

GEOTECNOLOGIAS COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA ANÁLISE MORFOMÉTRICA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ, CEARÁ.

Ulisses Costa de Oliveira¹; Lucas Florêncio da Cunha Teixeira²; Ana Maria Maia³; Cleverton Caçula de Albuquerque⁴; Priscila Soares Mendonça⁵; José Wilker de Freitas Sales⁶; Raquel Ferreira Gomes Rosa⁷; Petronio Silva de Oliveira⁸, Ernane Cortez Lima⁹ & Willian Richard de Souza Cidral¹⁰

RESUMO – O presente estudo teve por objetivo caracterizar a morfometria da sub-bacia do rio Coreaú. A área do estudo está localizada na macrorregião Noroeste Cearense, entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S / 41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S / 40°24'49.03"O. Os parâmetros avaliados foram: Ordem dos canais, Relação de Bifurcação, Sinuosidade, Comprimento do Rio Principal, Gradiente dos Canais, Área da Bacia, Comprimento da Bacia, Densidade de drenagem, Índice de Circularidade, Fator de Forma, Densidade de Rios, Coeficiente de Manutenção, Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia, Relação de Relevo e Índice de Rugosidade. Foi utilizado como base de dados o MDE do sensor PALSAR disponibilizado pelo Alaska Satellite Facility – ASF. Os dados foram processados e analisados através do software QGIS. Os resultados mostraram que a bacia é de 6ª ordem, com padrão de drenagem transitando entre o dendrítico e o paralelo, apresentando um sistema de drenagem pobre, com baixa densidade de drenagem, com reduzido tempo de concentração de águas e pouca suscetibilidade a ocorrência de cheias em condições normais de precipitação.

ABSTRACT– This work aimed to characterize the morphometric of Coreaú river sub-basin. The studied area is located in the Northwest Cearense macroregion, between geographic coordinates 2 ° 59'15.34 "S / 41 ° 14'59.90" ° and 3 ° 58'59.52 "S / 40 ° 24'49.03" W. The parameters evaluated were: Channel Order, Bifurcation Ratio, Sinuosity, Main River Length, Channel Gradient, Basin Area, Basin Length, Circulation Index, Form Factor, Density of Rivers, Maintenance Coefficient, Maximum Basin Altitude Amplitude, Relief Ratio and Roughness Index. The MDE data collected by PALSAR sensor provided by the Alaska Satellite Facility - ASF was used as the data base. The data were processed and analyzed using QGIS software. The results showed that it is a 6th order basin, with a drainage transiting between the dendritic and the parallel patterns, poor drainage system with low drainage density, with a short time of water concentration and a low susceptibility to floods under normal precipitation conditions.

Palavras-Chave – Hidrologia; Manejo de bacias; Análise Morfométrica.

^{1,2}) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici - Bloco 713. 60455-760 - Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3366 9624, e-mail: ¹ucoliveira@msn.com / ²lucasfengcivil@gmail.com.
^{3,4,5,6,7,8}) Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. Rua Jaime Benévolo, 1400, Bairro de Fátima, CEP: 60050-155 – Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3254 3083, e-mail: ³maiance@yahoo.com.br / ⁴clevertoncaçula@gmail.com / ⁵prisciladedada@yahoo.com.br / ⁶wilkersales@oi.com.br / ⁷raquel.silveirafg@gmail.com / ⁸petronio-oliveira@hotmail.com. ⁹) Universidade Estadual do Vale do Acaraú. Departamento de Geografia, Av. da Universidade, 850 - Campus da Betânia-Sobral-CE-Brasil, Fone: +55 (88) 3677 4271, e-mail: emanecortez@hotmail.com / ¹⁰) Universidade Estadual de Joinville. R. Paulo Malschitzki, 200 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89219-710 +55 (47) 3481-7900 willian.richard.cidral@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da bacia hidrográfica permite a observação em detalhes da variação dos diferentes processos que ocorrem nela, e que, com base no registro das variáveis hidrológicas envolvidas, possibilita um melhor entendimento dos fenômenos e sua representação matemática. Isso porque a bacia hidrográfica possui características essenciais, que permitem a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental, especialmente por ser um processo descentralizado de conservação e proteção do ambiente (Tucci, 1993).

As bacias hidrográficas são caracterizadas pelas suas características fisiográficas, tipo de solo, geomorfologia, geologia, clima, tipologias de uso e ocupação, cobertura vegetal, regime fluviométrico e pluviométrico, fatores que contribuem para a disponibilidade hídrica numa bacia, que é o seu principal aspecto (Oliveira; Oliveira, 2017).

O uso de técnicas e cálculos utilizados de forma a quantificar e caracterizar morfometricamente bacias hidrográficas são de importância fundamental no auxílio para planejamento dessas áreas, com a finalidade de preservação ambiental e manutenção de produção de água em quantidade e qualidade (Campos, 2016).

Quantificar a disponibilidade hídrica torna-se um aspecto indispensável para o planejamento dos recursos hídricos. Para tanto, faz-se necessário quantificar as características de forma, de área e de declividades da bacia hidrográfica, proporcionando uma análise de seus aspectos de forma a averiguar os padrões de drenagem (Ferreira *et al.*, 2010).

Diante disto, o presente trabalho realizou a delimitação de uma porção da bacia hidrográfica do rio Coreaú, localizada no norte do estado do Ceará, além de realizar uma análise morfométrica segundo os parâmetros estabelecidos por Christofolleti (1980).

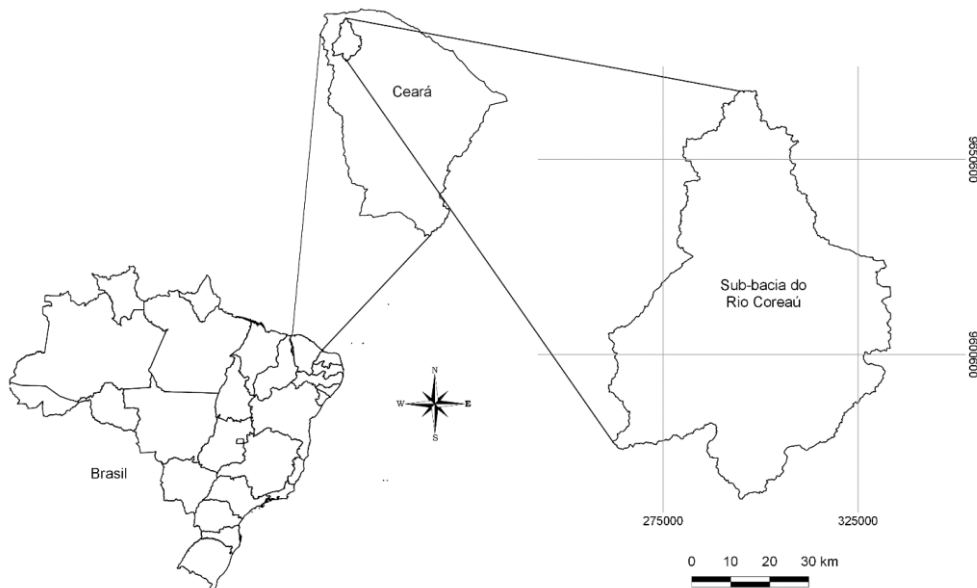
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do Rio Coreaú, pertencente à região hidrográfica do rio que leva o mesmo nome, inserida na porção norte do estado, na macrorregião Noroeste Cearense, compreendendo os municípios de Alcântaras, Camocim, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Ibiapina, Martinópole, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Senador Sá, Sobral, Tianguá, Ubajara, Uruoca e Viçosa do Ceará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S /41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S/40°24'49.03"O. A bacia compreende uma área total de 10.633,66 km², correspondente a 7% do território cearense (INESP, 2009), o que denota a relevância regional e necessidade de estudos voltados para a gestão de recursos hídricos na área.

Em termos climáticos, a bacia apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com precipitações médias anuais em torno de 889,45 mm e temperaturas médias anuais em torno de 24,75 °C. Diretamente relacionada com as características climáticas, os tipos predominantes de vegetação são o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, situada a Norte, a Caatinga Arbustiva Densa a sudoeste e a Mata Úmida na Cuesta de Ibiapaba a sudoeste (INESP, 2009).

Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Coreaú



Em relação à geologia, a bacia apresenta os seguintes domínios: terrenos cristalinos Pré-Cambrianos (41,31%), sendo representados por gnaisses, migmatitos, quartzitos e metacalcários, e por rochas sedimentares (58,69%), representados por arenitos da Formação Serra Grande, sedimentos areno-argilosos, sedimentos eólicos e cascalhos, areais, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica (INESP, 2009). Pode ser notada a variedade de superfícies de solo presente na bacia adotada para a área de estudo, fator este que corrobora para sua escolha, uma vez que o escoamento superficial pode ter comportamentos diferentes para cada tipo de solo.

Segundo Torres e Sobrinho (2014), a bacia apresenta, em sua geomorfologia, Superfície Sertaneja, Maciços Residuais da Meruoca a sudeste, Tabuleiros Pré-litorâneos, Zona Litorânea e Planalto Sedimentar da Ibiapaba a oeste. Nota-se, portanto, a heterogeneidade de feições de relevo, o que justifica a escolha da bacia hidrográfica estudada.

2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para realização do trabalho foram adquiridos arquivos do Modelo Digital de Elevação (DEM) do sensor PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*) a bordo do Satélite Japonês *Advanced Land Observing Satellite (ALOS)*, em formato *raster*, com resolução espacial de

12,5 metros, disponibilizado pelo *Alaska Satellite Facility – ASF*, tendo sido o arquivo reprojetoado para a projeção SIRGAS 2000 UTM Zona 24 S.

O estudo de morfometria pode ser realizado com o auxílio de *softwares* de geoprocessamento, correspondentes a ambientes de Sistema de Informações Geográficas (SIG). No mercado, há uma gama de *softwares* disponíveis, como QGIS, ArcGIS, Global Mapper, Spring, Terra View, entre outros. Para o presente trabalho, foi adotado o QGIS versão 3.4.6, por ser um *software* livre e de uso com relativa facilidade. No ambiente do QGIS, foram utilizadas as ferramentas acopladas ao plugin SAGA/GIS *terrain analysis channels* e *hidrology*.

A morfometria da bacia baseou-se nos parâmetros e índices descritos por Christofolletti (1980) que os abordou através de quatro itens, a saber: hierarquia fluvial, análise areal, análise linear e análise hipsométrica, conforme pode-se verificar na Tabela 1, contendo também os resultados encontrados para a bacia em estudo. Com a obtenção da hierarquia fluvial e das cotas altimétricas dos pontos, os parâmetros restantes foram obtidos com auxílio de planilha eletrônica Excel.

Tabela 1 – Parâmetros e índices de análise da bacia hidrográfica

| ITEM | ÍNDICE | DESCRIÇÃO | EQUAÇÃO | RESULTADOS |
|-------------------------------------|---|--|---------------------------------|------------|
| Hierarquia Fluvial | Hierarquia da bacia hidrográfica | Os canais sem tributários são os de 1ª ordem, os de 2ª ordem são formados por dois canais de 1ª ordem, e assim sucessivamente. (Strahler). | - | - |
| Análise Linear da Rede Hidrográfica | Relação de Bifurcação (valor médio) (R _b) | Relação entre o número total de segmentos de uma certa ordem (N _u) e o número total dos de ordem imediatamente superior (N _{u+1}). | $R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$ | 4,53 |
| | Sinuosidade (S) | Relação entre o comprimento do rio principal (L) e o comprimento desenvolvido em linha reta da nascente até a foz (L _r). | $S = \frac{100x(L - L_r)}{L_r}$ | 69,44% |
| | Comprimento do Rio Principal (L) | Curso d'água mais longo medido da desembocadura da bacia até determinada nascente. | - | 176,27 km |
| | Gradiente dos Canais (G _c) | Relação entre a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término (H _c) e o comprimento do respectivo segmento fluvial (L). | $G_c = \frac{H_c}{L}$ | 0,293% |

| | | | | |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------------|---------------------------|
| Análise Areal da Bacia Hidrográfica | Área da Bacia (A) | Extensão superficial total da bacia hidrográfica. | - | 4257,69 km ² |
| | Comprimento da Bacia (L) | Distância medida em linha reta entre a foz e determinado ponto do perímetro que assinala equidistância no comprimento do perímetro entre a foz e ele. | - | 104,69 km |
| | Densidade de drenagem (D _d) | Relação entre o comprimento total dos canais de escoamento (L _t) com a área da bacia hidrográfica. | $Dd = \frac{L_t}{A}$ | 1,00 km/km ² |
| | Índice de Circularidade (IC) | Relação entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro. | $IC = \frac{A}{A_c}$ | 0,18 |
| | Fator de forma (K _f) | Relação entre a área da bacia e o quadrado do seu comprimento axial medido ao longo do curso d'água principal. | $K_f = \frac{A}{L^2}$ | 0,38 |
| | Densidade de Rios (D _r) | Relação entre o número de rios (N) e a área da bacia hidrográfica. | $Dr = \frac{N}{A}$ | 0,21 rios/km ² |
| | Coefficiente de Manutenção (C _m) | Fornecer a área mínima necessária para manutenção de 1 metro de canal de escoamento. | $Cm = \frac{1}{Dd} \times 1.000$ | 999,28 m ² |
| | Amplitude Altimétrica Máxima da bacia (H _m) | Diferença entre os pontos de maior e menor altitudes da bacia hidrográfica. | $Hm = Hm_{\max} - Hm_{\min}$ | 960,00 m |
| Análise Hipsométrica | Relação de Relevo (R _r) | Relação entre a amplitude máxima altimétrica e a maior extensão da bacia. | $Rr = \frac{H_m}{L_b}$ | 9,17 m/km |
| | Índice de Rugosidade (I _r) | Combina as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem. | $Ir = H \times Dd$ | 960,69 m/km |

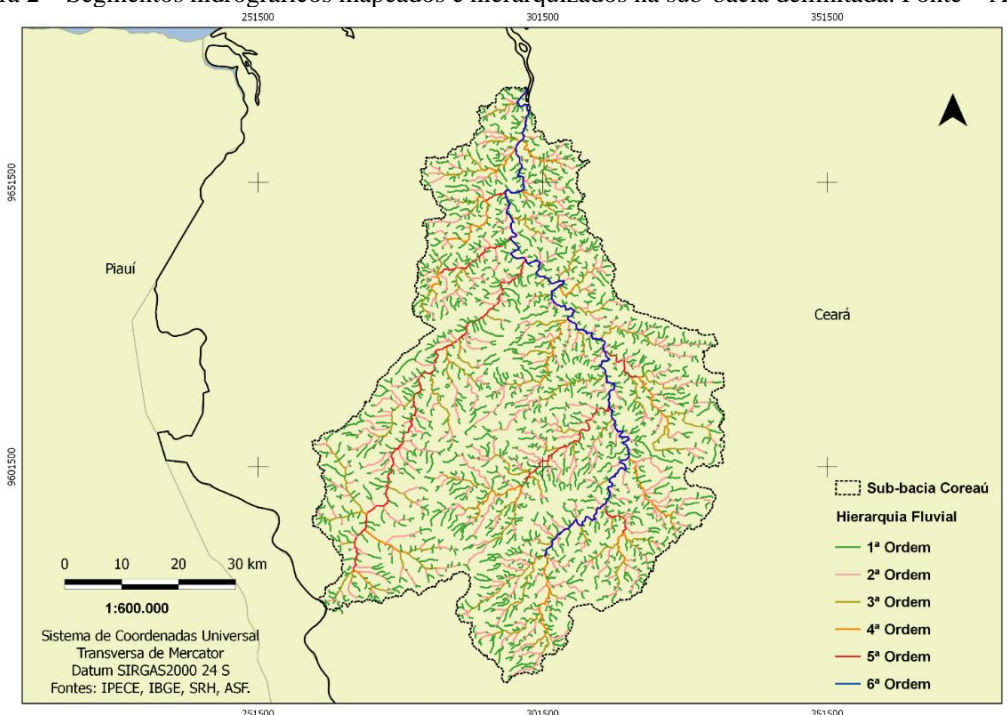
Fonte – Christofolletti, 1980.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 HIERARQUIA FLUVIAL

O resultado da modelagem para obtenção da bacia hidrográfica e dos segmentos fluviais é mostrado na Figura 2, onde são categorizados por cores os diferentes segmentos, conforme sua ordem, observando-se que a bacia possui um sistema de drenagem com ramificação significativa.

Figura 2 – Segmentos hidrográficos mapeados e hierarquizados na sub-bacia delimitada. Fonte – Autores



A bacia hierarquizada possui 906 segmentos fluviais de 1ª ordem, 623 de 2ª ordem, 88 de 3ª ordem, 25 de 4ª ordem, 7 de 5ª ordem e 1 de 6ª ordem, apresentando grandeza de 6ª ordem, cujos comprimentos dos rios por ordem e total estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Total de segmentos fluviais, comprimento dos rios, área e perímetro

| ORDEM | SEGMENTOS FLUVIAIS (QUANTIDADE) | COMPRIMENTO DOS RIOS (KM) |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 906 | 2.165,61 |
| 2 | 623 | 1.139,27 |
| 3 | 88 | 488,90 |
| 4 | 25 | 172,25 |
| 5 | 7 | 170,27 |
| 6 | 1 | 124,47 |
| Comprimento total dos rios (km) | | 4.260,77 |

Verificou-se, durante o procedimento de hierarquização, que a bacia possui padrão de drenagem variando entre o dendrítico e o paralelo, sendo o paralelo localizado principalmente nas regiões de encostas mais acentuadas.

A Densidade de Drenagem apresenta um baixo valor ($D_d = 1,00 \text{ km/km}^2$), apesar da grande ramificação de rios, aspecto este confirmado pelo baixo Índice de Circularidade ($IC = 0,18$) que, de acordo com a classificação proposta por Schum (1956), sendo menor que 0,51, indica uma bacia de forma alongada, com reduzido tempo de concentração de águas e pouca susceptibilidade a ocorrência de cheias em condições normais de precipitação. Outro parâmetro que corrobora essa característica é o baixo Fator de Forma ($K_f = 0,38$), demonstrando que a bacia apresenta um formato alongado e estreito, reduzindo a possibilidade de cheias (Ferreira *et al.*, 2010).

O Coeficiente de Manutenção da bacia é alto ($C_m = 999,28 \text{ m}^2$) e a Densidade de Rios (D_r) obtida foi de 0,21 rios/ km^2 , podendo atribuir a esses resultados o fato de a bacia ter baixas declividade e capacidade de recarga hídrica (Stipp; Campos; Caviglione, 2010). Este índice indica a capacidade de a bacia gerar novos canais e, se esse índice estiver acima de 2,00 canais/ km^2 , (Lana *et al.*, 2001), a bacia teria grande capacidade de gerar novos cursos d'água, o que não se confirmou no caso da bacia estudada.

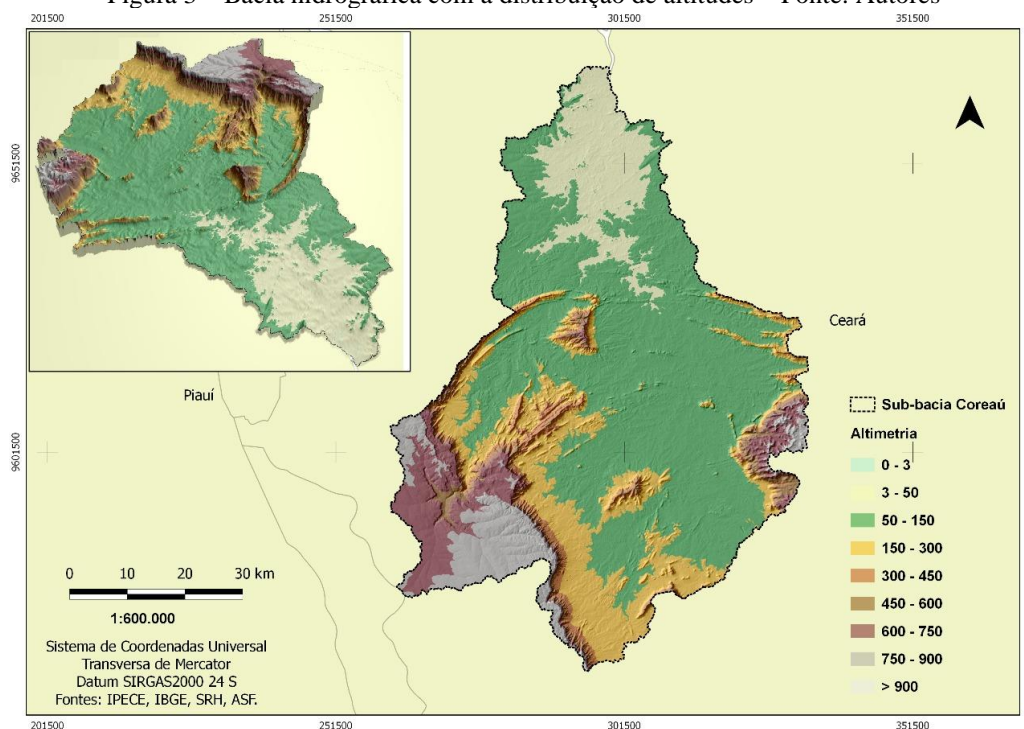
Quanto maior for o Índice de Rugosidade (I_r), segundo Trajano *et al.* (2012), maior será o risco de degradação da bacia. O resultado obtido desse parâmetro pela análise realizada ($I_r = 960,69 \text{ m/km}$) é considerado baixo, indicando que a bacia em estudo tem baixo risco de enchentes, fato este comprovado pela Relação de Bifurcação encontrada ($R_b = 4,53$), que, de acordo com Christofolletti e Filho (1975), elevados valores dessa relação correspondem a bacias mais alongadas.

No tocante à sinuosidade do rio principal ($S = 69,44\%$), trata-se de canal muito sinuoso ($> 50\%$), de acordo com a classificação estabelecida por Mansikkaniemi (1970).

Com relação às características do relevo da bacia, esta possui uma altitude máxima de 961 metros e mínima de 1 metro, resultando numa Amplitude Altimétrica (H_m) de 960 metros. As maiores altitudes se concentram nas porções sudoeste e sudeste da bacia, onde se localizam o Planalto da Ibiapaba e o Maciço Residual da Meruoca, respectivamente.

A Figura 3 apresenta a conformação altimétrica da sub-bacia estudada, na qual se verifica que a maior parte da bacia se situa entre 50 e 150 metros de altitude, correspondendo a 52,13% da área total da bacia estudada. Apesar do alto valor de amplitude altimétrica, o que aparentemente tende a favorecer o escoamento rápido, a bacia possui baixo Gradiente de Canais ($G_c = 0,293\%$) e Relação de Relevo ($R_r = 9,17 \text{ m/km}$), demonstrando um baixo declive do canal principal, situação que caracteriza uma reduzida velocidade do escoamento superficial na maior parte da extensão do canal, com a consequente baixa capacidade de provocar erosão.

Figura 3 – Bacia hidrográfica com a distribuição de altitudes – Fonte: Autores



Na Tabela 3 apresenta-se a classificação por faixa altimétrica, área equivalente a cada faixa e seu percentual, com destaque para os intervalos compreendidos entre 3 e 300 metros, que apresentaram os maiores valores de área em relação à altitude.

Tabela 3 – Distribuição da altitude de acordo com a área da bacia

| ALTITUDE | ÁREA(KM ²) | % BACIA |
|-----------|------------------------|---------|
| 0 - 3 | 1,83 | 0,04 |
| 3 - 50 | 443,86 | 10,56 |
| 50 - 150 | 2.190,64 | 52,13 |
| 150 - 300 | 732,16 | 17,42 |
| 300 - 450 | 162,39 | 3,86 |
| 450 - 600 | 113,09 | 2,69 |
| 600 -750 | 308,03 | 7,33 |
| 750 - 900 | 300,45 | 7,15 |
| > 900 | 5,24 | 0,12 |

4 CONCLUSÕES

Quanto ao padrão de drenagem na sub-bacia, o mesmo transita entre o dendrítico e o paralelo, classificada como de sexta ordem de magnitude.

Configura-se um sistema de drenagem pobre, com baixa densidade de drenagem, com reduzido tempo de concentração de águas e pouca suscetibilidade a ocorrência de cheias em condições normais de precipitação, também em função do formato alongado e estreito.

Ainda em relação à densidade de drenagem, quando associada às condições climáticas da região, verifica-se a necessidade de implementação de barramentos e açudagem, visando a permanência da água por mais tempo no local.

Com relação ao relevo, a despeito do alto valor de amplitude altimétrica, o que aparentemente tende a favorecer o escoamento rápido, a bacia possui baixo gradiente de canais e relação de relevo, demonstrando um baixo declive do canal principal, situação que caracteriza uma reduzida velocidade do escoamento superficial na maior parte da extensão do canal, com a conseqüente baixa capacidade de provocar erosão. Importa destacar que essas condições devem situar-se num contexto de conservação ambiental da bacia, já que os usos inadequados provocam desequilíbrio no sistema como um todo.

Em condições normais de precipitação a sub-bacia se apresenta pouco susceptível à ocorrência de enchentes, devido à sua forma alongada, contribuindo para um menor risco de degradação ambiental por erosão hídrica, via perda de solo, desde que mantidas as faixas de proteção dos canais, principalmente os de menores ordens, minimizando o risco de processo erosivos e assoreamento, visto que a sua maioria está situada em regiões de relevo ondulado, com escoamento superficial mais rápido.

No tocante ao procedimento de análise morfométrica, este tem sido usado por diversos pesquisadores, tais como engenheiros, geógrafos, geomorfólogos, agrônomos, dentre outros, facilitando o entendimento integrado dos processos que ocorrem na bacia, constituem como uma ferramenta imprescindível para o entendimento da dinâmica hídrica e para o planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas.

Por fim, importa destacar as vantagens do uso de geotecnologias como ferramentas de subsídio ao trabalho realizado, permitindo um levantamento rápido, detalhado, com menor custo e tempo, dos parâmetros morfométricos na sub-bacia estudada.

5 REFERÊNCIAS

CAMPOS, M. “*Técnicas de geoprocessamento para análise morfométrica da microbacia do Ribeirão Alto Água Fria–Bofete (SP)*”. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 10, n. 2, p. 170-180, 2016.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. “*Caderno regional da bacia do Coreaú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos*”, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009. 120p.: il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 3).

CHRISTOFOLETTI, A & FILHO, A. P. – “*Estudo sobre a Forma de Bacias Hidrográficas*” – Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 5 (9-10): 83-92, 1975.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. “*Geomorfologia*”. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

Dataset: ASF DAAC 2015, *ALOS PALSAR Radiometric Terrain_Corrected_high_res*; Includes Material © JAXA/METI 2007. Accessed through ASF DAAC 15 March 2019.

FERREIRA, Clarisse Wanderley Souto *et al.* “*Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Cachoeira II, no Município de Serra Talhada - PE, Brasil*”. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, Coimbra, maio 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegnot/VISLAGF/actas/tema2/clarisse>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. “*Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – BRASIL*”. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

MANSIKKANIEMI, H. (1970). “*The sinuosity of rivers in northern Finland*”. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Turkuensis, n.52, p.16-32.

Oliveira, U.; Oliveira, P. “*Mapas de Kernel como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos Anos 2010 a 2015*”. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 7, N.1, p. 87-99, 2017.

SCHUMM, S. A. “*Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*”. Geological Society of America Bulletin, v. 67, n. 5, p. 597- 646, 1956.

STIPP, Nilza Aparecida Freres; CAMPOS, Ricardo Aparecido; CAVIGLIONE, João Henrique. “*Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara - Uma Contribuição para o Estudo das Ciências Ambientais*”. Portal da Cartografia, Londrina, v. 3, n. 1, p.105-124, 2010. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/download/8929/7451>. Acesso em: 24 abr. 2019.

TORRES, M. Vieira; F. SOBRINHO, J.. “*Estudo Integrado da Bacia do Coreaú (CE): Uma Proposta de Ensino para a Educação Básica*”. Geonorte, Acaraú, v. 10, n. 1, p.84-89, maio 2014. Disponível em: <www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1624>. Acesso em: 28 abr. 2019.

TRAJANO, S. R. R. da S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALTIO, J.; MARTINHO, P. R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. de O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA, F. S. “*Análise morfométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape*”. Campinas, SP, 2012. 33 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Gestão Territorial.

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. “*Hidrologia: ciência e aplicação*”. Porto Alegre, RS: ABRH-Edusp, 1993. cap. 4.