

## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIÚS, CEARÁ

Eurides Ferreira de Alcântara<sup>1</sup>, Eliakim Martins Araújo<sup>2</sup>,  
Renato de Oliveira Fernandes<sup>3</sup>

**Resumo:** Esse trabalho apresenta como objetivo principal a caracterização morfológica da bacia do Rio Cariús, Ceará, usando técnicas de Geoprocessamento com produtos de sensores orbitais. A metodologia utilizou o software livre Quantum GIS versão 3.2 e o Modelo Digital de Elevação (MDE) da *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através do projeto TOPODATA. Os resultados obtidos indicaram que a bacia estudada apresenta área de 2.450,26 km<sup>2</sup> com baixa tendência a enchentes, uma vez que, apresenta densidade de drenagem regular (1,07 km/km<sup>2</sup>) com formato alongado representado pelo coeficiente de compactidade alto ( $K_c=2,95$ ), coeficiente de forma ( $K_f=0,08$ ) e índice de circularidade ( $IC=0,11$ ) baixos. Embora a bacia apresente drenagem regular e formato que minimizem prejuízos causados por enchentes, as atividades antrópicas podem provocar alterações e potencializar a ocorrência de cheias.

**Palavras-chave:** Geotecnologias aplicadas. Modelagem hidrológica. Gestão de recursos hídricos.

### 1. Introdução

As características físicas de uma bacia hidrográfica exercem influência direta sobre o funcionamento do ciclo hidrológico do sistema, atuando direta e indiretamente nos processos de infiltração, perda de água por evapotranspiração, regime de escoamento e vazão final do deflúvio (TONELLO et al. 2006). A caracterização morfológica busca representar essas particularidades de uma forma que facilite sua análise e interpretação.

Com o crescimento das tecnologias de sensoriamento orbital e diante da indisponibilidade de cartas topográficas com representações planialtimétricas atuais, tem-se ampliado as potencialidades do uso desses dados, possibilitando o desenvolvimento de vários produtos dentre estes a modelagem hidrológica. Os dados obtidos por Sensoriamento Remoto com o SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), vem mostrando-se como uma poderosa fonte de informações para caracterização automática de bacias hidrográficas (BRANDÃO; SANTOS, 2009; LEÃO et al., 2013).

A utilização de técnicas de Geoprocessamento aplicadas a um MDE (Modelo Digital de Elevação) possibilita delimitar com uma precisão considerável as linhas de interflúvio de uma bacia hidrográfica bem como o traçado de

1 Universidade Regional do Cariri, email: eurides.f.a@gmail.com

2 Professor EBTT do Instituto Federal do Maranhão - *campus* Viana, email: eliakim.araujo@ifma.edu.br

3 Professor Adjunto. Departamento de Construção Civil. Universidade Regional do Cariri, e-mail: renatodeof@gmail.com

# XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018  
Universidade Regional do Cariri

sua rede de drenagem, viabilizando a aplicação de modelos matemáticos capazes representar o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica.

## 2. Objetivo

Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cariús, Ceará, através de técnicas de geoprocessamento com produtos de sensoriamento remoto.

## 3. Metodologia

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Cariús (BHRC), localizada no extremo sul do Estado do Ceará, entre 6°32'07.4" e 7°25'40.6" de latitude sul, e 39°25'57.5" e 39°40'45.5" de longitude oeste, compondo a sub-bacia do alto Jaguaribe, concentra sua maior área na região do Cariri, o seu traçado banha o território de seis municípios Exu, no platô da chapada do Araripe, passando por Santana do Cariri, Nova Olinda, Altaneira, Farias Brito e Cariús onde é localizado o ponto de exutório.

Para dimensionamento da bacia foi utilizado o MDE coletado pela missão SRTM, disponibilizado na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no projeto TOPODATA pelo Banco de Dados Geomorfométricos Brasileiro (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>). Os dados raster disponibilizados possuem resolução espacial de 1 arco de segundo, que é aproximadamente 30 metros.

Foram utilizadas duas imagens do radar SRTM, correspondentes as posições 06s405 e 07s405, com projeção em sistema de coordenadas geográficas e Datum WGS 84, posteriormente reprojetaadas no SIG para sistema de coordenadas planas usando o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) na zona UTM 24S, que é *Datum* oficial utilizado no Brasil (Resolução IBGE Nº 1/2005).

Para o processamento dos dados da bacia foi realizado no *software* Quantum GIS 3.2 "Bonn" (QGIS), Sistema de Informação Geográfica licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU). O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), portanto é um software livre e de código aberto.

Os algoritmos utilizados para o processamento das imagens de satélite fazem parte do GRASS GIS 7, outro SIG *open source* que tem seus algoritmos implementados no QGIS por meio de ferramentas executadas na própria interface desse programa.

Para obtenção da direção do fluxo e da rede de drenagem utilizou-se o algoritmo "*r.watershed*", que consiste em um conjunto de módulos para caracterização de bacias por meio de análise de dados MDE, oferece dois métodos para calcular o fluxo de superfície: fluxo em direção simples (SFD) e fluxo em múltiplas direções (MFD), ambos baseados nos modelos de direcionamento de fluxo de vizinhança "D8" que direciona o fluxo em até oito direções a partir de uma célula.

Para cálculo da direção da drenagem foi usado o MFD proposto por Qinnn (1991) que consiste no traçado das direções descendentes do fluxo, dividindo uniformemente e distribuindo para todas as células vizinhas de acordo com sua elevação.

# XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018  
Universidade Regional do Cariri

Para delimitação da bacia aplicou-se o geocalgoritmo “*r.water.outlet*” implementado no pacote de funcionalidades do GRASS GIS 7 que tem como base para seus cálculos um *raster* de direção de drenagem e um par de coordenadas que representem o ponto de exutório da bacia. Assim, com base na direção do fluxo o algoritmo identifica numericamente os valores das células obtendo assim as linhas de interflúvio. A bacia é considerada a parte a montante do ponto do exutório com as coordenadas previamente informadas.

Com as ferramentas do SIG foi possível obter as seguintes características: (i) área que compõe a bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>), (ii) perímetro (km), (iii) comprimento da rede principal da bacia hidrográfica (km), (iv) comprimento total dos canais (km), (v) os valores de coeficiente de compacidade (Kc), (vi) fator de forma (Kf), (vii) índice de circularidade (IC) e (viii) densidade de drenagem (Dd) que foram obtidos aplicando as metodologias descritas por Carvalho e Silva (2006) e Silva et al. (2014).

O coeficiente de compacidade, relaciona o perímetro da bacia e sua área de drenagem, com o perímetro de um círculo de mesma área, apontando sempre valores maiores que 1, quanto mais próximo desse valor mais circular é a bacia. O índice de circularidade como o próprio nome denota é um valor que representa a proximidade da bacia com a forma circular, tendendo a 1 ao apresentar essa característica, usa como parâmetros a área de drenagem e o perímetro da bacia.

O fator de forma é razão entre a área de drenagem da bacia e o quadrado do comprimento axial da rede principal, quanto menor for esse valor mais alongada é a bacia.

A densidade de drenagem é a razão entre o comprimento total dos canais e a área de drenagem da bacia. Podendo apresentar valores inferiores a 0,5 km/km<sup>2</sup>, em bacias com drenagem pobre, entre 0,5 km/km<sup>2</sup> a 3,5 km/km<sup>2</sup>, em bacias com drenagem regular e superior a 3,5 km/km<sup>2</sup>, em bacias excepcionalmente bem drenadas.

## 4. Resultados

Com a aplicação da metodologia foi possível a geração da rede de drenagem, representação do mapa hipsométrico e delimitação da bacia em estudo (Figura 1).

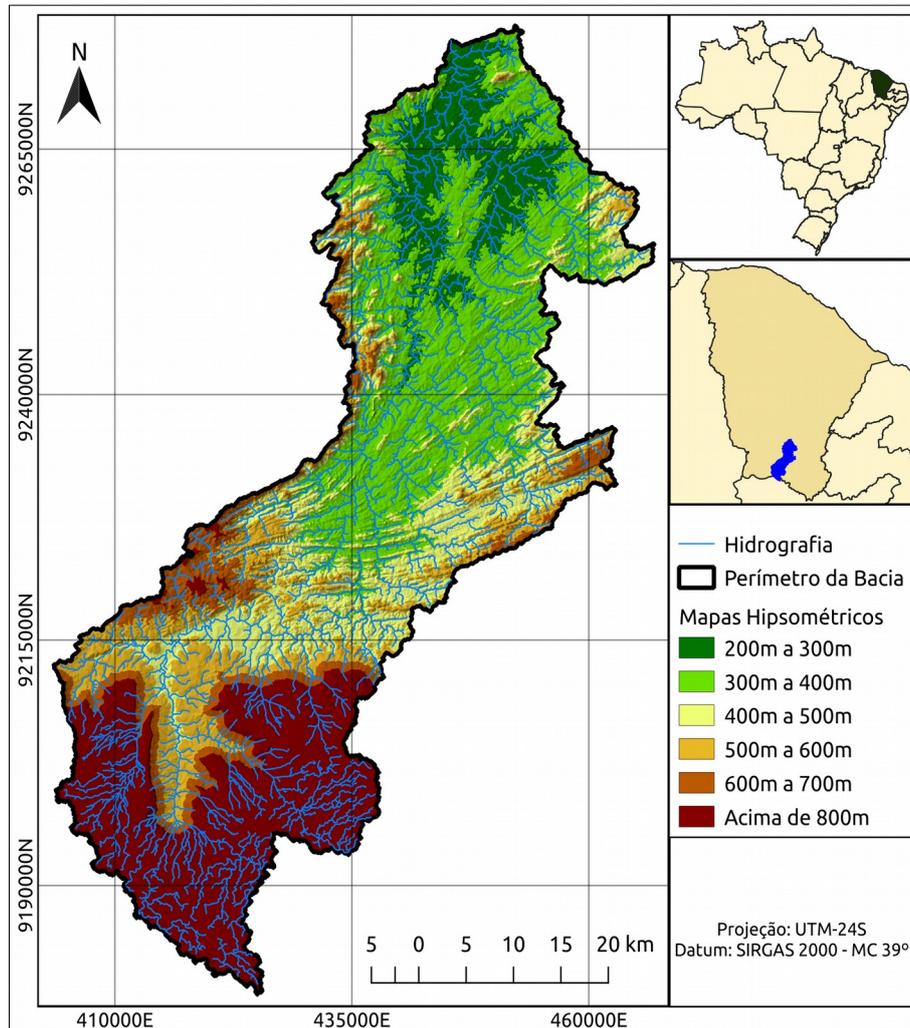
Os parâmetros resultantes da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cariús, Ceará, estão apresentados na Tabela 1. Analisando os valores obtidos na tabela 1 podemos identificar que o coeficiente de compacidade (Kc = 2,95) tem um valor bastante expressivo, característico de bacias alongadas, sendo que bacias com valores que tendem a 1 apresentam formas circulares. Outro dado que confirma a forma alongada da bacia é o fator de forma (Kf = 0,08), pois quanto menor essa variável, mais alongada é essa área.

De acordo com o valor da densidade de drenagem (1,07 km/km) é possível identificar que esta bacia apresenta drenagem regular, ou seja, o valor varia de 0,5 a 1,5 km/km<sup>2</sup> e facilita o escoamento superficial.

# XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018  
Universidade Regional do Cariri

Figura 1: Representação da bacia hidrográfica do Rio Cariús obtida por técnicas de geoprocessamento.



Fonte: Autor (2018)

Tabela 1: Características morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cariús, Ceará.

Característica Física	Valores
Área (A)	2.450,26 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	521,54 km
Rede principal da bacia hidrográfica (L)	177,30 km
Comprimento axial da rede principal (La)	156,65 km
Comprimento total dos canais (Lt)	2.635,32 km
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,95
Fator de forma (Kf)	0,10
Índice de circularidade (IC)	0,11
Densidade de drenagem (Dd)	1,07 km/km <sup>2</sup>

Fonte: Autor (2018)

# XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018  
Universidade Regional do Cariri

## 5. Conclusão

A aplicação do SIG e o uso dos produtos de imagens de satélite disponibilizados pelo SRTM possibilitou a delimitação e a caracterização morfométrica da bacia do Rio Cariús, Ceará. De acordo com os parâmetros morfométricos, a bacia estudada apresenta baixa susceptibilidade a grandes enchentes em condições normais de chuva o que minimiza o risco de prejuízos materiais e humanos nas comunidades situadas às margens do rio.

Embora as propriedades morfométricas da bacia do Rio Cariús, Ceará, mostre uma baixa predisposição a enchentes, as atividades antrópicas podem provocar condições favoráveis a esse fenômeno e necessita de outras investigações.

A aplicação do SIG no presente estudo se mostrou uma ferramenta importante no tratamento dos dados, permitindo mais praticidade, rapidez e baixo custo na extração das informações referentes as características da bacia.

## Referências

BRANDÃO, Tayná Freitas; SANTOS, Rosângela Leal. O uso de Imagens SRTM na modelagem de fenômenos hidrológicos (escoamento superficial). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** . Natal: IMPE, 2009. p. 4663 – 4670.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2006. 120 p.

LEÃO, Raimundo A. de O. et al. Georeferenced database generation with the purpose of hydrologic modeling in reservoirs of the hydrographic basin of Jaguaribe river in the state of Ceará, Brazil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p.388-401, abr. 2013.

QUINN, P., BEVEN, K., CHEVALLIER, P., PLANCHON, O. 1991, The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modeling using digital terrain models, **Hydrol. Processes**, no 5, p. 59-79.

SILVA, Eth R. da et al. Caracterização física em duas bacias hidrográficas do Alto Juruá, Acre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 18, n. 7, p.714-719, jul. 2014.

SOUZA R. M. DE; FORMIGA K. T. M.; VEIGA A.M. Caracterização morfométrica e delimitação da bacia hidrográfica do Córrego Samambaia – GO a partir de dados do SRTM, **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

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, set./out. 2006.