

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA, USO E OCUPAÇÃO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA**

Camilo Vinícius Trindade Silva¹, Jacques Carvalho Ribeiro Filho², Paulo Cesar Moura da Silva³, Luís César de Aquino Lemos Filho⁴ & José Bandeira Brasil⁵

1 - Gestor Ambiental, Mestrando em Manejo de Solo e Água pela UFERSA, camilo.agriambiental@gmail.com;

2 - Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestrando em Manejo de Solo e Água pela UFERSA, jacquesfilho1@hotmail.com;

3 - Engenheiro Agrônomo, Professor adjunto da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Paulo.moura@ufersa.edu.br;

4 - Engenheiro Agrônomo, Professor adjunto da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, lcalfilho@ufersa.edu.br

5 - Tecnólogo em Irrigação e drenagem, Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará – UFC, josebbrasil@gmail.com

Palavras-chave:

análise ambiental
classificação semi-automática
SIN

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho delimitar e caracterizar morfometricamente uma bacia hidrográfica por meio de *software* livre QGIS. Realizou-se a delimitação e caracterização física, bem como o uso e ocupação do terreno da bacia hidrográfica do Rio Cobra no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Para a realização da caracterização física e determinação da rede de drenagem utilizou-se o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – TauDEM*, e para o uso e ocupação do terreno aplicou-se a técnica de classificação semi-automática de uma imagem do satélite *Sentinel – 2*, por meio da extensão *Semi-Automatic Classification Plugin – SCP*. A BHRC possui área de 162,7 km² e perímetro de 116,24 Km e apresenta uma baixa tendência a enchentes. Exibe forma comprida, indicando condições favoráveis à conservação. Verifica-se predominância das classes de relevo suavemente ondulado. Em termos de ocupação da terra, há predominância na BHRC de área vegetada com 114,61 Km² (70,7%). Nota-se ainda que apenas 0,46 km² da área corresponde a classe denominada mata ciliar. Constatou-se que os procedimentos de delimitação e caracterização física da bacia por meio do QGIS e seus complementos são úteis para a promoção de estudos na área ambiental e de recursos hídricos.

Keywords:

environmental analysis
semi-automatic classification
gis

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION AND VEGETATION COVER OF A RIVER BASIN**ABSTRACT**

The objective of this study was to delineate and characterize morphometrically a river basin by using the free software QGIS. The delineation and physical characterization of the Cobra river basin (CRB)—state of Rio Grande do Norte, Brazil—were performed, and the vegetation cover of this river basin area were evaluated. The physical characterization and determination of the river basin drainage network were performed using the tool *TauDEM—Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*; and the vegetation cover of this river basin area were evaluated using the extension *Semi-Automatic Classification Plugin—based on an image from the Sentinel-2 satellite*. The CRB has an area of 162.7 km², perimeter of 116.24 km, low tendency to flood. It has an elongated shape, indicating favorable conditions to conservation. The predominant relief of this basin is slightly undulating. The CRB showed predominance of vegetation cover in an area of 114.61 km² (70.7%), with 0.46 km² of this area represented by ciliary forest. The procedures used for delineation and physical characterization of this river basin, using QGIS and its complements, are useful for environmental and water resource studies.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a sobrevivência humana e o desenvolvimento da sociedade. A falta de conservação de áreas de produção e armazenamento de água torna esse recurso natural cada vez mais escasso (NARDINI, 2013). Para Villela e Mattos (1975) existe uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e as características físicas ou a fisiografia de uma bacia, sendo, portanto de grande utilidade prática o conhecimento destes elementos, pois, ao estabelecerem-se relações e comparações entre eles e dados hidrológicos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos de outras áreas.

As características físicas, especialmente aquelas associadas ao relevo, à forma e à rede de drenagem, estão altamente relacionadas ao tempo e velocidade de escoamento da água, o que vai incidir em maior ou menor infiltração da água no solo (LEAL & TONELLO, 2017). A rede de drenagem pode ser entendida como um dos componentes do processo morfogenético mais ativo na esculturação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1979) e é extremamente importante para caracterização e manejo das bacias hidrográficas, determinando suas características de escoamento superficial e o potencial de produção e transporte de sedimentos (SOUSA & OLIVEIRA, 2017).

O grande diferencial dos Sistema de Informação Geográfica (SIG) está na espacialização dos dados, pois estes se encontram representados por uma projeção cartográfica, fator que garante precisão matemática e computacional quando considerados sua localização e suas mensurações (FANTINEL; BENEDETTI, 2016; BRUNO, 2017). Entre os softwares gratuitos com finalidade de delimitação de bacias hidrográficas destacam-se Orfeo Toolbox, OSSIM ferramentas, GIS, biblioteca de abstração de dados geospaciais – GDAL, SAGA GIS, Opticks, análise de terreno utilizando modelos digitais de elevação – TAUDDEM, a Biblioteca Python de simplificação de entrada/saída Raster, o pulso de classificados da grama Bunting *et al.* (2014).

A obtenção da melhor correlação entre relações hídricas e ambientais é dificultada

pela falta de conhecimento das características hidrológicas. Técnicas de geoprocessamento vêm sendo utilizadas para inúmeras finalidades como ferramentas fundamentais para a gestão do território e análise ambiental, devido a sua abordagem múltipla e a rapidez na geração de resultados precisos (FONSECA *et al.*, 2013). O avanço e melhorias tecnológicas na área computacional e nos SIG's, tornaram-se ferramentas mais utilizadas para caracterização morfométricas e uso do solo em bacias hidrográficas, adicionando velocidade e precisão para estudos ambientais (CASTRO *et al.*, 2015).

A análise quantitativa é essencial para entender a extensão e magnitude dos problemas relacionado ao manejo ambiental (ROZOS *et al.*, 2013). Para tanto é preciso expressar, quantitativamente todas as características de forma, de processos e de suas inter-relações (TONELLO *et al.*, 2006), principalmente em regiões semiáridas pelas incertezas hidrológicas serem mais agravadas, pela falta de estudos em áreas mais remotas. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo, delimitar e caracterizar a bacia hidrográfica do rio Cobra, assim como do uso e cobertura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Rio Cobra compõe a bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu e está inserida no Seridó Oriental Potiguar, região semiárida do nordeste brasileiro (Figura 1).

Abrange parte do território dos municípios de Parelhas, Jardim do Seridó e Carnaúba dos Dantas, todos estes pertencentes ao estado do Rio Grande do Norte. A região apresenta regime pluviométrico com precipitações anuais menores do 500 mm/ano, variações de temperaturas entre 33 °C e 18 °C, com média de 27,5 °C, insolação de 2.455 horas ano⁻¹, elevada evapotranspiração com déficit hídrico anual da ordem de 1.169,9 mm (LIMA *et al.*, 2017). O relevo na área em estudo é caracterizado pela presença de *inselbergs* formados por *stocks* de rochas graníticas de idade neoproterozóica e uma superfície plana adjacente (Depressão Sertaneja), desenvolvida sobre rochas metamórficas do grupo Seridó, predominantemente mica-xistos e diques de pegmatitos, de idade neoproterozóica (MARTINS

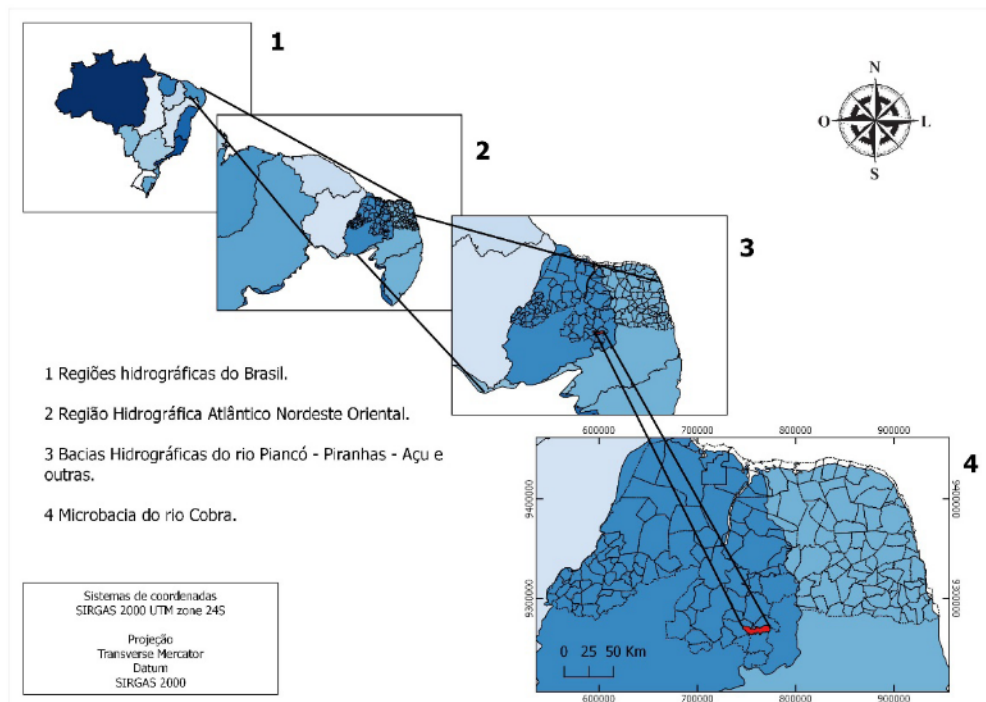


Figura 1. Localização da bacia rio cobra no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

et al., 2013). As classes de solos predominantes é a do Neossolos e do Luvisolos (DANTAS; MELO; ALMEIDA, 2009). A vegetação é caracterizada como caatinga arbórea-arbustiva de baixa altura e aberta, composta principalmente por plantas caducifólias, com a presença de espécies xerofíticas, caracteriza a cobertura vegetal (MEDEIROS; CASTRO; MARTINS, 2014).

Para a delimitação da microbacia foi utilizado um Modelo Digital de Elevação - MDE obtida por meio do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. O projeto oferece livre acesso a variáveis geomorfométricas locais derivadas de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) para todo o território nacional. Estes dados foram refinados da resolução espacial original de 3 arco-segundos para 1 arco-segundo (aproximadamente 30 metros) por krigagem (VALERIANO, 2008). Após aquisição da cena 06S375, referente aos dados de altitude, foram realizadas as etapas de processamento da mesma utilizando o *software* livre QGIS versão 2.14.12.

A delimitação da microbacia foi realizada por meio do complemento do QGIS, TauDEM 5.0 (Terrain Analysis Using Digital Elevation

Models) no QGIS. O TauDEM 5.0 é um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas com base nos Modelos Digitais de Elevação (MDEs). Os processos utilizados para a delimitação foram os seguintes: 1 – Eliminar as depressões (*Pit Remove*); 2 – Direção de Fluxo (*Flow Direction*) pelo método D-8; 3 - Fluxo acumulado; 4 – Delimitação da bacia: Após realizar os procedimentos anteriores, foi definido o exutório, o qual serviu de referência para a delimitação da microbacia.

Para a criação do mapa de uso e ocupação do terreno foi utilizado o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin – SCP* no QGIS, no qual realizou-se o processo de classificação semi-automática de uma imagem do satélite Sentinel – 2, referente à data de 07 de dezembro de 2016. Para Silva e Sano (2016), a classificação semi-automática ou supervisionada é uma técnica de processamento de imagem que permite a identificação atributos em uma imagem, de acordo com as suas assinaturas espectrais.

O Sentinel-2 é um satélite multiespectral desenvolvido pela Agência Espacial Europeia (ESA). Este sensor possui 13 bandas espectrais com resolução espacial de 10m, 20m e 60m de acordo

com a respectiva banda (CONGEDO, 2017). O processo de classificação foi precedido pela etapa de pré-processamento, na qual foi elaborada uma composição colorida RGB com as bandas 4, 3 e 2, respectivamente, todas estas com resolução espacial de 10 metros.

Foram definidas quatro classes de uso e ocupação do terreno: Caatinga Arbórea – Arbustiva, mata ciliar, solo exposto e urbanização. A classificação se deu pela seleção de Regiões de Interesse (ROI's, também chamadas de Áreas de Treinamento) para cada classe de cobertura da terra identificada na imagem. ROI's são polígonos desenhados sobre áreas homogêneas da imagem que sobrepõe pixels pertencentes à mesma classe de cobertura da terra. O algoritmo utilizado para a classificação foi o “Mínima Distância” que calcula a distância Euclidiana $d(x, y)$ entre assinaturas espectrais de pixels da imagem e assinaturas espectrais de

treinamento. Assim, a distância é calculada para cada pixel na imagem, associando-o à classe que apresentar a assinatura espectral mais próxima (CONGEDO, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices morfométricos e medidas geométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Cobra (BHRC) encontram-se na (Tabela 1).

A BHRC possui área de 162,7 km² e perímetro de 116,24 Km. De acordo com os parâmetros Fator de Forma (F) = 0,11, Coeficiente de Compacidade (K_c) = 0,15 e Índice de Circularidade (I_c) = 2,55, a BHRC apresenta uma baixa tendência a enchentes em condições normais de precipitação de acordo com Villela e Matos (1975) (Tabela 1). Analisando-se conjuntamente esses parâmetros, de acordo com a classificação ambiental de Nardini *et al.*

Tabela 1. Medidas e valores de parâmetros morfométricos da BHRC

Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica	Resultados
Características geométricas	
Área Total (km ²)	162,73
Perímetro total (km)	116,24
K_c	2,55
F	0,11
I_c	0,15
Padrão de drenagem	Dendrítrico
Características de relevo	
Altitude máxima (m)	575,29
Altitude média (m)	404,72
Altitude mínima (m)	234,14
Caracterização da rede de drenagem	
Ordem	5
Comprimento total dos rios (km)	337,16
Comprimento do rio principal (km)	38,75
Densidade de drenagem (km/km ²)	2,07
Declividade média do rio principal (%)	0,88
Sinuosidade do rio principal	1,30
Índice de sinuosidade (%)	26,81
Tempo de concentração (h) (Kirpich)	9,18

(2013), a BHRC, apresenta uma forma comprida e ambientalmente com tendências a conservação.

A densidade de drenagem encontrada na BHRC foi de $2,07 \text{ km km}^{-2}$, possuindo baixa capacidade de drenagem (VILLELA & MATTOS, 1975), é classificada ambientalmente com tendência mediana de escoamento superficial (NARDINE *et al.*, 2013). A sinuosidade do curso d'água ($1,3 \text{ km km}^{-1}$) indica situação intermediária entre formas regulares e irregulares (transicional). Contudo valores mais próximos a 1, indicam canais mais retilíneos o que favorece um maior transporte de sedimentos (SOUSA & OLIVEIRA, 2017). O índice de sinuosidade indica que o comprimento do canal principal é 26,81% maior que o talvegue, característico de pouco escoamento ou divagante (COUTINHO *et al.*, 2011). Considerando o critério geométrico da disposição fluvial com inúmeras ramificações, a Bacia Hidrográfica do Rio Cobra (BHRC) pode ser considerada dendrítica de acordo com a classificação de Christofolletti (1979).

A rede de drenagem da BHRC foi considerada de 5ª ordem (STRAHLER, 1957). A quantidade e comprimento dos canais de cada ordem, constam na (Figura 2.). Destaca-se a maior extensão dos

canais de 1ª ordem (168,41 km) e a menor de 4ª ordem (8,45 km), pois muitos canais de ordem superior (2ª, 3ª, 4ª e 5ª) recebem tributários diretos de ordem inferior (1ª), mas o comprimento médio indica crescimento constante em conformidade com as ordens

dos canais (COUTINHO *et al.*, 2011), sendo a exceção o de 5ª ordem uma vez que no início da montante da bacia já se formou essa ordem.

A hipsometria da BHRC é exibida na (Figura 3.), onde verifica-se que a altitude máxima da bacia é de 575,28m e a altitude mínima de 234,14m. A maior área da bacia (80%) encontrasse na faixa de altitude de 400m a 200m, evidenciando uma uniformidade maior ao longo da bacia e diminuindo a velocidade do escoamento (FANTINEL & BENEDETTI, 2016). Estudos realizados por Souza, Santo e Oliveira (2017), na Bacia do Curu, região semiárida do Ceará, apontam que essa maior uniformidade de altitude, propícia o maior desenvolvimento de atividades produtivas tanto na área agrícola como para a construção civil, uma vez que a declividade será um fator favorável a essas atividades.

Analizando a declividade do terreno da bacia

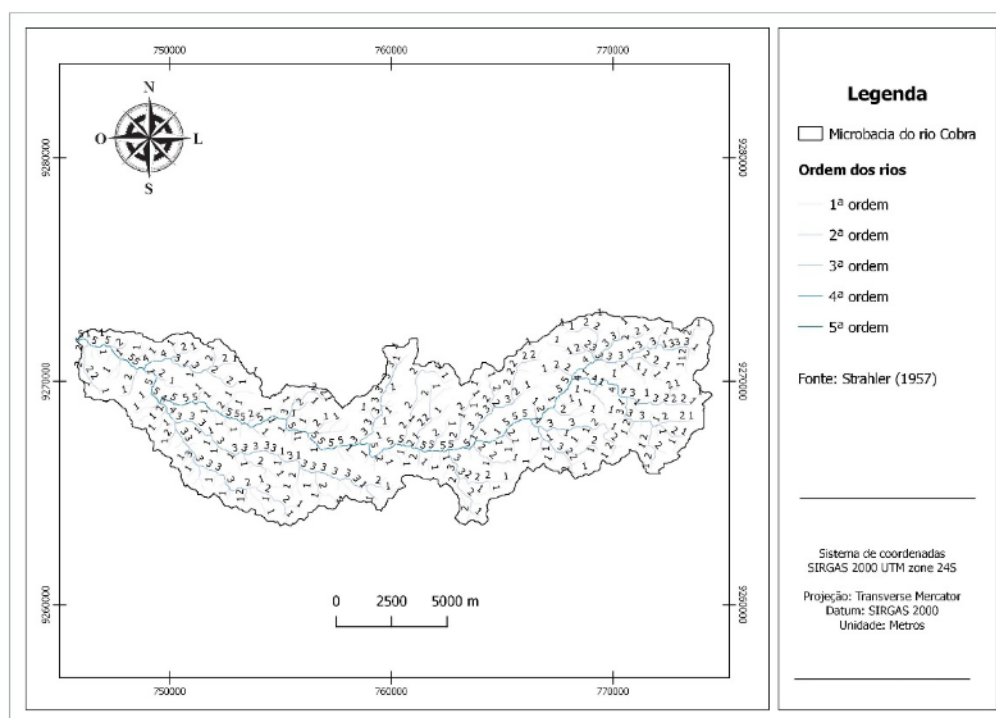


Figura 2. Ordenamento da Rede de Drenagem da bacia rio cobra pela classificação de Strahler (1997).

(Figura 4.), verifica-se predominância das classes de relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 1979), com valores de 50,74% (82,31 Km²) da área total da bacia. Para a classe de relevo fortemente montanhoso a área total é de 0,01km²

(0,006%). A classe de relevo da bacia classificada como plano, ondulado, fortemente ondulado e montanhoso representam 26,34km² (16,24%), 35,38km² (21,80%), 16,37km² (10,10%) e 1,80km² (1,11%) respectivamente. Em regiões que

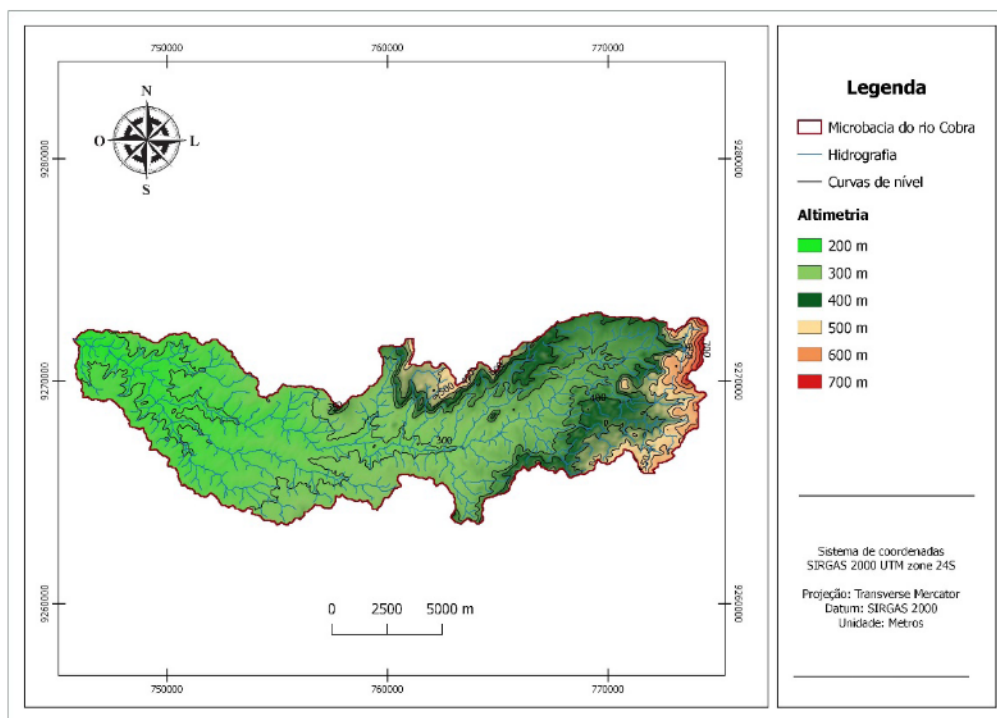


Figura 3. Altimetria da bacia Rio Cobra.

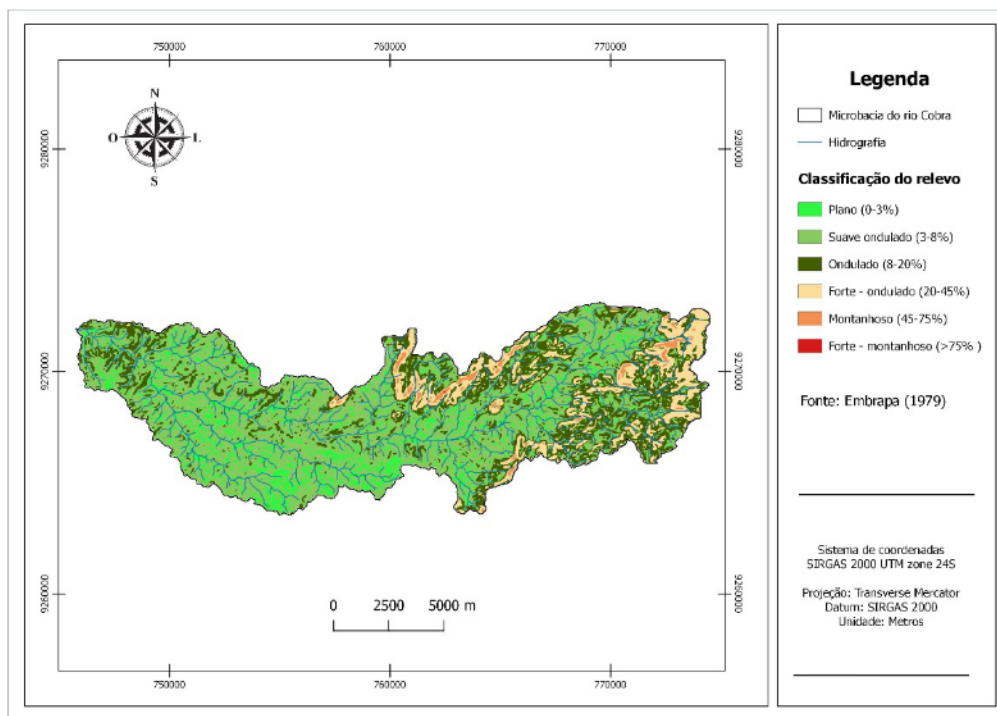


Figura 4. Classificação do relevo da bacia rio cobra.

apresentam declividade suave ondulada podem ser desenvolvidas atividades como a agricultura e a pecuária utilizando-se práticas simples de manejo do solo (MIOTO *et al.*, 2017), sendo esta, menos propensa a erosão e aumentando a possibilidade de infiltração no solo (COUTINHO *et al.*, 2011). Segundo Tonello *et al.* (2006), informações sobre a altimetria da bacia hidrográfica, é de extrema importância como aporte na tomada de decisões para o planejamento da gestão dos recursos hídricos, além do cumprimento da legislação ambiental vigente.

Em termos de ocupação da terra (Figura 5.), há predominância na BHRC de área vegetada com 114,61Km² (70,7%), estando em acordo com a classificação de Nardini *et al.* (2013), de que bacias de forma comprida ambientalmente tem tendências a conservação. Entretanto, nota-se que a área total da bacia, 45,89Km² (28,2%) encontra-se com solo exposto aumentando a vulnerabilidade da bacia hidrográfica a erosão hídrica (BRUNO, 2017). Embora a bacia apresente área de solo exposto, a combinação da altimetria (Figura 3) e 70,7% de área vegetada faz com que a BHRC seja menos vulnerável a perda de solos (ROZOS *et al.*, 2013).

Nota-se ainda que apenas 0,46km² da área corresponde a classe denominada mata ciliar. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (2017), as investigações sobre a desertificação no Semiárido Brasileiro, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, concluíram que a área onde está inserida a BHRC apresenta intensa degradação ambiental, como resultado da substituição da caatinga pela agricultura e pecuária, extração de argila de solos aluviais e da retirada de madeira para lenha, sendo considerada uma área de alto risco à desertificação.

Percebe-se que o cenário referente ao uso e ocupação do solo na BHRC também evidencia alguns impactos negativos das ações antrópicas. A condição da vegetação classificada como mata ciliar, no presente estudo, sugere a adoção de práticas insustentáveis de exploração e manejo das áreas de preservação permanente, conforme definidas pela Lei nº 12.651/12 do Código Florestal. A supressão de vegetação, o uso, ocupação e o manejo inadequado destas áreas podem implicar na alteração dos atributos químicos, físicos e biológicos dos solos, dos recursos hídricos e na condição de equilíbrio dos ecossistemas.

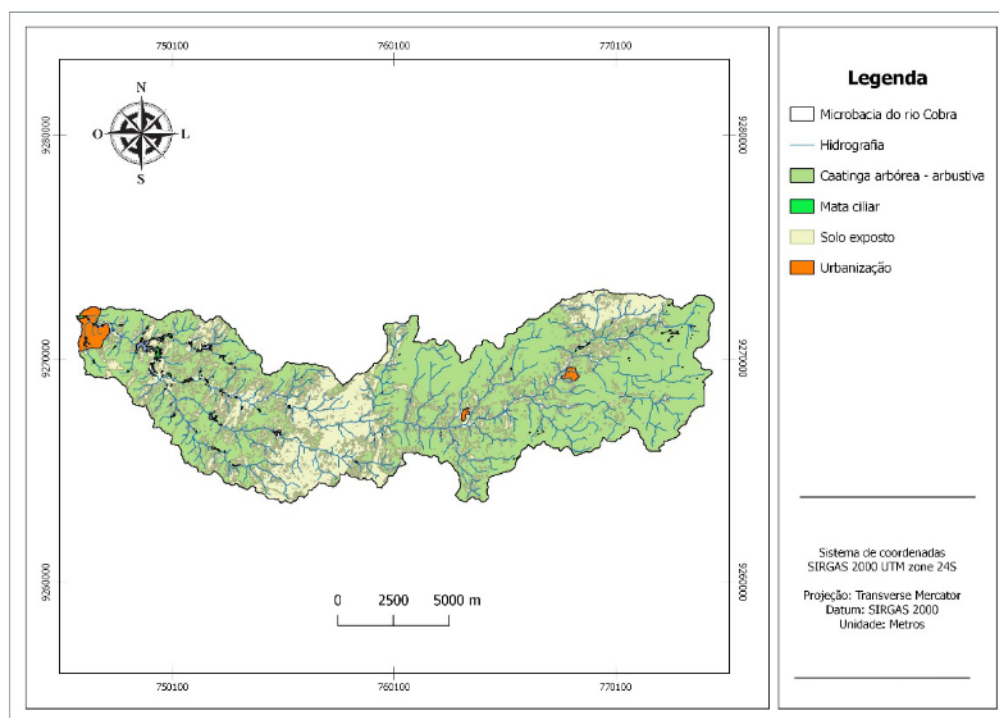


Figura 5. Uso e ocupação da bacia Rio Cobra.

CONCLUSÕES

- A Bacia Hidrográfica do Rio Cobra apresenta forma alongada, evidenciando um menor risco de inundações em condições normais de precipitação anual;
- O mapa de uso da terra evidenciou que a Bacia Hidrográfica do Rio Cobra se encontra com 70,7% preservada. No entanto, apresentou uma área de 0,46km² de mata ciliar, sugerindo indícios de degradação ambiental nas áreas de preservação permanente;
- A utilização do *software* QGIS, com o auxílio de complementos como o *Taudem* e o SCP apresenta-se como uma alternativa viável para a realização da caracterização física de microbacias hidrográficas, fornecendo subsídios para a promoção de estudos na área ambiental e de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNO, L.O. GRASS. A free and open source solution for hydrographic body analysis. *Nativa*, v.5, n.1, p.24-30, 2017.

BUNTING, P.; CLEWLEY, D.; LUCAS, R.M.; GILLINGHAM, S. The Remote Sensing and GIS Software Library (RSGISLib). *Computers & Geosciences*, New York, v.62, p.216-226, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2013.08.007>.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Ed. Blücher, 2ª edição, 1979.

CONGEDO, Luca. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. Release 5.3.6.1. 29 out. 2015. Disponível em: <<https://media.readthedocs.org/pdf/semiautomaticclassificationmanual-v5-pt-br/latest/semiautomaticclassificationmanual-v5-pt-br.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

CASTRO, L.I.S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C.R.L.; KAISER, I.M. Sistema de Informação Geográfica na formulação de indicadores ambientais para sustentabilidade dos recursos hídricos. *Irriga*, Botucatu, v.19, n.4, p.655, 2015

COUTINHO, M.L.; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C.; ZANETTI, S.S.; GARCIA, G.O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES. *Revista Irriga*, Botucatu, v.16, n.4, p.369-381, 2011.

DANTAS, J.A.; MELO, A.T.; ALMEIDA, A.S. Caracterização dos Recursos Naturas da Bacia do Rio Cobra, Município de Parelhas-RN. Natal, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAAGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: reunião técnica de levantamento de solos, 10.1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

FANTINEL, R.A.; BENEDETTI, A.C.P. Avaliação dos fatores influentes na vulnerabilidade à erosão do solo por meio de decisão multicritério e de técnicas de geoprocessamento no município de Piratini-RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v.38, n.1, p.156-163, 2016.

FONSECA, S.F.; SANTOS, D.C.; HERMANO, V.M. Geoprocessamento aplicado à análise dos impactos socioambientais urbanos: estudo de caso do bairro Santo Expedito em Buritizeiro/MG. *Revista de Geografia (UFPE)*, v.30, n.3, 2013.

LEAL, M.S.; TONELLO, K.C. Morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do córrego Ipaneminha de Baixo, Sorocaba/SP. *FLORESTA*, v.46, n.4, p.439-446, 2017.

LIMA, A.O.; LIMA-FILHO, F.P.; DIAS, N.S.; RÊGO, P.R.A.; BLANCO, F.F.; FERREIRA NETO, M. Mecanismos controladores da qualidade das águas superficiais na sub-bacia hidrográfica do Rio das Cobras do nordeste brasileiro. *Caatinga*, v.30, p.1-9, 2017.

MARTINS, G; FREITAS, E.L.; MILITÃO, I.M.; MEDEIROS, R.A.; SILVA, A.S.A.; CASTRO, V.L.L. Estimativa da cobertura vegetal pela análise de imagens Landsat 8 na microbacia do rio Cobra,

região Seridó, Nordeste do Brasil. In: CIENTEC, 2013, NATAL. ANAIS DA XIX SEMANA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E CULTURA DA UFRN. NATAL: EDUFRN, 2013. v.1. p.240-245.

MEDEIROS, G.C.S.; CASTRO, V.L.L.; MARTINS, G. Monitoramento de Parâmetros Morfométricos e Ambientais Suportado por Produtos Landsat e SRTM para a Sub-bacia do Rio Cobra, Seridó Potiguar. In: XII SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6. 2014, Natal. IV-078. Natal: Abes, 2014. v.1, p.1-6.

MIOTO, C.L., OLIVEIRA RIBEIRO, V., QUEIROZ SOUZA, D.M., 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, v.37, n.2, p.16-22, 2017.

NARDINI, R.C.; POLLO, R.A.; BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G.; GOMES, L.N. Análise morfométrica e simulação das Áreas de Preservação Permanente de uma microbacia hidrográfica. Irriga, Botucatu, v.18, n.4, p.687-699, 2013.

ROZOS, D.; SKILODIMOU, H.D.; LOUPASAKIS, C.; BATHRELLOS, G.D. Application of the revised universal soil loss equation modelo n lanslide prevention. Na example from N. Euboea (Evia) Island, Greece. Environmental earth sciences, v.70, n.7, p.3255-3266, 2013.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE – SEMARH. Projeto Piloto - Recuperação da Microbacia Hidrográfica do Rio Cobra. 2013.

Disponível em:< http://www.semiarido.rn.gov.br/microbacia_rio_cobra_box.php?id=91>. Acesso em: 11 ago. 2017.

SILVA, L.R.; SANO, E.E. Análise das imagens do satélite RapidEye para discriminação de classes de cobertura vegetal do cerrado. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.68, p.1269-1283, 2016.

SOUSA, M.M., OLIVEIRA, W. Análise morfológica da rede de drenagem do alto Juruá/AC, extraída de mde-srtm. Caminhos de Geografia, v.18, n.61, p.44-64, 2017.

SOUZA, M.J.N.; SANTOS, J.O.; OLIVEIRA, V.P.V. Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográficas do Rio Curu- Ceará. Revista Continentes, v.1 n.1, p.119-143, 2017.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transaction of American Geophysical Union, p.913-920, 1957.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.R.; LEITE, F.P. Análise hidroambiental da bacia hidrográficas da cachoeira das Pombas, Gunhães – MG. Revista Árvore, v.5, n.30, p.849-857, 2006.

VALERIANO, M.M. Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818). 72p, 2008 (Boletim).

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