

Análise Morfométricas das bacias hidrográficas abrangentes ao perímetro urbano do município de Dourados - MS

Leonardo Lima dos Santos ¹
Vinícius de Oliveira Ribeiro ²
Jonailce Oliveira Diodato³

1Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
Cidade Universitária de Dourados, Rodovia Dourados-Itaum KM 12, Caixa postal 351
79804-970 - Dourados - MS, Brasil

2Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
Laboratório de Modelagem Computacional e Saneamento e Geotecnologias - LASANGE
viniciusoribeiro@yahoo.com.br

3Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
jodiodato@gmail.com

Resumo: Com o passar dos anos vem aumentando a preocupação da sociedade em relação à gestão adequada dos recursos devido à ocorrência de problemas relacionados à qualidade e quantidade de água disponível para o consumo humano. Neste contexto, a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas compreende a caracterização de parâmetros fisiográficos, que são indicadores físicos da bacia, tendo grande aplicação como indicadores para previsão de fenômenos como enchentes e inundações. O trabalho teve como objetivo delimitar e caracterizar morfometricamente as microbacias hidrográficas abrangentes ao perímetro urbano do Município de Dourados/MS, a partir da estimativa de parâmetros físicos que foram trabalhados através de Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre. Através do Modelo Digital de Elevação – MDE, foram determinadas as características físicas das microbacias, sendo elas: área, perímetro, declividade, altitude e ordem dos cursos d'água. Foram calculados e analisados quatro parâmetros morfométricos que expressam uma relação direta ou inversa com fatores de quantidade de água de uma bacia hidrográfica, sendo eles: coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade e densidade de drenagem. Comparadas as bacias em estudo, verifica-se que nas Bacias dos córregos Água Limpa, Água Boa e Laranja Azeda há maior susceptibilidade a enchentes, principalmente levando-se em consideração o parâmetro fator de forma e densidade de drenagem. Os estudos morfométricos realizados oferecem informações básicas, substanciais para o entendimento da dinâmica hídrica e para o planejamento ambiental das bacias hidrográficas.

Palavras-chave: MDE, morfometria, geotecnologias.

Abstract: With the passing of the years has been increasing the concern of society regarding the adequate management of resources due to the occurrence of problems related to the quality and quantity of water available for human consumption. In this context, the morphometric characterization of watersheds comprises the characterization of physiographic parameters, which are physical indicators of the basin, and are widely used as indicators to predict phenomena such as floods and floods. The objective of this work was to delimit and morphometrically characterize the hydrographic microbasins that are encompassing the urban perimeter of the Municipality of Dourados/MS, based on the estimation of physical parameters that were worked through a free Geographic Information System (GIS). Through the Digital Elevation Model - MDE, the physical characteristics of the microcatchments were determined, being: area, perimeter, slope, altitude and order of watercourses. Four morphometric parameters that express a direct or inverse relation with water quantity factors of a watershed were calculated and analyzed, being: compactness coefficient, shape factor, circularity index and drainage density. Compared to the basins under study, it is verified that in the watersheds of Água Limpa, Água Boa and Agua Azeda streams there is greater susceptibility to flooding, especially considering the parameter form factor and drainage density. The morphometric studies carried out offer basic and substantial information for the understanding of hydrological dynamics and for the environmental planning of the river basins.

Keywords: MDE, Morphometric, geotechnologies.

1. Introdução

A água é um recurso natural limitado e de fundamental importância para a sobrevivência humana e desenvolvimento da sociedade. A preocupação em relação à gestão adequada dos recursos hídricos vem aumentando com o passar dos anos devido à ocorrência de problemas relacionados à qualidade e quantidade de água disponível para o consumo humano (Miotto et al., 2014).

Neste contexto, a bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica acontece em função de suas características geomorfológicas, como forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, dentre outros (Tonello et al., 2006; Tucci, 1997). Desse modo, as características físicas e bióticas 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 e os escoamentos superficial e sub-superficial (Teodoro et al., 2007).

No Brasil, a Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, incorporando princípios e normas para a gestão de recursos hídricos e adotando as bacias hidrográficas como unidade territorial de estudo e gestão (Brasil, 1997). Nesse sentido, a gestão por bacia hidrográfica está sendo cada vez mais incorporada como delimitação territorial para o gerenciamento ambiental, sendo um dos primeiros procedimentos a serem executados em análises hidrológicas e ambientais (Campos, 2010; Cardoso et al., 2006).

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas compreende a caracterização de parâmetros fisiográficos, que são indicadores físicos da bacia, tendo grande aplicação como indicadores para a previsão de fenômenos como enchentes, inundações e erodibilidade (Villela; Mattos, 1975; Cardoso et al., 2006). Tal caracterização permite avaliar o potencial hídrico de uma região, tornando-se, portanto, um instrumento fundamental para o manejo de bacias hidrográficas e permitindo a formulação de um conjunto integrado de ações sobre o meio ambiente, a fim de promover a conservação e utilização sustentável dos recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos (Tonello, 2005).

De tal modo, a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é fundamental para estudos ambientais, principalmente quando o ambiente em questão está sofrendo alterações em

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG, 1979), todos transformados para o Datum WGS 84.

Os dados vetoriais (pontos, linhas e linhas fechadas) e áreas susceptíveis a enchentes em formato *shapefile* (ESRI, 1997), representativos das rodovias, limite político administrativo do Estado de Mato Grosso do Sul e do Município de Dourados foram obtidos no Sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, compatíveis com a escala 1:250.000 (IBGE, 2016). Estes dados serviram de base para delimitação do espaço a ser trabalhado em planta.

3.3 Processamento Do Modelo Digital De Superfície (MDS)

O processo da delimitação automática, para o MDS, foi efetuado através do uso do pacote de algoritmos de modelamento hidrológico no GRASS, instalado no QGIS 2.14.0 (2016). As rotinas executadas para modelagem hidrológica consistiram na elaboração dos segmentos de fluxo, direções de drenagem e a respectiva área de influência da referente bacia, permitindo assim o cálculo de área e perímetro.

Os exutórios do trabalho foram definidos de forma a selecionar uma área de contribuição que abrangesse ao máximo o perímetro urbano, e tomando como cursos d'água principais, os córregos urbanos perenes.

3.4 Morfometria Da Bacia Hidrográfica

Com os resultados obtidos através do MDS foram determinadas as características físicas das microbacias, sendo: a área da bacia, perímetro, declividade, altitude e ordem dos cursos d'água. Posteriormente, foram utilizados quatro parâmetros morfométricos que expressam uma relação direta ou inversa com fatores de quantidade de água de uma bacia hidrográfica, sendo eles: coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, e densidade de drenagem.

A metodologia utilizada para a determinação desses parâmetros foi baseada na proposta estabelecida por Cardoso et al., (2006), analisando os parâmetros morfométricos através do software de geoprocessamento, para uma eventual descrição do comportamento físico das bacias hidrográficas. Os processos foram realizados no programa *QGIS* Essen 2.14.0 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016), processados em *software* livre.

3.4.1 Coeficiente De Compacidade

O coeficiente de compacidade (K_c), o primeiro parâmetro físico a ser calculado, relaciona a forma da bacia com um círculo (Equação 1). Este determina a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. O K_c foi determinado baseado na seguinte equação:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde: K_c – coeficiente de compacidade, P – perímetro da bacia (m) e A – área de drenagem (m^2).

3.4.2 Fator De Forma

Na sequência, calculou-se o fator de forma da bacia (F) que relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão) (Equação 2). O fator de forma foi determinado, utilizando-se a seguinte equação:

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

Onde: F – fator de forma da bacia, A – área de drenagem (m²) e L – comprimento do eixo da bacia (m).

3.4.3 Índice De Circularidade

O índice de circularidade (Ic), Equação 3, relaciona a área da bacia com a área de um círculo, tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada (ANDRADE et al., 2008).

$$Ic = \frac{12,57 \cdot A}{P^2} \quad (3)$$

Onde: Ic – índice de circularidade, A – área de drenagem (m²) e P – perímetro (m).

3.4.4 Densidade De Drenagem

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários. Segundo Oliveira et al., (2010) a densidade de drenagem (Dd) indica o nível de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica. O índice foi determinado utilizando a Equação 4:

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (4)$$

Onde: Dd – densidade de drenagem (km/km²), L_t – comprimento total de todos os canais (km) e A - área de drenagem (km²).

3.4.5 Declividade e Altitude

O MDE gerado foi utilizado como entrada para a origem da carta de declividade e da altitude. De tal modo, foi possível verificar porcentagem de declividade nas bacias hidrográficas geradas e compará-las com a classificação da declividade segundo a Embrapa (1979), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da declividade. Fonte: Embrapa (1979).

Declividade (%)	Discriminação
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

3.4.6 Ordem

Foi utilizado para este trabalho a determinação sugerida e apresentada por Strahler (1964), no qual os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se da nascente até a confluência.

4. Resultado e Discussão

	1	2	3	4	5	6
Características Geomorfológicas	Bacia Córrego Água Limpa	Bacia Córrego Curral de Arame	Bacia Córrego Água Boa	Bacia Córrego Engano	Bacia Córrego Laranja Azeda	Bacia Córrego Laranja Doce
Área (km ²)	26,13	116,15	70,67	74,67	54,07	96,28
Perímetro (km)	26,16	63,92	49,66	44,91	39,43	53,06
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,43	1,66	1,65	1,46	1,50	1,51
Fator de forma (F)	0,49	0,37	0,48	0,31	0,56	0,24
Índice de circularidade (Ic)	0,48	0,38	0,36	0,47	0,44	0,43
Declividade máxima (%)	30,26	33,91	49,31	34,24	27,32	29,42
Declividade média (%)	3,21	3,63	4,02	3,77	3,14	3,57
Declividade mínima (%)	0,59	0,61	0,6	0,6	0,59	0,61
Altitude máxima (m)	458	486	465	445	451	479
Altitude média (m)	417	421	406	399	397	416
Altitude mínima (m)	368	341	347	336	346	334
Ordem da bacia	2	3	3	2	2	3
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,76	0,51	0,57	0,5	0,6	0,5

As características morfométricas das bacias hidrográficas presentes no perímetro urbano do município de Dourados-MS são apresentadas no **Tabela 2**.

Tabela 2. Características físicas das bacias hidrográficas do período urbano, no município de Dourados – MS.

Analisando inicialmente o coeficiente de compacidade (Kc), pode-se afirmar que todas as bacias hidrográficas analisadas se mostram pouco susceptíveis a enchentes em condições normais de precipitação apresentando valores (>1,40), ou seja, intensidade normal e maior duração, pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor afastado da unidade.

Quanto ao índice de circularidade (Ic), as bacias analisadas mostraram valores abaixo de (0,51), o que é uma indicação que as mesmas não possuem uma forma circular, portanto uma tendência a forma alongada, favorecendo o escoamento fluvial. Este índice possivelmente se aplica a bacias com rios de menores ordens, visto que as grandes bacias podem apresentar diversas direções de seus contribuintes, gerando uma área que tende a tornar-se menos circular em função dos leques de suas cabeceiras em bacias com formato circular terá maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (Georgin et al., 2015).

O fator de forma (F), aponta a tendência da bacia em ser sujeita a enchente das bacias analisadas apenas três apresentaram valores menores que (0,50), sendo elas bacias dos córregos Curral de Arame, Engano e Laranja Doce, indicando baixo índice a enchentes. As bacias do córrego Água Limpa, Água Boa e Laranja Azeda tiveram os valores próximos ou superiores a (0,50), indicando tendência mediana a enchentes, segundo (Villela; Mattos, 1975).

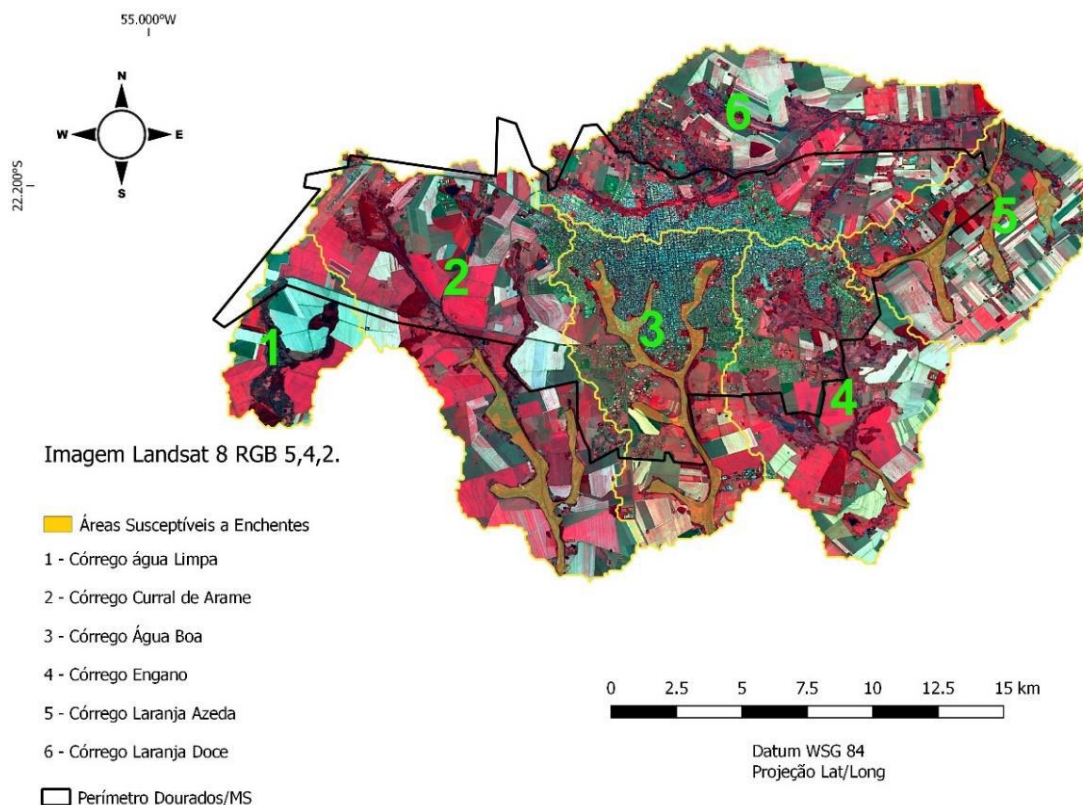


Figura 3. Áreas suscetíveis a enchentes, base de dados DSG (1979), carta vetorial topográfica Dourados-MS.

Todas as bacias hidrográficas apresentaram deficiência de drenagem, conforme os baixos índices mostrados na tabela 2. A densidade de drenagem encontrada nas bacias hidrográficas dos córregos em estudo variou de 0,50 a 0,76 km/km². De acordo com Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,50 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,50 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas, indicando, assim, que as bacias em estudo possuem drenagem pobre.

Uma densidade de drenagem alta descreve uma bacia altamente ramificada, que responde de maneira relativamente rápida a uma determinada quantidade de chuva, segundo Linsley et al., (1975), uma densidade de drenagem baixa reflete uma bacia de drenagem com respostas hidrológicas lentas. Borsato e Martoni (2004) relatam que densidades de drenagens baixas são observadas normalmente em solos mais resistentes à erosão ou muito permeáveis e onde o relevo é suave.

O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler, apresentou grau de ramificação de terceira ordem na época de cheia. Ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra, considera-se que, quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem (Strahler, 1964).

Em termos de macro e micro drenagem no perímetro urbano, as bacias hidrográficas do estudo apresentaram densidade de drenagem pobre, isso implica em dificuldades de escoamento das águas pluviais provenientes das chuvas com grande intensidade em certas épocas do ano, causando enchentes em algumas áreas de riscos (Cota et al., 2014).

Observando-se a drenagem obtida, observa-se que o padrão da mesma é do tipo dendrítico, conforme figura 3, também denominado de arborescente, por apresentar desenvolvimento semelhante à configuração de uma árvore (Christofolletti, 1980).

Analisando a declividade das bacias hidrográficas (**figura 5**), todas apresentaram declividade média, com valores entre 3,14 a 4,02%, indicando relevo suave ondulado, sendo esse valor condizente com a topografia encontrada na região.

O mapa de declividade das bacias analisadas pode ser observado na **Figura 4**.

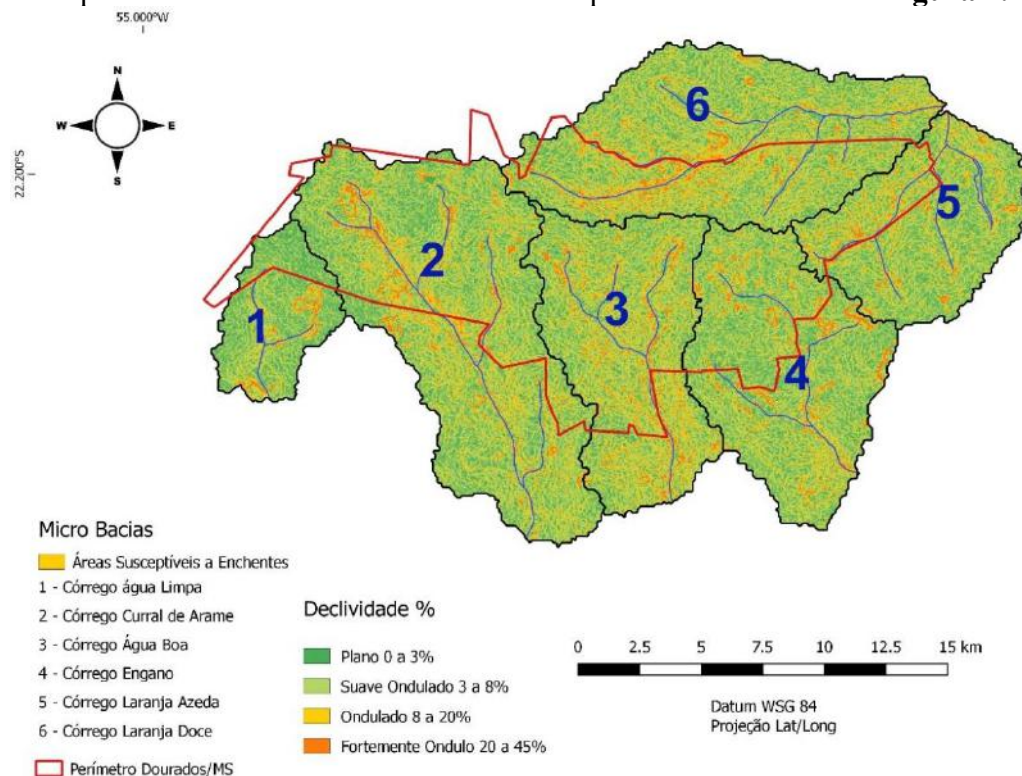


Figura 5. Classificação da declividade segundo a Embrapa (1979).

Espera-se em termo de velocidade superficial na bacia do córrego Água Boa em comparação com as demais, sob as mesmas condições de cobertura vegetal, classe de solo e intensidade de chuvas, por exemplo, indicando maior predisposição à degradação.

Comparadas as bacias em estudo verifica-se nas Bacias dos córregos Água Limpa, Água Boa e Laranja Azeda uma maior susceptibilidade a enchentes, principalmente pelo parâmetro fator de forma. Os valores da análise morfométrica das bacias do córrego Laranja Doce, Engano e Curral de Arame indicam poucas tendências a inundações quando comparadas com os índices aceitáveis propostos pela verificação dos parâmetros.

Uma vez que o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade das áreas em estudo expressaram valores distanciados da unidade (1), indicando bacias de forma esguia e mais alongada, comprovados pelo fator de forma, principalmente as Bacias do Córrego Laranja Doce e Curral de Arame, denota-se probabilidade mediana de ocorrer picos de cheias nestas bacias. Apresentando baixa suscetibilidade a enchentes mais acentuadas sob condições normais de precipitação, tais precipitações variaram de valores inferiores a 41 mm (julho) a maiores que 174 mm (dezembro), sendo 1.410 mm a média anual na região (Arai et al., 2010).

5. Conclusões e sugestões

- O estudo se constitui como uma ferramenta de base para o entendimento da dinâmica hídrica e para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas estudadas;

- As informações reunidas servem de base para orientação na gestão e ordenamento territorial, bem como subsidiar estudos ambientais no que diz respeito à identificar as possíveis áreas suscetíveis a enchentes na área de estudo;
- Todas as metodologias e análises aqui descritas podem ser aplicadas integralmente em áreas de planície como a do Pantanal Sul-mato-grossense.

6. Referências

Andrade, N. L. R.; Xavier, F. V.; Alves, E. C. F.; Silveira, A.; Oliveira, C. U. R. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso – MT. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.

Arai, F. K.; Gonçalves, G. G. G.; Pereira, S. B.; Comunello, E. Vitoriano, A. C.T. Daniel, O. Especialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados – MS. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 922-931, 2010.

Borsato, F. H.; Martoni, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Humam and Social Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

Brasil, Leis. 1.990. Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1.997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001 de 13 de março de 1.990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1.989. Data da legislação: 08/01/1997 – Publicação DOU: 09/01/1.997.

Campos, Y. O. Gestão Ambiental: **Complexidade Sistêmica em Bacia Hidrográfica**, 186f. Tese (Curso de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia., UFU, Uberlândia, 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**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

Cota, M. P.; Gomes, C.; Nogueira, D. H.; Golçales, J. V.; Pegoraro, M. S. Avaliação socioambiental do córrego Laranja Doce, Dourados MS. In: **Enepe: Encontro de ensino, pesquisa e extensão, 8º ENEPE UFGD – 5º EPEX UEMS**, 2014, Dourados. Resumo. Dourados, 2014. p. 1-23.

Christofolletti, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

DSG. 1979. **Departamento de Serviço Geográfico do Exército**. Carta Dourados. Escala 1:100.000. Folha SF 21-Z-B-II. Disponível em <<http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/index.php?modulo=logon&acao=entrar>>. Acesso em: 14 jul. 2016

Duarte, V. N.; Cavalcanti, K. A. Produto interno bruto (PIB) versus índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) na microrregião de Dourados – MS. **Revista eletrônica do programa de mestrado em desenvolvimento regional da universidade de contestado**. Campos Canoinhas, v. 6, n. 1, p. 120-135, 2016.

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.

ESRI Inc. - ARC / INFO version 7.11. **Environmental Systems Research Institute** Inc. New York, 1997, 1 CD ROM.

Georgin, J.; Oliveira, G. A.; Rosa, A. L. D. Estudo Comparativo de Índices Morfométricos Relacionados com Cheias das Bacias Hidrográficas do Alto Jacuí e Vacacaí Mirim – RS. **Revista Eletrônica em Gestão e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1357-1364, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Geociências**, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/.htm>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística – IBGE (2016). **Sinopse do Censo Demográfico 2010** – Brasil. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=500370>>. Acesso em 14 jul. 2016.

Landsat 8 UTM. 2016. **Imagem de Satélite**. Canais 8, 5, 4, 2, Órbita 224 Ponto 075. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov>> Acesso em: 4 set. 2016.

Linsley, R. K.; Kohler, M. A.; Paulhus, J. L. H. **Hydrology for Engineers**. 2. ed., New York, McGraw-Hill, 1975. 482 p

Mioto, C. L.; Ribeiro, V. O.; Souza, D. M. Q.; Pereira, T. V.; Anache, J. A. A.; Paranhos filho, A. C. Morfometria de Bacias Hidrográficas Através de SIGs Livres e Gratuitos. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ, v. 37, p. 16-22. 2014.

Oliveira, P. T. S.; Sobrinho, T. A.; Steffen, J. L.; Rodrigues, D. B. B. Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

Pinto Júnior, O. B.; Rossete, A. N. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira, MT-Brasil. **Revista Geoambiente On-line**, v.4, p. 38-53. 2005.

QGIS Development Team. 2016. QGIS 2.14.0 Essien. Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**.

Strahler, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v.38, p.913-920, 1957.

Strahler, A.N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, Ven Te (Ed.). **Handbook of applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill, 1964. p. 4.39-4.76.

Tamporoski, B. R. F.; Alves, M. A. M.; Silva, L. F.; Pereira, J. G. Planejamento Urbano e as Enchentes em Dourados: a distância entre a realidade e a legalidade. **Caderno Metropolitano**, São Paulo, v. 14, n. 27, p. 217-232, 2012.

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**, n. 20, 2007.

Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L.; Ribeiro, C. A. A. S.; Leite, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

Tonello, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

TUcci, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH. 943 p.

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