



MORFOMETRIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS CÓRREGOS BOA VISTA E TENDA (BHCBVT), EM UBERLÂNDIA-MG

HÉRICA LEONEL DE PAULA RAMOS OLIVEIRA; JORGE LUÍS SILVA BRITO

RESUMO

Tendo em vista a importância dos estudos morfométricos para o levantamento e análise de variáveis físicas de bacias hidrográficas, bem como da sua relevância em gerar subsídios ao planejamento e gestão de bacias, o presente estudo teve como objetivo realizar levantamento e análise morfométrica das Bacias Hidrográficas dos Córregos Boa Vista e Tenda – BHCBVT, em Uberlândia-MG, visando gerar dados que possam ser úteis na gestão dos recursos hídricos e aos demais recursos naturais da área. Essa unidade hidrográfica é importante fonte hídrica para o desenvolvimento econômico historicamente realizado há décadas nessa bacia. Revela-se de considerável importância na agricultura familiar onde é desenvolvido o plantio de hortifruticulturas e está inserida no chamado cinturão verde do município de Uberlândia. Os procedimentos metodológicos foram realizados utilizando o *Software* Quantum GIS, imagens de satélite *Planet* e métodos de análise morfométrica. Primeiramente, foi construída a base de dados cartográficos e utilizou-se de parâmetros morfométricos para obter características geométricas, do relevo e da rede de drenagem. Os resultados evidenciaram que bacia possui formato da bacia é circular; é predominantemente áreas que se encontram em relevo intensamente dissecado, o que determina o baixo índice de ramificação (4^a ordem). A Densidade hidrográfica é favorável à infiltração, sendo o relevo propício à infiltração d'água, importante para a recarga da bacia hidrográfica e para manter a vazão. Os dados gerados configuram-se como importantes subsídios ao planejamento e à gestão ambiental da BHCBVT, o que irá contribuir para a conservação dos recursos hídricos e para a sustentabilidade ambiental da área.

Palavras-chave: Análise; Planejamento; Gestão; Recursos Hídricos; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Bearing in mind the importance of morphometric studies for the survey and analysis of physical variables of watersheds, as well as their relevance in generating subsidies for the planning and management of watersheds, the present study aimed to carry out a survey and morphometric analysis of the Watersheds of the Boa Vista and Tenda Streams – BHCBVT, in Uberlândia-MG, aiming to generate data that may be useful in the management of water resources and other natural resources in the area. This hydrographic unit is an important water source for the economic development historically carried out for decades in this basin. It is of considerable importance in family farming, where horticultural crops are grown and is located in the so-called green belt of the municipality of Uberlândia. The methodological procedures were carried out using the Quantum GIS Software, Planet satellite images and morphometric analysis methods. First, the cartographic database was built and morphometric parameters were used to obtain geometric, relief and drainage network characteristics. The results showed that the basin has a circular basin shape; it is predominantly flat and perennial, except for a few plots of areas that are in intensely dissected relief, which determines the low rate of branching (4th order).

The hydrographic density is favorable to infiltration, the relief being conducive to water infiltration, important for the recharge of the hydrographic basin and to maintain the flow. The generated data are configured as important subsidies for the planning and environmental management of BHC BVT, which will contribute to the conservation of water resources and to the environmental sustainability of the area.

Key Words: Analyze; Planning; Management; Water resources; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação de dados relativos a uma bacia hidrográfica permite realizar levantamentos de informações e diversas análises a respeito dos recursos hídricos e, conseqüentemente, concede à elaboração de propostas para um adequado uso das terras (CAMPOS et al., 2015).

A morfometria de uma bacia hidrográfica retrata diversas características da área estudada, tais como a disposição, o tamanho e a forma do trajeto de cada segmento fluvial, a densidade e forma de distribuição da rede de drenagem do terreno, sendo as variáveis morfométricas úteis em planejamentos ambientais futuros (STRAHLER, 1957; GUERRA, 1995; CAMPOS et al., 2015). Além disso, a determinação de vários parâmetros de uma bacia pode fornecer informações indispensáveis para tomada de decisão de como usar e ocupar suas terras, de como manejar os usos. Assim, a análise morfométrica subsidia o planejamento e a gestão ambiental de bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980; ALVES et al., 2017, 2019).

A fim de realizar uma análise de variáveis morfométricas, visando o planejamento do uso dos recursos naturais, desenvolveu-se este estudo na área que compreende as Bacias Hidrográficas dos Córregos Boa Vista e Tenda - BHC BVT, em Uberlândia-MG. Essa área foi escolhida pela sua representatividade histórica no município e revela-se de considerável importância na agricultura familiar onde é desenvolvido o plantio de hortifruticulturas que tem como destino à Central de Abastecimento de Uberlândia (CEASA) e alguns hipermercados desta cidade e região. Está inserida no chamado cinturão verde do município de Uberlândia, que possui significativa importância socioeconômica, cultural e ambiental. Para se realizar esta atividade econômica, os produtores de hortifrutis utilizam-se principalmente das águas oriundas das nascentes e dos cursos d'água. Outro aspecto relevante que contribui para se estudar a área, é que na cabeceira de um dos córregos que compõem a BHC BVT estão inseridas bacias de infiltração da drenagem pluvial oriunda de bairro adjacente, o que pode estar influenciando em aspectos físicos da área de estudo, podendo interferir na qualidade ambiental.

Diante da importância regional da área de estudo e da preocupação em preservá-la é de suma relevância efetuar esse estudo, pois, segundo Teodoro et al. (2007), este tipo de análise elucida diversas questões referentes a dinâmica ambiental, bem como objetiva esclarecer as propensões à degradação e/ou conservação dos sistemas ambientais de uma bacia hidrográfica.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar levantamento e análise morfométrica da BHC BVT, visando gerar dados que possam ser úteis na gestão dos recursos hídricos e aos demais recursos naturais da área.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a extensão territorial das bacias hidrográficas dos Córregos Boa Vista e Tenda (BHC BVT), situada na porção leste do município de Uberlândia, na qual encontra-se parte da área urbana e de expansão urbana de Uberlândia (Figura 1).

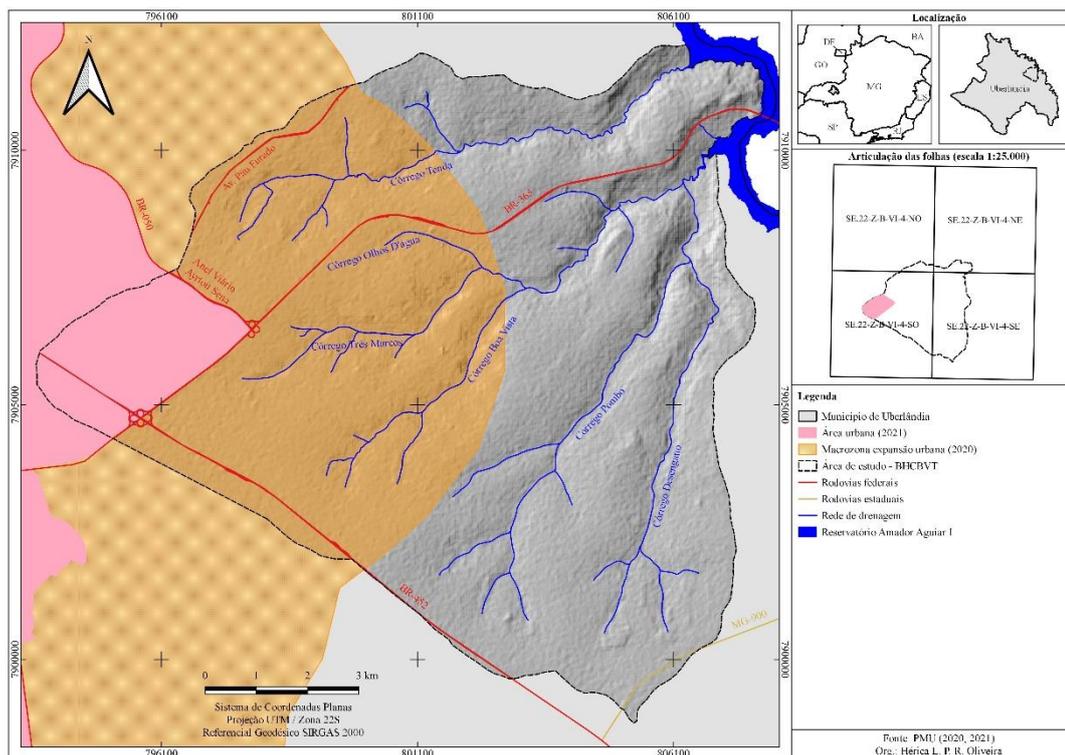


Figura 1. Localização da BHCVT em Uberlândia (MG), 2021.

A análise da morfometria da área de estudo foi realizada após o levantamento cartográfico e delimitação hidrográfica que foram efetuados por meio da articulação de quatro cartas topográficas, na escala de 1:25.000, editadas e publicadas pela Divisão do Serviço Geográfico (DSG) do Ministério do Exército (1983), voos de cobertura realizados em 1982 pela Força Aérea Brasileira, as quais são Pau Furado (SE-22-Z-B-VI-4-NO); Taboca (SE-22-Z-B-VI-4-NE); Cachoeira do Sucupira (SE-22-Z-B-VI-4-SO); e Ilha do Funil (SE-22-Z-B-VI-4-SE), disponibilizadas pelo Laboratório de Cartografia e Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Uberlândia – LACAR-UFU.

A base de dados e as análises foram geradas através do SIG – sistema de informação geográfica, utilizando-se o *Software* Quantum GIS – QGIS 3.10.9 with GRASS 7.8.3.2. Utilizou-se para o processo de organização da base cartográfica o Sistema de Coordenadas Planas, Projeção UTM, Fuso 22S e Referencial Geodésico SIRGAS 2000.

Na construção da base cartográfica foi feita a vetorização da rede de drenagem baseadas nas delimitações existentes nas cartas topográficas já mencionadas. Foi também vetorizado o limite da área de estudo, o qual foi traçado analisando o relevo (elementos altimétricos – curvas de nível de maior altitude e os pontos cotados), sendo feita a atualização pelas imagens de satélite gratuitas *Planet*, resolução espacial 3 m, abril de 2022 (PLANET, 2021-2022). As curvas de nível foram determinadas com equidistância de 10 metros. Sua malha viária foi definida através dos arquivos vetoriais das Rodovias do Brasil, disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (DNIT, 2021), também atualizada pelas mesmas imagens *Planet* e confirmada em campo, com a utilização do Sistema GPS (*Global Position System*). O perímetro urbano e a área de expansão urbana foram vetorizados a partir da base de dados “*Mapa Base de Uberlândia – 2021*” e do “*Macrozoneamento do Município de Uberlândia – setembro/2020*” (SEPLAN-PMU, 2021).

Após todo o procedimento de construção da base cartográfica foram extraídas as informações morfométricas da BHCVT. Os parâmetros levantados e analisados e as metodologias usadas para o estudo morfométrico, bem como equações estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros morfométricos e suas respectivas definições e equações e métodos utilizados para obtenção dos dados da BHCbvt

Características Geométricas	
Parâmetros – Definições/Métodos – Equações	
a) Índice de circularidade – Ic: É a relação entre a área da bacia e a área do círculo do mesmo perímetro (MÜLLER, 1953); CHRISTOFOLETTI, 1980; MACHADO e TORRES, 2012). $Ic = \frac{A}{Ac}$	
b) Área de drenagem: Cálculo realizado na tabela de atributos dos <i>shapefiles</i> no <i>software</i> QGIS 3.10.9 with GRASS 7.8.3. É a área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal (TONELLO, 2005)	
c) Perímetro da bacia: Cálculo realizado na tabela de atributos dos <i>shapefiles</i> no <i>software</i> QGIS 3.10.9 with GRASS 7.8.3. É o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005).	
d) Densidade Hidrográfica (Dh): Relaciona o número de cursos d'água com a área da bacia. Tem como finalidade expressar a grandeza da rede hidrográfica da bacia, indicando a capacidade de gerar novos canais fluviais. (HORTON, 1945; CHRISTOFOLETTI, 1980). $Dh = \frac{N}{A}$	
Características do Relevo	
Parâmetros – Definições/Métodos – Equações	
a) Altimetria: Foi definida por meio das curvas de nível (com equidistância de 10 metros) e pontos cotados, vetorizados no <i>software</i> QGIS, contidos na base cartográfica no formato digital.	
b) Amplitude Altimétrica: A amplitude altimétrica (H) foi obtida a partir da diferença entre a maior e a menor altitude das áreas hidrográficas (STRAHLER, 1952). $(H) = AM - Am$	
c) Declividade: Gerada através das curvas de nível (com equidistância de 10 metros) o Modelo Digital do Terreno (MDT) por triangulação (altitude do terreno em metros), <i>software</i> QGIS. Determinando assim, a inclinação do relevo e sua consequente declividade. Com isso, foram obtidas as porcentagens relativas à declividade do terreno, classificando-as com os intervalos de classes de acordo com Ross (1994), assim ficaram estabelecidos: <3%; 3 – 6%; 6 – 12%; 12 – 20%; 20 – 30% e >30%.	
d) Índice de Rugosidade (IR): O índice de rugosidade (IR) corresponde ao produto da densidade de drenagem pela declividade média da bacia (FRAGA et al., 2014). A equação para se obter o IR foi proposta por Melton (1957). $IR = Hm \cdot Dd$	
Características da rede de drenagem	
Parâmetros – Definições/Métodos – Equações	
a) Hierarquia fluvial: A ordem fluvial foi feita pela classificação de cada curso d'água a partir da hierarquia proposta por Strahler (1952). A qual, resumidamente estabelece que: os cursos d'água com apenas um segmento são considerados de 1ª ordem. A junção de dois segmentos de 1ª ordem gera um segmento de 2ª ordem e assim sucessivamente. Tais segmentos foram definidos após a vetorização da drenagem das cartas topográficas, tabela de atributos dos <i>shapefiles</i> no <i>software</i> QGIS 3.10.9 with GRASS 7.8.3.	
b) Densidade de Drenagem – Dd: Correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento (sejam os cursos d'água efêmeros, intermitentes ou perenes) com a área total da bacia hidrográfica. A Dd é expressa em km/km². A Dd permite mensurar qual o comprimento (em km) de canal fluvial disponível para drenar cada unidade de área da bacia hidrográfica (em km²) (HORTON, 1945; VILLELA e MATTOS, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1980; MACHADO e TORRES, 2012). Consequentemente, “informa também, indiretamente, sobre a disponibilidade do escoamento hídrico superficial” (MACHADO e TORRES, 2012, p. 57). $Dd = \frac{L_t}{A}$	
c) Índice de sinuosidade (Is): Indica o grau de sinuosidade da bacia, expresso pela relação entre o comprimento do canal principal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre dois extremos do canal principal (CHRISTOFOLETTI, 1980; NARDINI et al., 2013). $Is = \frac{100 \times (L - Ev)}{L}$	

Org.: A autora, 2022.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo realizado revelou que a BHCbvt possui uma área 116,99 Km², perímetro de 48,20 km e comprimento de 14,18 km, podendo ser considerada de pequena a média dimensão e uma subbacia do rio Araguari. Nela concentra uma rede de drenagem de 75,30 km canais. A tabela 1 apresenta os dados e parâmetros morfométricos nesse estudo.

O Índice de circularidade (Ic) da BHCbvt é de 0,63 caracterizando-a com o formato intermediário, tendendo para forma mais circular. Machado e Torres (2012), enfatizam que a

forma de uma bacia poder ser arredondada (quando o valor de I_c for próximo a 1,0) ou alongada (quando o I_c se aproxima de 0,0).

Tabela 1. Dados e Parâmetros Morfométricos da BHCBVT.

Dados e parâmetros morfométricos	Resultados	Dados e parâmetros morfométricos	Resultados
Área de drenagem (A)	116,99 km ²	Amplitude altimétrica (H)	327 m
Índice de circularidade (I_c)	0,63	Declividade predominante	0% a 6%
Perímetro da bacia	48,20 km	Índice de rugosidade (Ir)	0,21
Densidade hidrográfica (DH)	0,36	Hierarquia Fluvial (Ordem)	4ª Ordem
Altitude mínima	617 m	Densidade de drenagem (Dd)	0,64 km/km ²
Altitude máxima	944 m	Índice de sinuosidade (Is)	0,21
Altitude média	780,5 m		

Org.: A autora, 2022.

A bacia possui densidade de drenagem (Dd) de 0,64 km/km² e pode ser classificada, conforme Lollo (1995), como uma bacia de baixa densidade hidrográfica e de baixa densidade de drenagem (STHALER, 1957). Com isso, esses resultados indicam que a área de estudo possui muito baixa capacidade de gerar novos canais fluviais.

Apresenta altitude média de 780,5m, com máxima de 944m nas porções noroeste, oeste, sudoeste e sul e mínima de 617m na porção nordeste a leste da área, conferindo-lhe amplitude altimétrica de 327m. A maior parte da bacia encontra-se entre as cotas altimétricas de 944 e 901 metros, o que representa 29,16% de sua área. As nascentes de cabeceira se localizam nas classes mais planas da área que variam entre as altimetrias de 901 a 851 metros. No ponto mais elevado da bacia, localizam-se também os bairros Alvorada e Morumbi nas proximidades da BR 452 e o ponto mais baixo, está inserido nos contatos das divisas da área de estudo com o rio Araguari.

A bacia apresenta um relevo caracteristicamente plano a suave ondulado ao relacioná-lo com as fases do relevo segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, 2018), pois 50,83% de sua área apresenta declividade inferior a 6%. Declives que variam de 0% a 3% equivale a 23,78% da BHCBVT, tendo características de relevo extremamente plano e 27,05% da área tem declividades que variam de 3% a 6%, onde estão localizadas as cabeceiras dos córregos Tenda, Três Marcos e Boa Vista. Ao passo que, as nascentes de cabeceira dos córregos Olhos D'água, Pombo e Desengano encontram-se nas porções de terra com declividades de 6% a 12% (29,62% da bacia). Declives de 12% a 20% compreende 12,60% da área, declividades de 20% a 30% abrange 4,50% e 2,46% da BHCBVT tem declividades iguais ou superiores a 30%. Contudo, a soma das áreas com declividades de 0% a 6% supera em 21,21% de ocupação de áreas em relação a classe de 6% a 12%.

O sistema de drenagem da bacia foi classificado como de 4ª ordem, de acordo com a classificação de Strahler (1952), sendo considerada uma bacia pouco ramificada. Possui um total de 42 canais. Dentre esses canais tem-se 30 canais de 1ª ordem, 8 de 2ª ordem, 3 canais fluviais de 3ª ordem e apenas 1 canal de 4ª ordem. A maior parte dos canais fluviais da área de estudo são os canais de 1ª ordem, com comprimento médio de 1,02 km, indicando significativa área de captação com baixa declividade e grande extensão para a água percorrer até os canais de ordens superiores.

4 CONCLUSÃO

Considerando os resultados morfométricos, pode-se concluir que a BHCBVT aponta para uma bacia com o formato intermediário, tendendo para forma circular, como evidencia os índices de circularidade, indicando forte controle estrutural da drenagem. Entretanto, as porções de terra que estão situadas nas declividades de 0% a 6%, relevo plano, favorece a inundação. Exemplo disso, é a área onde se encontra o bairro Morumbi, que sofre com alagamentos todos anos. Por outro lado, as porções de terra da área em estudo, com declives superiores a 12%,

tendem ao escoamento superficial, o que propicia o carreamento de sólidos para os fundos de vale, caso o local esteja desprovido de vegetação e, dependendo também da intensidade e duração das chuvas poderá favorecer à formação de processos erosivos.

Contendo densidade de drenagem (Dd) de 0,64 km/km² e densidade hidrográfica (Dh) de 0,36 canais/Km² pode-se considerar que a bacia é predominantemente plana e perene, exceto poucas parcelas de áreas que encontram-se em relevo intensamente dissecado, o que determina o baixo índice de ramificação (4ª ordem). A densidade hidrográfica (Dh) é favorável à infiltração, sendo o relevo propício à infiltração d'água, importante para a recarga d'água na bacia hidrográfica e manter a vazão.

Por fim, os resultados desse estudo servirão de subsídios ao planejamento adequado de uso das terras, para que se instale atividades econômicas de forma sustentável, contribuindo assim, para a conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

Alves, W. S., Scopel, I., Martins, A. P., Morais, W. A., 2016. Análise morfométrica da bacia do ribeirão das Abóboras – Rio Verde (GO). **Geociências [online]** 35, 652-667. Disponível: <http://https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/arti%20cle/view/9978>. Acesso: 10 mar. 2022.

Alves, W.S., Martins, A.P., Aquino, D.S., Morais, W.A., Pereira, M.A.B., Saleh, B.B., 2019. Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física [online]** 12, 1093-1113. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/236063>. Acesso: 5 dez. 2022.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico – DSG. **Carta militar**. Folhas SE: 22-Z-B-VI-4-NO, SE: 22-Z-B-VI-4-NE, SE: 22-Z-B-VI-4-SO, SE:22-Z-B-VI-4-SE, Brasília: DSG, 1983.

CAMPOS, S.; FELIPE, A. C.; CAMPOS, M.; RECHE, A. M. Geoprocessamento aplicado na caracterização morfométrica da microbacia do ribeirão descaldado–Botucatu, SP. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 52, 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Rodovias do Brasil**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>. Acesso em: 10 abr. 2021

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. *Nativa*, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785>/ Doi: [10.31413/nativa.v2i4.1785](https://doi.org/10.31413/nativa.v2i4.1785). Acesso em: 6 abr. 2022.

GUERRA, A. J.T. Processos erosivos nas encostas. In:GUERRA, A. J.T. & CUNHA, S.B., organizadores. **Geomorfologia: uma atualização de base e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995. 2a ed. p. 149-209.

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

LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. 1995. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 178 p.

MELTON, M. A. An analysis of the relations among elements of climate, surface properties and geomorphology. **Technical report 11**. Department of Geology, Columbia University, New York, 1957.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. **Technical report**. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n. 3, p. 30, 1953.

NARDINI, R. C. et al. Análise morfométrica e simulação das Áreas de Preservação Permanente de uma microbacia hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 687–699, 2013.

PLANET. Imagens. 2022. Disponível em: <http://planet.com>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ROSS, J. L.S. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH/USP, São Paulo. n.8, p.63-73, 1994.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5a ed., 2018.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude): analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, 63(10), 1952, p. 1117-1142.

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**, v.20, p.137-157, 2007.

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

UBERLÂNDIA (Município). Secretaria de Planejamento Urbano. **Banco de Dados Integrados – BDI 2021**. Vol. 1. Disponível em: <https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Macrozoneamento-do-Municipio-de-Uberlandia-2020-Setembro-2020.pdf> ; <https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Mapa-Base-2021.pdf>. Acesso em: 4 setembro. 2021.

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