



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA DO LAGAMAR DO CAUÍPE - CEARÁ

Deborah Isquierdo¹, Janaina Castro de Mendonça², Éder Ramon Feitoza Ledo³, Luiz Carlos
Guerreiro Chaves⁴, Fernando Bezerra Lopes⁵

RESUMO: Objetivou-se determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica da lagoa do Lagamar do Cauapé, Ceará. Os estudos desses fatores podem ser feitos de forma manual ou automática. A forma automática é obtida utilizando a tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), resultando na otimização do tempo e garantindo mais precisão nos resultados. Os principais parâmetros foram: área, perímetro, Coeficiente de Capacidade (Kc), Fator de Forma (Kf), Índice de Circularidade (Ic), Densidade de Drenagem (Dd), Índice de Sinuosidade (Sin), comprimento do rio principal e ordem dos cursos d'água. A bacia possui formato alongado com o Coeficiente de Capacidade de 2,13, Índice de Circularidade de 0,22, e Fator de Forma de 0,33. A partir desses três parâmetros geométricos, conclui-se que o formato da bacia não favorece a ocorrência de grandes cheias em condições normais. O Índice de Sinuosidade foi de 1,43, a drenagem é classificada como drenagem regular com densidade de drenagem de 1,19. A bacia analisada apresenta ser susceptível ao escoamento por ser mais alongada e com menor risco de grandes cheias.

PALAVRAS-CHAVE: geomorfologia, geoprocessamento, escoamento superficial

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE BASIN OF THE LAGOA DO LAGAMAR DO CAUÍPE – CEARÁ

ABSTRACT: This study aimed to determine the morphometric characteristics of the catchment area of lagoa do Lagamar do Cauapé, Ceará, Brazil. The analyses of these factors can be done either manually or automatically. The automatic form is obtained using Geographic Information Systems (GIS) technology that result in optimization of dispended time and it ensures accurate results. The main parameters studied were the basin area, basin perimeter, Capacity Factor (Kc), Form Factor (Kf), Circularity Index (Ic), Drainage Density (Dd), Sinuosity Index (Sin), compliance with the main river and order of water courses. The basin has an elongated shape with a Capacity Coefficient of 2.13, Circularity Index of 0.22, and a Form Factor of 0.33. Stem from three geometric parameters we concluded that the shape of the basin does not favor the occurrence of large floods under normal conditions. The Sinuosity Index was 1.43, the drainage is classified as regular drainage with drainage density of 1.19. The analyzed basin presents to be susceptible to the flow because it is more elongated and with lower risk of large floods.

KEYWORDS: geomorfology, geoprocessing, runoff.

¹ Graduanda, Curso Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental. Faculdade Terra Nordeste, Caucaia, CE.

² Enga. Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, CEP: 60.455-970, Fortaleza, CE. Fone (85) 99839-5479. e-mail: janainacastromendonca@hotmail.com.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁴ Prof. Dr. do Curso Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental. Faculdade Terra Nordeste, Caucaia, CE.

⁵ Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.



INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica tem por definição ser uma área de captação natural da água precipitada, na qual o escoamento converge para um único ponto, o exutório. Seus principais componentes estão em constante dinâmica e interação e respondem às interferências tanto naturais quanto antrópicas, afetando o ecossistema como um todo (Cardoso et al., 2006).

O conhecimento das características físicas da bacia se faz necessário devido à sua importância no comportamento hidrológico, pois há uma relação direta entre o ciclo hidrológico e essas características. A avaliação morfométrica pode ser definida como a aproximação e a análise matemática da configuração da superfície da terra, forma e a dimensão do relevo. Deve ser a etapa inicial em estudos referentes à dinâmica ambiental, possibilitando o gerenciamento e aproveitamento dos recursos naturais (Iqbal et al., 2012).

As tecnologias de geoprocessamento têm demonstrado eficiência no auxílio de estudos de recursos hídricos, permitindo menor custo e otimização de tempo em trabalhos de campo, utilizando dados de sensores remotos. O SIG é um sistema integrado para capturar, armazenar, manipular, analisar e exibir informações referentes às relações de natureza geográfica; fornecem um conjunto de funções que executam análises usando tributos de dados espaciais, que são de difícil e demorada mensuração por método manual (Johnson, 2009).

As imagens de satélites são obtidas por sensores remotos que oferecem importantes produtos para o gerenciamento de recursos naturais, um desses dados, de ampla utilização nos trabalhos com bacias hidrográficas é o Modelo Digital de Elevação (MDE), que é uma representação digital de uma seção da superfície, dada por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas (x e y) e um valor de intensidade do pixel (z) correspondente à elevação (Medeiros, 2018).

Dado esse contexto, objetivou-se determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica da lagoa do Lagamar do Cauípe, no intuito de conhecer os riscos de enchentes e o potencial de escoamento na bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

A lagoa do Lagamar do Cauípe está localizada no município de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza, capital do Ceará, possui uma bacia hidráulica com uma forma alongada e perpendicular à linha da costa, com uma largura média de 1,1 km e mais de 6,0 km de extensão e uma profundidade média de 1,9 m. Com um perímetro de 33,0 km, uma área de 6,6 km² e um volume de 12.726.205,2 m³, a Lagoa dista do mar aproximadamente 3,0 km



(CEARÁ, 2010; Queiroz, 2003).

O principal rio de contribuição para a Lagoa em estudo é o rio Cauípe, sua bacia compõe a região hidrográfica metropolitana, com uma oferta potencial de água superficial de $93,40 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}$. Pode-se destacar como principais afluentes do rio Cauípe, os riachos Juá, Davi, Conceição, Deserto e Barriga, e ainda o riacho Coité que desagua diretamente na Lagoa (Brandão, 1998; Funceme & Cogerh, 2018).

Para a realização desse estudo, utilizaram-se dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 92×92 metros (tamanho do pixel). Utilizou-se também a Carta SA-24-Z-C, obtida junto ao Centro Nacional de Pesquisa e Monitoramento por Satélite da EMBRAPA.

A ferramentas *ArcHydro* foi usada dentro do ambiente de trabalho do *software* ArcMap 10.5 para a delimitação da bacia do lagoa do Lagamar do Cauípe, como também a extração de dados para a caracterização morfométrica da bacia.

Na classificação morfométrica foram abordados os parâmetros que envolvem características físicas e de forma do terreno. Na Tabela 1 se expõe a descrição de cada um desses parâmetros.

Tabela 1. Parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas.

Parâmetro	Definição	Unidade	Referência
Coeficiente de compacidade	$K_C = \frac{P}{P_C}$	-	(STRAHLER, 1957)
Fator de Forma	$K_F = \frac{A}{L^2}$	-	-
Índice de circularidade	$I_C = \frac{4 \cdot A \cdot \pi}{L^2}$	-	(SCHUMM, 1956)
Densidade de Drenagem	$D_d = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{A}$	km.km ⁻²	(HORTON, 1945; VILLELA; MATTOS, 1975)
Índice de Sinuosidade	$Sin = \frac{L_{CP}}{D_v}$	-	(HORTON, 1945)

em que: P - Perímetro da bacia, km; P_C - Perímetro de um círculo de mesma área da bacia, km²; A - Área da bacia, km²; L = Comprimento do eixo da bacia, km; n - Número total de rios; L_i - Comprimento total de canais, km; L_{CP} = Comprimento do canal principal, km; D_v - Distância vetorial do canal principal, km.

A ordem dos cursos d'água na bacia foi determinada seguindo a metodologia sugerida por Strahler (1957). As classes de declividade consideradas neste estudo foram classificadas em seis intervalos distintos, como sugere a Embrapa (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a localização e delimitação da bacia da lagoa do Lagamar do Cauípe, junto com a distribuição de altitudes dentro da bacia. A maior parte da bacia (mais de 85% da área) possui altitudes inferiores a 100 metros. As menores altitudes localizam-se no seu



exutório, com um mínimo de 4,25 m, próximo ao litoral, e as maiores altitudes ocorrem nos divisores topográficos, alcançando as máximas nos divisores localizados ao sudeste da área, alcançando a altitude máxima de 508,75 metros.

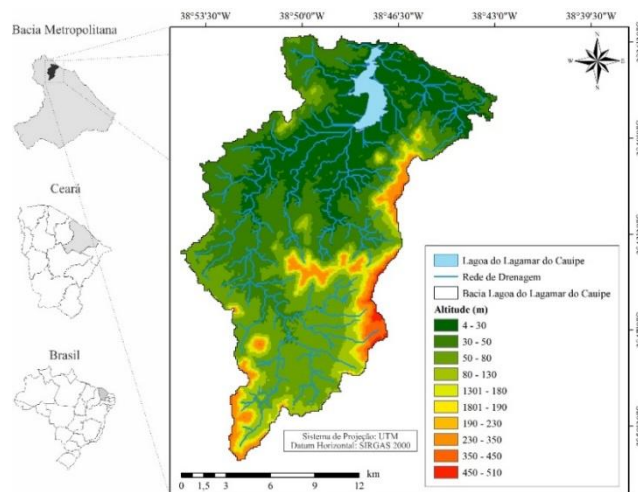


Figura 1. Localização e Altitude dentro da bacia da lagoa do Lagamar do Cauípe

O coeficiente de compacidade foi de 2,13 (Tabela 2), um coeficiente próximo à unidade corresponderia a uma bacia de forma circular, para uma bacia alongada é superior a 1. Quanto ao índice de circularidade, calculado em 0,22, e fator de forma igual a 0,33, caracterizam o formato da bacia como alongada. Assim sendo, a partir dos três parâmetros geométricos analisados, pode-se afirmar que o formato da bacia não favorece a ocorrência de grandes cheias em condições normais de pluviosidade e topografia que favoreça o escoamento superficial.

O Índice de sinuosidade do rio principal da bacia foi de 1,43. Se o índice de sinuosidade for próximo a 1 indica que os canais tendem a ser mais retilíneos, já valores acima de 2 indicam que os canais tendem a ser tortuosos, enquanto valores intermediários diagnosticam formas transicionais, regulares e irregulares (Teodoro et al., 2007). A Densidade de Drenagem calculada para a bacia em estudo foi de 1,19, classificada como uma drenagem regular (Villela & Mattos, 1975).



Tabela 2. Características morfométricas da bacia hidrográfica da Lagoa do Lagamar do Cauípe

Características geométricas	
Área (km ²)	290,08
Perímetro (km)	129,72
Coeficiente de compacidade (Kc)	2,13
Fator de forma (Kf)	0,33
Índice de circularidade (IC)	0,22
Características do relevo	
Declividade mínima (%)	0,00
Declividade média (%)	3,75
Declividade máxima (%)	47,20
Altitude mínima	4,25
Altitude média	65,27
Altitude máxima	508,75
Declividade média do curso d'água principal (%)	1,08
Características da rede de drenagem	
Comprimento total dos cursos d'água (km)	344,41
Número de cursos d'água	4107
Comprimento do curso d'água principal	42,69
Comprimento axial da bacia	29,75
Índice de sinuosidade (Sin)	1,43
Densidade de drenagem (Dd)	1,19
Ordem dos cursos de água (Strahler)	6ª Ordem

Observam-se na Tabela 3 as informações quantitativas relacionadas à declividade do terreno da bacia. Nota-se que a maior parte da bacia possui relevo classificado como plano. A declividade oferece influência sobre a associação entre a pluviosidade e o deflúvio da bacia hidrográfica, associado principalmente ao aumento da velocidade de escoamento superficial, e assim reduzindo a possibilidade da infiltração na área.

Tabela 3. Distribuição da declividade na bacia hidrográfica da Lagoa do Lagamar do Cauípe

Declividade (%)	Relevo	Área (km ²)	%
0 – 3	Plano	221,76	76,45%
3 – 8	Suave ondulado	24,73	8,52%
8 – 20	Ondulado	29,78	10,27%
20 – 45	Forte ondulado	13,82	4,76%
45 - 75	Montanhoso	0,00	0,00%
75	Forte Montanhoso	0,00	0,00%

CONCLUSÕES

A bacia do Lagamar do Cauípe apresenta-se como sendo susceptível ao escoamento por ser mais alongada e menor risco de ocorrência de grandes cheias. A análise morfológica é essencial na delimitação de bacias hidrográficas, a fim de construir uma base de dados para estudos complementares e planejamento ambiental de bacias hidrográficas. Se reafirma que o uso das geotecnologias possibilita um levantamento rápido e detalhado de bacia hidrográfica.



REFERÊNCIAS

BRANDÃO, R. L. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região metropolitana de Fortaleza.** Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241–248, 2006.

CEARÁ. **Revisão do plano de gerenciamento das águas das bacias metropolitanas.** Disponível em: <<https://www.cogerh.com.br/planos...bacias>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10ª reunião Técnica de Levantamento de Solos.**, p. 83, 1979.

FUNCEME; COGERH. **Portal Hidrológico do Ceará.** Disponível em: <www.hidro.ce.gob.br>. Acesso em: 19 fev. 2018.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **GSA Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275–370, 1945.

IQBAL, M.; SAJJAD, H.; BHAT, F. A. Watershed level morphometric analysis of dudhganga catchment, Kashmir Valley, India using geographical information system. **International Journal of Current Research**, v. 4, n. 12, p. 410–416, 2012.

JOHNSON, L. E. **Geographic information systems in water resources engineering.** New York: New York, 2009.

MEDEIROS, A. **Análise Comparativa entre Modelos Digitais de Elevação.** Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

QUEIROZ, A. M. **Caracterização limnológica do Lagamar do Cauípe – planície costeira do município de Caucaia - Ce.** 2003. 204 p.: Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597–646, 1956.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913, 1 dez. 1957.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v. 20, p. 137–156, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.