ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO SUDOESTE DO PARANÁ

Jean Rafael Dias Zanella [1], Julio Caetano Tomazoni [2], Elisete Guimarães [3],Wagner Aguiar [4]

[1]Mestre em Engenharia Ambiental – UTFPR Campus Francisco Beltrão, Av. Prefeito Guiomar Lopes, 281, Cristo Rei, Francisco Beltrão, PR, jeanrzanella@gmail.com; [2]Professor Permanente do PPGEA – UTFPR Campus Francisco Beltrão, Avenida Julio Assis Cavalheiro 980, Apto. 122, CEP 85601 000, Francisco Beltrão PR, caetano@utfpr.edu.br; [3]Professora Permanente do PPGEA – UTFPR Campus Francisco Beltrão, Avenida Julio Assis Cavalheiro 980, Apto. 122, CEP 85601 000, Francisco Beltrão PR, guimaraes@utfpr.edu.br; [4]Professor da UTFPR Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara interior, CEP 85601 970 - Francisco Beltrão, PR, e-mail: wagneraguiar@utfpr.edu.br;

RESUMO

A bacia hidrográfica representa o modo natural da divisão do terreno para gerenciamento e planejamento. A aplicação de Sistemas de Informações Geográfica (SIGs) e Sensoriamento Remoto são essenciais para o gerenciamento de recursos naturais, bem como, pesquisas sobre desastres naturais. O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica de uma área de estudo na bacia hidrográfica do rio Marrecas, no sudoeste do Paraná. A caracterização morfométrica da área de estudo foi realizada a partir do Modelo Digital de Elevação gerado a partir das curvas de nível com equidistância de 10 metros. As características do canal do rio em estudo foi obtido através de levantamento batimétrico do canal principal. Ao analisar as características físicas da bacia hidrográfica em estudo, conclui-se que a mesma possui forma alongada, apresentando menor risco para ocorrência de cheias em condições normais de precipitação.

Palavras-chave **—** Análise morfométricas, tempo de concentração, enchente, sistemas de informações geográficas.

ABSTRACT

A watershed represents the natural way of a land division for management and planning. The application of Geographic Information System (GIS) ans Remote sensing are fundamental for natural resources management, as well as, nautral disaster researches. The objective of this study was performing the morphometric analysis of a study area in Marrecas river watershed in the Southwest Parana. The morphometric analysis of the study field was performed from the digital elevation model generated from contours with equidistance of 10 meters. The characteristics of the river was obtained through bathymetric survey of the main channel. Analysing the physical characteristics of the watershed it concludes that it has elongated shape, demonstrating low risk of occurring floods in normal conditions of rainfall.

Key words *— Morphometric analysis, concentration time, flood, geographic information systems.*

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica representa o modo natural de divisão do terreno para gerenciamento e planejamento. De modo geral, as bacias hidrográficas referem-se como áreas de drenagem e os limites são traçados utilizando mudanças na elevação do terreno [1].

A remoção de vegetação e solo, alteração da superfície, e tubulações de drenagem pluvial, aumentam o coeficiente de escoamento superficial. Como resultado, o pico de vazão, volume e frequência de inundações aumentam nos canais. Estradas e prédio construídos em áreas susceptíveis a inundações aumentam a probabilidade de serem prejudicadas pelas enchentes [2].

Nos últimos anos, Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e Sensoriamento Remoto, tornaram-se ferramentas úteis para o gerenciamento de recursos naturais, bem como, pesquisas sobre desastres naturais. Como essa pesquisa demanda de muito dado espacial os SIGs permitem que esses dados sejam facilmente e eficientemente trabalhados [3].

A análise morfométrica da bacia hidrográfica é importante para compreender as características físicas da área de estudo. Com dados morfométricos é possível realizar um planejamento em função das características encontradas.

O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica de uma área de estudo na bacia hidrográfica do rio Marrecas, no sudoeste do Paraná., a partir da estimativa de parâmetros obtidos por meio se sistemas de informações geográficas (SIG).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Marrecas abrange os municípios de Flor da Serra do Sul, Francisco Beltrão, Itapejara D'Oeste, Marmeleiro e Verê. De acordo com [4], a Bacia do Rio Marrecas está localizada no sudoeste do Paraná, com área de 865,43 km2 e 164,9 km de perímetro, sendo que o seu canal principal possui extensão de 146,6 km. As

principais sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Marrecas são: Frio, Lata, Mandurim, Lonqueador, Cruzinha, Bonito, Quatorze, Santa Rosa, Tuna e Concórdia.

A área objeto de estudos, abrange parte da bacia do Rio Marrecas, com área e perímetro de 451,14 km2 e 117,32 km, respectivamente, localizada nos Municípios de Francisco Beltrão, Marmeleiro e Flor da Serra do Sul. O estudo foi desenvolvido utilizando curvas de nível equidistantes 10 m, da bacia do rio Marrecas com escala de 1:10.000. O processamento dos dados para a geração do Modelo Digital do Terreno (MDE) foi realizado no software ArcGIS 10.4.

O clima da área da bacia em estudo segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, onde "C" significa clima mesotérmico temperado, "f" chuvas bem distribuídas durante o ano e "a" significa verões quentes. A precipitação média anual no município de Francisco Beltrão está entre 1400 e 1800mm, sendo uma das médias mais altas do estado do Paraná.

Os dados físicos da área de estudo, área de drenagem (A) e perímetro (P), foram obtidos através de um sistema de informação geográfica (SIG). A partir da obtenção desses dados foi possível gerar os demais fatores físicos da área de estudo. Vide Figura 1.

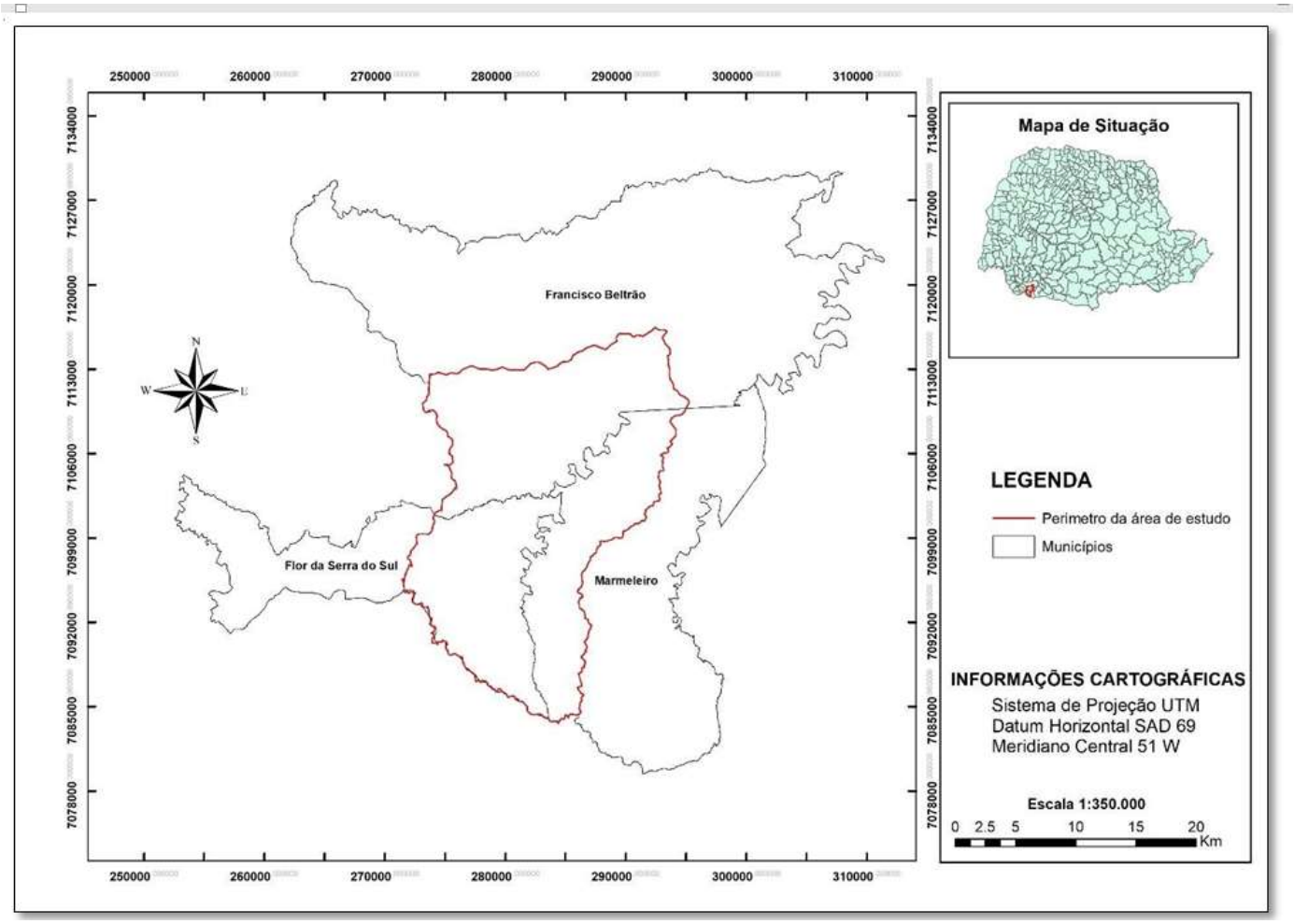


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.1 Caracterização Morfométrica da Área de Estudo

2.1.1 Modelo Digital de Elevação

O MDE foi obtido através de curvas de nível com equidistância de 10 metros. Já o canal principal da área de estudo foi obtido por informações levantadas em campo através de levantamento batimétrico do canal principal pela Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão.

2.1.2 Coeficiente de compacidade (Kc)

O Kc relaciona a forma da bacia com um círculo e constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia [5]. O coeficiente de compacidade é representado pela seguinte equação:

$$Kc = 0{,}28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde, P é o perímetro da bacia (m) e A é a área da bacia (m^2).

2.1.3 Fator de forma

É a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica [5]. O fator de forma é representado pela seguinte equação:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Onde, A é a área de drenagem (m^2) e L é o comprimento do eixo da bacia (m).

2.1.4 Índice de circularidade

Indica a forma física da bacia, em que a medida que o IC aumenta mais próxima de uma forma circular a bacia se encontra. O IC é representado pela seguinte equação:

$$IC = \frac{12{,}57A}{P^2}$$

Onde, A é a área de drenagem (m^2) e P é o perímetro (m).

2.1.5 Declividade e Altitude

A declividade do canal baseia-se na relação entre a variação de altitude entre dois pontos do terreno e a distância horizontal entre eles. A declividade do Rio Marrecas na área de estudo foi de 0,0025 m/m.

2.1.6 Índice de Sinuosidade (%)

O índice de sinuosidade é a relação entre a o comprimento do canal e a distância vetorial entre os dois pontos extremos do canal principal.

2.1.7 Densidade de Drenagem

A densidade é a relação entre o comprimento total de todos os canais e a área da bacia hidrográfica.

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Onde, Lt é o comprimento total dos canais da bacia e A é a área da bacia hidrográfica.

2.1.8 Tempo de Concentração (Tc)

O Tc é represetando pela seguinte equação:

$$Tc = 0{,}462L^{0{,}5} * S^{-0{,}25}$$

Onde L é o comprimento (km) do canal principal e S é a declividade do canal principal (m/m).

3. RESULTADOS

As características obtidas a partir da análise morfométrica são apresentadas na tabela 1.

Características Físicas	Resultados
Área da bacia hidrográfica (km^2)	451,14 km^2
Perímetro (km)	117,32 km
Comprimento axial da bacia (km)	32,1 km
Comprimento do rio principal (km)	55,68 km
Coeficiente de compacidade	1,54
Fator de forma	0,43
Índice de circularidade	0,41
Densidade de drenagem	3,54 $km.km^{-2}$
Tempo de concentração (horas)	15 horas
Índice de sinuosidade	2,26
Ordem da bacia hidrográfica	5ª Ordem
Declividade ($m.m^{-1}$)	0,0025

Tabela 1. Caracterização Morfométrica da Bacia do Rio Marrecas.

Com os dados coletados de cota e vazão foi possível determinar a curva-chave. Além disso a correlação entre os dados de cota e vazão foi de 0,9729. A partir da curva-chave de sedimentos foi possível estimar a descarga de sedimentos para a área de estudo. Verificou-se que é possível obter dados aceitáveis em amostragens utilizando um ponto de controle.

A concentração de material transportado no Rio Marrecas está diretamente relacionada com a quantidade de precipitações, sendo o maior valor (109 mg/L) registrado no mês de maio de 2020.

Além disso, foi possível estimar a produção de sedimentos por meio da vazão e concentração de sedimento no ponto de controle determinado par ao estudo no Rio Marrecas. A data que registrou maior quantidade de descarga de sedimentos no Rio Marrecas (121,86 ton/dia), também foi a data que registrou maior vazão do mesmo rio (15,5 m^3/s).

4. DISCUSSÃO

Ao analisar o conjunto de dados obtidos através da análise morfométrica da bacia, pode-se afirmar que a mesma possui baixa susceptibilidade a enchente e inundações. Isso pode ser verificado no estudo de[7], em que obteve Kc = 1,61 e IC = 0,38, valores próximos do presente estudo.

As bacias que tendem a serem mais circulares apresentam maior probabilidade de provocarem enchentes súbitas no canal principal na ocorrência de chuvas intensas. Isso ocorre devido o aporte de água no canal fluvial, proveniente de vertentes e tributários tende a simultaneidade,

concentrando-se em um curto espaço de tempo [8]. Logo, ao considerar o índice de circularidade da bacia, pode-se dizer que a probabilidade é baixa de ocorrer enchentes súbitas no canal principal e alto índice de escoamento, pois o valor (0,41) é baixo e o coeficiente de compacidade (Kc) apresenta valor afastado de 1,0 (1,57).

Além disso, para complementar as informações acima, o fator de forma (0,43) encontrado para a área de estudo é baixo. Quanto menor o fator de forma encontrado, mais alongada é a área da bacia e maior será seu tempo de concentração, indicando que a área é menos sujeita a enchentes [9]. Valores similares foram encontrados no estudo de [10], IC = 0,41, KC = 1,53 e fator de forma = 0,58, caracterizou a bacia hidrográfica como alongada, formato similar da bacia hidrográfica do presente estudo. TEODORO et al. [11], encontraram os seguintes valores, fator de forma = 1,07 e Ic = 0,91. Valores que indicam que a bacia possui formato diferente da bacia deste estudo. Sendo mais arredondada e possivelmente com tendência de ocorrer cheias maior do que a área de estudo deste trabalho.

Além disso, ao considerar que a média de precipitação na região da área de estudo é alta (2000 a 2500mm) e apresentou valor de densidade de drenagem considerável (3,54 km.km-2), valor que representa grande riqueza em cursos d'água na região, diferente do valor encontrado por TEODORO, et al. [11], 0,68 km.km-2, representando baixa densidade de drenagem naquela bacia.

A declividade média é um parâmetro morfométrico importante para o diagnóstico físico na gestão de recursos hídricos. Através desse parâmetro é possível avaliar a vulnerabilidade à erosão ocasionada pelo escoamento superficial, onde é possível identificar área de maior vulnerabilidade à ação de processos erosivos [8].

5. CONCLUSÕES

Ao analisar as características físicas da bacia, conclui-se que a mesma possui forma alongada, apresentando menor risco para ocorrência cheias em condições normais de precipitação.

A partir dos dados obtidos, declividade média (20%), relevo ondulado, drenagem média (3,54) e precipitação anual de 2.000 a 2.500mm. Logo, pode-se afirmar que a bacia apresenta profunda dissecação fluvial e perenidade.

O padrão de drenagem formado pelos cursos d'água caracteriza-se como do tipo dendrítico, com médio grau de ramificação (ordem 5).

O tempo de concentração da bacia foi de 15 horas. O tempo de concentração está relacionado com a forma, comprimento, área e declividade da bacia hidrográfica. Ao analisar esses parâmetros sem calcular o Tc conclui-se que o tempo de concentração da bacia é alto.

Ao calcular o tempo de concentração pode-se concluir a área de estudo possui alto tempo de concentração.

Analisando todos os parâmetros físicos da bacia hidrográfica pode-se concluir que há baixa susceptibilidade a enchentes.

6. REFERÊNCIAS

[1] T. Randhir. Watershed management. IWA Publishing, 2006.

[2] C. P. Konrad. Effects of urban development on floods. 2003.

[3] T. G. Pham, J. Degener, M. Kappas. Integrated Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in a sap basin: Central Vietnam. International Soil and Water Conservation Research, v. 6, n.2, p. 99-110, 2018.

[4] C. E. Da Luz. Tendências granulométricas dos sedimentos de fundo no rio Marrecas. Dissertação (mestrado em geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, UNIOESTE, Francisco Beltrão, p. 75, 2011.

[5] L. Pimentel. Hidrologia: engenharia e meio ambiente. Elsevier Brasil, 2017.

[6] D. Johnstone, W. P. Cross. Elements of applied hydrology. New York: Ronald Press, 1949.

[7] L. C. F. Pereira, G. H. M. Brito, I. L. Vespucci, and I. J. F. Rocha. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Dos Patos, GO. Ipê Agronomic Journal, v. 3, 1,p. 4-13, 2019.

[8] P. J. O. Machado. Diagnóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do Córrego São Pedro: um exercício acadêmico de gestão dos rescursos hídricos. Ubá: Geographica, 2010.

[9] C. B. Ruezzene, N. L. R. de Andrade, R. G. Aguiar, M. M. D. Orozco, and I. G. Fotopoulos. Estudos Ambientais em Território Amazônico sob a Perspectiva da Engenharia Ambiental. Appris Editora e Livraria Eireli - ME, 2018.

[10] A. de Oliveira Simões, H. A. Silva, K. C. C. Metelo, S. A. Santos, and V. E. N. Nascimento. Análise morfometrica da bacia do Rio Cuiabá como subsidio a gestão de bacias hidrográficas. TCC-Engenharia Ambiental, 2018.

[11] V. L. I. Teodoro, D. Teixeira, D. J. L. Costa, and B. B. Fuller. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.