

Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Alegria/PR

RESUMO

O objeto do presente estudo foi analisar as microbacias urbanas do Município de Medianeira quanto à inclinação natural para a ocorrência de enchentes, considerando a morfometria das bacias. A análise se concentrou, em seis afluentes do Rio Alegria e de toda a bacia que engloba a parte alta deste rio, pois essas áreas de drenagem exercem grande influência no comportamento hídrico local. Para a confecção do material cartográfico foi utilizado o software ArcGis 10.1. Com a análise do estudo realizado conclui-se que as bacias que apresentam maior propensão natural à ocorrência de problemas com enchentes são as microbacias da Sanga Tangará, da Lavadeira e do Polaco, respectivamente. Essas microbacias necessitam de maior atenção do poder público por apresentar maior propensão à ocorrência de enchentes.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria, modelo digital de elevação, SRTM.

Fabiana Costa de Araujo Schutz
fabianaschutz@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Paraná, Brasil.

Leandro Urbano Jacques
lejacques@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento durante o processo de ocupação e formação dos municípios brasileiros gera problemas de drenagem urbana em função do crescimento desordenado. A ocupação de áreas próximas a cursos hídricos com potencial de grandes inundações resulta em prejuízos financeiros e até mesmo perda de vidas humanas.

A análise das características naturais das bacias hidrográficas com o intuito de se estudar a dinâmica das águas, pode prever quais áreas possuem maior propensão à ocorrência de grandes enchentes. Assim, considera-se de extrema importância a realização de estudos morfométricos para o planejamento municipal. A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica compreende de modo geral, a extração de índices que expressam, empírica ou fisicamente, uma determinada característica ou grandeza do relevo (Brubacher, 2011).

Os parâmetros para o estudo analítico das bacias de drenagem, propostas primeiramente por Horton (1945), envolvem diversos índices, dentre eles, densidade de drenagem, densidade hidrográfica e análise hipsométrica. O estudo das características naturais das bacias hidrográficas é de grande importância para o planejamento urbano, através da análise de parâmetros morfométricos pode-se verificar as áreas mais propensas à ocorrência de enchentes, o que deve ser levado em consideração nas ações do poder público.

O geoprocessamento oferece ferramentas que favorecem estes estudos morfométricos de bacias pois permitem a correlação de diversos dados ambientais, sociais e econômicos, atualmente, indispensáveis para os estudos técnicos e científicos que objetivam analisar as condições do meio. Isso acontece, pois o uso dessas ferramentas possibilita a correlação de variáveis e o armazenamento de grande volume de dados. (Salles, 2010).

Conforme Rodrigues (2011), a análise dos aspectos morfométricos, torna possível estabelecer a relação de quais regiões e sub-bacias são mais propensas à ocorrência de enchentes, e também a influência que algumas regiões e sub-bacias tem nas enchentes, objeto do presente estudo, que buscou analisar as microbacias urbanas do Município de Medianeira quanto à inclinação natural para a ocorrência de enchentes, considerando a morfometria das bacias.

MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Município de Medianeira, localizado no Oeste do Paraná com altitude de 412 metros acima do nível do mar, na coordenada geográfica 25° 17' 43" S, 54° 05' 38" (IPARDES,2013).

Na divisão territorial do IBGE (2010), Medianeira pertence à Mesorregião Oeste Paranaense – com 50 municípios, agrupados em três microrregiões: Cascavel, Toledo e Foz do Iguaçu. Medianeira pertence à microrregião de Foz do Iguaçu, na figura 1 pode-se observar a localização do município no estado do Paraná. O município é entrecortado pelo rio Alegria que abastece o município, além de receber o efluente tratado das principais industrias da cidade.

Mais precisamente, o trabalho teve como objetivo avaliar 7 microbacias urbanas do município, afluentes do rio Alegria, pois a sede urbana de Medianeira

está localizada na parte alta do rio Alegria. Assim, optou-se por realizar a análise morfométrica de seis afluentes desse rio e de toda a bacia que engloba a parte alta deste rio, pois essas áreas de drenagem exercem grande influência no comportamento hídrico local.

Para a confecção do material cartográfico foi utilizado o software ArcGis 10.1. Com o auxílio do software e das bases cartográficas, fornecidas por órgãos oficiais (Prefeitura Municipal de Medianeira, Instituto de Terras Cartografia e Geodésia – ITCG e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) foi realizada a vetorização dos corpos hídricos da área urbana do município. Os dados do presente estudo estão na projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator, no Datum SIRGAS 2000, fuso 21S.

Os dados altimétricos foram extraídos da imagem de radar SRTM, provenientes do Projeto TOPODATA, adquiridas através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. A partir da imagem, foram levantadas as curvas de nível, as quais a interpolação, ficou com equidistância de 5 metros. As curvas serviram de base para a delimitação das microbacias urbanas do município assim como para a realização de alguns cálculos morfométricos.

Numa primeira etapa foi determinado o comprimento médio por ordem de segmentos (m) através da metodologia proposta por Horton (1945).

$$L_m = L_u / N_u \quad \text{eq (01)}$$

Em que:

L_m = Comprimento médio por ordem dos segmentos (m);

L_u = Comprimento médio dos canais de mesma ordem;

N_u = Número de segmentos da respectiva ordem.

Na sequência foi determinado o parâmetro extensão do percurso superficial (Eps) representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente.

$$E_{ps} = 1 / 2 D_d \quad \text{eq (02)}$$

Em que:

E_{ps} = Extensão do percurso superficial (km/km²);

D_d = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

Foi determinado o coeficiente de compacidade (K_c) por meio da relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da sua área. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio ao longo dos cursos d'água:

$$K_c = 0,28 * P / \sqrt{A} \quad \text{eq (03)}$$

Em que:

K_c = Coeficiente de compacidade;

P = Perímetro da bacia (km);

A = Área da bacia (km²).

A densidade hidrográfica (Dh) é a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. Foi obtido pela equação:

$$Dh = N1 / A \quad \text{eq (04)}$$

Em que:

Dh = Densidade hidrográfica;

N1 = Número de rios de 1ª ordem;

A = Área da bacia (km²).

Definiu-se também a densidade de drenagem (Dd) pela equação:

$$Dd = Lt/A \quad \text{eq (05)}$$

Em que:

Dd = Densidade de drenagem;

Lt = Comprimento dos canais (km);

A = Área da bacia (km²).

A relação de relevo (Rr) indica a energia dos rios nas encostas, quanto maior a energia maior o aprofundamento do leito e quanto menor a energia maior a acumulação de materiais no fundo.

$$Rr = Hb / Lb \quad \text{eq (06)}$$

Em que:

Rr = Relação de relevo (m/km);

Hb = Altura da bacia (m);

Lb = Comprimento da bacia (km).

Para se encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz. Esse parâmetro é importante, pois possibilita o cálculo do gradiente do canal principal (Gcp), ou seja, a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indica a declividade do curso d'água, obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp, \quad \text{eq (07)}$$

Em que :

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

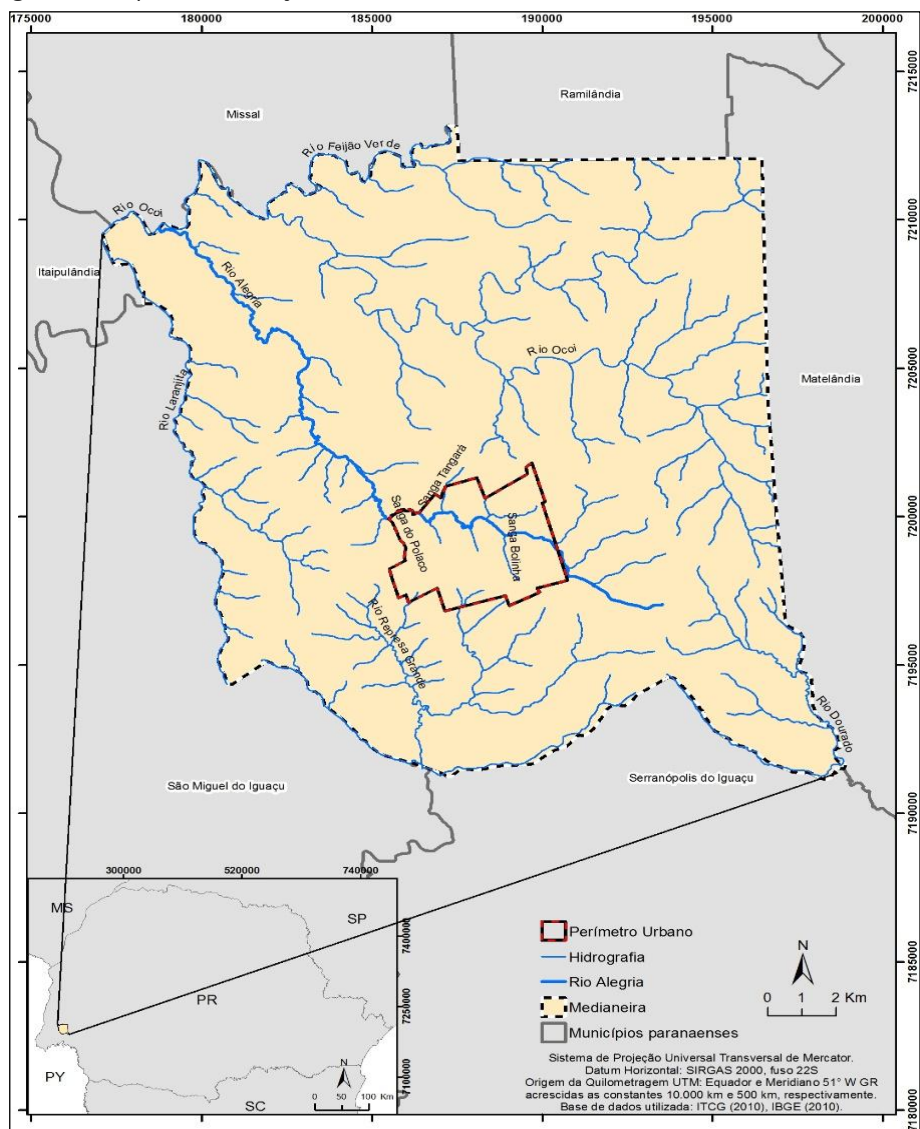
Este gradiente também pode ser expressado em porcentagem:

$$G_{cp} = H_{cp} / L_{cp} * 100 \qquad \text{eq (08)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função da localização do sítio urbano do município de Medianeira, optou-se por analisar sete bacias hidrográficas. Conforme pode-se observar na Figura 1, a sede urbana de Medianeira está localizada na parte alta do Rio Alegria, com o rio cortando todo o perímetro urbano. Foi realizada a análise morfométrica de seis afluentes do Rio Alegria e de toda a bacia que engloba a parte alta do Rio Alegria, conforme pode ser visto na Figura 1, em função da grande influência que estas áreas de drenagem exercem no comportamento hídrico local. A área total da Bacia hidrográfica do Rio Alegria é de 67,78 km², toda sua área está localizada dentro do município de Medianeira. A nascente do rio se dá na cota de 470 metros, desaguando no Rio Ocoy na cota 235 m. A extensão total do rio é de 7.331 metros.

Figura 1 - Mapa de localização de Medianeira / Paraná 25° 17' 43" S, 54° 05' 38".



Fonte: Autoria Própria (2010).

A porção da bacia do Rio Alegria objeto desse estudo, localizada na cabeceira do rio, para a qual foi adotado o nome Alto Alegria, possui um área de drenagem de 32,50 km² e o canal apresenta 11.564,174 m de extensão, classificado como um corpo hídrico de terceira ordem, nesse trecho. A altimetria da bacia varia de 470 m a 325 m, como pode-se observar na figura 2.

A bacia do Alto Alegria apresenta um formato entre circular e alongada, mais voltado para a forma circular, indicando necessidade de maior atenção na gestão desta bacia. O coeficiente de compacidade (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um sendo que quanto mais próximo de um mais propensa a bacia é à inundação.

O coeficiente de compacidade da bacia do Alto Alegria foi de 1,31, (Tabela 1), revelando alto risco de inundação. Segundo OLIVEIRA et al., (2010), uma bacia com um coeficiente de compacidade alto está mais sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho e da mesma forma.

Tabela 1 – Dados morfométricos das sub bacias da Bacia do Rio Alegria. Medianeira / PR

Microbacia	Alto	Contribuinte	Lavadeiras	Arroio	Sanga	Sanga	Sanga
Parâmetro	Alegria	A		Hervalzinho	do	Tangará	Bolinha
Morfométrico					Polaco		
Área da Bacia – A (km ²)	32,5	1,07	1,13	3,45	2,02	1,98	2,01
Perímetro da Bacia – P (km)	26,58	4,48	4,32	7,8	5,88	5,56	6,05
Comprimento da Bacia – L _b (km)	9,2	1,68	1,76	2,63	2,35	1,97	2,38
Altura da Bacia – H _b (m)	145	95	85	75	105	90	75
Comprimento do Canal Principal – L _{cp} (km)	11,56	0,86	0,814	1,703	1,42	1,766	1,658
Altura do Canal Principal – H _{cp} (m)	130	45	50	35	60	80	55 m
Densidade Hidrográfica – D _h (rios/Km ²)	0,34	0,93	0,88	0,58	0,5	0,51	0,5
Densidade de Drenagem – D _d (Km/Km ²)	0,89	0,8	0,72	0,71	0,71	0,89	0,83
Extensão do 1º Percurso Superficial – E _{ps} (Km/Km ²)	0,56	0,62	0,69	0,7	0,71	0,56	0,6
Relação de Relevô – R _{ro} (m/Km)	15,76	28,13	48,3	28,9	51,98	45,45	31,51
Gradiente do Canal Principal – G _{cp} (m/Km)	11,25	54,71	61,43	20,55	42,25	45,64	33,17
Coeficiente de Compacidade – K _c	1,31	1,21	1,14	1,18	1,16	1,11	1,19

Com base na análise morfométrica dos aspectos, torna-se possível estabelecer a relação de quais regiões e sub bacias são mais propensas à

ocorrência de enchentes, e também a influência que algumas regiões e sub bacias tem nas enchentes dessa região. Essas características indicam a ocorrência de enchentes de curta duração, com possibilidade de enxurradas – inundações com maior poder de destruição, devido à velocidade de escoamento, mas que atingem áreas reduzidas da bacia hidrográfica.

E possível observar que possui baixa densidade hidrográfica e de drenagem, o que segundo Barros (2010), pode dificultar o escoamento das águas durante intensas precipitações. Os gradientes do canal principal e a relação de relevo apresentaram valores medianos, o que é positivo, pois não favorece nem o acúmulo de sedimentos nos leitos, nem o aprofundamento do talvegue.

A micro bacia denominada por Contribuinte A é a menor das estudadas, com 1,07 km². É uma bacia de primeira ordem, seu curso d'água percorre 0,859 km até chegar à sua foz, a 340 m de altitude, com uma diferença altimétrica de 45 m entre a foz e a nascente. Assim como a Bacia do Alto Alegria, tende ao formato circular e apresenta baixos índices de densidade de drenagem e hidrográfica.

O Rio das Lavadeiras está totalmente inserido na área urbana de Medianeira, possui uma extensão de 0,814 km e uma diferença altimétrica de 50 metros. Sua bacia apresenta uma área de 1,13 km², de formato muito próximo ao circular e com baixas densidades de drenagem e hidrográficas. O curso d'água apresenta um gradiente um pouco elevado, o que pode ocasionar alta velocidade de escoamento da água, podendo provocar erosão em seu curso e enchentes na foz.

O Arroio Hervalzinho é um corpo hídrico de segunda ordem, seu canal principal, que possui um comprimento de 1,7 km, com gradiente mediano, o que não traz grandes problemas. Sua microbacia possui uma área de 3,45 km², a segunda maior do estudo, com formato próximo ao circular e uma altitude que varia de 445 m a 370 m.

A Microbacia da Sanga do Polaco possui uma área de 2,02 km², suas altitudes variam de 430 m a 315 m e também possui um formato próximo ao circular. A Sanga do Polaco possui uma extensão de 1,42 km, um corpo hídrico de primeira ordem, que apresenta um gradiente mediano (Tabela 1). A Sanga Tangará é um curso d'água de primeira ordem, com 1,76 km de comprimento. Sua bacia apresenta formato muito próximo ao circular, com densidades hidrográfica e de drenagem baixas e abrange uma área de 1,98 km²

A Microbacia da Sanga do Bolinha possui uma área de 2,01 km² e suas altitudes variam de 450 m a 375 m. Assim como as outras bacias estudadas, também apresenta formato próximo ao circular e baixos valores de densidade de drenagem e hidrográfica. Seu único curso d'água perene possui 1,65 km de extensão e um gradiente mediano.

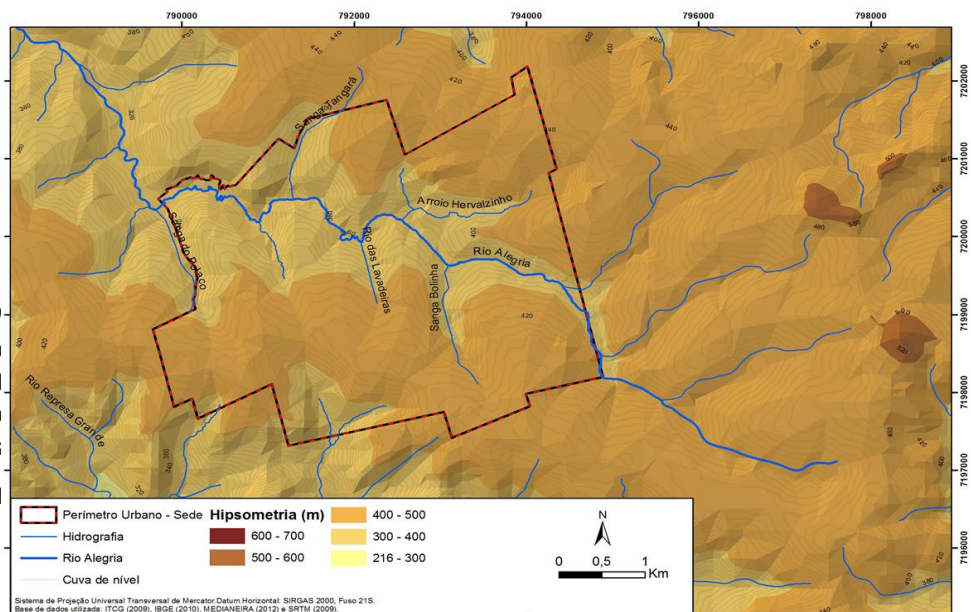
A análise dos parâmetros morfométricos das microbacias de Medianeira permitiu verificar certo padrão nas formas e comprimentos dessas unidades de estudo. Com exceção da bacia do Alto Rio Alegria, todas possuem áreas de drenagem significativamente baixas, em sua maioria com apenas um rio de primeira ordem.

As microbacias objeto do estudo possuem em sua totalidade densidades hidrográficas baixas, com menos de 1 rios/km², evidenciando uma baixa capacidade de drenagem natural, o que pode trazer problemas para o escoamento das águas. As que apresentaram os menores valores de indicadores

foram as microbacias do Alto Rio Alegria (0,34 rios/km²) e as da Sanga do Polaco e a da Sanga do Bolinha, ambas com 0,50 rios/km².

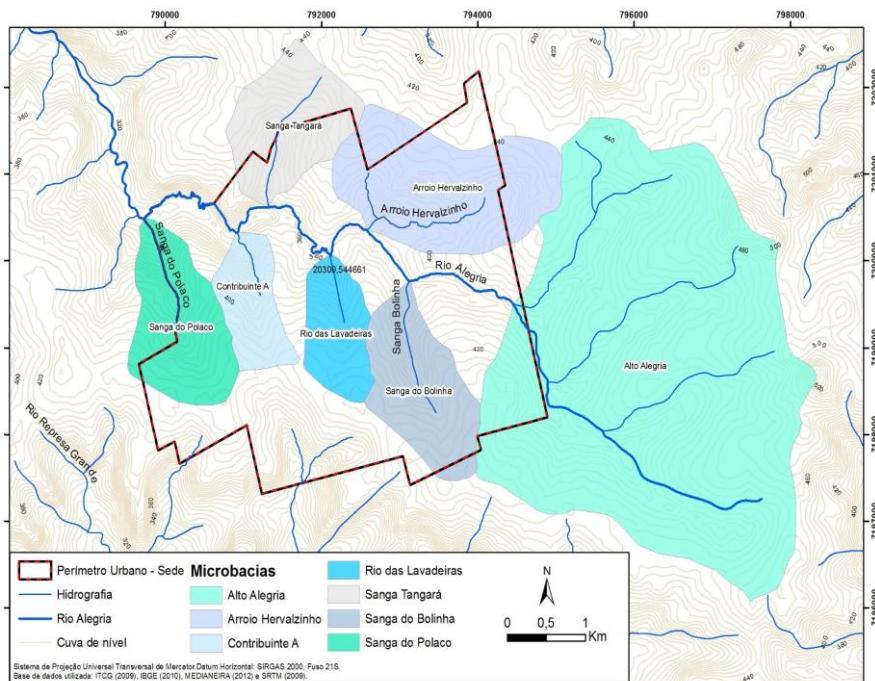
Com a análise do estudo realizado, admite-se que as bacias que apresentam maior propensão natural à ocorrência de problemas com enchentes são as microbacias da Sanga Tangará, da Lavadeira e do Polaco, respectivamente. Essas microbacias necessitam de maior atenção do poder público por apresentar maior propensão à ocorrência de enchentes.

Figura 2 - Mapa hipsométrico das microbacias estudadas de Medianeira / Paraná 25° 17' 43" S, 54° 05' 38"



Fonte: Autoria Própria (2010).

Figura 3 - Microbacias Urbanas de Medianeira / Paraná 25° 17' 43" S, 54° 05' 38".



Fonte: Autoria própria (2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se considerar que para uma análise mais aprofundada da situação das microbacias urbanas de Medianeira deve-se levar em consideração a permeabilidade do solo e a intensidade do uso e ocupação, no entanto, o presente estudo serve como ponto de partida para posteriores análises da situação das bacias no município. Este tipo de estudo serve de instrumento para avaliações ambientais aplicados ao desenvolvimento urbano considerando a drenagem urbana. Cabe ao poder público fomentar estudos de acompanhamento da evolução urbana do município, para verificar a influência do crescimento da cidade na dinâmica natural das águas, de modo a prevenir que a alteração do ambiente impacte de maneira negativa a vida dos municípios.

Analysis of floods susceptibility from the variable morphometric basin River Joy/PR

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the urban catchments of the Municipality of Mediatriz as the natural inclination for the occurrence of floods, considering the morphology of the basins. The analysis focused on six tributaries of the Rio Alegria and the entire basin that includes the upper part of the river because these drainage areas have great influence on the local water behavior. To make the map material was used ArcGIS 10.1 software. With the analysis of the study is concluded that the bowls that have greater natural propensity to occurrence of problems with flooding are the watersheds of Sanga Tanager, the washerwoman and Polish respectively. These catchments need more attention of government to present more likely the occurrence of floods.

KEYWORDS: morphometry, digital elevation model, SRTM.

REFERÊNCIAS

BARROS, L.L.; STEINKE V.A. **Análise morfométrica automatizada para bacia do rio Maranhão MODIS**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4655-4661. Anais. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.17.11.47/doc/4655-661.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2010.

BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A.; **Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos**.RS Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1279.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol Soe. Am. Bull., v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, Municípios 2010.

IPARDES – Instituto econômico do desenvolvimento econômico e social, Relatórios de Pesquisa, Comunicados para o Planejamento, Notas Técnicas, Primeira Versão 2013.

ITCG - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. Produtos Cartográficos, 2014. Disponível em: < [www.itcg.pr.gov.br/Cartografia/Geociências. Produtos Cartográficos, 2006](http://www.itcg.pr.gov.br/Cartografia/Geociencias.ProdutosCartograficos,2006)>. Acesso em: 27/11/14.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. **Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 8, p. 819–825, 2010.

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**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3947.

SALLES M. M. **O uso do sig na análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio São João – MG-UFGM**, Trabalho de Conclusão de Curso – curso de Especialização em Geoprocessamento Instituto de Geociências Departamento de Cartografia Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha.

Recebido: 26 mar. 2015.

Aprovado: 17 out. 2016.

DOI:

Como citar: SCHUTZ, F. C. de A.; JACQUES, L. U. Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Alegria/PR. R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol., Medianeira, v. 2, n. 14, p. 47-59, jul./dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Fabiana Costa de Araujo Schütz

UTFPR Câmpus Medianeira, Avenida Brasil, 4232, CEP 85884-000, Caixa Postal 271, Medianeira, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

