

MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA – BAHIA

Pinheiro, J.G.M. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ (UESC)) ; Macedo, S.A. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP))

RESUMO

A caracterização morfométrica consiste na análise das características geométricas, hipsométricas e lineares de uma bacia hidrográfica por meio de modelos matemáticos. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a morfometria da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia, utilizando imagens do projeto TOPODATA, disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Essas imagens foram utilizadas para alimentar o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 10.8.1, licenciado pela Unicamp. Verificou-se que a bacia do rio Cachoeira apresenta baixa tendência à enchente em índice pluviométrico normal, escoamento superficial lento e baixa disponibilidade de recursos hídricos. A caracterização morfométrica é uma das primeiras investigações comumente realizadas após a delimitação da bacia, sendo essencial para o direcionamento de estudos posteriores.

PALAVRAS CHAVES

Geomorfologia; Planejamento Ambiental; Geoprocessamento; Tendência a enchente; Recursos hídricos

ABSTRACT

Morphometric characterization consists of analyzing the geometric, hypsometric, and linear features of a watershed using mathematical models. In this sense, the present study aims to analyze the morphometry of the Cachoeira river watershed in Bahia, using images from the TOPODATA project, made available for free by the National Institute for Space Research. These images were used to feed the ArcGIS 10.8.1 Geographic Information System, licensed by Unicamp. It was found that the Cachoeira river basin presents a low tendency for flooding in normal rainfall index, slow surface runoff, and low availability of water resources. Morphometric characterization is one of the first investigations commonly carried out after the delimitation of the basin, being essential for guiding further studies.

INTRODUÇÃO

As Bacias Hidrográficas (BH) podem ser definidas como um conjunto de terras que são drenadas por um rio principal e seus afluentes, as quais são formadas nas regiões mais altas do relevo, por divisores de águas, neste processo as águas da chuva podem ter dois destinos: ou escoam superficialmente formando riachos e rios ou infiltram, retroalimentando o lençol freático (TEODORO et al., 2007; BERNARDI et al., 2012). Esta definição se alinha com a afirmação de Lima (1986), que a bacia hidrográfica pode ser compreendida como um sistema geomorfológico aberto. Mesmo quando não sofre interferências, ela permanece em constante flutuação, em um estado de equilíbrio transicional ou dinâmico. Assim sendo, a bacia hidrográfica é um sistema dinâmico que está em constante interação com o ambiente ao seu redor, e as suas características e comportamentos são influenciados pelas entradas e saídas de energia e matéria (Tonello et al., 2006). Ou seja, as águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, subsidiando a formação de rios e riachos, neste sentido as cabeceiras são formadas por riachos que nascem nos terrenos mais íngremes das montanhas e serras. À medida que as águas dos riachos descem, unem-se aos outros riachos aumentando o volume e formando os primeiros rios (TEODORO et al., 2007; BERNARDI et al., 2012). Neste sentido, pode-se afirmar que as BHs são produtoras de água doce, mas não apenas a entrada de água, pois seus componentes ambientais ajudam a purificar a água, como as áreas de mata ciliar e as zonas úmidas (ALTMANN, 2014), se estabelecendo como fontes de abastecimento de água doce para a população (BRASIL, 1997). Diante deste panorama, os recursos hídricos merecem atenção

através do planejamento e gestão, haja vista que nos moldes do desenvolvimento econômico atual boa parte da água é utilizada de maneira irracional e não sustentável, aliado a isso existe a distribuição heterogênea dos recursos hídricos, na qual constata-se que a água não é um recurso democrático, não estando integralmente disponível e com qualidade para suprir todas as necessidades humanas (BERNARDI et al., 2012). Para a gestão eficiente e integral dos recursos hídricos de uma BH é necessário a compreensão dos aspectos geomorfológicos, como subsídio ao planejamento. Dessa forma a análise morfométrica da BH é de suma importância tanto para se ter uma base de dados confiável sobre o ambiente tanto para a qualificação da bacia (BARROS; STEINKE, 2009). Segundo Antônio Cristofolini em seu livro "Geomorfologia" de 1980, a morfometria de bacias hidrográficas é o estudo das características quantitativas da forma das bacias hidrográficas, utilizando-se técnicas de análise espacial para medir, descrever e comparar essas características. Neste sentido, pressupõe-se que quantificar é necessário para qualificar, isto significa que a utilização de modelos matemáticos para o estudo de uma BH permite caracterizá-la de modo preciso e confiável (BARROS; STEINKE, 2009). Dada a importância da compreensão geomorfológica básica da BH e os recursos tecnológicos disponíveis atualmente, este estudo tem o objetivo de analisar as características morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), que pertence a VII Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA), denominada de RPGA Leste. Devido à complexidade da rede de drenagem do estado da Bahia, as RPGA foram criadas com o intuito de implementar as políticas de recursos hídricos através de procedimentos teórico-científicos (BAHIA, 2009). Portanto, a realização da presente pesquisa se justifica a partir de três perspectivas: a primeira é a ambiental, por permitir construir uma base de dados para melhor compreender a dinâmica da bacia; social, pois ao entender a bacia é possível propor melhores planos de gestão dos recursos hídricos; e econômico, considerando a importância da água para regiões com concentração de empresas.

MATERIAL E MÉTODOS

A BHRC localizada entre as latitudes: -14,716837 norte, -15,375943 sul e longitude -40,155311 oeste, -39,032804 leste (Figura 1). A norte está limitada pelas bacias dos rios de Contas e Almada, ao sul pelas bacias dos rios Pardo e Una, a leste pela bacia do rio Pardo e a oeste pelo oceano atlântico. Sua área total de 4.288,69 km², engloba 12 municípios, com população de 600.000 mil. A caracterização morfométrica foi realizada a partir das propostas apresentadas por Horton (1945), Parvis (1950), Schumm (1956), Strahler (1957), Villela e Matos (1975), Christofoletti (1980), Piedade (1980), Beltrame (1994), Lana (2001), Cardoso et al. (2006), Nardini et al (2013), como pode ser visualizado na Tabela 1. O Fator de Forma (F), o índice de Circularidade (Ic) e o coeficiente de compacidade (Kc) permitem compreender o formato da bacia e inferir interpretações considerando as referências apresentadas por (VILLELA E MATOS, 1975; NARDINI ET AL., 2013). A densidade hidrográfica é uma medida da quantidade de corpos de água em uma determinada região. Ela é calculada dividindo-se a área da região pela quantidade de água presente nela, e é geralmente expressa em km²/km² ou km de rios por km², podendo ser analisada a partir da proposta de Lollo (1995). A relação de relevo se refere à forma como as diferentes formas do terreno estão distribuídas em uma determinada área geográfica, podendo ser interpretada a partir dos valores de referência propostos por Piedade (1980). O Índice de sinuosidade é uma medida que descreve a curvatura do canal principal de um rio em relação à sua extensão, sendo o resultado avaliado pela proposta de (SCHUMM, 1963). O gradiente de canais é a variação da altitude ao longo do curso de um rio ou riacho que faz parte dessa bacia hidrográfica. A sua finalidade é indicar a declividade dos cursos de água, sendo expressa em metros por quilômetro (m/km) ou em porcentagem (%) (HORTON, 1945; STRAHLER, 1952). A densidade de drenagem é uma medida da quantidade de canais de drenagem em relação à área total de uma bacia hidrográfica, podendo os valores serem interpretados a partir das referências apresentadas por Beltrame (1994). O coeficiente de manutenção expressa a capacidade de uma bacia hidrográfica em manter a sua própria estrutura e funcionalidade ao longo do tempo. Primeiramente, realizou-se o tratamento do Modelo Digital de Elevação disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011). Para isto, seguiu-se a proposta de Valeriano (2008), o que permitiu gerar um mosaico das folhas 14S405ZN e 15S405ZN em ambiente de Sistema de Informações Geográficas Arcgis 10.8, licenciado pela universidade Estadual de Campinas através da ferramenta Mosaic, depois o mosaico foi

reprojetado para o Sistemas de Referência de Coordenada Sirgas 2000, através da ferramenta Project raster. Em seguida, realizou-se a delimitação da BHRC por meio da ferramenta ArcSWAT. Posteriormente, ainda no Arcmap, calculou-se a área e perímetro da BHRC utilizando a ferramenta raster calculator, em seguida foram calculados os índices referentes a análise geométricas – Fator de Forma (F), Coeficiente de Compacidade (Kc), Índice de Circularidade (Ic) e Comprimento do eixo da bacia. Os índices referentes a análise do relevo foram obtidos através dos dados hidrométricos. Assim sendo, foi possível obter as variações de altitude, Índice de sinuosidade (Is), Gradiente de canais (Gc) e Relação de relevo (Rr). Por fim, foram obtidos os valores referentes a análise da rede de drenagem, considerando o modelo hidrográfico. Dessa forma, foram calculados Comprimento do canal principal, Comprimento total dos canais, Comprimento vetorial do canal principal, Densidade de drenagem (Dd), Coeficiente de manutenção (Cm), Ordem da bacia hidrográfica e Número de canais de 1ª ordem.

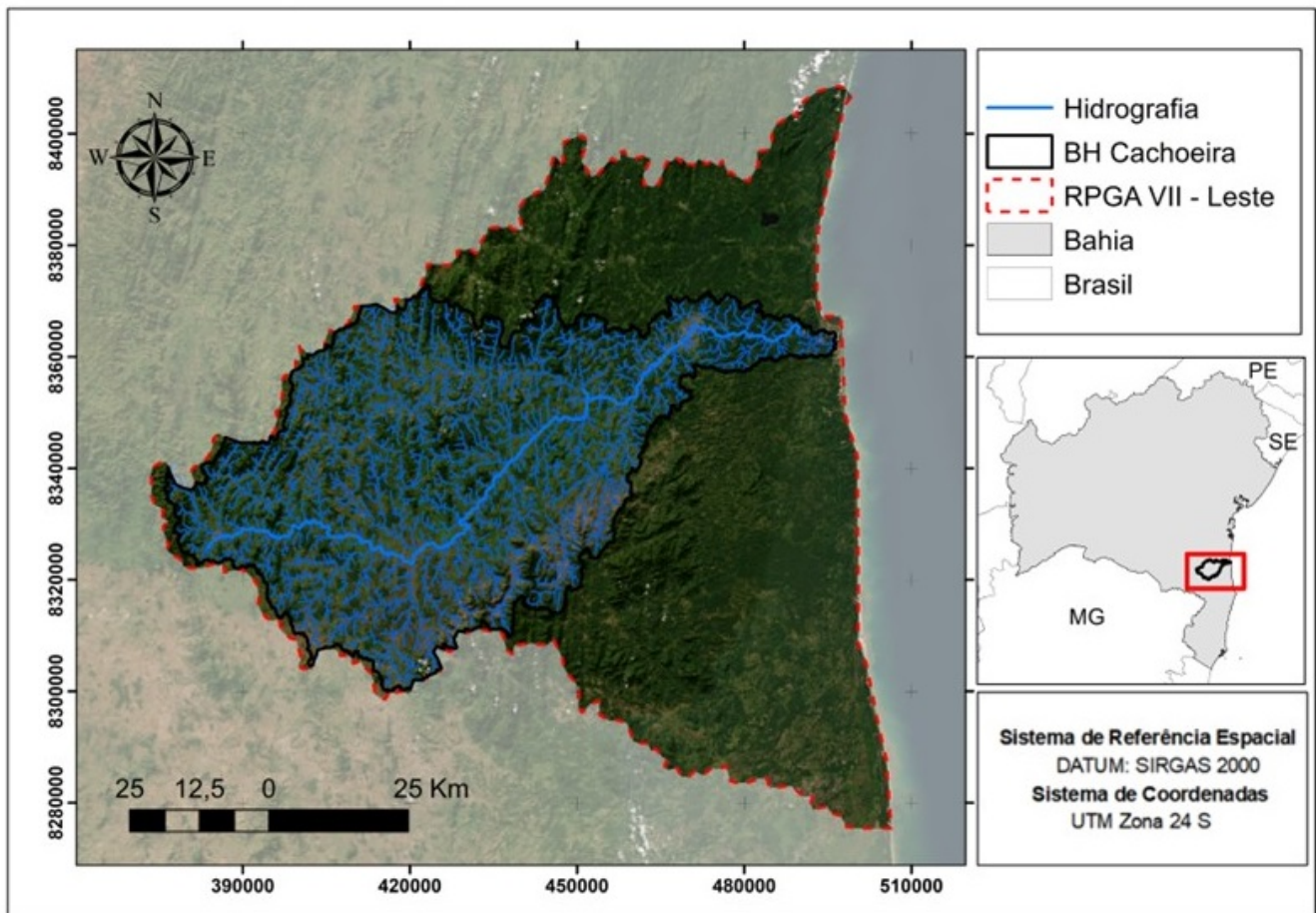
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 7, a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica consiste na análise geométrica, por meio de equações que consideram área e perímetro, na análise hipsométrica, utilizando equações que levam em conta os valores altimétricos, e na análise linear, em que as equações consideram a distância dos vetores que representam os corpos hídricos (CRISTOFOLLETTI, 1980). A análise geométrica revela que a BHRC possui uma área de captação de água de aproximadamente 4.288,69 km², um perímetro de 666,18 km e o comprimento do eixo da bacia de 122,8 km. A partir desses dados, foram realizados os cálculos das equações (Tabelas 1) referentes ao Coeficiente de Compacidade (Kc) - 2,85, Fator de forma (F) - 0,28 e Índice de Circularidade (Ic) - 0,12, que ao serem analisados indicam que a bacia possui um formato retangular comprido (VILLELA; MATOS, 1975; NARDINI et al., 2013). Assim sendo, os valores de Kc, Ic e F revelam que a bacia apresenta geometria distante do formato circular. Dessa forma, pode-se inferir que apresenta baixa tendência à ocorrência de enchente em um cenário com índice pluviométrico normal (VILLELA; MATOS, 1975; NARDINI et al., 2013). Essa interpretação, ao ser combinada com o clima do tipo Af, que age sobre a BHRC, com pluviosidade superior a 1.000 mm anuais, se bem distribuída ao longo do ano (KÖPPEN-GEIGER, 1936), a bacia pode enfrentar problemas com escassez de recursos hídricos (BAHIA, 2016). Apesar das características geométricas revelarem que a bacia não tende a enchentes em cenário com índices normal de chuva, há histórico de inundação em cenário de índice excepcional de chuva, com registros de grandes cheias do rio Cachoeira em dezembro de 1967 (ANDRADE, 1968), dezembro de 2007 (HORA; GOMES, 2009) e dezembro de 2021 (ITABUNA, 2022). Há duas principais causas das intensas chuvas de verão, uma é a influência da "Zona de Convergência Intertropical" (ZCIT) (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) e a outra é a ocorrência de eventos climáticos extremos decorrentes do fenômeno La Niña (INMET, 2023). Esses eventos provocam "input" de uma grande quantidade de água, ocasionando rápido escoamento nas áreas de patamares e serras da Bacia, e rápida acumulação de águas nas depressões no médio e baixo curso, estando a área urbana localizada no médio curso, próximo ao rio cachoeira (SEI, 2014; IBGE, 2021). A análise do relevo revela que nas compartimentações patamares e serras, a altitude máxima é de 1.100 m, as depressões ficam abaixo de 200 metros, e terraços e planícies marinhas chegando a mínima de 1,0 m. Com base nos valores hipsométricos, torna-se possível identificar a Relação de Relevo (Rr), o Gradiente dos Canais (Gc) e o Índice de Sinuosidade (Is) (Tabela 2). A Rr de 7 m/km indica que a bacia tem um terreno mais acidentado (PIEDADE, 1980), sobretudo no alto curso da bacia (IBGE, 2021). No entanto, isso também pode significar que a bacia tem uma área variando de ondulada a plana, indicando um escoamento superficial mais lento, principalmente nas áreas de depressões. O Gc de 6,08 para a BHRC também revela que a bacia possui valores de declividade muito elevados, o que pode repercutir no potencial de energia do canal fluvial. De acordo com Lana, Alves e Castro (2001), canais que apresentam valores de 0,90% tendem a ter baixa declividade, o que corrobora para menor velocidade no escoamento superficial. O Ic descreve a curvatura do canal principal de um rio em relação à sua extensão (SCHUMM, 1963). No caso do BHRC, o índice de sinuosidade foi moderado, apresentando um valor de 1,62 (SCHUMM, 1963), o que indica que há uma velocidade moderada no escoamento da água, não sendo forte o suficiente para a formação de canais lineares, nem fraca demais para a formação de canais sinuosos. Os dados de hipsometria e declividade (INPE, 2011) apontam que há predominância de relevo ondulado a forte

ondulado no alto curso da bacia, com compartimentação planalto pré-litorâneo, o curso médio ondulado, com compartimentação colinas, e baixo curso plano, com compartimentação característica de Planície resultante da combinação das ações marinhas e fluviais nas embocaduras de rios sujeitos às penetrações das marés; podendo conter mangues e terraços (IBGE, 2021). Os valores dos índices Rr, Gc e Is e as informações extraídas dos dados de hipsometria, declividade e formas do relevo podem ajudar a compreender o escoamento superficial acelerado no alto curso da bacia e escoamento lento no médio e baixo curso em cenário de índice pluviométrico excepcional, conseqüentemente, permite entender a dinâmica do processo de inundação na área urbana de Itabuna, Bahia. As informações extraídas dos índices Rr, Gc e Is e dos dados hipsométricos, clinográficos e formas do relevo também permitem entender o padrão de drenagem, o qual foi identificado como dendrítico, sendo comum em áreas de planalto pré-litorâneo, com rochas apresentando baixo grau metamórfico, e desenvolvimento de latossolo e argissolo (IBGE, 2021). É um padrão observado em bacias hidrográficas onde a água flui em diferentes direções (CRISTOFOLETTI, 1980). O comprimento total desses canais de drenagem calculado na BHRC é de 4.374,0 km. Dos canais identificados, 2.595 são de primeira ordem, o que sugere a existência de 2.595 nascentes, a partir de um modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 m. As nascentes estão localizadas nas compartimentações de planalto pré-litorâneo cobertos por floresta ombrófila densa (IBGE, 2021). Uma boa parte das nascentes estão em propriedades privadas – fazendas de cacau (CAR, 2023), em que a maioria mantém parte da cobertura vegetal por causa da vocação da região para o cultivo no sistema cabruca, demandando menos recurso hídrico para irrigação. Neste sistema, as mudas de cacau são plantadas à sombra das árvores da mata nativa, após esta ter sido submetida a um raleamento de seu sub-bosque (ENGEL, 1999). A densidade hidrográfica (Dd) da área em questão foi de 0,61 canais/km², sendo considerada baixa, ou seja, inferior a 3 canais/km² (LOLLO, 1995). Para Engelbrecht et al (2019, p. 739), “a disponibilidade hídrica e a taxa de reposição por recarga são reduzidas na BHRC, indicando que o volume de água disponível para captação sustentável, superficial e subterrânea, é bastante restrita”. Neste sentido, se o sistema cabruca demandasse mais recursos hídricos, as lavouras de cacau estariam comprometidas. Considerando o perfil da cabruca, é importante destacar o seu papel de proteção das nascentes, atendendo uma base legal para áreas de proteção permanente para nascentes em propriedades rurais de cultivo de cacau (BRASIL, 2012). Por outro lado, a densidade de drenagem da bacia foi de 1,02 km/km², indicando uma quantidade mediana de canais ou rios que existem em uma determinada bacia hidrográfica em relação à sua área (BELTRAME, 1994), estando de acordo com a classificação do IBGE (2021). De acordo com Engelbrecht et al (2019, p. 739), “a evapotranspiração anual média da BHRC corresponde a cerca de 85% da precipitação, enquanto 15% desta é escoada pelos rios ou infiltrada em subsuperfície”. Podendo ser essa uma explicação para a quantidade mediana de rios. De acordo com a CEPLAC (1976), as vazões dos rios da BHRC são influenciadas pelas variações nos índices pluviométricos, e os rios Salgado e Colônia, que formam o rio Cachoeira, são intermitentes e podem ficar sem água por até oito meses durante o ano. Em um cenário com índice pluviométrico baixo, a região enfrenta crise hídrica. No ano de 2016, municípios abastecidos pelo rio Cachoeira passou por uma crise sem precedentes (BAHIA, 2016). Apesar da baixa disponibilidade de recursos hídricos, sobretudo em período de pouca chuva, o estudo intitulado “Análise quali-quantitativa da bacia do rio cachoeira (BA)” revelou que a qualidade da água do rio Cachoeira se apresentou em boas condições ambientais em relação aos parâmetros avaliados: oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura e pH (MELO et al., 2014).

Figura 1 - Mapa de localização da bacia Hidrográfica do rio Cachoeira,

Figura 1 – Mapa de localização da bacia Hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia.



Fonte: SEI (2014). **Organização:** Os autores, 2023.

A figura ilustra a localização da bacia hidrográfica do rio Cachoeira no estado da Bahia.

Tabela 1 - Parametros morfometricos

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos.

PARÂMETRO	EQUAÇÃO	REFERÊNCIA
Características geométricas		
Área da bacia	a	Calculado em sig
Perímetro	p	Calculado em sig
Fator de forma	$Kf = \frac{A}{L_{axial}^2}$	Villela e Mattos (1975)
Coefficiente de compacidade	$Kc = 0,28x \frac{P}{\sqrt{A}}$	Villela e Mattos (1975)
Índice de circularidade	$Ic = \frac{12,57x A}{P^2}$	Cardoso et al., 2006
Comprimento axial	L_{axial}	Calculado em sig
Características hipsométricas		
Altitude mínima	$H_{mín.}$	Calculado em SIG
Altitude média	$H_{média}$	
Altitude máxima	$H_{máx.}$	
Amplitude altimétrica	$hm = H_{máx.} - H_{mín.}$	
Índice de sinuosidade (Is)	$Is = \frac{L}{dV}$	Lana (2001)
Gradiente de canais (Gc)	$Gc = \frac{A_{max}}{L}$	Horton (1945)
Relação de relevo (Rr)	$Rr = \frac{\Delta a}{L}$	Schumm (1956)
Características da rede de drenagem		
Canais de 1ª ordem		Calculado em SIG
Comprimento do canal principal	L_p	Calculado em SIG
Comprimento total dos canais	L_t	Calculado em SIG
Densidade hidrográfica (Dh)	$dh = \frac{L_{curvas}}{A}$	Horton (1945)
Densidade de drenagem (Dd)	$dd = \frac{L_t}{A}$	Cardoso et al. (2006)
Coefficiente de manutenção (cm)	$cm = \frac{1}{D_d} \times 1000$	Schumm (1956)
Ordem da sub-bacia (srtm 30 m)	Ord	Strahler (1957)

Organização: Os autores, 2023.

Parâmetros escolhidos para análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio cachoeira, Bahia.

Tabela 2 - Características morfométricas da bacia hidrográfica do rio

Tabela 2 – Características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia

	Características morfométricas	Unidades	BHRC
Características geométricas	Área	Km ²	4.288,69
	Perímetro	Km	666,18
	Número de canais de 1ª ordem	-	2.595
	Comprimento do eixo da bacia	Km	122,8
	Coefficiente de compacidade (Kc)	-	2,85
	Fator de forma (F)	-	0,28
	Índice de circularidade (IC)	-	0,12
Características do relevo	Densidade hidrográfica (Dh)	Canais/ Km ²	0,61
	Altitude mínima	m	1,0
	Altitude média	m	248
	Altitude máxima	m	1.100
	Amplitude altimétrica (Hm)	m	1.099,0
	Índice de sinuosidade (Is)	-	1,62
	Gradiente de canais (Gc)	m/km	6,08
Características da rede de drenagem	Relação de relevo (Rr)	m/km	6,07
	Comprimento do canal principal	Km	181
	Comprimento total dos canais	Km	4.374,0
	Comprimento vetorial do canal principal	Km	112
	Densidade de drenagem (Dd)	Km/Km ²	1,02
	Coefficiente de manutenção (Cm)	m ² /m	980,39
	Escoamento global	-	Exorréica
Padrão de drenagem (pd)	-	Dendrítica	
Ordem da bacia hidrográfica	-	6 ^a	

Fonte: Os autores, 2023.

Resultados dos cálculos morfométricos da bacia hidrográfica do rio cachoeira, Bahia

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das técnicas de geoprocessamento, em ambiente de SIG alimentado, com imagem TOPODATA, constatou-se durante a análise geométrica que a BHRC apresenta baixa tendência a enchente em cenário de índice pluviométrico normal, porém há registros de inundações destrutivas

em cenários de índice pluviométrico excepcional, sendo necessário investigações mais específicas para explicar o fenômeno considerando bacias menores. A análise do relevo mostrou que a bacia tem uma parte com relevo ondulado e outra com relevo plano, assim, favorece o escoamento superficial a montante e desfavorece a jusante. As características do relevo também revelam alta capacidade de geração de novos cursos hídricos, mas isso depende da entrada de água na bacia. A BHRC apresenta baixa densidade hidrográfica, o que indica menor número de corpos hídricos de primeira ordem e conseqüentemente baixa quantidade de nascentes. E densidade de drenagem mediana, indicando quantidade razoável de canais de drenagem em relação à área total de uma bacia hidrográfica.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - processo nº 88887.801419/2023-00.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALTMANN, A. Pagamento por serviços ecológicos: uma estratégia para a restauração e preservação da mata ciliar no Brasil? Dissertação (Mestrado em Direito) Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu - Mestrado em Direito, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul. 2008. 121 p.

ANDRADE, J. D. Documentário histórico ilustrado de Itabuna. Itabuna: Gráfica Editora Itabuna Ltda., 1968.

BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (AGERSA). Secretário vai a Itabuna debater crise hídrica. AGERSA, 2016. Disponível em: <<http://www.agersa.ba.gov.br/?p=5944>>. Acesso em: 23 de mar. 2023.

_____. Lei nº 11.612 de 08 de outubro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Bahia, 2009. Disponível: <<http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/leis/lei-n-11612-0>>. Acesso em: 28 de fev. de 2023.

_____. Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira. Bahia, 2017. Disponível em: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/Projeto_Cachoeira/RF_Plano_Estrategico_de_Revitalizacao_da_Bacia_do_Rio_Cachoeira1.pdf>. Acesso em: 23 de mar. de 2023.

BARROS, L. L.; STEINKE, V. A. Análise morfométrica automatizada para bacia do rio Maranhão. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Anais. Natal, RN: INPE. 2009. p. 4655-4661.

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112 p.

BERNARDI, E. C. S. et al. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. *Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas*, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasil, 1997. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 23 de mar. de 2023.

_____. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 28 mar. 2022.

CARDOSO, C. A., DIAS, H. C. T., SOARES, C. P. B., & MARTINS, S. V. (2006). Caracterização

morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. Revista árvore, 30, 241-248.

CETRA, M. et al. Compartilhamento de recursos por duas espécies de peixes nectobentônicas de riachos na bacia do rio Cachoeira (BA). Biota Neotropica, v. 11, p. 87-95, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª Ed. São Paulo: Editora Blucher. 1980, 188.

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. Distribuição da renda regional. Ilhéus: CEPLAC, 1976. 12p. Disponível em: <[https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CEPLAC.%20\(Ilheus,%20BA\).%22](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CEPLAC.%20(Ilheus,%20BA).%22)>. Acesso em: 23 de mar. de 2023.

ENGEL, V. L. Introdução aos sistemas agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America, 1945. 56: 275-370.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. Gebr, Borntraeger, 1936. p.1-44.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações Ambientais. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

ITABUNA - Defesa Civil Governo Federal vai destinar recursos para recuperação de áreas atingidas pelas chuvas em Itabuna. Disponível em:<<https://itabuna.ba.gov.br/2023/01/03/governo-federal-vai-destinar-recursos-para-recuperacao-de-areas-atingidas-pelas-chuvas-em-itabuna/>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

LIMA, W.P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba: Esalq, 1986. 242p.

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

MACEDO, S. DE A., MOREAU, M. S., & SPANGHERO, P. E. S. F. (2019). Caracterização morfométrica e uso e ocupação da terra da microbacia hidrográfica do rio água branca de Itabuna-BA. Revista Geonorte, 10(34), 82-99. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2019.V.10.N.34.82.99>

MANOEL, J. L.; ROCHA, P. C. Levantamento e análise comparativa dos padrões de drenagem das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 64-74, 2017.

MELO, C., et al. Análise quali-quantitativa da bacia do rio Cachoeira (BA). In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 21., 2014. Natal. Anais... Natal, Rio grande do Norte: ABRhidro. 2014. ISSN: 2359-1900.

NARDINI, R. C. et al. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma microbacia hidrográfica. IRRIGA, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n4p687.

OLIVEIRA, P. T. S et al. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 819-825, 2010.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e sociais da Bahia. Base cartográfica Digital. Disponível em: < <https://www.sei.ba.gov.br/>>. Acesso em 12 maio de 2019.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in bedlands at Perth Amboy. New Jersey.

Geological Society of American Bulletin, Colorado, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology, Trans. Am. Geophysics Union, 1957. p.13-920.

TEODORO, V. L. L et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>.

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. Revista Árvore, v. 30, p. 849-857, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>.

VALERIANO, Márcio M. et al. Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with shuttle radar topographic mission-90 m data. Computers & geosciences, v. 32, n. 8, p. 1169-1181, 2006.

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

ENGELBRECHT, J. A. A. et al. On the refractive index of InSbxAs1-X. Physica B: Condensed Matter, v. 578, p. 411759, 2020.

HORA, S. B.; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. Sociedade & Natureza, v. 21, p. 57-75, 2009.