



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.7.2.2022.4247.117-126



Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga, SE

Morphometric analysis of the Piauitinga River sub-basin, SE

Cássio Filipe Vieira Martins^a, Diogo dos Santos Gonçalves Bahia^a, Kenneth Michael Doll^a, Darlan Teles da Silva^b

^a Universidade Federal de Sergipe-UFS, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos-PRORH. Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. CEP: 49100-000. E-mail: filipe_geol@hotmail.com, dsgbahia@yahoo.com.br, kennydoll9393@gmail.com.

^b UFS, Departamento de Engenharia Agrícola. E-mail: darlan.teles@hotmail.com.

ARTICLE INFO

Recebido 03 Abr 2021

Aceito 15 Out 2021

Publicado 30 Jun 2022

ABSTRACT

Hydrographic basins play a fundamental role in maintaining the life of living beings and should therefore be studied and preserved. The study aimed to conduct a morphometric study of the Piauitinga River basin, a tributary with the highest flow of the Piauí River and of great importance for the water supply of the municipality of Estância-SE. In favor of this objective, a Geographic Information System was used, having as a database the files made available by the Secretary of Water Resources of Sergipe, which has topographic data as contour lines with 10 m equidistance. Its geometric characteristics were described through its area, perimeter, axial length, compactness coefficient, form factor, circularity index, and elongation ratio. This sub-basin tends to have a medium to high concentration-time and is more elongated than circular, which reduces the likelihood of flooding. Through the hierarchy of its water courses, it was possible to understand that the main river in the Piauitinga River sub-basin has a fourth order. The numerical model of the terrain showed that the basin presents a significant variation in altitude (between 20 and 190 m), with 40.14% of the area presenting a slope between 8 and 20%. The compactness coefficient shows the value away from the unit and its form factor has a low value, evidenced by the low drainage density.

Keywords: Morphometry, numerical terrain model, coastal boards.

RESUMO

As bacias hidrográficas apresentam um papel de fundamental importância para a manutenção da vida dos seres vivos, devendo assim, serem estudadas e preservadas. O estudo objetivou realizar um estudo morfométrico da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, afluente de maior vazão do rio Piauí e de grande importância pelo fornecimento de água do município de Estância-SE. Preconizando este objetivo, foi utilizado Sistema de Informações Geográficas, tendo como base de dados arquivos disponibilizados pela Secretaria de Recursos Hídricos de Sergipe, a qual possui como dados topográficos curvas de nível com equidistâncias de 10m. Suas características geométricas foram descritas através da sua área, perímetro, comprimento axial, coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade e razão de alongação. A sub-bacia tende a apresentar um tempo de concentração de médio para alto e uma forma mais alongada do que circular, o que faz reduzir a probabilidade de enchentes. Por meio da hierarquização dos seus cursos d'água, foi possível compreender que o rio principal da sub-bacia do rio Piauitinga possui ordem quarta. O modelo numérico do terreno mostrou que a bacia apresenta significativa variação de altitude (entre 20 e 190 m), com 40,14% da área apresentando declividade entre 8 e 20%. O coeficiente de compactidade apresenta o valor afastado da unidade e seu fator de forma possui um baixo valor, evidenciado pela baixa densidade de drenagem.

Palavras-Chave: Morfometria, modelo numérico do terreno, tabuleiros costeiros.

Introdução

A bacia hidrográfica é delimitada por divisores de águas naturais que separa as bacias adjacentes, esta capta, de forma natural, a água proveniente da precipitação (Barrella et al., 2000). As bacias hidrográficas são compostas por um rio principal e outros cursos d'água, estes segmentos compõem a rede de drenagem que tem como único ponto de saída a seção do exutório (Tucci, 1997).

Segundo Mioto (2014) e Tonello et al. (2006), as características físicas da bacia constituem uma função fundamental no ciclo da água, uma vez que influenciam na quantidade de água produzida, na infiltração, escoamento superficial, sub-superficial e evapotranspiração.

A caracterização morfométrica nos permite avaliar o potencial hídrico de uma região, tornando-se, portanto, um instrumento fundamental para a tomada de decisões quando se trata do manejo das bacias tendo em vista a preservação e a proteção principalmente dos recursos hídricos (Tonello, 2005).

Se faz necessário realizar uma análise hidrológica detalhada para que assim seja possível alcançar determinada modelagem dos fluxos hidráulicos, assim como o prognóstico da situação da bacia quanto a possibilidade de enchentes, e ainda o transporte e disposição de poluentes (Wang & Yin, 1998; Thierfelder, 1998; Ceballos & Schnabel, 1998). O desenvolvimento da tecnologia da informação vem contribuindo de forma positiva para a realização de estudos e análises em diversas áreas não sendo diferente para estudos envolvendo recursos hídricos. Uma das ferramentas que está sendo cada vez mais utilizada são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) que, através dos Modelos Numéricos do Terreno (MNT), delimita redes de drenagem, declividade, orientação do terreno e diversas outras características das bacias hidrográficas.

Segundo Freitas et al. (2013), o crescimento exacerbado da agropecuária e da população urbana tem ocasionado a degradação e a ocupação das Áreas de Preservação Permanentes (APP's). O uso e ocupação do solo tem influência direta no comportamento da bacia, uma vez que que cada tipo de cobertura resulta em características de infiltração, escoamento, quantidade e qualidade da água distinta. Diante do exposto, vale salientar que devem ser realizados estudos nas bacias hidrográficas para que, através dos aspectos físicos, possa ser realizado o melhor planejamento para manutenção, preservação e restauração dos corpos hídricos (Freire, Lage & Christófar, 2013, p. 5443).

Barbosa & Furrier (2012, p. 112) corroboram que a caracterização morfológica e morfométrica de uma região permite conhecer os potenciais naturais existentes nela, contribuindo para o reconhecimento de regiões com ameaça de ocupação, ambientes frágeis, interferência antrópica, impactos ambientais e a dinâmica do desenvolvimento natural da paisagem. Nesse intuito, o estudo objetivou realizar um estudo morfométrico da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, gerando subsídios que auxiliem na tomada de decisões no tocante à gestão de recursos hídricos.

Material e Métodos

O foco da pesquisa foi a sub-bacia do rio Piauitinga, localizada entre as coordenadas geográficas 37°36'40" e 37°20'10" de longitude Oeste e 10°55'20" e 11°13'40" de latitude Sul, com área total de 411,33 km² abrangendo, de forma parcial, cinco municípios no estado de Sergipe: Estância, Boquim, Itaporanga D'Ajuda, Lagarto e Salgado (Figura 1).

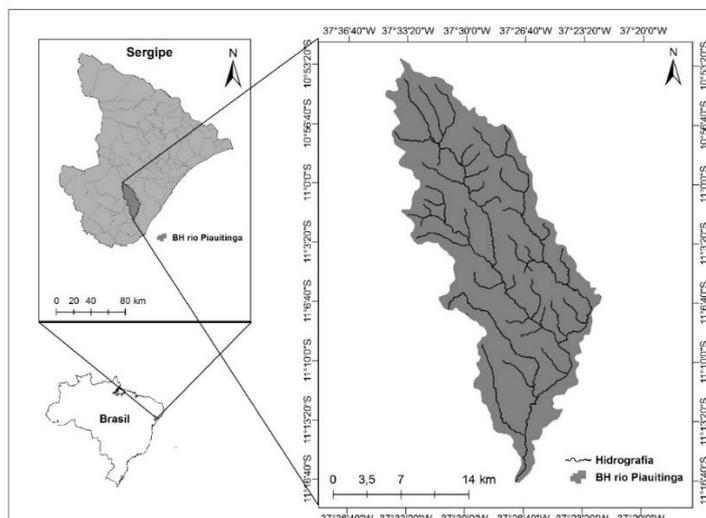


Figura 1. Localização da sub-bacia do rio Piauitinga-SE. Fonte: Martins et al. (2020).

O estudo morfométrico da sub-bacia foi realizado por meio de processamentos executados

em um SIG. Na Figura 2 é demonstrado o fluxograma das etapas implementadas no estudo.

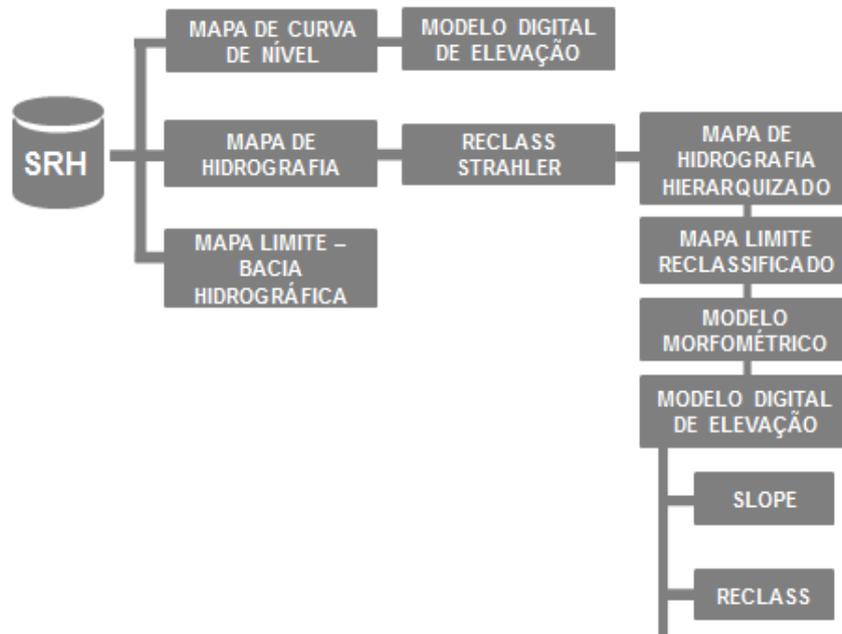


Figura 2. Fluxograma das operações realizadas no SIG para a análise morfométrica. Fonte: Martins et al. (2020).

Os dados espaciais e topográficos da região foram fornecidos pelo Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SRH, 2012), que abrangeram as curvas de nível de 10 em 10 m, o Modelo Digital de Elevação (MDE) e os corpos hídricos da sub-bacia, sendo estes estando na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000, Zona 24 S.

Os procedimentos realizados visando alcançar os objetivos propostos foram: (a) obtenção da base de dados utilizadas no estudo: hidrografia e Modelo Digital de Elevação, (b) delineamento manual da bacia hidrográfica com base na topografia do terreno e rede de drenagem, (c) hierarquização dos cursos d'água, (d) análise morfométrica da bacia. As características geométricas de uma bacia são descritas pela sua área, coeficiente de compacidade, comprimento axial, índice de circularidade, fator de forma, razão de alongação e perímetro. Dentre essas características, a área, o perímetro e o comprimento foram obtidos diretamente do SIG.

Segundo Cardoso et al. (2006), o índice de compacidade (K_c) compara o formato da bacia com um círculo, a qual constitui uma relação entre seu perímetro e a área de um círculo igual ao da bacia. Os mesmos afirmaram que, quanto mais o K_c se aproximar de 1, a bacia apresenta uma susceptibilidade maior de ter enchentes acentuadas, o K_c é descrito conforme a Equação 1.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde P = Perímetro da bacia (km); A = Área de drenagem da bacia (km²).

Mosca (2003) descreve o fator de forma (K_f) como a relação entre o comprimento axial e a área de drenagem da bacia. Mediu-se o comprimento (L_{axial}) seguindo o curso d'água mais longo, desde a saída da bacia até a cabeceira mais distante, aplicando a Equação 2.

$$K_f = \frac{A}{L_{axial}^2} \quad \text{Eq.(2)}$$

onde A = Área de drenagem da bacia (km²); L_{axial} = Comprimento axial (km).

Relacionado ao índice de circularidade (I_c), tem-se que em bacias circulares os afluentes atingem o curso d'água principal praticamente em um único ponto, causando uma intensa vazão, enquanto em bacias alongadas os afluentes se distribuem de forma regular ao longo do rio principal. Cardoso et al. (2006), afirma que o índice de circularidade se aproxima de uma unidade à medida que a bacia tende a uma forma circular e se afasta da unidade à medida que a forma se alonga. Esse índice é obtido por meio da Equação 3.

$$I_c = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad \text{Eq.(3)}$$

onde P = Perímetro da bacia (km); A = Área de drenagem da bacia (km²).

A razão de alongação (Re) é a relação entre o diâmetro do círculo de área igual a área da bacia e o comprimento do seu eixo. De forma similar ao IC e o KC, a Re tende para uma unidade, quando ocorre a aproximação da bacia para uma forma circular (Mosca, 2003), sendo calculada pela aplicação da Equação 4.

$$Re = \frac{1,128 \times A^{0,5}}{L_{axial}} \quad \text{Eq.(4)}$$

onde A = Área de drenagem da bacia (km²); L_{axial} = Comprimento axial (km).

A Tabela 1 apresenta as características de relevo e a Tabela 2 mostra as características da rede de drenagem, utilizadas para descrever a morfologia da bacia.

Tabela 1. Índices e metodologias das características de relevo. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Índices	Notações	Referências
Altitude média	H _{méd}	
Altitude máxima	H _{máx}	
Altitude mínima	H _{mín}	
Declividade média	I _{méd}	Santos et al. (2010)
Declividade máxima	I _{máx}	
Declividade mínima	I _{mín}	
Orientação predominante	Op	
Razão do relevo	Rr = $\Delta_{altimétrica} / L_{axial}$	Rossi & Pfeifer (1999)

Tabela 2. Índices e metodologias das características da rede hidrográfica. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Índices	Notações	Referências
Coefficiente de rugosidade	Cr = I _{média} x Dd	Baracuhy et al. (2003)
Comprimento do curso d'água principal	Lp	
Comprimento total dos cursos d'água	Lt	
Comprimento axial do rio	L _{axial}	
Comprimento inclinado	Ci	
Declividade do curso d'água principal entre a foz e a nascente	S1 = (Cota máx - Cota mín) / Lp	
Declividade de equivalência entre as áreas	S2 = (Cota min + h) / Lp	Cecílio & Reis (2006)
Declividade a partir do tempo de percurso	S3 = $[\sum L_{inclinado} / (\sum L_{inclinado} / \sqrt{D_{trecho}})]^2$	
Densidade de confluência	Dc = N _{confluências} / A	
Densidade de drenagem	Dd = Lt / A	Cardoso et al. (2006)
Densidade hidrográfica	Dh = N _{curso} / A	Borsato & Martoni (2004)
Densidade de nascente	Dn = N _{nascentes} / A	Cecílio & Reis (2006)
Extensão média do escoamento superficial	I = A / 4 L	
Índice de sinuosidade do curso d'água	Isin = $100(Lp - Lt_{alvegue}) / Lp$	Santa Catarina (1997)
Índice de rugosidade	Hr = $\Delta_{altimétrica} \times Dd$	Bertol, González & Vázquez (2007)
Ordem dos cursos d'água	Ord	Strahler (1957)
Padrão de drenagem	Pd	
Sinuosidade do curso d'água	Sin = Lp / L _{talvegue}	Alves & Castro (2003)

A hierarquização dos cursos d'água seguiu critérios estabelecidos por Strahler (1957), o qual afirma que os cursos d'água de apenas um fragmento são considerados de 1ª ordem. Unidos dois segmentos de 1ª ordem origina um segmento de 2ª ordem, dois segmentos de 2ª ordem originam um de 3ª ordem e assim sucessivamente. A declividade de um terreno pode ser definida como a diferença de nível (diferença de altitude) em

relação à distância (distância horizontal). Com a ferramenta *slope* é definida a declividade do terreno e, com a ferramenta *reclass*, a bacia terá a declividade reclassificada, segundo Embrapa (2013) (Tabela 3). Para a obtenção desses resultados será utilizado um *software* de GIS.

Tabela 3. Classes de relevo utilizadas. Fonte: EMBRAPA (2013).

Relevo	Classificação
0 – 3%	Plano
3 – 8%	Suave ondulado
8 – 20%	Ondulado
20 – 45%	Forte ondulado
45 – 75%	Montanhoso
>75%	Escarpado

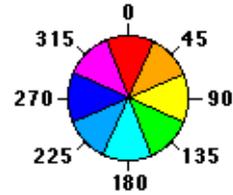


Figura 3. Orientação do sentido da inclinação. Fonte: Arcgis (2018).

Para determinar a orientação do terreno (ferramenta Aspect), utilizou o MDE como arquivo de entrada. Esta orientação do terreno (Figura 3) corresponde à direção geral para qual a declividade da bacia está exposta, e foi reclassificada em nove camadas, segundo Santos (2010).

Resultados

Os mapas da orientação do relevo, declividade, hierarquização dos cursos d’água, Modelo Digital de Elevação da sub-bacia do rio Piauitinga são ilustrados na Figura 4.

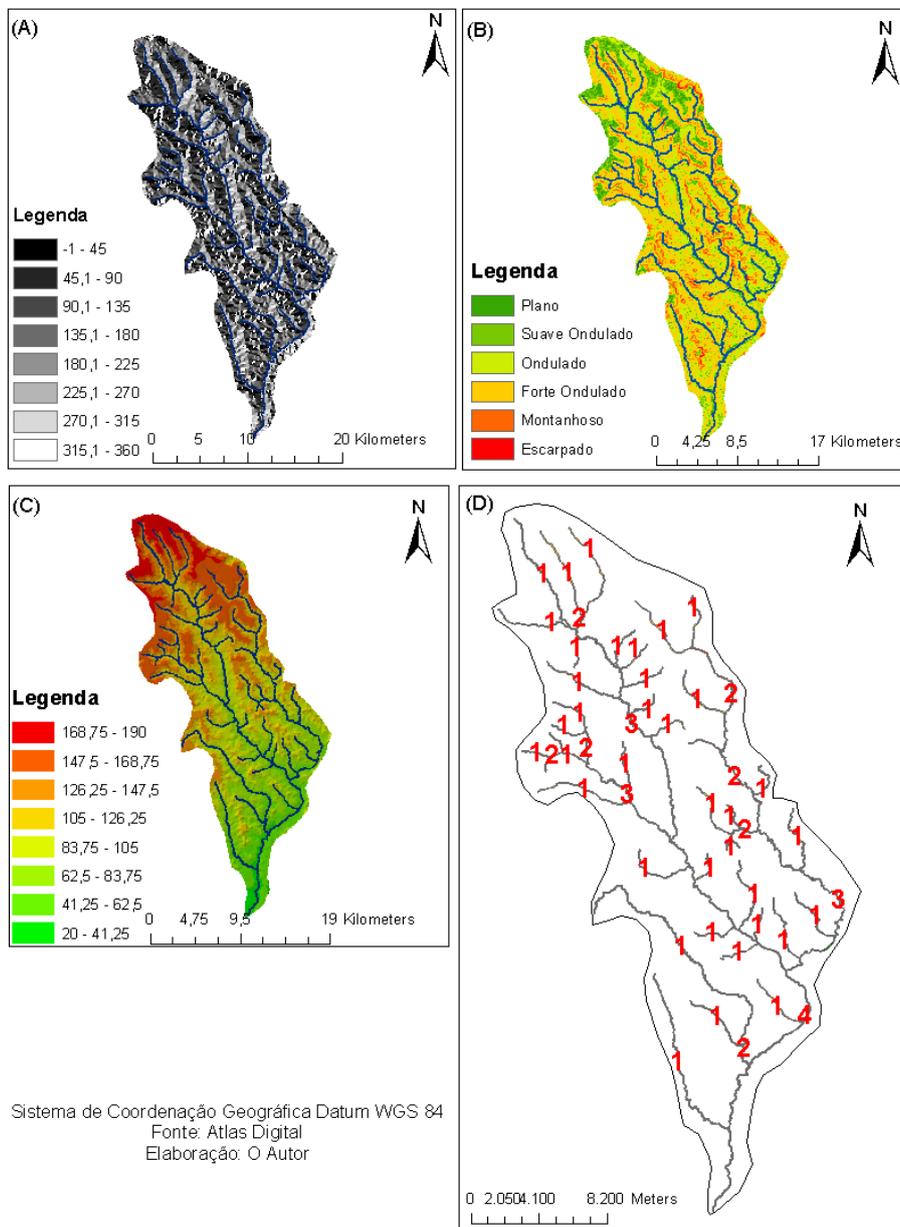


Figura 4. A. Orientação do Relevo da sub-bacia do rio Piauitinga; B. Declividade da sub-bacia do rio Piauitinga; C. Modelo Digital de Elevação da sub-bacia do rio Piauitinga; D. Hierarquização dos cursos d’água da sub-bacia do rio Piauitinga-SE. Fonte: Martins et al. (2020).

Segundo o mapeamento e modelagem morfométrica da sub-bacia do rio Piauitinga-SE é possível realizar algumas análises (Tabela 4). A sub-bacia do rio Piauitinga pode ser classificada como uma unidade espacial de pequeno porte, visto que, a bacia banha apenas 411,33 km² do território

Sergipano, e seu perímetro de 121,58 km, o qual é uma boa unidade espacial para a análise do comportamento hidrológico e para a realização de planejamento dos recursos naturais e seu manejo (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Tabela 4. Resultados da análise morfométrica da sub-bacia do rio Piauitinga/SE. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Análise morfométrica da sub-bacia do rio Piauitinga-Sergipe		
Características geométricas		
Área total (A)	411,33	km ²
Perímetro total (P)	121,58	km
Comprimento principal (L _p)	59,11	km
Comprimento axial (L _{axial})	44,34	km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,68	
Fator de forma (Kf)	0,21	
Índice de circularidade (Ic)	0,35	
Razão de alongação (Ke)	0,52	
Características do relevo		
Altitude média (H _{méd})	100,00	m
Altitude máxima (H _{máx})	190,00	m
Altitude mínima (H _{mín})	20,00	m
Declividade média (I _{méd})	8,09%	
Declividade máxima (I _{máx})	75%	
Declividade mínima (I _{mín})	0%	
Orientação predominante (Op)	Sudeste (16,51%)	
Razão do relevo (Rr)	3,83	
Características da rede de drenagem		
Coefficiente de rugosidade (Cr)	0,05	
Comprimento do curso d'água principal (L _p)	59,11	km
Comprimento total dos cursos d'água (L _t)	269,19	km
Comprimento axial do rio (L _{axial})	44,34	km
Declividade do curso d'água principal entre a foz e a nascente (S1)	2,88	m m ⁻¹
Declividade de equivalência entre as áreas (S2)	3,21	m m ⁻¹
Declividade a partir do tempo de percurso (S3)	0,00263	m m ⁻¹
Comprimento inclinado (Ci)	175,46	km
Densidade de confluência (Dc)	0,10	conf km ⁻²
Densidade de drenagem (Dd)	0,65	km km ⁻²
Densidade hidrográfica (Dh)	0,18	curtos km ⁻²
Densidade de nascente (Dn)	0,09	nascentes km ⁻²
Extensão média do escoamento superficial (I)	0,38	km
Índice de sinuosidade do curso d'água (Isin)	26,54%	
Índice de rugosidade (Hr)	111,25	
Ordem dos cursos d'água (Ord)	4	
Padrão de drenagem (Pd)	Dendrítico	
Sinuosidade do curso d'água (Sin)	1,36	

Com relação à densidade hidrográfica, obteve-se um valor de 0,18 cursos a cada quilômetro quadrado, valor muito inferior ao encontrado por Almeida & Bayer (2016), onde encontraram 2,637 canais por quilômetro. A relação que expressa o formato da sub-bacia com o comportamento do escoamento superficial é um fato importante (Villega & Mattos, 1975). O tempo de concentração, de acordo com Silveira (2005),

pode ser definido como sendo o tempo em que toda a bacia contribua em seu exultório. A sub-bacia do rio Piauitinga tende a apresentar um tempo de concentração de médio para alto, o que nos possibilita afirmar que não está sujeita às enchentes, visto que seu coeficiente de compacidade possui valor de 1,68, Kf igual a 0,21, além do Ic ser de 0,35 e a razão de alongação 0,52. Alves et al. (2016) encontraram um coeficiente de

compacidade de 1,553, fator de forma de 0,23, índice de circularidade de 0,41 para a bacia do Ribeirão das Abóboras. Santos (2012) encontrou K_c de 1,56 para a sub-bacia Perdizes e 1,41 para a sub-bacia Fojo, associados aos respectivos fatores de forma, $F = 0,27$ e $F = 0,29$ e a circularidade encontrada, ($IC = 0,41$) para Perdizes e ($IC = 0,45$) para Fojo. Campos (2015) encontrou o coeficiente de compacidade de 1,36 e fator de forma abaixo de 0,22, além de uma circularidade de 0,53. Com os índices semelhantes aos autores supracitados, pode-se afirmar que a bacia possui um formato mais alongado do que circular, e por isso tende a ser menos propícia às enchentes. As altitudes na

sub-bacia possuem valores entre 20 e 190 m, apresentando uma média aproximada de 100 m. Os dados da distribuição desta variável morfométrica encontram-se disponíveis na Figura 4c. A maior parte do relevo da bacia, 40,14% da área total, apresenta declividade entre 8 e 20% (ondulado), segundo a classificação da Embrapa (1979). A média possui valor de 8,09% e é interessante notar que não existem áreas de declividade que alcancem valores compatíveis com relevo fortemente montanhoso ($> 75\%$) e apenas 0,01% da área total se enquadra na classificação de montanhoso, como podemos verificar na Figura 4b e na Tabela 5.

Tabela 5. Distribuição da declividade na sub-bacia do rio Piauitinga/SE. Fonte. Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Relevo	Declividade (%)	Nº Células (pixels de 93m)	Área (%)
Plano	0 - 3	8724	18,74
Suavemente ondulado	3 - 8	17043	36,61
Ondulado	8 - 20	18684	40,14
Fortemente ondulado	20 - 45	2096	4,50
Montanhoso	45 - 75	3	0,01
Fortemente montanhoso	>75	0	0,00

Tonello et al. (2006) afirmam que, tanto para racionalizar a gestão e o manejo dos recursos hídricos, como para o cumprimento da legislação ambiental, se faz necessário o conhecimento da declividade de uma bacia hidrográfica. De uma forma geral, quanto maior a inclinação do terreno maior a velocidade de escoamento superficial, ou seja, menor será o tempo de concentração e a quantidade de água armazenada, ampliando em perspectivas de enchentes mais pronunciadas e levando a bacia à degradação, afirma Guariz (2008).

A densidade de drenagem calculada foi de $0,65 \text{ km km}^{-2}$ e pode ser considerada pobre, conforme afirmam Villela & Mattos (1975). Segundo estes autores, D_d pode variar entre $0,5 \text{ km km}^{-2}$ e $3,5 \text{ km.km}^{-2}$ para bacias com drenagem pobre e bacias excepcionalmente bem drenadas, respectivamente. A densidade de drenagem baixa está associada a regiões de solos mais permeáveis, possibilitando uma infiltração mais eficiente (Lima, 2008).

A hierarquia de drenagem apresentou grau quatro de ramificação (Figura 4d), de acordo com Strahler (1957). Geralmente, em pequenas bacias, a ordem é igual ou inferior a 4. Quanto maior a ramificação da rede, mais eficiente é o sistema de

drenagem (Strahler, 1957; Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

O índice de sinuosidade (Isin) da rede de drenagem apresentou o valor de 26,54% ficando na classificação segundo Santa Catarina (1997), como canal reto, classe intermediária entre canal muito reto e divagante.

Para Cecílio & Reis (2006), o índice que melhor representa a declividade do rio principal em relação ao ponto de vista hidráulico é a chamada declividade a partir do tempo de percurso (S_3), pois leva em consideração o tempo em a água leva para percorrer toda a extensão do perfil longitudinal considerando como se este perfil tivesse uma declividade constante igual a uma declividade equivalente. Nos cálculos das declividades para o curso d'água principal (59,11 km) obtiveram-se resultados dos valores de $2,88 \text{ m m}^{-1}$; $3,21 \text{ m m}^{-1}$ e $0,00263 \text{ m m}^{-1}$ para S_1 , S_2 e S_3 (Tabela 3), respectivamente.

Também foi verificado que o curso d'água apresenta valores diferenciados e distanciados de declividade ao longo de seu percurso (Tabela 6). Para Villela & Mattos (1975) e Tucci (1993), essa informação tem grande utilidade para diversos estudos hidrológicos como a detecção e o monitoramento de assoreamento, provocados por alterações no perfil transversal do álveo.

Tabela 6. Memorial do cálculo da declividade equivalente constante do rio Piauitinga. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Cota	Li (m)	Li (km)	Li acum (km)	D trecho (Di) (m m ⁻¹)	√Di (Si)	Lreta (m)	LiSi ⁻¹
190 - 160	451,39	0,45	0,45	0,10	0,32	300,77	1,43
160 - 120	5900,93	5,90	6,35	0,01	0,09	5447,6	68,86
120 - 90	13431,12	13,43	19,78	0,00	0,07	15977,40	202,92
90 - 60	15298,12	15,30	35,08	0,00	0,05	12071,00	306,87
60 - 30	24028,78	24,03	59,11	0,00	0,04	17091,18	573,53
30 - 20	0	0,00	59,11	0,00	0	0,00	0
Total	59.110,34	59,11		0,12		50.887,95	1.153,61

A orientação dos terrenos da bacia foi agrupada em valores de acordo com as direções cardinais (Figura 4a e Tabela 7). Podemos perceber que a sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga

apresenta predominância de faces do terreno voltadas para o Sudeste (16,51%), sendo seguido das faces Oeste, com 15,12% e Leste com 14,95%.

Tabela 7. Distribuição das áreas em função da exposição do terreno da sub-bacia do rio Piauitinga/SE. Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2013).

Orientação	Classes em azimute (graus)	Nº Células (Pixels de 40 m)	Área (%)
Relevo Plano	0	1	0,0004
Norte	0 - 45 (N - NE)	11089	4,94
Nordeste	45 - 90 (NE - E)	24380	10,88
Leste	90 - 135 (E - SE)	33524	14,95
Sudeste	135 - 180 (SE - S)	37028	16,51
Sul	180 - 225 (S - SW)	27572	12,3
Sudoeste	225 - 270 (SW - W)	24344	10,85
Oeste	270 - 315 (W - NW)	33923	15,12
Noroeste	315 - 360 (NW - N)	32415	14,45

Segundo Lopes et al. (2018) a orientação do terreno influencia diretamente o microclima das bacias hidrográficas, a predominância encontrada por esses autores foi norte (13,80%), noroeste (12,90%), seguida da orientação para o nordeste (12,14%). Enquanto isso, Coutinho (2011) et al. encontraram uma predominância voltada ao Sul (S, SE, SO) em direção à foz.

Conclusão

Conclui-se que a sub-bacia tende a apresentar um tempo de concentração de médio para alto e um formato alongado, não sujeita às enchentes.

O Kc apresenta o valor distante da unidade e seu fator de forma possui um baixo valor, comprovado pela baixa densidade de drenagem.

Referências

Almeida, R. F. B.; Bayer, M. 2016. Compartimentação Morfométrica da Bacia Do Rio Coco Como Subsídio a Análise de Fragilidade Ambiental. Mercator, 15, 83-94. <https://doi.org/10.4215/rm2016.1504.0006>.

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, 117-124.

Alves, W. dos S.; Scopel, I.; Morais, W. A.; Martins, A. O. 2016. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras-Rio Verde (GO). Geociências, 35, 652-667.

Arcgis for Desktop. How Aspect works. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aspect-works.htm>. Acesso em: 07/12/2018.

Baracuh, J. G. de; Kurtz, S. M. de J. M.; Kurtz, F. C.; Duarte, S. M. A. Lima, V. L. A. de; Rocha, J. S. M. da; Dantas Neto, J. 2003. Deterioração físico conservacionista da microbacia hidrográfica do riacho Paus Brancos, Campina Grande, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 7, 159-164. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000100026>.

Barbosa, T. S.; Furrier, M. 2012. Avaliação Morfológica e Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Marés-PB, para Verificação de Influência Neotectônica. Cadernos de Geociências, 9, 112-120.

Barrella, W.; Petreire Jr., M. P.; Smith, W. S.; Montag, L. F. A. 2000. As relações entre as

- matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho; H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2a ed., Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP, São Paulo. pp. 187-207.
- Bertol, I.; González, G. P.; Vázquez, E. V. 2007. Rugosidade superficial do solo sob diferentes doses de resíduo de milho submetido à chuva simulada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 103-110. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000100014>.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. 2008. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone. 355p.
- Borsato, F. H.; Martoni, A. M. 2004. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, estado do Paraná. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, 26, 273-285. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v26i2.1391>
- Campos, S.; Felipe, A. C.; Campos, M.; Reche, A. M. 2015. Geoprocessamento aplicado na caracterização morfométrica da microbacia do ribeirão descalvado-Botucatu, SP. *Irriga*, 20, 52-65. <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v1n1p52>
- Cardoso, C. A.; Dias, H. C. T.; Soares, C. P. B.; Martins, V. M. 2006. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, 30, 241-248. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>.
- Coutinho, L. M.; Cecílio, R. A.; Xavier, A. C.; Zanetti, S. S.; Garcia, G. O. 2011. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES. *Irriga*, 16, 369-381. <https://doi.org/10.15809/irriga.2011v16n4p369>.
- Ceballos, A.; Schnabel, S. 1998. Hydrological behaviour of a small catchment in the dehesa land use system (Extremadura, SW Spain). *Journal of Hydrology*, 210, 146-160. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00180-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00180-2)
- Cecílio, R. A.; Reis, E. F. dos. 2006. *Apostila didática: Manejo de bacias hidrográficas*. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo-UFES/CCA-UFES, 10p.
- Eastman, J. R. 1999. *IDRISI for Windows: User's guide*. Massachusetts: Clark University. 367p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2013. Brasília (DF). 3a ed, 353p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1979. *Súmula da 10 reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1). 83p.
- Ferrari, J. L.; Silva, S. F.; Santos, A. R.; Garcia, R. F. 2013. Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego horizonte, Alegre, ES. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8, 181-188. <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i2a1575>
- Freire, A. J.; Lage, G. B.; Christófar, L. C. 2013. Comparação entre parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas gerados por dados SRTM e ASTER GDEM: estudo de caso para bacias do Vale do Jequitinhonha-MG. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE. pp. 5443-5450.
- Freitas, E. P.; Moraes, J. F. L.; Peche Filho, A.; Storino, M. 2013. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. *Rev. bras. eng. agríc. ambiente*, 17, 443-449. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400013>.
- Guariz, H. R. 2008. *Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do córrego Jaqueira-Alegre, ES*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, Espírito Santo, Brasil. 155p.
- Lopes, E. R. do N.; Souza, J. C. de; Sousa, J. A. P. de; Albuquerque Filho, J. L. Lourenço, R. W. 2018. *Modelagem Ambiental de Bacias Hidrográficas: caracterização morfométrica e pedológica da bacia hidrográfica do rio Una, Ibiúna, São Paulo*. *Geosul*, 33, 105-1027. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n66p105>.
- Lima, W. P. 2008. *Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 253p.
- Mioto, C. L.; Pereira, T. P.; Ribeiro, V. O.; Souza, D. M. Q.; Anackel, J. A. A.; Paranhos Filho, A. C. 2014. *Morfometria de Bacias Hidrográficas Através de SIGs Livres e Gratuitos*. *Anuário do Instituto de Geociências*: Rio de Janeiro, 37, 16-22. http://dx.doi.org/10.11137/2014_2_16_22
- Moreira, L.; Rodrigues, V. A. 2010. *Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia - Botucatu (SP)*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências

- Agronômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo. 89p.
- Mosca, A. A. O. 2003. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 120p.
- Pinto, V. G.; Lima, R. N. de S.; Santos, R. C. P.; Rimeiro, C. B. de M. 2016. Influência do número de classes de vulnerabilidade na determinação da suscetibilidade morfométrica à inundação. *Revista Ambiente Água*, 11, 637-649. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1842>.
- Pissarra, T. C. T.; Rodrigues, F. M.; Politano, W.; Galbiatti, J. A. 2010. Morfometria de microbacias do córrego rico, afluente do rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Árvore*, 34, 669-676. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400011>
- Rossi, M.; Pfeifer, R. M. 1999. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). *Bragantia*, 58, 141-156. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051999000100014>.
- Santa Catarina. 1997. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente/Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. Plano de gestão e gerenciamento da bacia do Rio Araranguá: zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica. v.3. Análise das características físicas. Florianópolis-SC: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente/Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. 62p.
- Santos, A. M.; Targa, M. S.; Batista, G. T.; Dias, N. W. 2012. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Ambi-Agua*, 7, 195-211. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.945>.
- Santos, A. R. dos; Louzada, F. L. R. de O.; Eugenio, F. C. 2010. ArcGIS 9.3@ total: Aplicações para dados espaciais. Alegre, ES: Caufes. 184p.
- Silveira, A. L. L. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 10, 5-29. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v10n1.p5-29>.
- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, 913-920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- Thierfelder, T. 1998. The morphology of landscape elements as predictors of water quality in glacial/boreal lakes. *Journal of Hydrology*, 207, 189-203. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00134-6](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00134-6).
- Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L. de; Ribeiro, C. A. A. S. R.; Leite, F. P. 2006. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões-MG. *Revista Árvore*, 30, 849-857. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>.
- Tonello, K. C. 2005. Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Viçosa. 85p.
- Tucci, C. E. M (Org.). 1993. Hidrologia: ciência e aplicação. Editora UFRGS/EDUSP/ABRH. 943p.
- Villela, S. M.; Mattos, A. 1975. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill. 247p.
- Wang, X.; Yin, Z. Y. 1998. A comparison of drainage networks derived from digital elevation models at two scales. *Journal of Hydrology*, 210, 221-241, [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00189-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00189-9).