



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CATOLÉ, PARAÍBA, BRASIL

* Daniele de Almeida Carreiro ¹
Tássio Jordan Rodrigues Dantas da Silva ²
Milena Ketlem de Souza Ferreira ¹
Franklin César de Araújo Medeiros ¹

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE CATOLÉ RIVER WATERSHED, PARAÍBA, BRAZIL

Recibido el 12 de noviembre de 2021. Aceptado el 7 de abril de 2022

Abstract

The study of watershed morphometry has become an occurring and important procedure in environmental studies and water resources management, because it enables the knowledge of its local and regional dynamics, occurrence of environmental processes and identifying the risks and potentialities that will subsidize planning measures of these cells. Thus, the study aimed to perform the morphometric characterization of the Catolé Creek Watershed, located in the Sertão of Paraíba. Alos Palsar satellite images with 12.5 meters resolution were obtained, made available on the Alaska Satellite Facility (ASF - Earthdata) platform, and processed using geographic information systems (ArcGIS/ArcMap 10.5) for the confection of the indices and maps. The basin covers an area of 2189.09 km² and a perimeter of 2189.09 km, with an oval shape, suggesting a medium susceptibility to flooding. According to its fluvial hierarchy, it was classified as 5th order, with few ramifications, and presented low drainage values, indicating poor drainage and low capacity to generate new water courses. The results obtained regarding relief show an average altitude of 471 meters and average slope of 11.8%, in which the wavy relief was predominant in the area, covering 38.4% of the basin, which favors surface runoff and erosive processes. The use of Geographic Information Systems proved to be efficient in the processing of data, enabling reliable results that can later subsidize adequate planning for the watershed and management measures for the environmental resources of the area studied.

Keywords: digital elevation model, geographic information systems, hydrology.

¹ Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

² Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.

*Autor correspondente: Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770, Pereiros, Pombal - PB, CEP 58840-000, Brasil. Email: danielealmeida23@gmail.com

Resumo

O estudo da morfometria de bacias hidrográficas tem se tornado um procedimento corrente e importante nos estudos ambientais e no gerenciamento de recursos hídricos, pois possibilita o conhecimento da sua dinâmica local e regional, ocorrência de processos ambientais e identificando os riscos e potencialidades que irão subsidiar medidas de planejamento dessas células. Assim, o estudo objetivou realizar a caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do riacho Catolé, localizada no sertão paraibano. Foram obtidas imagens de satélite Alos Palsar com 12.5 metros de resolução, disponibilizadas na plataforma *Alaska Satellite Facility* (ASF – Earthdata), e processadas utilizando sistemas de informação geográfica (*ArcGIS/ArcMap 10.5*) para a confecção dos índices e mapas. A bacia abrange área de 2189.09 km² e perímetro de 2189.09 km, possuindo formato ovalado, sugerindo média susceptibilidade à enchentes. De acordo com sua hierarquia fluvial, foi classificada como de 5° ordem, com poucas ramificações, e apresentou baixos valores de drenagem, indicando drenagem pobre e baixa capacidade desta gerar novos cursos d'água. Os resultados obtidos quanto ao relevo demonstram altitude média de 471 metros e declividade média de 11.8%, em que o relevo ondulado foi predominante na área, abrangendo 38.4% da bacia, o que favorece o escoamento superficial e processos erosivos. A utilização de sistemas de informação geográfica se demonstrou eficiente no processamento de dados, possibilitando resultados confiáveis e que posteriormente possam subsidiar um planejamento adequado para a bacia hidrográfica e medidas de manejo para os recursos ambientais da área estudada.

Palavras-chave: modelo digital de elevação, sistemas de informação geográfica, hidrologia.

Introdução

À medida que o planeta enfrenta uma crise hídrica, a escassez de água está se tornando cada vez mais um problema global, o que se acredita prejudicar a sustentabilidade ambiental em todo o mundo (Bekun *et al.*, 2019). Apesar da Terra ser um planeta abundante em água, faz-se necessário compreender que a distribuição desse valor disponível ocorre de maneira irregular a depender da região, tem-se que algumas regiões apresentam maior disponibilidade de água que outras. Tendo em vista essa informação é possível afirmar que com base nessa má distribuição regional, no Brasil o território mais afetado com essa desigualdade na distribuição dos recursos hídricos é a Região Nordeste do Brasil (RNB) que apresenta déficit hídrico por mais de 50% dos dias quando comparada com outras regiões do país, caracterizando clima semiárido (Carvalho, 2020). A escassez de água é um problema frequente e decorrente disso se faz necessário maior atenção de estudos voltados para a distribuição de água nessa região (Bekun *et al.*, 2020).

A gestão sustentável da terra e da água é uma necessidade crucial na atualidade, principalmente nos trópicos áridos e semiáridos frágeis onde há conflito de demanda e oferta de água (Rahmati *et al.*, 2019). No semiárido do Brasil, o manejo de bacias hidrográficas é uma das abordagens dotadas para a gestão dos recursos naturais. O verdadeiro desafio no planejamento e gestão dos recursos naturais disponíveis em nível de sub-bacias é devido à alta precisão nos dados requeridos. Portanto, as unidades hidrológicas de nível micro (sub-bacias) são escolhidas criteriosamente para melhorar o planejamento e a abordagem de

gestão, resolvendo as questões-chave, como degradação do solo, erosão do solo, secas e inundações (Ghosh & Gope, 2021). Drenagem natural, características do sistema nas formas de morfologia, topografia, propriedades do solo, etc., têm impacto direto na escolha do local e execução de medidas de conservação do solo e da água. Assim, a caracterização morfométrica é priorização de todas as unidades hidrológicas de micro nível da bacia, sendo essencial para o desenvolvimento da terra e medidas de conservação da água, bem como, ajudará na adoção e alocação eficiente desses recursos com base na prioridade (Asfaw & Workineh, 2019; Rahmati *et al.*, 2019).

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas permite identificar o comportamento hidrológico e possibilita estratégias de gestão ambiental. Ainda explica as interações existentes entre os elementos ambientais, descrevendo aspectos relacionados a dissecação do relevo, risco de ocorrência de eventos extremos, grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, os quais associados a dinâmica do uso do solo possibilita a identificação de fatores atuantes na transformação das paisagens, subsidiando o zoneamento ambiental e medidas de manejo integrando de bacias, relevantes para a conservação destas unidades ambientais (Ghosh & Gope, 2021).

Ademais, a compreensão do comportamento hídrico e o desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos tem sido uma questão incontornável nas pesquisas em sustentabilidade considerando as relações humanas, econômicas e socioambientais (Rocha *et al.*, 2014). Essas abordagens existentes são complicadas, carentes de dados e complexas para priorização de bacias hidrográficas, que podem ser restabelecidas com menos exigência de dados e técnicas eficazes usando variáveis da bacia hidrográfica (Conceição Dornellas *et al.*, 2020).

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) e as técnicas de sensoriamento remoto têm se mostrado ferramentas eficientes para estudos e priorização de sub-bacias. Softwares, como o *ArcGIS/ArcMap* são integrados na análise morfométrica para a estimativa da maioria dos parâmetros usuais como hipsometria, perfis de faixa, inclinação, aspecto, rugosidade superficial, lineamentos e densidade de drenagem (Ghosh & Gope, 2021). O uso dos SIGs permite a manipulação de dados com maior facilidade, possibilitando a projeção de cenários e a mitigação de eventos extremos e desastres naturais, devendo ser usado como ferramenta de apoio na gestão e planejamento de recursos naturais (Zaidan, 2017)).

Isto posto, este estudo teve como objetivo caracterizar os parâmetros morfológicos utilizando dados georreferenciados em ambiente SIG na sub-bacia hidrográfica do Riacho Catolé, Nordeste do Brasil. Essa caracterização é fundamental para o desenvolvimento e execução de futuros projetos geoambientais, pois os resultados ajudarão a compreender o escoamento superficial na microbacia e facilitará seu manejo adequado.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na sub-bacia hidrográfica do Riacho Catolé (BHRC), pertencente à Bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Figura 1), da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental. Essa sub-bacia, localiza-se no Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas 07°40'27" e 07°00'19" Sul e 37°54'10" e 37°25'24" Oeste. Sua área se estende pelas regiões da Borborema (Cariris de Princesa) e Sertão (Baixo sertão do Piranhas), sendo sua nascente no município de Tavares, que deságua no Rio Piancó, na cidade de Emas, onde suas águas prosseguem até o maior reservatório de água doce superficial do Estado, o Sistema Hídrico Curema-Mãe d'água.

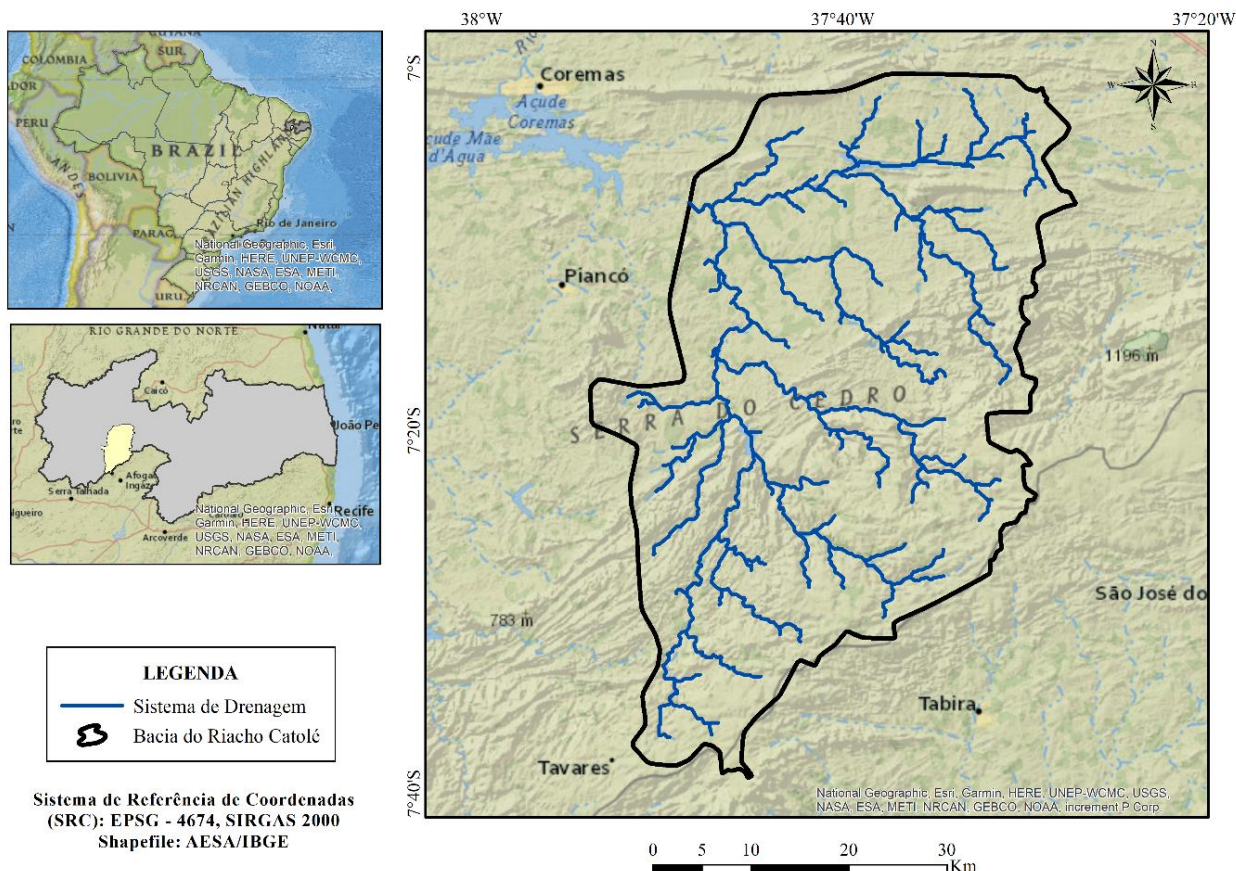


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Riacho Catolé – Paraíba.

O clima da região é semiárido do tipo BSh seco e quente, segundo a classificação de Köppen (1936), com temperaturas diárias elevadas (média anual de 27°C). Apresenta precipitação média anual de 750 mm e período chuvoso irregular e curto, variando de janeiro a maio.

A vegetação é constituída por caatinga xerofítica, com a presença de árvores de pequeno e médio porte, geralmente, arbustos e cactáceas (Fernandes e Queiroz, 2018). Os solos são, em sua maioria, pouco profundos, predominando as classes de Luvisolos, Neossolo Flúvico e Neossolo Litólico. A geologia da sub-bacia do Riacho Catolé é composta por rochas cristalinas que compõem o escudo Nordeste Pré-Cambriano, composto por estratos consiste em Proterozóico e Arqueano composto por quartzito, gnaiss, migmatito, mica xisto e granito (Maia e Nascimento, 2018).

Metodologia

Os procedimentos para a delimitação da BHRC e sua caracterização foram realizados a partir da aquisição de imagens Alos Palsar com 12.5 metros de resolução espacial na plataforma *Alaska Satellite Facility* (ASF – Earthdata) e auxílio do software de sistemas de informações geográficas *ArcGIS/ArcMap 10.5*. Posteriormente, foi montado o mosaico com as imagens obtidas e recorte do perímetro por meio da ferramenta “clip”, de modo a abranger apenas a área da bacia em estudo. Para a delimitação da BHRC foi utilizado a extensão (“plugin”) *SpatialAnalyst.*, empregando as ferramentas “fillsinks”, para o preenchimento e correção de falhas, “flowdirection” para determinação da direção de fluxo e “flowaccumulation” para determinação do fluxo acumulado.

A rede de drenagem da sub bacia do Riacho Catolé foi obtida gratuitamente junto ao site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA) no formato *shapefile*. Posteriormente, em ambiente SIG foi realizado o recorte para a área estudada, e a definição do comprimento dos canais por meio da ferramenta *calculate geometry*. As demais variáveis relacionados à morfometria da bacia foram todos obtidos no *ArcGIS/ArcMap 10.5*, utilizando a ferramenta *calculate geometry*. Os parâmetros morfométricos calculados estão descritos na Tabela 1.

Para a classificação da densidade foram utilizadas as faixas propostas por Beltrame (1994), conforme esta apresentado na tabela 2.

A ordem dos cursos d’água foi determinada de acordo com a metodologia de Strahler (1957). A classificação da declividade foi feita de acordo com Embrapa (2013) (Tabela 3).

Tabela 1. Parâmetros morfométricos calculados para a BHRC.

| Parâmetro | Equação | Descrição | Fonte |
|----------------------------------|---|---|-----------------------------|
| Fator de forma (Kf) | $Kf = \frac{A}{L^2}$ | Relação da área com o comprimento da bacia. | Horton (1945) |
| Coefficiente de compacidade (Kc) | $Kc = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$ | Relaciona o perímetro da bacia à um círculo | Lima (1969) |
| Índice de Circularidade (IC) | $IC = \frac{12.57 * A}{P^2}$ | Valores próximos a um indicam maior circularidade no formato da BH | Miller (1953) |
| Índice de Alongamento (IA) | $IA = 2 * \frac{(\sqrt{A}/\pi)}{L}$ | Analisa a tendência à enchentes da BH segundo seu formato | Miller (1953) |
| Razão de alongação (Re) | $Re = 1.128 * \frac{A^{0.5}}{L}$ | Relação entre diâmetro de um círculo de mesma área da BH e o comprimento da bacia. | Schumm (1963) |
| Índice de Rugosidade (IR) | $Ir = Dd * H$ | Relaciona a amplitude altimétrica da BH com sua densidade de drenagem. | Christofolletti (1969) |
| Razão de textura (T) | $T = \frac{Nc}{P}$ | Relação entre o número de canais e o perímetro da bacia. | França (1968); Smith (1950) |
| Razão de Relevo (Rr) | $Rr = \frac{H}{L}$ | Relaciona a amplitude altimétrica com o comprimento da bacia. Valores elevados indicam maior desnível entre a nascente e a foz. | Schumm (1956) |
| Índice de sinuosidade (Si) | $Si = \frac{Lp}{Dv}$ | Relaciona o comprimento do rio principal e seu comprimento vetorial. | Schumm (1963) |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Dd = \frac{Lt}{A}$ | É um indicativo do nível de desenvolvimento do sistema de drenagem da BH. | Horton (1945) |
| Densidade hidrográfica (Dh) | $Dh = \frac{Nc}{A}$ | Relaciona o número de canais com a área de drenagem da bacia | Christofolletti (1969) |
| Coefficiente de manutenção (Cm) | $Cm = \frac{1}{Dd} * 1000$ | Estima a área mínima para se manter um metro linear de canal | Schumm (1956) |
| Declividade de álveo | $S1 = \frac{\Delta H}{Lp}$ $S2 = 2 * \frac{At}{Lp^2}$ $S3 = \left[\frac{\sum Li}{\sum (Li/\sqrt{Di})} \right]^2$ | Influencia diretamente na velocidade de escoamento da água, e conseqüentemente, no tempo de concentração da bacia | Villela e Mattos (1975) |

A = Área de drenagem da bacia; P = Perímetro; L = Comprimento do eixo da bacia; Lp = Comprimento do canal principal; Lt = Comprimento total dos canais; Nc = Número de canais, Dv = Distância vetorial do rio principal; Li = Comprimento do trecho considerado; Di = Declividade do trecho considerado.

Tabela 2. Faixas de classificação da rede de drenagem.

| Densidade de drenagem (km.km ⁻²) | Descrição |
|--|------------|
| < 0.5 | Baixa |
| 0.5 – 2 | Mediana |
| 2.01 – 1.5 | Alta |
| > 3.5 | Muito alta |

Fonte: Beltrame (1994).

Tabela 3. Classificação do relevo em função da declividade.

| Relevo | Classes De Declividade (%) |
|----------------|----------------------------|
| Plano | 0 – 3 |
| Suave Ondulado | 3 – 8 |
| Ondulado | 8 – 20 |
| Forte Ondulado | 20 – 45 |
| Montanhoso | 45 – 75 |
| Escarpado | > 75 |

Fonte: Embrapa (2013).

Resultados e discussão

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes aos parâmetros geométricos, de relevo e drenagem da BHRC.

A BHRC abrange uma área de drenagem de 2189.09 km², perímetro de 240.2 km e comprimento axial de 64.393 km. Os resultados obtidos para fator de forma (0.528), coeficiente de compacidade (1.434) e índice de circularidade (0.465) conferem à BHRC um formato ovalado, conforme as classes propostas por Vilela & Mattos (1975). Bacias com formato circular apresentam maior potencial para produzir picos de cheias. Isso ocorre devido ao acúmulo do fluxo de água em virtude da convergência do escoamento superficial para um único ponto ao mesmo tempo, reduzindo o tempo de concentração da bacia Vilela e Mattos (1975). Nesse contexto, estes parâmetros sugerem tendência mediana à enchentes desta, o que evidenciado também pela razão de alongação (0.82) em que valores altos indicam maior circularidade da BH e pelo índice de alongamento, que apresentou menor valor (0.46), refletindo maior alongamento da bacia (Ghosh e Gope, 2021).

Tabela 4. Características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Riacho Catolé.

| Características Geométricas | Resultados |
|---|------------|
| Área (km ²) | 2189.09 |
| Perímetro (km) | 240.249 |
| Comprimento axial da bacia (km) | 64.393 |
| Fator de forma (Adimensional) | 0.528 |
| Coefficiente de compacidade (Adimensional) | 1.434 |
| Índice de Circularidade (Adimensional) | 0.465 |
| Razão de alongação (Adimensional) | 0.82 |
| Índice de Alongamento (Adimensional) | 0.46 |
| Características de Relevô | Resultados |
| Índice de rugosidade (Adimensional) | 196 |
| Declividade média (%) | 11.78 |
| Altitude máxima (m) | 974 |
| Altitude mínima (m) | 238 |
| Amplitude altimétrica (m) | 736 |
| Altitude média (m) | 465 |
| Razão de relevo (m.m ⁻¹) | 0.011 |
| Decliv. S1 (m m ⁻¹) | 0.0076 |
| Decliv. S2 (m m ⁻¹) | 0.0029 |
| Decliv. S3 (m m ⁻¹) | 0.00056 |
| Características da Rede de Drenagem | Resultados |
| Comprimento total dos canais (km) | 583 |
| Comprimento do rio principal (km) | 86.74 |
| N° de canais | 91 |
| Densidade de drenagem (km.km ⁻²) | 0.27 |
| Densidade hidrográfica (Nc.km ⁻²) | 0.04 |
| Ordem da bacia | 5 |
| Índice de sinuosidade (Adimensional) | 1.584 |
| Razão de textura (Adimensional) | 0.37 |
| Coefficiente de manutenção (m ² .m ⁻¹) | 3754.9 |

Fonte: Autoria Própria (2021).

Obteve-se valor de comprimento total dos canais de 583 km, comprimento do rio principal de 86.74 km, e o padrão de drenagem foi do tipo dendrítico, conforme Christofolletti (1969). A Bacia hidrográfica do riacho Catolé é classificada como de 5° ordem, segundo Strahler (1957), sendo 70 canais de 1° ordem; 14 canais de 2° ordem; 4 canais de 3° ordem; 2 canais de 4° ordem e 1 de 5° ordem. (Figura 2).

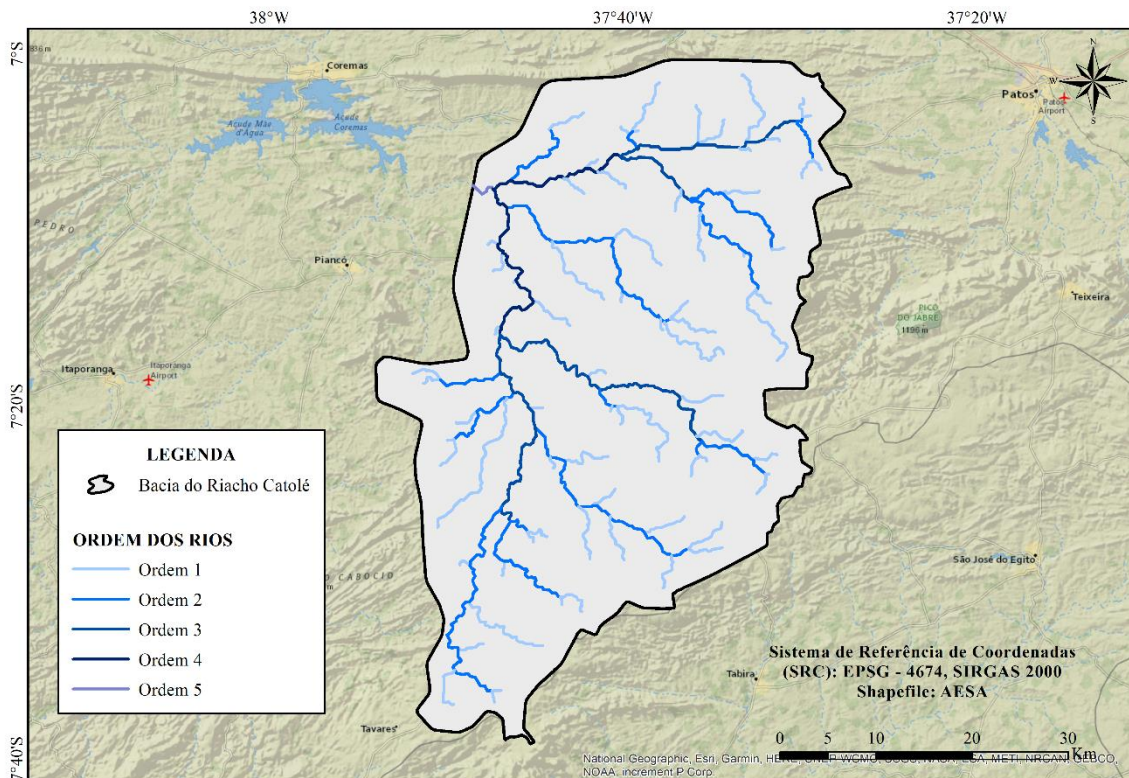


Figura 2. Ordem dos rios da BHRC.

A densidade de drenagem está relacionada ao grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, indicando a eficiência da drenagem da BH (GUARIZ, 2008). A Dd calculada para a BHRC foi de 0.27 km.km^{-2} , o que indica uma baixa capacidade de escoamento superficial da bacia, conforme a classificação de (Beltrame, 1994) A densidade hidrográfica apresentou valor de 0.04 canal por km^2 , ou seja, em uma porção de área de aproximadamente 25 km^2 há um canal, indicando uma baixa capacidade da bacia em gerar novos cursos d'água. A razão de textura apresentou valor inferior a 2.5, sendo classificada como grosseira segundo França (1968).

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2021) e Lopes *et al.* (2018) ao estudarem a morfometria das bacias do Rio Aguiar – PB e do Rio Pontal-PE, respectivamente, no semiárido nordestino. Valores de densidade hidrográfica e de drenagem estão associados geralmente a fatores como geologia, clima e vegetação. Apesar da bacia estudada apresentar estratigrafia cristalina, com a presença de solos rochosos e com baixa capacidade de infiltração (Maia e Nascimento, 2018), as suas condições climáticas não contribuem para o aumento do fluxo fluvial, com altas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação, de forma a dificultar o surgimento de novos cursos de drenagem, o que justifica os baixos valores encontrados.

O índice de sinuosidade observado indica tendência de canais transicionais, regulares e irregulares, apresentando média taxa de transporte de sedimentos conforme Alves & Castro (2003), em que resultados próximos a 1 indicam um canal a ser retilíneo e valores superiores a 2 apontam canais tortuosos. O coeficiente de manutenção elevado ($3754.9 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) demonstra que são necessárias grandes áreas para sustentar um metro de canal.

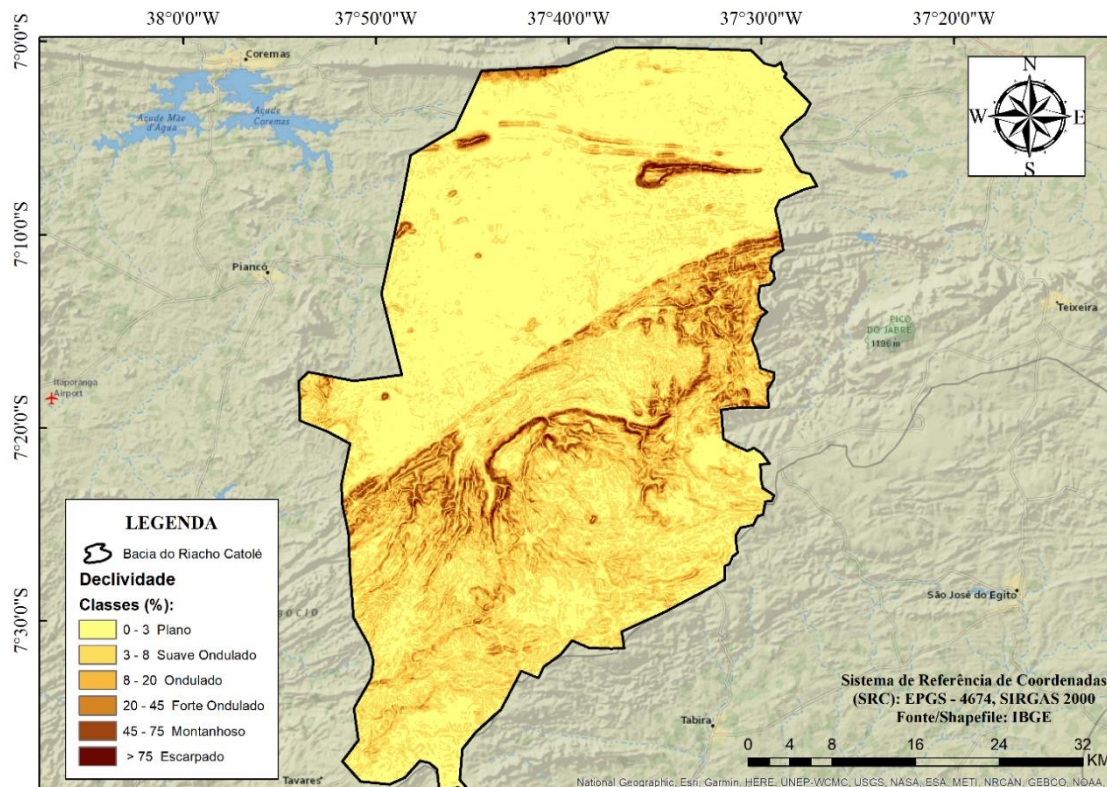


Figura 3. Distribuição da declividade da BHRC.

Observou-se predominância de áreas com relevo ondulado (38.38%) e suave ondulado (34.71%) e menores extensões de área plana, conforme a tabela 5. Esta apresenta declividade média de 11.8%, caracterizando uma bacia de relevo predominantemente ondulado. As áreas mais declivosas situam-se ao sul da bacia, com porções montanhosas e escarpadas, onde está situado o Planalto da Borborema, com percentuais acima dos 45%. Dessa forma, têm-se uma maior velocidade de escoamento superficial, no qual considerando as características da região estudada, em que os solos apresentam baixa capacidade infiltração e associadas a fatores como precipitação e condição da cobertura vegetal, podem potencializar o processo de erosão além de aumentar o risco de ocorrência de enchentes.

Tabela 5. Distribuição das classes de declividade para a área da bacia.

| Relevo | Área (km ²) | Área Percentual |
|----------------|-------------------------|-----------------|
| Plano | 188.389 | 8.61 |
| Suave ondulado | 759.742 | 34.71 |
| Ondulado | 840.185 | 38.38 |
| Forte ondulado | 335.225 | 15.31 |
| Montanhoso | 60.007 | 2.74 |
| Escarpado | 5.542 | 0.25 |
| Total | 2189.091 | 100 |

Fonte: Autoria Própria (2021).

A declividade constitui-se como um dos importantes fatores a serem analisados no manejo e planejamento de bacias hidrográficas, estando relacionado aos processos que culminam a degradação ambiental. Estratégias de conservação e manutenção dos recursos naturais são alternativas para o manejo de bacias hidrográficas. O restabelecimento e proteção de zonas ripárias atuam promovendo proteção dos cursos d'água e diminuição dos processos erosivos, principalmente em áreas acentuadas, pelo aumentando a estabilidade do solo, e reduzindo o escoamento superficial. Ainda atuam regulando vazão hídrica superficial e subsuperficial (Lind et al., 2019).

A proteção de nascentes e de áreas adjacentes a essa, também exercem importante papel na regulação da qualidade e quantidade das águas (Nugroho et al., 2019). Projetos de restauração de áreas degradadas podem ser aplicadas, a fim do melhoramento da infiltração, diminuição de processos erosivos, e restauração da vegetação, com um uso adequado da bacia hidrográfica, protegendo áreas ambientalmente vulneráveis e principalmente próximos aos cursos de drenagem (Lind et al., 2019; Nugroho et al., 2019).

A bacia hidrográfica do riacho Catolé apresenta altitude que varia entre 238 m e 974 m, com amplitude altimétrica elevada de 746 metros e altitude média de 471 metros. A distribuição da hipsometria na BHRC está representada na figura 4.

Conforme a Tabela 6, a classe altimétrica de 228 a 316 metros apresentou maior abrangência na bacia, cobrindo área de 658.64 km², ou seja, 30.09 % da área total, enquanto a classe de 810 a 974 metros foi a menos representativa, ocupando apenas 1.17% da bacia. A amplitude altimétrica elevada na bacia associasse a presença da planalto da Borborema, ao sul, onde a altitude atinge valores superiores ao 800 metros (Figura 5). Já as altitudes inferiores são próximas a foz da bacia do Rio Piancó - PB.

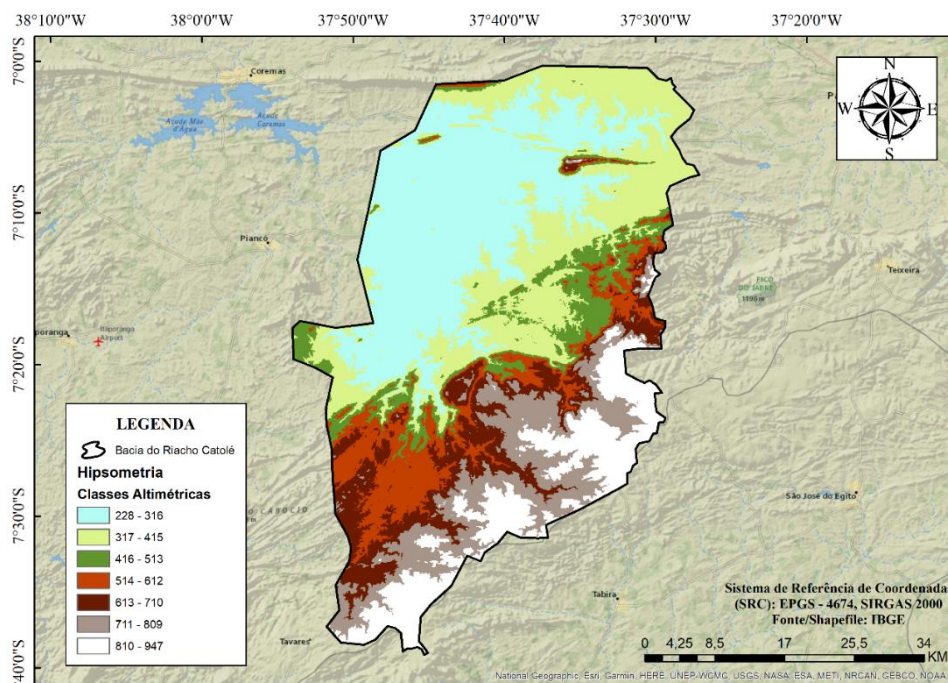


Figura 4. Espacialização da hipsometria para a BHRC.

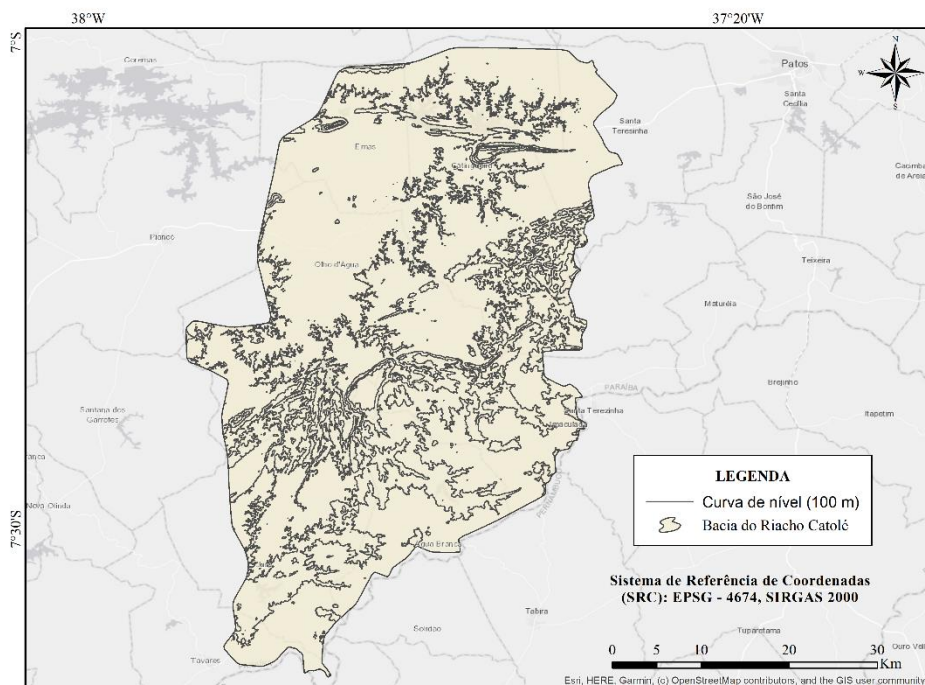


Figura 5. Espacialização das curvas de nível para a bacia do Riacho Catolé.

Tabela 6. Distribuição das classes hipsométricas em valores de área e percentual para a bacia Hidrográfica do Riacho Catolé.

| Classes altimétricas (m) | Área (km ²) | Área Percentual |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| 228 – 316 | 658.63 | 30.09 |
| 317 – 415 | 526.20 | 24.03 |
| 416 – 513 | 122.45 | 5.59 |
| 514 – 612 | 226.95 | 10.36 |
| 613 – 710 | 285.03 | 13.02 |
| 711 – 809 | 344.10 | 15.72 |
| 810 – 974 | 25.71 | 1.17 |
| Total | 2189.09 | 100 |

Fonte: Autoria Própria (2021).

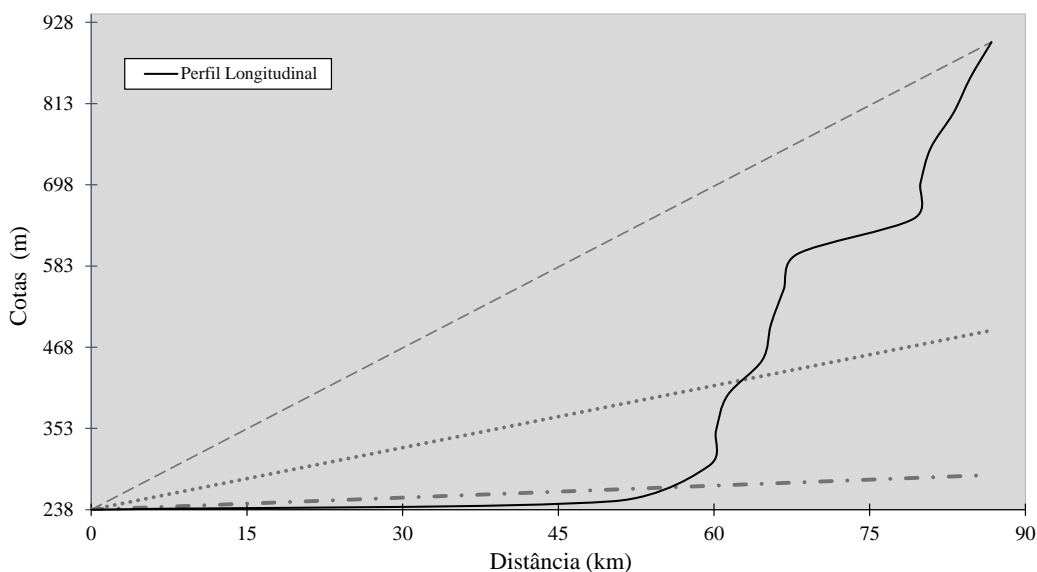


Figura 6. Perfil longitudinal do Rio principal

Conclusões

A Bacia Hidrográfica do Riacho Catolé é de 5° ordem e apresenta formato ovalado e relevo predominantemente ondulado, o que favorece maior velocidade de escoamento superficial. O índice de Sinuosidade obtido indicou tendência de canais transicionais, regulares e irregulares e baixos valores de drenagem apontam menor capacidade de gerar novos cursos d'água.

Conforme os parâmetros observados, a bacia estudada apresenta tendência mediana para produção picos de cheias, havendo necessidade de análise juntamente a outros processos ocorrentes na bacia para o planejamento e gerenciamento adequado desses recursos.

Referências bibliográficas

- Alves, J. M. P., Castro, P. T. A. (2003) Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. *Revista Brasileira de Geociências*, **33** (2), 117-127
- Asfaw, D., Workineh, G. (2019). Quantitative analysis of morphometry on Ribb and Gumara watersheds: Implications for soil and water conservation. *International Soil and Water Conservation Research*, **7**(2), 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.02.003>
- Bekun, F. V., Alola, A. A, Sarkodie, S. A. (2019). Toward a sustainable environment: nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. *Science of the Total Environment*, **657**, 1023-1029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.104>
- Beltrame, A. V. (1994) *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. EDUFSC, 112 pp.
- Carvalho, A. T. F. (2020). Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno. Prudentino de Geografia*, **1**(42), 140-161.
- Christofolletti, A. (1969) Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, **18** (9), 35-64.
- da Conceição Dornellas, P., Xavier, R. A, da Silva Seabra, V., da Silva, R. M (2020). Análise Morfométrica da Bacia do Alto Rio Paraíba, Região Semiárida do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **21**(3), 601-614. <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1757>
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2013) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 3. ed. Rio de Janeiro, 306 pp.
- Fernandes, M. F., Queiroz, (2018) Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e Cultura*, **70**(4), 51-56.
- França, GV. (1968) *Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicadas a solos da região de Piracicaba*. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 151 pp.
- Ghosh, M., Gope, D. (2021). Hydro-morphometric characterization and prioritization of sub-watersheds for land and water resource management using fuzzy analytical hierarchical process (FAHP): a case study of upper Rihand watershed of Chhattisgarh State, India. *Applied Water Science*, **11**(2), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01340-x>
- Guariz, HR. (2008) *Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do Córrego Jaqueira-Alegre, ES*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Porto Alegre/ES, 153 pp.
- Horton R. E. (1945) Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bull Geol Soc Amer*, **5**, 275-370. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2)
- Köppen, W. (1936) *Das Geographische System der Klimatologie*. Berlin, 44 pp.
- Lima, W. de (1969) *Manejo de Bacias Hidrográficas*. ESALQ/Departamento de Silvicultura, Piracicaba, 242 pp.
- Lind, L., Hasselquist, E. M., & Laudon, H. (2019). Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes. *Journal of environmental management*, **249**, 109391, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109391>

- Lopes, I., Leal, B. G., Ramos, C. M. C. Morphometric characterization of the basin in the semi-arid region of Pernambuco using SRTM data in free software. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*. **8**(1), 31-40. <https://doi.org/10.29150/jhrs.v8.1.p31-40>
- Maia, R. Nascimento, M. A. L. do. (2018) Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)*, **19**(2). p.373-389. <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295>
- Miller, V. C. (1953) A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area. *Technical Report*, **3**, 389-402. <https://doi.org/10.1086/626413>
- Nugroho, M., Soemarno, H. R., Afandhi, A. (2019) Forest Vegetation Profile for Springs Preservation in Arjuna Mount, East Java-Indonesia. *American Journal of Agriculture and Forestry*, **7**(6), 290-296. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20190706.17>
- Piedade, GCR. (1980) *Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP*. Tese (Livre Docência), Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu/SP, 161 pp.
- Rahmati, O., Samadi, M., Shahabi, H., Azareh, A., Rafiei-Sardooi, E., Alilou, H., Shirzadi, A. (2019). SWPT: An automated GIS-based tool for prioritization of sub-watersheds based on morphometric and topo-hydrological factors. *Geoscience Frontiers*, **10**(6), 2167-2175. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2019.03.009>
- Rocha, R.C., Lucas, A. A. T., Almeida, C. A. P., Neto, E. L. M., Netto, A. O. A. (2014) Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, **9**(2), 276-287. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1289>
- Schumm, S. A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth, Amboy, New Jersey. *The Geological Society of America*. **67** (5), 597-646. [http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:eodsas\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:eodsas]2.0.co;2)
- Schumm, S.A. (1963) Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. *Geological Society of America Bulletin*, **74** (9), 1089-1100. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1963\)74\[1089:SOAROT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1963)74[1089:SOAROT]2.0.CO;2)
- Silva, T. J. R. D., Santos, L. L., Paiva, W., Medeiros, J. L. S., Nascimento, M. B., Neto, O. R., Carreiro, D. A., Martildes, J. A. L., Silva, A. F. (2021) Avaliação geomorfométrica e uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Aguiar, Paraíba, Brasil: uma abordagem ambiental baseada em SIG. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. **12**(4), p.426-438. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0033>
- Smith, K. G. (1950) Standards for grading texture of erosional topography. *American Journal of Science*, **248** (9), 655-668. doi: <https://doi.org/10.2475/ajs.248.9.655>
- Strahler, A. N. (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions. American Geophysical Union*, **38**, 913-920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- Villela, S.M., Mattos, A. (1975) *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 pp.
- Zaidan, R. T. (2017) Geoprocessamento conceitos e definições. *Revista de Geografia*, **7**(2), 195-201.