



# CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO MARIA PIRES, SANTA MARIA DA SERRA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Fernando Doriguel<sup>1</sup>, Sérgio Campos<sup>2</sup> & Osmar Delmanto Junior<sup>3</sup>

**RESUMO:** A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos realizados em análises ambientais e hidrológicas, no intuito de diagnosticar mudanças com ou sem interferência das atividades humanas, buscando o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo a caracterização da morfometria do córrego Maria Pires. A área do estudo está localizada no município de Santa Maria da Serra-SP, cujas coordenadas geográficas localizam-se entre os paralelos 48° 06' 02" a 48° 08' 32" W GR e meridianos 22° 34' 04" a 22° 36' 41" S, com altitude média de 495 metros. Os resultados apresentaram uma microbacia de 3ª ordem com área de 53,53 Km<sup>2</sup>, a declividade média do relevo possui índice de 1,80% que foi definida como plano, assim tendo como aplicação da cultura soja, milho, trigo e a conservação do solo, no índice de circularidade da bacia estudada foi considerada alongada. O coeficiente de compacidade é apontado como suscetível a enchentes e o coeficiente de rugosidade determinou-se como apropriado para pastagem e pecuária. O fator de forma foi considerado tendencioso a conservação da drenagem e a razão do relevo obtiveram declividade baixa favorecendo, assim, uma melhor infiltração na conservação da microbacia.

**PALAVRAS CHAVE:** Análise morfométrica, bacia hidrográfica, hidrologia.

## MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF MARIA PIRES STREAM WATERSHED, IN SANTA MARIA DA SERRA, SAO PAULO STATE, BRAZIL

**ABSTRACT:** Morphometric characterization of a watershed is one of the first and most common procedures carried out in environmental and hydrological analysis. It aims at understanding local and regional environmental dynamics in order to identify changes, either involving or not, human activities interference. Thus, this paper aimed at characterizing morphometric aspects of Maria Pires stream. The studied area is set at the town of Santa Maria da Serra, SP, with geographical coordinates located between the parallel 48° 06' 02" and 48° 08' 32" W GR and meridians 22° 34' 04" S and 22° 36' 41" W GR, with an average altitude of 495 meters. Results showed that Maria Pires stream is a third level watershed, measuring 53.53 Km<sup>2</sup>, with low relief slope with soyabens, corn, and wheat crops. Soil conservation within circularity index of the studied watershed was considered elongated. Compactness coefficient is identified as susceptible to flooding and roughness coefficient was determined as suitable for pasture and livestock. Form factor was considered biased to drainage conservation and regarding the low relief, it was considered favorable to a better infiltration for conservation of watershed.

**KEYWORDS:** Morphometric analysis, watershed, hydrology.

## 1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas têm uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Então pode ser considerada um ente sistêmico. É onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (PORTO e PORTO, 2008).

Para avaliar o possível efeito de qualquer perturbação numa bacia hidrográfica, é necessário conhecer, inicialmente, as características do ecossistema em suas condições naturais de equilíbrio, a fim de estabelecer comparações entre as condições hidrológicas e de qualidade da água no ecossistema natural e os ecossistemas nos quais ocorre ação direta do homem (SANTOS et al., 2007).

Por meio das florestas de proteção ambiental, é possível proteger as nascentes e os cursos d'água, minimizar a erosão, preservar a fauna dentre outras proteções. O Código Florestal considera como a preservação

<sup>1</sup> FATEC/BOTUCATU. E-mail: fdoriguel@yahoo.com.br

<sup>2</sup> UNESP/FCA. E-mail: seca@fca.unesp.br

<sup>3</sup> FATEC/BOTUCATU. E-mail: odelmanto@fatecbt.edu.br



### 2.2.1 Caracterização de composição e padrão de drenagem

Na caracterização da composição e padrão de drenagem foi utilizado a metodologia proposta por Christofolletti (1969) analisado-se os parâmetros relativos à densidade da drenagem (Dd), extensão do percurso superficial (Eps), extensão média do escoamento superficial (I), textura da topografia (Tt), coeficiente de manutenção (Cm), rugosidade topográfica (Rt) e o índice de forma (K).

O fator de forma (Kf) foi determinado pela metodologia utilizada por Almeida (2007).

Para a análise morfométrica da bacia hidrográfica corrêgo Maria Pires, obteve-se diferentes características

físicas no estudo abordando-se, principalmente, os parâmetros dimensionais da microbacia, características do relevo e índices padrões de drenagem da bacia.

Para a determinação da declividade média (H) utilizou-se a equação descrita por Lepsch et al. (1991) e as classes de declividade, conforme Equação 1 e Quadro 1.

$$H = \frac{D \cdot L}{A} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

H: declividade média em %;

D: distância entre as curvas de nível em metro;

L: comprimento total das curvas de nível em metro;

A: área da microbacia em m<sup>2</sup>.

**Quadro 1 – Classes de Declividade e Relevo.**

Classes de declividade	(%) Relevo/cor característica
0 – 3	Plano/verde claro
3 – 6	Suave ondulado/amarelo
6 – 12	Ondulado/vermelho
12 – 20	Forte ondulado/azul
20 – 40	Montanhoso/verde escuro
> 40	Escarpado/roxo

Fonte: Lepsch et al. (1991).

Para a utilização do coeficiente de rugosidade (CR) utilizou-se a metodologia descrita por Rocha e Kurtz (2001), que tem como característica principal o uso potencial das terras rurais para a agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou preservação permanente, desse modo, os autores obtiveram as seguintes classificações: 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.

A caracterização das classes do uso potencial da terra de cada microbacia foram obtidas através do cálculo da amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor de CR encontrada para as bacias de terceira ordem de ramificação e o intervalo de domínio – amplitude dividida por 4 – que é o número de classes preconizadas pelo método de *Sicco Smith* (ROCHA e KURTZ, 2001).

Os autores utilizaram-se da equação:  $CR = Dd \cdot H$ , em que, CR: coeficiente de rugosidade, Dd, densidade de drenagem e H: declividade média.

Densidade de drenagem (Dd) é a correlação do comprimento total dos rios com a área da bacia, sendo obtida a partir da Equação 2 segundo a metodologia descrita por Silva et al. (2004):

$$Dd = \frac{\sum Cc}{A} \quad (2)$$

Onde:

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

Cc - Comprimento total dos rios ou canais em km;

A - Área da bacia [km<sup>2</sup>].

O resultado encontrado para o parâmetro densidade de drenagem pode ser interpretado de acordo com o Quadro 2 elaborado por Christofolletti (1974).

**Quadro 2 - Classes de interpretação para os valores da densidade de drenagem.**

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

Fonte: Christofolletti (1974).

O Índice de circularidade (Ic) foi utilizado segundo a metodologia descrita por Silva et al. (2004) caracterizando-se a relação entre o perímetro e a área da bacia. Assim, foi preconizado por Cardoso et al. (2006) que o índice tende para a unidade 1,0 à medida que a bacia se aproxima da forma circular, diminuindo à medida que a forma torna-se alongada. Dessa maneira, empregou-se a Equação 3:

$$Ic = \frac{12,7 \times A}{P^2} \quad (3)$$

Onde:

Ic - Índice de circularidade;

P - Perímetro da bacia em km;

A - Área da bacia em km<sup>2</sup>.

Para a determinação do coeficiente de compacidade (Kc) utilizou-se da metodologia descrita por Vilella e Mattos (1975) se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade e menos sujeita à enchentes, sendo: Kc entre 1 – 1,25 (redondas para ovaladas); e, entre 1,25 – 1,50 (ovaladas); entre 1,50 – 1,70 (blongas). Na determinação do Kc utilizou-se da Equação 4:

$$Kc = 0,28 \cdot P \sqrt{A} \quad (4)$$

Onde:

Kc - Coeficiente de compacidade;

P - Perímetro em metros;

A - Área de drenagem em m<sup>2</sup>.

Para o fator de forma (Kf) utilizou-se da equação descrita por Villela e Mattos (1975) apresentada a partir da Equação 5, a seguir:(5)

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (5)$$

Onde:

Kf - fator de forma;

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

L - comprimento do eixo da bacia em metro.

A Razão do relevo (Rr) é preconizada segundo estudos realizados por (SCHUMM, 1956); (PIEIDADE, 1980); (CARVALHO, 1981) utilizando-se os seguintes valores para quantificar a razão de relevo: Razão de relevo baixa de 0,00 a 0,10; média - 0,11 a 0,30 e alta - 0,31 a 0,60.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização de composição e padrão de drenagem

Da metodologia utilizada no estudo foi possível obter a caracterização da composição e padrão de drenagem da microbacia do córrego Maria Pires, onde foram analisados os parâmetros morfométricos da microbacia, conforme apresentado na Tabela 1.

Desse modo, as características morfométricas indicam as relações entre a rede de drenagem e a respectiva área drenada, refletindo a fisiografia e a dinâmica fluvial da bacia hidrográfica relacionada à manifestação dos processos de formação e degradação das superfícies (PISSARA et al., 2010).

**Tabela 1** - Características físicas da microbacia córrego Maria Pires, Santa Maria da Serra/SP.

Características físicas	Unidades	Resultados
<b>Parâmetros dimensionais da microbacia</b>		
Área (A)	Km <sup>2</sup>	53,53
Perímetro (P)	Km	29,52
Comprimento (C)	Km	4,00
Comprimento da rede drenagem (Cr)	Km	8,00
Comprimento do rio principal (Cp)	Km	4,00
Comprimento nível total (Ct)	Km	48,30
<b>Características do relevo</b>		
Coeficiente de compacidade (Kc)	---	1,13
Fator forma (Kf)	---	0,023
Índice de circularidade (Ic)	---	0,19
Declividade média (D)	%	1,80
Altitude média (Hm)	M	570
Maior altitude (Ma)	M	610
Menor altitude (mA)	M	530
Coeficiente de rugosidade (Cr)	---	26,06
Razão do relevo (Rr)	---	0,027
<b>Índices padrões de drenagem da bacia</b>		
Ordem da microbacia (W)	---	3 <sup>a</sup>
Densidade de drenagem (Dd)	(Km/Km <sup>2</sup> )	3,61

Os resultados da caracterização da microbacia do córrego Maria Pires foram apresentados na Tabela 1, que, demonstram que a área encontrada na bacia em estudo possui aproximadamente 53,53 km<sup>2</sup> e enquanto o seu perímetro encontrado foi de 29,52 km.

A Tabela 1 apresenta a declividade média da microbacia sendo de 1,80% enquadrando-se na classe plano do relevo entre os índices de 0% a 3% de declividade, caracterizando-se como relevo plano, segundo estudos realizados por Rocha e Kurtz (2001) essa declividade é suscetível para agricultura no plantio de monoculturas



tais como a soja, trigo ou milho. Uma vez que a declividade pode influenciar sobre o escoamento superficial e, conseqüentemente, sobre o processo de erosão, que resulta em perdas de solo, água, matéria orgânica, nutrientes e microfauna, provocando, assim, assoreamento e eutrofização dos corpos d'água (TONELLO et al., 2006).

A densidade de drenagem encontrada na microbacia do córrego Ribeirão Pires, 3,61 Km.Km<sup>-2</sup>, mostra uma baixa capacidade de drenagem, segundo Christofolletti (1974) o resultado encontrado vai de encontro com as pesquisas elaboradas por Villela e Mattos (1975), pois esse índice varia de 0,5 Km.Km<sup>2</sup>, para bacia com baixa drenagem, a 3,5, ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

O índice de circularidade (IC) encontrado com valor de 0,19 mostra que a bacia estudada possui uma forma alongada e segundo os estudos realizados por Alves e Castro (2003) mostram que valores do IC menor que 0,51, a bacia é mais alongada favorecendo desta forma a infiltração, aumentando o tempo de concentração na microbacia.

Ainda por meio dos resultados da tabela 1 pôde-se verificar os valores envolvendo a caracterização da microbacia em estudo do coeficiente de compacidade (Kc), cujo o coeficiente se apresenta suscetível a enchentes, dado ao coeficiente 1,13 estar próximo a 1. De acordo com os resultados apresentado por Cardoso (2006) pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio que foi estudado em seu artigo mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato do coeficiente de compacidade apresentar o valor afastado da unidade do coeficiente entre 1,50 e 1,79.

Segundo Rocha e Kurtz (2001) onde os coeficientes de rugosidade estão distribuídos em quatro classes, A, B, C, D, respectivamente, para agricultura, pastagens, pastagens/reflorestamento e somente reflorestamento. Nesse sentido, o coeficiente rugosidade apresentado na bacia em estudo tem o valor de 26,06 que está relacionada na faixa da classe B, assim, essa bacia se caracteriza no uso de suas terras para a pastagem e pecuária.

O fator de forma da bacia (Tabela 1) em estudo considerada o valor de 0,023, que tem características de forma comprida, cuja bacia é considerada tendenciosa a conservação da drenagem, isso contribui com uma melhor infiltração ao solo. Com esse valor a microbacia não tem forma circular, possuindo neste caso, uma forma alongada e pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação (CARDOSO et al., 2006).

A baixa razão do relevo de 0,027 (Tabela 1) aponta que a bacia em estudo apresenta uma declividade baixa, bem como uma velocidade da água relativamente baixa em direção ao seu maior comprimento, favorecendo dessa maneira uma melhor infiltração de água. Esses

resultados são confirmados por Pollo et al. (2012) que encontram um valor de 0,023 considerado baixo, indicando uma menor velocidade de escoamento superficial, possibilitando assim, uma melhor infiltração de água no solo.

#### 4 CONCLUSÕES

Conclui-se que a bacia hidrográfica do córrego Maria Pires permitiu classificá-la como de terceira ordem de magnitude.

Na análise morfométrica do coeficiente de compacidade e o índice de circularidade permitiu constatar que esta apresenta forma alongada e pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação.

A configuração topográfica natural do sistema de drenagem apresenta densidade drenagem média, ocorrendo maior escoamento superficial e maior infiltração da água das chuvas.

Contudo, os resultados da análise morfométrica da microbacia estudada apresenta declividade média da bacia como baixa e relevo plano, sendo apropriada ao cultivo de soja, milho, cana-de-açúcar e trigo evidenciando a colheita mecanizada e favorecendo a conservação do solo.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.Q. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES.** 2007, 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitoria, 2007.
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p.117-127, 2003.
- ARRAES, C. L.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; ZANATA, M.; CAMPOS, S. Marfometria dos compartimentos hidrológicos do município de Jabotical, SP. **Revista Unopar Científica, Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.9, p.27-32, 2010.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- CARVALHO, W.A. **Relações entre relevos e solos da bacia do rio Capivara:** município de Botucatu, SP. 193f. Livre Docência (Tese de Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, n. 18, p. 35-64, 1969.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: ed. Edgard Blucher, 1974. 149p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: ed. Edgard Blucher, 1980. 188 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cartas do Brasil. Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de Santa Maria da Serra, 1974.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, 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.
- MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. - São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, secretária do Meio Ambiente/Fundação Florestal, 1993.
- MOREIRA, L., RODRIGUES, V.A. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). **Eletrônica de Engenharia Florestal**. Garça, v.16, n.1, p.9-21, 2010.
- PIEIDADE, G.C.R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP**. 1980. 161f. Livre Docência (Tese de Livre Docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1980.
- PISSARA, 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**, v. 34, n. 4, p. 669-677, 2010.
- POLLO, R. A.; BARROS, B. S. X.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. RODRIGUES, V. A. Caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.163-174, 2012.
- PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.22, n.63, p.43-60, 2008.
- ROCHA, J.S.M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de Manejo Integrado de bacias Hidrográficas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2001, 282p.
- SANTOS, G.V.; DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P. de S.; MACEDO, M. de N.C. de. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.931-940, 2007.
- SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; BARBOSA, C.P. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias hidrográficas**. São Carlos : ed. RiMa. 2004. 141p.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. **Geological Society of American Bulletin**, v.67, p.597-646, 1956.
- TONELLO, K. C.; TEIXEIRA, H. C.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, A. S. R.; LEITE, F. L. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Ganhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1975, 245p.