

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS/ PIRENÓPOLIS – GOIÁS, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Arruda Neto, J.M.¹, Costa, E.F.^{1,2}, Bayer, M.^{1,3}

¹Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil

²Laboratório do Processamento de Imagens e Geoprocessamento, UFG, Brasil.

³Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física, UFG, Brasil.

Comissão VI - Sistemas de Informações Geográficas e Infraestrutura de Dados Espaciais

RESUMO

O estudo da morfometria das bacias hidrográficas nos dá o acesso a informações relevantes quanto a sua dinâmica natural, a relação com os diferentes usos de solos na sua região e os impactos recorrentes de tal uso. As bacias hidrográficas são unidades físicas de planejamento territorial e a metodologia empregada para tal análise foi com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas a partir da compartimentação da bacia em alta, média e baixa e a comparação de parâmetros. O presente artigo busca caracterizar a bacia hidrográfica e analisar os dados morfométricos.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Bacia Hidrográfica, Morfometria.

ABSTRACT

The study of morphometry of watersheds give us access the relevant information about natural dynamics, the relationship between the different use of the soil in the region and the impacts about this. The watersheds are a physical units of territorial planning and the methodology user here was with Geographical Information System from the subdivision of watershed in high place, mean and low place and the proportion of parameters. The article present pursuance to define the Rio das Pedras Watershed and analyses the morphometrical data.

Keywords: Geoprocessing, Watershed, Morphometrical.

1- INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são importantes unidades físicas de planejamento territorial e gerenciamento dos recursos hídricos, de cunho ambiental, social e econômico. Diversos autores apresentam conceituações para o termo, como Guerra (1978, p.48) que o conceitua como “um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes” ou como a EMBRAPA (2003) “uma bacia hidrográfica é uma porção geográfica delimitada por divisores de água, englobando toda área de drenagem de curso d’água”.

Para otimizar a gestão destas unidades territoriais é fundamental que sejam feitas análises dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica. Estes parâmetros são importantes para o monitoramento das ações antrópicas em uma escala temporal, avaliação da susceptibilidade a enchentes, a processos erosivos, alteração da rede de drenagem, entre outros impactos. Segundo Lindner et al (2007) são importantes instrumentos para o planejamento e gestão territorial. Propiciam também que sejam levantados dados dos impactos ambientais de atividades realizadas no

contexto da bacia hidrográfica em contraste com o desenvolvimento econômico.

O avanço tecnológico e a facilidade de se obter dados gratuitamente na rede, possibilitou que os estudos morfométricos das bacias fossem realizados em Sistemas de Informações Geográficas – SIG. Estes programas permitem que o processamento dos dados seja realizado de uma maneira rápida e eficiente, sem fazer necessária a utilização de equipamentos como o planímetro e o curvímetro para a realização dos cálculos. Segundo Slovinski et al. (2009) a análise dos parâmetros morfométricos pelo emprego de técnicas de processamento digital de imagens e Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui um instrumento adequado para análise ambiental.

O Rio das Pedras localizado em Pirenópolis – Go, possui grande importância social e econômica na região, uma vez que abastece algumas propriedades rurais e se caracteriza pela presença de atividade mineradora de areia com destinação principal para a construção civil. Em face aos riscos da expansão da atividade mineradora sem prévio detalhamento do local, o presente artigo objetiva caracterizar a Bacia do

Rio das Pedras com a obtenção e análise dos dados morfométricos.

2- METODOLOGIA

2.1 – ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras (BHRP) tem uma área total de 288Km² e está localizada na faixa sul do município de Pirenópolis e em parte do município de São Francisco de Goiás, a uma distância média de 130Km da capital goiana, estando localizado na Microrregião do Entorno de Brasília (figura 1). O Rio das Pedras nasce na região Leste do município de Pirenópolis e percorre pouco mais que 62Km no sentido leste – oeste até se encontrar com o Rio das Almas, principal corpo hídrico da região. O Rio das Pedras se destaca por possuir, ao longo dos 62 km do seu canal, alguns registros de atividade mineradora de extração de areia junto ao DNPM –Departamento Nacional de Produção Mineral.

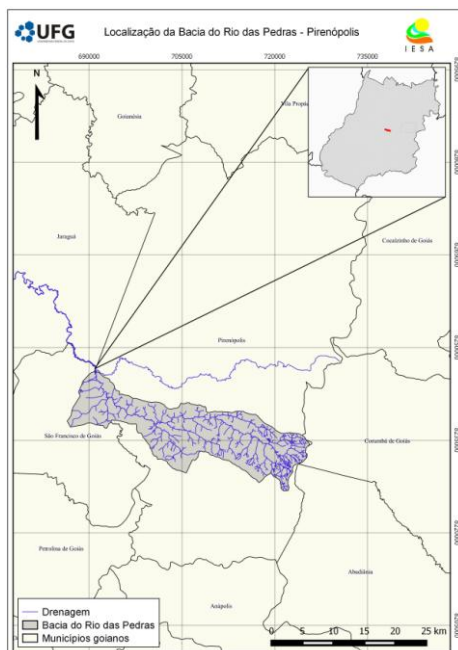


Fig. 1 – Mapa de Localização da Bacia do Rio das Pedras. Fontes: IBGE/DSG

A região da BHRP ostenta um clima Tropical Semi-úmido, característico do Cerrado com duas estações bem definidas, sendo um período seco, entre os meses de maio a setembro e outro período chuvoso nos meses de outubro a abril (INMET, 2017).

A Bacia Hidrográfica tem sua cota máxima de altitude a 1102m variando até 625m na sua foz, apresentando diferentes tipos de relevo. Na cabeceira da BHRP localiza-se uma região com domínio dos Planaltos de estruturas dobradas, onde a tectônica de dobramento afetou rochas pré-cabrianas, nessas regiões desenvolve-se solos poucos espessos e não são bons compartimentos de recarga (Goiás, 2006), porém a maior parte da Bacia está localizada num relevo com domínio dos Planaltos em estruturas sedimentares

concordantes. A partir da carta de declividade percebemos ainda que se trata de uma região com relevo não muito movimentado, porém com grande incidência de afloramentos e indicando a presença de neossolos litólicos, que compreende solos rasos, onde a soma de horizontes não ultrapassa os 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. (EMBRAPA, 2017).

Dentro da Bacia podemos classificar três principais formações geológicas: nas nascentes tem-se o grupo Araxá, onde ocorrem rochas xistosas, geralmente de quartzitos micáceos e micaxistos, apresentando ainda anfibolitos derivados de basalto, gabros e metaultrabásicas, os quais têm sido interpretados como restos de crosta oceânica e seus equivalentes intrusivos gerados em ambiente de cadeias meso-oceânica (Goiás, 2006). Presente nas faixas central e oeste da bacia, encontra-se as Sequências Metavucanossedimentares Rio do Peixe (unidade 1 e 2) as quais estão associadas a rochas supracrustais sedimentares marinhas e vulcânicas de composição variadas, datadas do neoproterozóico, são relacionadas a ambientes de fundo oceânico ou de arcos de ilhas (Goiás, 2006). Por fim em menor área, já próximo a região da foz da bacia, tem-se os depósitos aluvionares, o qual data do Cenozóico e são constituído por depósitos de areia e cascalho.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para melhor compreensão dos processos ocorrentes nessa bacia e as implicações da mineração de areia ocorrente nessa região, a BHRP foi compartimentada em Alta, média e baixa bacia. A partir disto foram feitos os cálculos de parâmetros morfométricos para cada compartimento. Essa compartimentação foi feita a partir do

Modelo Digital de Terreno com a imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de 30 metros de resolução, obtido a partir do banco de dados do Earth Explorer (United States Geological Survey), do qual foi possível extrair a declividade, cotas altimétricas, relevo sombreado e orientação das vertentes, utilizando o software Arcgis.

Além do SRTM foram utilizados os shapefiles de Geologia e Solos do MacroZAEI disponíveis no portal do SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás, numa escala de 1:250.000 e 1:500.000 respectivamente, e para obtenção mais detalhada da área de estudo foi elaborado o mapa de uso do solo em cima dos dados gerados pelo Projeto TerraClass, que é o mapeamento do uso e cobertura dos solos do Cerrado, produzidos na escala cartográfica de 1:250.000 com 118 cenas do satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI), INPE (2013).

Para realização do cálculo dos parâmetros morfométricos foi feito a vetorização manual dos limites da bacia e da drenagem em uma escala de 1:5000, utilizando imagens de satélite do Google

através da extensão OpenLayers plugin do software QGIS. Diante disto foi possível calcular área total, perímetro, comprimento para bacia, comprimento do canal principal, e soma do comprimento da drenagem. A partir da obtenção desses valores, é possível calcular o Índice de Compacidade (Kc), Fator de Forma (f), Índice de circularidade da bacia(Ic), Densidade de Drenagem (Dd), Índice de Sinuosidade (Is), Amplitude altimétrica (Hm) entre outros parâmetros (tabela 1). Os cálculos foram realizados quatro vezes, uma referente à bacia inteira e uma vez para cada compartimento.

TABELA 1 – FÓRMULAS DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS UTILIZADOS NA CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS

Características Geométricas	
Fator de Forma (F)	$F=(A/L^2)$
Índice de Compacidade (Kc)	$Kc=(0,28.P/\sqrt{A})$
Índ. de Circularidade (Ic)	$Ic=(12,57.A/P^2)$
Características da Rede de Drenagem	
Densidade da Drenagem (Dd)	$Dd=(\sum L/A)$
Densidade Hidrográfica (Dh)	$Dh=(n/A)$
Características do Relevo	
Índ. de Sinuosidade (Is)	$Is=(L/dv)$
Índ. de Rugosidade (Ir)	$Ir=(Hm.Dd)$
Amplitude Altimétrica (Hm)	$Hm=(P.Máx. - P.Mín.)$
Declividade Rio das Pedras	$D=(P.Max. - P.Mín./L)$
Declividade da Bacia	$Dbacia=(P.Max - P.Mín./L)$

Legenda: A= área da bacia (km²), L= comprimento da bacia (km), L= comprimento do rio principal, dv.= distância vetorial entre os pontos extremos do canal, P=perímetro (km)

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 – RELEVO

De acordo com Tonello, K.C. et al (2006) “a declividade do terreno é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa.” Na BHRP, para a elaboração do mapa de declividade (figura 2) seguiu-se a classificação indicada pela Embrapa (1979), que discrimina os pontos nos intervalos de plano (0 - 3% de declividade) até montanhoso (45 - 75% de declividade).

Segundo Nascimento (1991, apud Godinho, R.G. et al, 2011, p. 78) o município de Pirenópolis está inserido nas subunidades geomorfológicas Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e Depressões Intermontanhas, integrantes da unidade Planalto Central, a qual

reproduz feições de relevo resultantes da exumação de estruturas dobradas no decorrer de vários ciclos tectônicos. O relevo da bacia do rio das pedras apresenta em sua maior porção uma declividade de plana a levemente ondulada (0 – 8% de variação).

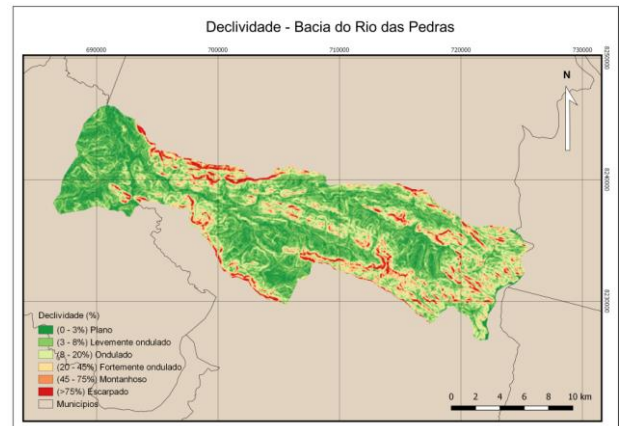


Fig. 2 – Mapa de Declividade da Bacia do Rio das Pedras. Fontes: IBGE/DSG, USGS.

Os estudos da declividade da bacia são de suma importância, pois esses valores somados à intensidade das chuvas na região, as classes de solos, a cobertura vegetal e entre outras variáveis, indicam à velocidade de escoamento que a água terá na região e também à quantidade de armazenamento de água que haverá nos solos. Logo, as características geométricas associadas a estas características do relevo nos permite inferir qual o escoamento superficial para determinada chuva ou certo período chuvoso.

3.2 – MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS PEDRAS

Para melhor compreensão dos valores gerados com os cálculos feitos nos softwares de geoprocessamento, foi feita a compartimentação da bacia do rio das pedras seguindo os dados do perfil longitudinal e mapas de altimetria. A amplitude altimétrica na bacia é de 465 metros, onde a cota máxima é de 1102 e a mínima de 625 metros de altitude, como demonstrado nas figura 3 e 4. Posteriormente, na sessão 3.3 serão apresentados os dados para toda a bacia.

Figura 3 – Perfil Longitudinal e Compartimentação da bacia em alta, média e baixa.

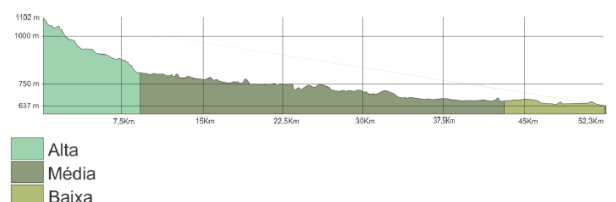


Fig. 3 – Perfil Longitudinal e Compartimentação da bacia em alta, média e baixa .

QUADRO 1 – PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS

Carac. Morfométricas	Baixa	Média	Alta
Fator de Forma (F)	0,61	0,09	0,9
Índ. de Compacidade (Kc)	1,29	3,11	1,36
Índ. de Circularidade (Ic)	0,59	0,1	0,53
Densidade da Drenagem	0,78 km/km ²	5,32 km/km ²	2,45 km/km ²
Índice de Sinuosidade	1,87	1,58	1,53
Índice de Rugosidade	21,30	713,14	703,75
Amplitude Altimétrica	27 metros	134 metros	287 metros
Decl. do Rio Principal	1,37%	4,31%	25,15%
Declividade da Bacia	2,57%	6,83%	38,42%

3.3 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS

De modo geral, os parâmetros obtidos para a toda a bacia seguindo as fórmulas apresentadas no quadro 1 demonstraram tratar-se de uma bacia irregular quanto aos aspectos geométricos, como demonstra a tabela 2. Os parâmetros escolhidos para análise foram o fator de forma, o índice de compacidade e o índice de circularidade.

O fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia Villela e Mattos (1975, apud Teodoro et al, 2007). Quanto mais baixo for o fator de forma, menor será a susceptibilidade da bacia a enchentes.

O índice de compacidade (Kc), relaciona o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de água igual ao da bacia. O valor mínimo para o índice é um, que corresponderia a uma bacia perfeitamente circular e quanto mais alongada a bacia, mais o valor se distanciará de 1. O índice de circularidade tende a um de acordo com que a bacia se mostra circular e diminui à medida que ela torna alongada (Cardoso et al. 2006 apud Teodoro et al 2007).

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA BACIA

Características Geométricas	Valores
Fator de Forma (F)	0,22
Índice de Compacidade (Kc)	1,79
Índ. de Circularidade (Ic)	0,31

Com os seguintes valores apresentados, concluímos que a bacia estudada apresenta baixa susceptibilidade a enchentes devido a sua forma irregular, em condições normais de precipitação. Quanto ao índice de compacidade (Kc) a bacia

apresentou o valor 1,79, característica de bacias irregulares, ou seja, àquelas que se distanciam da forma circular (Villela e Matos, 1975, apud Rocha et al. 2014), e o índice de circularidade (Ic) apresentado foi de 0,31. A unidade utilizada para expressar este índice é o número um, que caracteriza as bacias perfeitamente circulares.

3.4 – CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM

Os parâmetros utilizados para definir as características da rede de drenagem foram os seguintes: densidade da drenagem e densidade hidrográfica (tabela 3). Estes parâmetros indicam o grau de desenvolvimento dos canais perante a área da bacia hidrográfica. Os cálculos foram realizados seguindo a metodologia proposta por Villela e Mattos (1975) e Christofolletti (1980). O padrão de drenagem apresentado pela bacia é dendrítico

3.5 – CARACTERÍSTICAS DO RELEVO

As características do relevo identificadas no seguinte estudo foram o índice de sinuosidade, índice de rugosidade, a amplitude altimétrica e os valores referentes à declividade da bacia e do rio das pedras (tabela 4). Eles expressam as características geométricas dos canais, combinando a declividade com o comprimento das vertentes e a variação de altitude na bacia.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DO RELEVO

Características do Relevo	Valores
Índice de Sinuosidade	1,89
Índice de Rugosidade	740,02
Amplitude Altimétrica	515 metros

Declividade média da bacia	14,42%
Declividade média do Rio	7,29%

Segundo Antoneli e Thomaz (2007, apud Teodoro et al., 2007), o índice de sinuosidade com valores próximos a 1 indicam canais retilíneos, enquanto os valores próximos ou maiores que 2 indicam canais que tendem a serem tortuosos. O valor obtido para a bacia do rio das pedras de 1,89 indica que os canais nesta bacia são tortuosos, o que desfavorece o transporte de sedimentos.

O índice de rugosidade relaciona os parâmetros de declividade, o comprimento das vertentes e a densidade da drenagem. Valores elevados indicam alta transmissividade hidráulica (Barros et al., 2010). O valor obtido com os cálculos para a bacia foi de 740,02 que indicam a alta transmissividade hidráulica segundo o índice de rugosidade por Manning.

Segundo Villela e Mattos (1975) a declividade se relaciona com a velocidade em que se dá o escoamento superficial da água. Quanto maior o valor da declividade, maior será o escoamento na bacia ou de um rio. Os valores apresentados de declividade média do rio das pedras mostra que a variação de altitude ao decorrer do rio não é alta, calculada em 7,29%, demonstrando que a velocidade de escoamento superficial no rio é baixa. Já a bacia como um todo apresenta maior declividade, principalmente em sua porção norte, calculada em 14,42%.

4 - CONCLUSÕES

A análise dos dados morfométricos da bacia nos permitiu obter informações fundamentais para um manejo responsável destas unidades físicas, dados estes que podem ser agregados a estudos futuros.

A bacia do rio das pedras foi caracterizada como uma bacia alongada, de forma irregular e baixa susceptibilidade a enchentes. Possui padrão de drenagem dendrítico e densidade hidrográfica de mais de um canal por quilômetro quadrado, declividade média de 14,42%, com relevo de plano a suavizado em sua maior parte. Segundo Tonello, K.C. et al (2006), as diferenciações dos dados morfométricos para a compartimentação da bacia indicam um comportamento hidrológico também diferenciado para estas porções, evidenciando a necessidade de um manejo específico para cada compartimento.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, J. R. C. et al.; Características Hidráulicas da erosão em sulcos em um cambissolo do semiárido do Brasil. Redalyc, 2012.

Cardoso, C. A., et al.; Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo,

RJ. Revista Árvore, Viçosa – MG, v.30 p.241-248, 2006.

Christofolletti, A. Geomorfologia. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.

Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. SIGMINE – Sistema de Informações Geográficas da Mineração. Disponível em: sigmine.dnpm.gov.br/webmap/ Acesso em: 29 de junho de 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83 p.

Goiás (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Hidrogeologia do Estado de Goiás. Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende. Antônio Passos Rodrigues, José Eloi Guimarães Campos, Goiânia, 2006.

Godinho, R.G. et al. Geomorfologia e Turismo no município de Pirenópolis (GO). Caminhos de Geografia – Revista Online, Uberlândia, 2011. P. 73-84.

GUERRA, A. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

Lindner, E.A; et al.; Sensoriamento Remoto aplicado à caracterização morfométrica e Classificação do uso do solo na Bacia Rio do Peixe/SC. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 de abril de 2007, INPE, p.3405-3412.

ROCHA, R.M et al.; Caracterização Morfométrica da sub-bacia do Rio Poxim-açui, Sergipe, Brasil. Revista Ambiente e Água, Taubaté, 2014.

Santana, D.P. Manejo integrado de Bacias Hidrográficas. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003.

Slovinski, N.C. et al. Uso de produtos de sensoriamento remoto e geoprocessamento como subsídio para análise morfométrica de bacias hidrográficas: um estudo de caso das bacias dos rios Capivari, Bacaxá e Alto São João – RJ. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril de 2009, INPE, p. 4409-4416.

Teodoro, W.L.I., et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, n.20, 2007.

Tonello, K.C. et al. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Gunhães – MG. Revista Árvore, setembro-outubro, 2006, p. 849-857.

Villela, S.M.; Mattos, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.