloridas de Botucatu - SP de 2000, em escala nominal aproximada 1:30000 para atualização da rede de drenagem e o curvímetro digital, modelo MR 380, para avaliação da rede drenagem.



**Figura 1 - Hidrografia da microbacia do córrego Estância Santa Rita – Botucatu (SP).**



**Figura 2 - Planialtimetria da microbacia do córrego Estância Santa Rita – Botucatu (SP).**

Para a vetorização das curvas de nível, divisor de águas da rede de drenagem, foi usado o SIG Idrisi Selva e o software CartaLinX. Elaborou-se também a análise morfométrica dos canais, de acordo com Strahler (1952). Segundo Oliveira e Ferreira (2001), para a determinação desses parâmetros foi seguida a metodologia © para o cálculo do maior comprimento, (CP), do comprimento do curso principal, (CR) do comprimento total da rede, (P) do perímetro e (A) da área, todos os dados foram obtidos através do SIG Idrisi Selva, para análise dos dados gerados.

Os canais se referem a uma classificação sobre o grau de ramificações e/ou bifurcações atuais em uma bacia hidrográfica. A classificação de arrumação dos cursos mais usada é a proposta por Horton (1945) e modificada por Strahler (1957).

**2.3 VARIÁVEIS E/OU PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS**

Para a composição e padrão da rede de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: densidade hidrográfica (Dh), Declividade média (H), Coeficiente de rugosidade (CR), Densidade de drenagem (Dd), Índice de circularidade (IC), Coeficiente de Compacidade (Kc), Fator de forma (Ff) e Razão de Relevo.

**Densidade hidrográfica (Dh)**

A definição da densidade hidrográfica é a relação que existe entre o número de rios ou canais e a área da bacia hidrográfica. Essa relação é expressa pela Equação 1:

$$Dh = N \cdot A^{-1} \tag{1}$$

Onde:

- Dh - Densidade hidrográfica em km<sup>-2</sup>
- N - Número total de rios
- A - Área da bacia hidrográfica em km<sup>2</sup>

**Declividade média**

A declividade média da bacia é responsável, pelas características físicas, sendo elas, os picos de enchente e de infiltração de água, trazendo assim o seguimento de maior ou menor grau de erosão, agregado à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra (ROCHA; SILVA, 2001). A declividade média foi encontrada a partir da Equação 2 e classificada segundo Lepsch et al. (1991) (Quadro 1):

$$H = (D \cdot L) 100/A \tag{2}$$

Onde:

- H - Declividade média em %
- D - Distância entre as curvas de nível em m
- L - Comprimento total das curvas de nível em m
- A - Área da microbacia em m<sup>2</sup>

**Quadro 1 - Classes de declividade e relevo (LEPSCH et al., 1991).**

Classes de Declividade	(%) Relevo
0 – 3	Plano
3 – 6	Suave ondulado
6 – 12	Ondulado
12 – 20	Forte ondulado
20 – 40	Montanhoso
> 40	Escarpado

**Coefficiente de rugosidade (CR)**

Segundo Rocha e Silva (2001) a classificação para o coeficiente de Rugosidade deve ser feito por meio da Equação 3:

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

Onde:

CR = coeficiente de rugosidade

Dd = densidade de drenagem

H = declividade média

Esta é uma característica que direciona o uso potencial das terras rurais, dependendo da atividade relacionada – agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou preservação permanente. As classes de uso da terra podem ser classificadas em:

A (menor valor de CR) – terras apropriadas à agricultura;

B – terras apropriadas à pecuária;

C – terras apropriadas à pecuária e reflorestamento e;

D (maior valor de CR) – terras apropriadas para florestas e reflorestamento.

De acordo com Rocha e Silva (2001), essas classes (A, B, C, e D) foram encontradas e caracterizadas através do cálculo da amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor de CR e obtido para as bacias de terceira ordem de ramificação e o intervalo do domínio-amplitude dividida por 4 - que é o número da classe indicada por Smith (1950).

#### Densidade de drenagem (Dd)

A definição de densidade de drenagem é a correlação do comprimento total dos rios com a área da bacia, sendo encontrada a partir da Equação 4.

$$Dd = L \cdot A^{-1} \quad (4)$$

Onde:

Dd - Densidade de drenagem em km/km<sup>2</sup>

L - Comprimento total dos rios ou canais em km

A - Área da bacia em km<sup>2</sup>

A densidade de drenagem é classificada em três classes de valores (Quadro 2).

**Quadro 2** - Classes de interpretação para os valores da densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1969).

Classes de valores (km <sup>2</sup> )	Densidade de drenagem
< 7,5	Baixa
7,5 a 10,0	Média
➤ 10,0	Alta

#### Índice de circularidade (IC)

O índice de circularidade ou índice de forma demonstra a relação existente entre o perímetro e a área da bacia. O

número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia (SILVA et al., 2004). O índice de circularidade foi determinado pela seguinte Equação 5:

$$IC = 12,57 (A / P^2) \quad (5)$$

Onde:

IC - Índice de circularidade

A - Área de drenagem em m<sup>2</sup>

P - Perímetro em m

#### Coefficiente de Compacidade (Kc)

Pode ser definido como sendo a relação entre o perímetro da microbacia e o perímetro de uma circunferência de um círculo de área igual da microbacia. Segundo Villela e Mattos (1975), é um número adimensional que varia com o aspecto da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for acidentada, maior será o coeficiente de compacidade e menos sujeita à enchentes, sendo:

$$Kc = 1 - 1,25 \text{ (redondas para ovaladas);}$$

$$1,25 - 1,50 \text{ (ovaladas);}$$

$$1,50 - 1,70 \text{ (blongas).}$$

Na determinação do Kc utilizou-se a Equação 6:

$$Kc = 0,28 (P : A^{1/2}) \quad (6)$$

Onde:

Kc - Coeficiente de compacidade

P - Perímetro em metros

A - Área de drenagem em m<sup>2</sup>

#### Fator de forma (Ff)

O coeficiente de compacidade, o índice de circularidade compara a microbacia a um círculo e o fator de forma a compara a um retângulo. A forma da microbacia e a configuração do sistema de drenagem estão ligadas a estrutura geológica do terreno. O fator de forma (F) pode ser determinado pela Equação 7:

$$F = A/L^2 \quad (7)$$

Onde:

F - Fator de forma

A - A área de drenagem em m<sup>2</sup>

L - O comprimento do eixo da bacia em m

#### Razão de Relevo

A razão de relevo é a referencia entre a diferença de altitude dos pontos extremos da bacia e seu comprimento (SCHUMM, 1956). Para Carvalho (1981), a razão de relevo demonstra que, quanto maiores os valores, mais acidentado será o relevo na região. Piedade (1980) usou os seguintes valores para quantificar a razão de relevo:

baixa - 0,00 a 0,10; média - 0,11 a 0,30 e alta - 0,31 a 0,60.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise realizada, os resultados obtidos para a microbacia do córrego Estância Santa Rita (Quadro 1 e Figura 1 e 2) apresenta que a área é de 953,4ha, o perímetro de 14km e o fluxo de água se dá na direção SW-NE da microbacia, com um comprimento de 10 km. O comprimento total da rede de drenagem de 13 km, demonstra que a microbacia apresenta-se com alguns canais de drenagem. Segundo Rodrigues et al. (2011), o formato da bacia hidrográfica é caracterizado fisicamente por parâmetros que se relacionam com formas geométricas, como o fator de forma que relaciona a um retângulo e o coeficiente de compacidade que relaciona a um círculo.

A forma é um parâmetro importante na indicação do tempo de concentração, que é o tempo necessário para que toda a microbacia contribua na saída da água após uma precipitação, pois quanto maior o tempo de concentração menor será a vazão máxima de enchentes. O baixo valor do fator de forma (0,44) define uma bacia mais alongada do que circular, fato amparado pelo distanciamento do coeficiente de compacidade (4,53). E o índice de circularidade (0,61) obtido para a microbacia do córrego Estância Santa Rita indica que a mesma possui menor tendência a ter a forma circular e menor susceptibilidade a enchentes.

Desta forma, por meio dos resultados obtidos desses parâmetros percebe-se que a microbacia não possui formato circular, direcionando-se para a forma alongada, elíptica (ROCHA; SILVA, 2001) e indica menor risco de enchentes sazonais, bem como o valor do índice de circularidade de 0,61 permitiu confirmar também que a microbacia não possui forma próxima à circular, isto é, apresenta forma alongada. Com os dados da área de uma microbacia é possível verificar que ela tem influência na quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo atuam sobre a taxa e o regime desta na formação de água e na taxa de sedimentação.

O Quadro 3, a seguir, apresenta toda a análise e avaliação morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Estância Santa Rita, Botucatu-SP, e por meio desses dados é possível ter uma visão, mais detalhada de suas características físicas.

Os valores da Densidade de drenagem, Frequência de rios e Razão, certamente estão associados à presença de rochas permeáveis (TONELLO et al., 2006), pois facilita a infiltração da água no solo reduzindo o escoamento superficial e o risco de erosão e degradação ambiental, pois quanto maiores esses valores mais intenso é o processo de erosividade do solo (RODRIGUES et al., 2008).

As características da rede de drenagem da microbacia

por meio da densidade de drenagem foi de 1,36 km/km<sup>2</sup> e a densidade hidrográfica de 1,57 km/km<sup>2</sup>. A densidade de drenagem da microbacia é baixa, pois o valor é menor que 7,5km/km<sup>2</sup>, para Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5km/km<sup>2</sup>, em microbacias com drenagem pobre, 3,5km/km<sup>2</sup> ou mais, em microbacias excepcionalmente bem drenadas, mostrando que a microbacia do córrego Estância Santa Rita apresenta baixa drenagem, determinando que esses valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação Christofolletti (1969).

**Quadro 3 - Características morfométricas da microbacia do córrego Estância Santa Rita, Botucatu-SP.**

Características físicas	Unidades	Resultados
<b>Parâmetros dimensionais da microbacia</b>		
Área (A)	Km <sup>2</sup>	9,534
Perímetro (P)	km	14
Comprimento do Rio Principal (C)	km	10
Comprimento da rede de drenagem total (Cr)	km	13
Comprimento das curvas de nível (Cn)	km	64,6
<b>Características do relevo</b>		
Coeficiente de compacidade (Kc)	---	4,53
Fator forma (Ff)	---	0,44
Índice de circularidade (Ic)	---	0,61
Declividade média (D)	%	13,55
Altitude média (Hm)	m	918,5
Maior altitude (MA)	m	938
Menor altitude (mA)	m	899
Amplitude altimétrica (H)	m	39
Coeficiente de Rugosidade (CR)	---	18,428
Razão de Relevo	---	8,38
Razão de Relevo Relativo	---	2,78
Razão de Textura	---	0,92
<b>Padrões de drenagem da microbacia</b>		
Ordem da microbacia (W)	---	3 <sup>a</sup>
Densidade de drenagem	(km/km <sup>2</sup> )	1,36

Características físicas	Unidades	Resultados
(Dd)		
Coefficiente de Manutenção (Cm)	(m/m <sup>2</sup> )	735
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	m	0,36
Gradiente de Canais (Gc)	%	0,93
Índice de Sinuosidade (Is)	-	2,15
Frequência de Rios (Fr)	-	1,57
Densidade Hidrográfica	(km/km <sup>2</sup> )	1,57

Segundo Silva et al. (2009) a sinuosidade é um dos elementos controladores da velocidade de escoamento do canal, pois quanto mais próximo da unidade, demonstra que o rio segue diretamente a linha do talvegue, ou seja, apresenta-se com baixo grau de sinuosidade.

O percurso superficial e o coeficiente de manutenção apresentaram valores médios, confirmando a presença de solos permeáveis na microbacia.

Para Marques (1971) a declividade, a classificação e o mapeamento do terreno são elementos indispensáveis nos levantamentos de uso da terra, constituindo-se num elemento de suma importância no condicionamento de sua potencialidade de utilização.

Para Silva e Piedade (1993), a representação detalhada do relevo de uma área constituem-se em elementos indispensáveis para a programação das atividades agropastoris, à elaboração de projetos de engenharia, ao levantamento e conservação de solos, aos estudos hidrológicos, etc.

A declividade do terreno auxilia para o escoamento das águas das chuvas sendo que, quanto maior for o trecho em declive, menor será o escoamento das águas pela superfície e, conseqüentemente, maior será a possibilidade de erosão, vindo a concordar.

O relevo apresenta ligações diretas com as condições de profundidade do perfil, susceptibilidade à erosão, drenagem, etc. (POLITANO, 1978).

O mau uso da terra retrata-se na situação da pobreza regional, que gera danos que são agravados por causa do relevo acidentado, que trás empobrecimento contínuo por erosão dos solos pouco protegidos, e o assoreamento dos rios e reservatórios d'águas, conforme Mello Filho e Rocha (1994). O grau de erosão dos solos é função da declividade média, que apresenta maior ou menor

velocidade de escoamento da água pluvial sobre a superfície, associada à cobertura vegetal, ao tipo de solo e do tipo de uso da terra, adquirido para cada bacia, pode se concluir também que a variação na declividade pode implicar em variações do tipo de solo.

Segundo Chiarini e Donzeli (1973) o relevo de Botucatu-SP em sua maior parte pode ser classificado como forte ondulado, sendo impróprio para o cultivo de culturas anuais e indicado para a o uso de pastagens em eventual rotação com culturas anuais e podendo ser exploradas com culturas permanentes que protegem o solo (café, laranja, cana-de-açúcar, leguminosas como forma de adubação verde, etc.), pois são terras sujeitas à erosão, e a prática da conservação do solo é imprescindível. Portanto, algumas atividades agrícolas em áreas impróprias e de forma inadequada devem ser avaliadas como uma prática de risco, pois se as práticas conservacionistas não forem utilizadas nestes casos, as bacias sofrerão grandes perdas de solos por erosão, causando grandes impactos ambientais.

Segundo Moreira e Rodrigues (2010) a declividade quanto mais alta, apresenta relação direta com os processos erosivos devido à maior velocidade de escoamento superficial e menor infiltração das águas das chuvas, proporcionando alteração na regulação do sistema hidrológico e produção de água na microbacia.

Para Rocha (1991) o coeficiente de rugosidade por ser um parâmetro que conduz o uso potencial da terra com relação às suas aptidões para agricultura, pecuária ou reflorestamento, mostra também a realidade de uma microbacia, apresentando uma contribuição simples, rápida e precisa ao planejamento, para melhor e mais justa exploração econômica, em função da vocação de suas terras, pois existe uma alta correlação entre o coeficiente de rugosidade e a capacidade de uso da terra, ao nível de 0,5% de erro.

O coeficiente de rugosidade é utilizado para diagnosticar as probabilidades de vir a ocorrer erosões. Desta forma, coeficiente de rugosidade de 18,428 permitiu classificar a microbacia do córrego Estância Santa Rita para vocação com uso por florestas e reflorestamento (Classe D).

Uma vez que os altos valores do coeficiente de rugosidade apresentam que estas têm maiores chances de sofrer os efeitos da erosão, dependente de medidas para prevenção e maior taxa de áreas cobertas pela vegetação.

## 6 CONCLUSÕES

A partir de uma política agrícola adequada e confiante é preciso de embasamento técnico e científico, com informações confiáveis e atualizadas sobre o grau de uso e utilização das terras e sobremaneira com o intuito de racionalizar e possibilitar o planejamento agrícola de determinada região, frente à grande extensão territorial do país e à diversidade de uso, relevo, clima e tipos de solos encontrados nas diversas regiões.

Através do presente trabalho foi possível uma análise mais completa sobre a bacia hidrográfica do córrego Estância Santa Rita visando planejamento e manejo integrado dos recursos hídricos da área, buscando manter a preservação e o controle do seu uso e recuperação ambiental.

Com base no presente estudo sobre a morfometria foi possível analisar que a mesma possui grandes chances de sofrer erosão. Desta forma, é necessário para futura conservação, a necessidade do reflorestamento com proteção vegetal nativa para proteção da microbacia hidrográfica.

A microbacia hidrográfica apresentou riscos de susceptibilidade à erosão e degradação ambiental, sendo essencial a manutenção da cobertura vegetal e as zonas ripárias para conservação dos serviços ambientais.

E por fim, pode-se afirmar que as técnicas de geoprocessamento, a exemplo do Sistema de Informação Geográfica é de extrema importância para a gestão e o planejamento de recursos hídricos, já que incrementam as análises e estudos ambientais.

## 6 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: Ed. Universidade de São Paulo/ Fapesp, 2001.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CEPAGRI. Unicamp. **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura: Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_563.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_563.html)>. Acesso em: 27 nov. 2014.

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

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

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 (Bacharelado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin** (Geol Soc Am Bull, GSA Bulletin), Colorado, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica: folha de Botucatu**. Serviço gráfico do IBGE, 1969. Escala 1:50.000.

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.

MARQUES, J. Q. A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra.** Rio de Janeiro: Escritório Técnico de Agricultura Brasil – Estados Unidos (ETA), 1971. 433 p.

MELLO FILHO, J. A.; ROCHA, J. S. M. da. Planejamento do uso da terra da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria, em Resende, RJ. **Ensino de Pesquisa: Geografia**, Santa Maria, n. 6/7, p. 93-108, 1994.

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, A.; FERREIRA, E. **Caracterização de sub-bacias hidrográficas.** Pós-graduação “Lato Sensu” (especialização a distância) - Gestão e manejo ambiental em sistemas agrícolas). Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 64 p.

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

PINA, M. de F. de.; 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.

ROCHA, J. S. M. da. **manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 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 – Igatu – Chapada Diamantina - BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. p. 3947.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in bedlands at Perth Amboy. New Jersey. **Geological Society of America Bulletin** (Geol Soc Am Bull, GSA Bulletin), Colorado, v. 67, p. 597-646, 1956.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; BARBOSA, C. P. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: Rima, 2004. 141 p.

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

SILVA, M. S.; PIEIDADE, G. C. R. Análise do relevo de uma bacia hidrográfica através da curva de distribuição percentual da superfície em função das suas declividades parciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBEA, 1993. p. 362-373.

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.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, v. 248, n. 9, p. 655-668, 1950.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**



(Geol Soc Am Bull, GSA Bulletin), v. 63, p. 1117-1142, 1952.

STRALHER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions. American Geophysical Union**, New Haven, v. 38, 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. de; RIBEIRO, C. A. A. S. R.; LEITE, F. P. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

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