

Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo, Três Lagoas (MS)

Rodrigues Barbosa, M.C. (UFMS) ; Soares da Silva, M.H. (UFMS) ; Decco, H.F. (UFMS)

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi de realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo. Para isso, gerou-se inicialmente o Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir de imagens SRTM, com resolução de 30 m, através do software ArcMap 10.8. A partir do MDE, foi possível a obtenção de alguns parâmetros morfométricos para o estudo da dinâmica hidrológica e geomorfológica. Identificou-se que a área da Bacia Hidrográfica é de 2074,94 km² e o perímetro, de 242378,34 km², possui formato alongado, segundo a classificação de Horton (1945), o coeficiente de capacidade 1,48, fator de forma 0,56 e o índice de circularidade 0,44, a altitude mostrou uma variação entre 278 e 529 m, com declividade predominantemente plana, além de alguns pontos nas nascentes com uma maior elevação. A hidrografia é composta por canais fluviais de 5 ordem, e densidade de drenagem de 2,90 km/km².

PALAVRAS CHAVES

Morfometria; MDE; DECLIVIDADE; DENSIDADE; FORMA

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out the morphometric characterization of the Ribeirão do Pombo watershed. For this, the Digital Elevation Model (DEM) was initially generated from SRTM images, with a resolution of 30 m, using ArcMap 10.8 software. From the MDE, it was possible to obtain some morphometric parameters for the study of hydrological and geomorphological dynamics. It was identified that the area of the Hydrographic Basin is 2074.94 km² and the perimeter, of 242378.34 km², has an elongated shape, according to Horton's classification (1945), the capacity coefficient 1.48, form factor 0.56 and the circularity index 0.44, the altitude showed a variation between 278 and 529 m, with a predominantly flat slope, in addition to some points in the springs with a higher elevation. The hydrography is composed of 5th order fluvial channels, and drainage density of 2.90 km/km².

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas em Bacias Hidrográficas, mostrando o uso inadequado dos recursos hídricos e os processos de degradação e impactos causados pela ação antrópica. Em sua grande maioria as questões relacionadas com o meio ambiente, estão ligadas a fatores econômicas e a evolução do homem no intuito de sobreviver e se estabelecer em sociedade, mas também ligadas à ganância do acúmulo de capital impulsionado no sistema econômico vigente. É crescente os problemas ligados as questões ambientais, como ocupação desordenada, desmatamento, destruição de áreas de preservação, dentre outros, o que vem proporcionando grandes impactos ambientais e gerando crises, como a falta de recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica é tema de pesquisas ambientais, comum à várias ciências afins o que reverbera em abordagens variadas em suas considerações em relação a esse recorte espacial. Christofolletti (1980), por exemplo, afirma que Bacia Hidrográfica é um sistema dinâmico suscetível a hierarquização, é delimitado naturalmente pelos divisores de água e produto de inúmeras inter-relações processuais de energia, matéria e informações, ou seja, a bacia de drenagem pode ser compreendida como uma área de drenagem por um rio ou por um sistema fluvial. Tucci (1997) salienta que “Bacia Hidrográfica é um conjunto de superfícies vertentes, ou seja, uma rede de drenagem formada por seus cursos de água que concentram num único leito no seu exultório ou seja a bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água precipitada que faz dirigir o escoamento para um único ponto de saída.” De acordo com Rodrigues, Pissarra e Campos (2008, pág. 311) “as características físicas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo

hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, o escoamento superficial e subsuperficial.” Segundo Christofoletti (1980), para a compreensão e explicação da dinâmica ambiental e hidrológica da Bacia torna-se necessária a análise de alguns aspectos que estão relacionados à drenagem, relevo e geologia. No Brasil a qualificação das águas e seus usos múltiplos são reguladas por legislação federal, que tem uso e limitações de uso expressas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, elaborada a partir da Lei nº 9.433/9, de 8 de janeiro de 1997. Nesse contexto, destaca-se aqui que a análise morfométrica é utilizada como ferramenta para fins de planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, facilitando a identificação e a caracterização da dinâmica fluvial, e delimitação dos limites naturais que integram a paisagem. No estado de Mato Grosso do Sul o processo de uso e ocupação do solo vem causando ao longo dos anos impactos significativos nas dinâmicas socioambientais da área. No contexto das dinâmicas de ocupação da região Leste do estado, o agravo é maior devido a recente expansão da agroindústria de celulose e papel, com ocupação significativa da superfície do solo por monocultura de eucalipto. Lanza et. Al. (2014) cita como exemplo a Bacia Hidrográfica do Rio Verde, localizada na região de Três Lagoas, e concluem que o estado de conservação da bacia não é satisfatório, sendo necessário medidas efetivas dos gestores ambientais a fim de alterar essa situação. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Rio do Pombo, uma sub- bacia que compõe a rede de drenagem do Rio Verde e por essa configuração geográfica necessita de análises que contribuam para a compreensão de sua situação ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a Bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo, a qual é um afluente disposto na vertente esquerda da Bacia Hidrográfica do Rio Verde (Fig. 01), na latitude 20°53'14,208" S e a longitude 52°9'26,112" W, que possui extensão de área aproximada de 2074,94 km² e comprimento linear de 350 km. Suas nascentes estão entre as coordenadas 20°9'51,255" de latitude S e 52° 45'35,673" O, localizadas no município de Água Clara e sua foz no Rio Verde, e seus limites com o Município de Três Lagoas, destacando que o sentido de seu curso é predominante de noroeste para sudeste (NO-SE). Nesta região o clima segundo Koeppen é classificado como AW, tropical quente e úmido, com duas estações bem definidas, seca no inverno e chuvosa no verão. A temperatura média local é de 26°C, com vegetação típica é o Cerrado “stricto sensu” ou floresta subtropical sazonal. Para o levantamento das informações morfométricas da bacia, o primeiro procedimento foi a elaboração do Modelo Digital de Elevação, sendo que para isso os materiais utilizados foram: imagens SRTM 1- Arc- Second Global (GeoTiff), da plataforma USG Explorer de alta resolução, com resolução espacial de 30m e os aplicativos de computador ArcMap 10.8.2. As imagens do modelo digital de elevação (MDE) foram mosaicadas e o sistema de projeção utilizado foi sirgas 2000 UTM Zone 22 S. A partir do MDE, foi realizada a delimitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo e aquisição das informações de área da bacia, ou seja toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, além do perímetro, que é comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de água. Considerando as afirmações de Tonello (2005) que ainda enfatiza que a caracterização morfométrica busca entender a relação entre solo e superfície, decorrente dos processos erosivos e sobre estruturas e litologias variadas, obtendo índices quantitativos, que auxiliam nos estudos hidrológicos de uma Bacia Hidrográfica, a análise morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo, contou ainda com os procedimentos baseados na variáveis descritas abaixo. Fator de forma (kf): Corresponde à largura média e o comprimento do eixo, medido da foz até o ponto mais longo da bacia. (Villega e Matos(1975)). $K_f = \text{Fator de forma}$; $A = \text{Área de drenagem}$; $L = \text{Comprimento do eixo da bacia}$. Coeficiente de Capacidade (Kc) Relação entre perímetro (P) e a circunferência do círculo da mesma área, quanto maior for a circularidade da Bacia, maior será a tendência para enchentes. $K_c = \text{Coeficiente de capacidade}$; $P = \text{perímetro}$; $A = \text{área de drenagem}$ (Borsato e Martoni 2004). Índice De Circularidade (IC): Simultaneamente ao coeficiente de capacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. (Tonello 2005). $IC = \text{índice de circularidade}$; $A = \text{área de drenagem}$; $P = \text{perímetro}$ Ordem ou Hierarquia Fluvial- Determina a sequência dos cursos d'água da bacia, dessa forma a ordem da bacia influência diretamente na ramificação do sistema de drenagem.

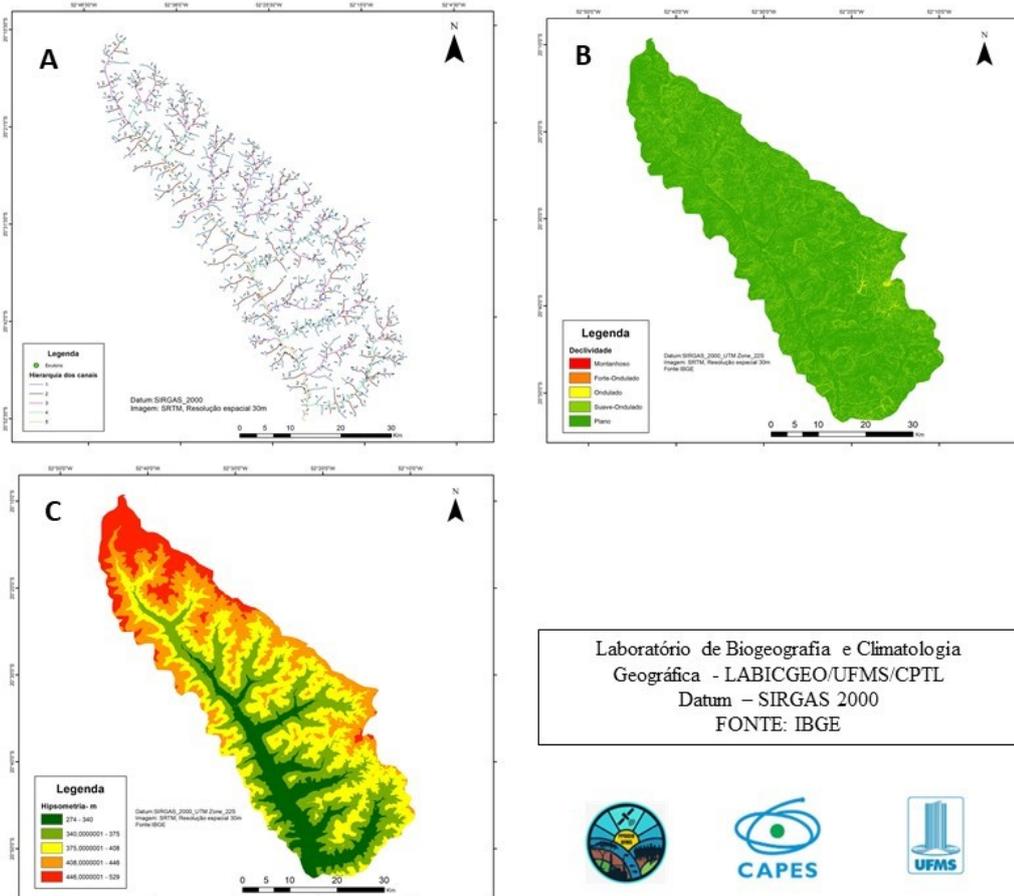
Christofoletti (1980). Densidade De Drenagem (D d) - Comprimento total dos canais dentro da Bacia, ou seja, área de captação expressa em quilômetros quadrados. Horton (1932). $Dd = \Sigma L/A$ d Dd é a densidade de drenagem, ΣL (km), o comprimento total de canais e A d, a área (km²) da bacia. Declividade e altitude - Variáveis relacionadas às formas da superfície da bacia capazes de indicar os movimentos de fluxos superficiais nas vertentes. (Vilella e Matos (1975) Teodoro (2007)). Evidencia-se que as classes de declividade foram separadas utilizando-se como base os intervalos sugeridos e classificado pela Embrapa (1979). Sendo 0 -3 relevo plano; 3 - 8 relevo suavemente ondulado; 8 -20 relevo ondulado; 20 - 45 relevo fortemente ondulado; 45 - 75 relevo montanhoso; >75 relevo fortemente montanhoso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo, revela que a mesma possui uma área de drenagem de 2074,9 km² e seu perímetro é de 242,37 km. De acordo com as análises realizadas em relação a morfometria da bacia hidrográfica, pode-se afirmar que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo possui coeficiente de capacidade (Kc) de 1,48, enquanto o fator de forma (Ff), apresentou um valor de 0,56, o que confere que tanto no fator de forma, quanto no coeficiente de capacidade da bacia um formato ovalado, com condições ambientais de tendência média a enchentes considerando as informações de Mattos e Vilela (1975), apresentados na tabela 1. O coeficiente de capacidade e índice de circularidade comparam a forma da bacia com um círculo, já o fator de forma com um retângulo, segundo Vilela & Matos (1975), nos diz que a forma da bacia e o sistema de drenagem depende da estrutura geológica, quanto mais baixo for o fator de forma, a bacia estará menos sujeita a enchentes. Apenas os valores ligados ao índice de circularidade (Ic), o qual foi de 0,44, resultou em um indicativo de bacia hidrográfica em formato Alongado, o que lhe atribui uma tendência baixa a inundações. Contudo, em ambas as variáveis pesquisadas em relação à forma da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo houve indicativo de tendência a enchentes nas condições ambientais da área, seja mediana ou baixa. Sobre esses indicadores ressalta-se que Tucci (1997) explica que quanto mais próximo de um círculo uma bacia se assemelhar, maior será a sua capacidade de proporcionar grandes cheias, o que ocorre por haver conversão do escoamento superficial, ao mesmo tempo, para um pequeno trecho do rio principal, havendo acúmulo do fluxo. No caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo as variáveis revelaram um formato entre Alongada e Ovalada, atribuindo tendências a enchentes de baixa a média. As características de drenagem revelaram que o fluxo de direção da bacia é de NO-SE, sendo que a densidade da drenagem que apresentou um valor de 2,90 km/km². De acordo com Matos e Vilela (1975) apresenta uma boa drenagem revelando eficiência na concentração do escoamento superficial no exutório da bacia. Essa condição permite relacionar a situação ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo com os dados de forma, discutidos anteriormente, que atribuíram a essa área baixa a mediana tendência a enchentes. Contudo a hierarquia dos canais (Figura 2A.) revelou que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo possui características de bacia de 5ª ordem, ou seja, mostrando um significativo grau de ramificação fluvial que permite aferir boa possibilidade de fluxo de captação de água na área da bacia, nos 350 km de canais identificados. Porém é preciso apontar que a margem direita da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo possui menor complexidade de ramificações na hierarquia fluvial, comparada a configuração apresentada na margem esquerda. A margem direita apresenta predominantemente canais de 1ª e 2ª ordem, se limitando em apenas três canais de 3ª ordem. Já na margem esquerda, a complexidade da hierarquia fluvial apresenta significativa quantidade de canais de 1ª, 2ª e 3ª ordem, e ainda canais de 4ª ordem. A metodologia aqui usada, é a descrita por Strahler (1952) para determinar a sequência dos cursos d'água da bacia, na qual os canais sem tributários são classificados como de primeira ordem, já os canais de segunda ordem se originam no entroncamento dos canais de primeira ordem, os de terceira ordem se originam a partir da confluência de dois canais de segunda ordem, os canais de quarta ordem surgem da junção de dois canais de terceira, e assim consecutivamente. Dessa forma a ordem da bacia influencia diretamente na ramificação do sistema de drenagem. (SANTOS, TARGA, BATISTA, DIAS, 2012). Christofoletti (1980) nos diz que: "A hierarquia fluvial é a classificação de determinado curso de água ou da área drenada por este curso no conjunto total da bacia hidrográfica a que pertence. Assim é possível compreender melhor a dinâmica dentro da bacia, tornando mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre bacias hidrográficas." De

acordo com Stevaux, Latrubesse (2017) a drenagem por escoamento superficial se dá principalmente pela rede de canais, que, por sua vez, é gerada pelo trabalho exercido pelo próprio fluxo da água drenada. Ainda sobre os autores diz que “dessa forma, é de supor que haja uma estreita relação entre as características da rede de drenagem e as condições ambientais da Bacia”. A eficiência no processo de escoamento, como o volume das precipitações médias, além de outros fatores que atuam como um conjunto, o clima, o relevo, o tipo de solo e de rocha, além da cobertura vegetal e a ocupação do solo, podem controlar o processo de escoamento na bacia. O que controla a capacidade de infiltração e o comportamento dos canais superficiais, são determinados através da litologia e a estrutura geológica, o que define o comportamento hidrológico deste parâmetro, Christofolletti (1980). De acordo com Villela e Mattos (1975), um dos principais fatores responsáveis pela velocidade de escoamento superficial é a declividade do terreno e o que pode causar a erosão do solo, portanto a topografia do terreno tem impacto na propensão e magnitude de inundações e na vulnerabilidade à erosão. Assim, os dados relacionados ao relevo da bacia (figura 2B) mostraram que a declividade mais acentuada, entre 446 e 529 metros de altitude foram identificadas na região de alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo, em ambas as margens, porém com predomínio na margem esquerda. Essa configuração também é perceptível no médio curso, na margem esquerda, o restante da bacia apresentou variação hipsométrica entre 274 e 400 metros, sendo que na margem direita essa configuração é mais proeminente. De acordo com TEODORO, 2007, a variação da altitude está agregada com a precipitação, a evaporação e transpiração sobre os deflúvios médios, onde a variação de temperaturas em grandes altitudes, influenciam diretamente na dinâmica da água na bacia e em seu leito, ocasionando as possíveis variações na precipitação anual devido a elevação. Ressalta-se ainda que mesmo a declividade da área apresenta uma característica predominantemente Suave Ondulada a Plana (Figura 2C), um ponto específico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo, na margem esquerda, revelou áreas mais aparente com relevo mais acentuado, classificado como Ondulado, essa área se refere a um testemunho geológico-geomorfológico denominado localmente de “Serrinha”. Além disso, no seu alto curso da bacia hidrográfica, com características mais complexas de drenagem e relevo, está inserida a Unidade de Conservação integral, denominada Parque Natural Municipal do Pombo, com relevante interesse ecológico para a conservação da biodiversidade nativa, sendo uma área de recuperação e proteção total, com importância regional em termos de bioma, devido a extensão que totalizam 8,3 mil hectares de vegetação nativa contínua, o que acentua ainda mais a necessidade de aprofundar o conhecimento da dinâmica hídrica e geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo.

Figura 02: Características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Ribe



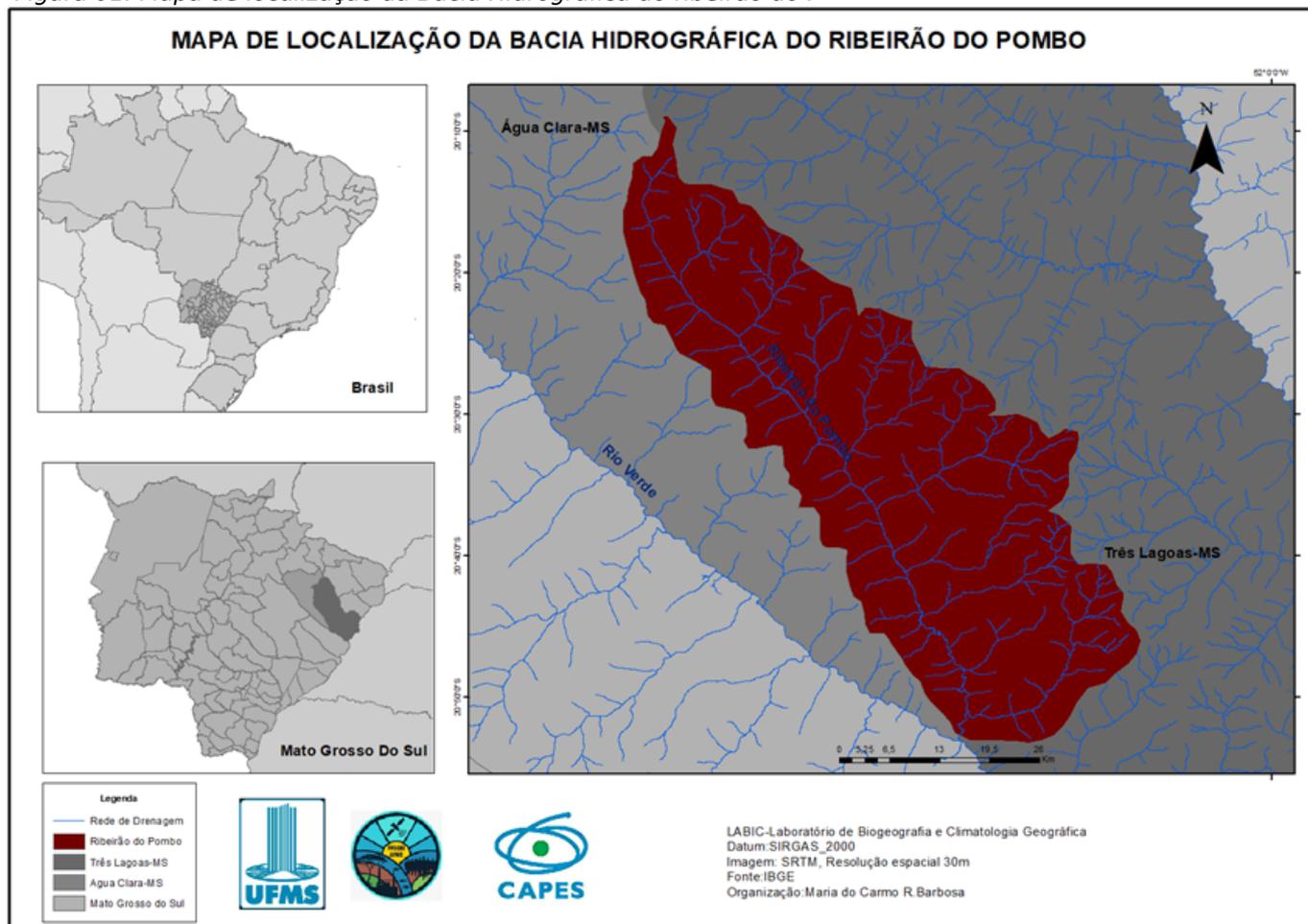
mosaico de mapas para a discussão dos resultados

Tabela 01: Valores, formatos e interpretação do fator de forma (F_f), i

K_f	I_c	K_c	Formato	Interpretação ambiental
1,00 a 0,75	1,00 a 0,80	1,00 a 1,25	Redonda	Alta tendência a enchentes
0,75 a 0,50	0,80 a 0,60	1,25 a 1,50	Ovalada	Tendência mediana a enchentes
0,50 a 0,30	0,60 a 0,40	1,50 a 1,70	Oblonga	Baixa tendência a enchentes
<0,30	<0,40	<1,70	Comprida	Tendência à conservação

Interpretação da Dinâmica Ambiental

Figura 01: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do ribeirão do P



Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com todas as análises realizadas conclui -se que a caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo, torna-se necessária para o entendimento da dinâmica fluvial e geomorfológicas, mostra uma bacia de forma alongada e ovalada, atribuindo tendências a enchentes de baixa a média. Essa configuração da bacia é concordante com as condições de fator de Forma (Ff), que portanto, também atribui à bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo um formato ovalar com tendência média a enchentes. A Bacia mostrou um significativo grau de ramificação fluvial que permite aferir boa possibilidade de fluxo de captação de água na área da bacia, nos 350 km de canais identificados, foi classificada como de 5ª ordem. Ressalta-se ainda que mesmo a declividade da área apresenta uma característica predominantemente Suave Ondulada a Plana, um ponto específico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pombo, na margem esquerda, revelou áreas mais aparente com relevo mais acentuado, classificado como Ondulado, essa área se refere a um testemunho geológico-geomorfológico denominado localmente de “Serrinha”. Além disso, no seu alto curso da bacia hidrográfica, com características mais complexas de drenagem e relevo, está inserida a Unidade de Conservação integral, denominada Parque Natural Municipal do Pombo, com relevante interesse ecológico para a conservação da biodiversidade nativa, o que acentua ainda mais a necessidade de aprofundar o conhecimento da dinâmica hídrica e geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Pombo.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo Apoio a pesquisa; A CAPES pelo apoio financeiro com Bolsa de pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. Acta 52 Scientiarum. Human and Social Sciences, Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980) Geomorfologia. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

Esri Inc. ArcMap (versão 10.5.1). Redlands, Estados Unidos, 2016.

HORTON, R.E. Drainage basin characteristics. Transaction of the American Geophysical Union, n.13, p. 350-361, 1932.

HORTON, R.E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Amer. Bull., 56 (3): 275-370

RODRIGUES, F. M.; PISSARA, T. C. T.; CAMPOS, S. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA FAZENDA GLÓRIA, MUNICÍPIO DE TAQUARITINGA, SP. IRRIGA, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>)

Stevaux, J.C.; Latrubesse, E.M. Geomorfologia Fluvial .1 ed. São Paulo, 2017.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.
[http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, Araraquara, n. 20, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K. C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. 2005. 69f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L.; ALVARES, C. A.; Ribeiro, S.; Leite, F. P. 2006. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. Revista Árvore, 30 (5): 849-857.

TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

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