

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIO ESPINHARAS NO ESTADO DA PARAÍBA-PB

Jéssica Bruna Alves da Silva ^{1*}, Simone Mirtes Araújo Duarte ¹

¹Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, Pernambuco.

*E-mail: jessica.bruna@ufrpe.br

Recebido em: 24/09/2019

Aceito em: 08/01/2020

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar a análise morfométrica da sub-bacia do Rio Espinharas, localizado no Estado da Paraíba. Para isso, foram gerados os Modelos de Elevação Digital (MDE) referentes à declividade e hipsometria. A área de drenagem calculada foi de 2942,0338 km² com um perímetro de 375677, 3816 km e coeficiente de compacidade (Kc) 1,94. O fator de forma (F) foi calculado em 0,68, com o índice de circularidade (IC) de 0,26, sendo classificada como sub-bacia de 3ª ordem com densidade de drenagem 0,3317 km/km² e densidade de rede drenagem 0,000585 rios/km². Foi observado que o coeficiente de compacidade (acima de 1,50) associado ao índice de circularidade (0,26), indicam que a sub-bacia não tende à forma circular, possuindo uma forma mais alongada que, em condições normais de precipitação, é pouco suscetível a enchentes, apesar do fator de forma (0,68) apresentar um valor maior que o esperado. Desta forma, concluiu-se que a sub-bacia do Rio Espinharas não possui tendência a enchentes, porém, sempre é recomendado a utilização de práticas conservacionistas.

Palavras-chave: Morfometria. Drenagem. Escoamento Superficial. Manejo de Bacias.

1 Introdução

O estudo das áreas de bacias hidrográficas é de fundamental importância para o uso sustentável dos recursos naturais, visto que, diante de um processo de ocupação desordenada, resultante de um significativo aumento da população, da urbanização e do desmatamento da vegetação nativa para expansão de áreas agrícolas e pecuária, acarreta em graves e, muitas vezes, irreversíveis modificações ambientais na dinâmica natural dos ecossistemas [1- 2].

Bacia hidrográfica é definida, segundo [3], como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas escoam superficialmente formando os riachos e rios ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Em análises hidrológicas ou ambientais, uma das primeiras etapas realizadas é a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica de interesse, visando explicar a dinâmica ambiental local. Ao se combinar os dados resultantes dessa análise, é possível obter indicadores físicos específicos, qualificando as alterações ambientais e diferenciando áreas aparentemente homogêneas [3]. Dessa forma, a área da bacia é essencial na definição da potencialidade hídrica e resposta hidrológica da mesma, uma vez que, quanto maior a sua área menos pronunciados serão os picos de enchentes, devido ao

tempo prolongado necessário para contribuição da bacia, de uma só vez, a enchente [4].

As sub-bacias são as áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Diversos autores utilizam diferentes unidades de medida para definição da área. Para [5] classificam-se como sub-bacia áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km², enquanto para Rocha (1997) *apud* [6] são áreas entre 20.000 ha e 30.000 ha.

A sub-bacia do Rio Espinharas faz parte da Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu, importante sistema da região do semi-árido nordestino, que está localizado no Estado da Paraíba e é imprescindível para o abastecimento humano e o desenvolvimento das atividades produtivas nos municípios de sua área de abrangência [7]. Dito isto, ressalta-se que, de acordo com [8] o manejo inadequado de sub-bacias nesta região pode desencadear sérios problemas, como alterações das respostas hidrológicas, erosão e redução da capacidade hidráulica dos reservatórios. Para tanto, faz-se necessário a geração de informações quantitativas consistentes, que apóiem estudos qualitativos para um manejo adequado dessa sub-bacia.

Os subsídios para as tomadas de decisão dos gestores de recursos hídricos e atuações sociais com o meio ambiente são facilitados com o uso de softwares de processamento, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Abordado por

diversos pesquisadores, o uso de SIG's auxiliam na determinação das características físicas de uma bacia hidrográfica, como a área, fator de forma e densidade de drenagem [9].

O SPRING é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais, com o objetivo de construir um sistema de informações geográficas para aplicações em Gestão Geográfica, Florestas e Planejamento Urbano e Regional [10-11].

O presente trabalho teve como objetivo a análise morfométrica da sub-bacia do Rio Espinharas – PB.

2 Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área da sub-bacia do Rio Espinharas, situada ao norte do estado da Paraíba, está circunscrita no retângulo limitado pelos paralelos $-7^{\circ} 31' 12.35''$ e $-6^{\circ} 37' 48.11''$, e pelos meridianos $-37^{\circ} 38' 15.24''$ e $-36^{\circ} 34' 43.62''$. A sub-bacia está inserida na bacia hidrográfica Piranhas-Açu, situada na região do semi-árido nordestino, com regime pluviométrico irregular e precipitações, geralmente, inferiores a 900 mm. O bioma presente é a caatinga.

O Rio Espinharas é formado pela confluência do Rio da Cruz com o Rio da Farinha, que nascem nos municípios de Imaculada e Salgadinho, respectivamente, ambos no Estado da Paraíba.

2.2 Processamento de Dados

Foram realizados os downloads de arquivos *Shapefiles* disponíveis no Geoportal AESA-PB sendo estes extraídos para uma pasta e importadas para o *software* livre SPRING 5.4, onde foi criado o Banco de Dados “Espinharas” constando o limite da sub-bacia e sua drenagem. Também foram utilizadas imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 30m x 30m, no formato *Geotiff*, disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), referentes à altitude. Após o processamento das imagens, foram criadas classes de hipsometria e o Modelo Digital de Elevação referente à declividade, o qual serviu como base para a criação das classes de declividade e geração de isolinhas.

2.3 Caracterização Morfométrica da Sub-bacia

2.3.1 Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade (K_c) foi calculado através da metodologia de [12], esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independente de

seu tamanho. O coeficiente de compacidade (K_c) mostra a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia.

Quanto mais o K_c de uma bacia estiver próximo da unidade, maior será sua suscetibilidade a enchentes. O K_c foi determinado baseado na Equação:

$$K_c = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde: P = Perímetro da bacia (m) e A = Área de drenagem (m²)

2.3.2 Fator de Forma

O Fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. O cálculo foi realizado de acordo a metodologia de [12] e, segundo esses autores, uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. O fator de forma (F) foi determinado, utilizando-se a Equação:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Onde: A = Área da drenagem (m²) e L = Comprimento do eixo da bacia (m)

2.3.3 Índice de Circularidade

O índice de circularidade (I_c) tende a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui ao passo que, a forma se torna alongada, assim como no Coeficiente de Compacidade. Para calcular o I_c , utilizou-se a Equação:

$$I_c = \frac{12,57 * A}{P^2}$$

Onde: A = área da drenagem (m²) e P = perímetro (m)

2.3.4 Ordem dos Cursos d'água

A ordem dos cursos d'água foi determinada de acordo com a metodologia de [13], na qual os canais sem tributários são classificados como canais de primeira ordem. Os canais de segunda ordem, por sua vez, são originados a partir da junção de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem (Figura 1).

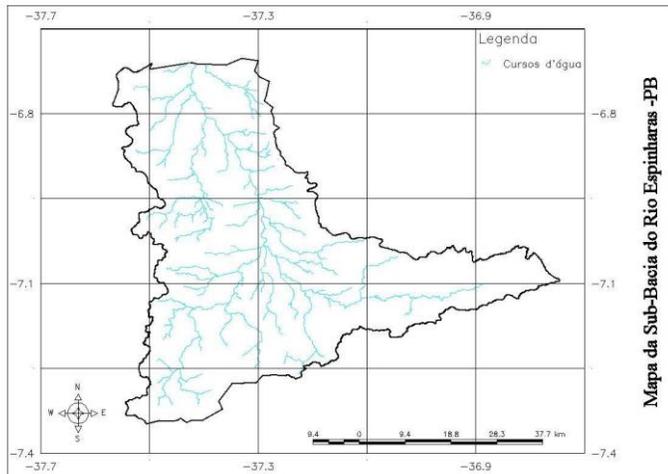


Figura 1 - Rede de Drenagem da Sub-bacia do Rio Espinharas.

2.3.5 Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem (D) corresponde à relação entre o comprimento total dos cursos d'água (L) e a área de drenagem (A). Uma densidade de drenagem abaixo de 5 km/km² é considerada baixa; entre 5 e 13 km/km² é média; e acima de 13 km/km² é alta. A densidade de drenagem foi calculada através da Equação:

$$D = \frac{L}{A}$$

2.3.6 Densidade da Rede de Drenagem

A densidade da rede de drenagem (Dr) é relação entre o número de cursos d'água (N) e a área da bacia (A), e foi calculada através da Equação:

$$Dr = \frac{N}{A}$$

2.4 Caracterização geográfica

As distribuições de declividade e de hipsometria da área da sub-bacia foram analisadas através de imagens SRTM, processadas no SPRING e separadas em classes correspondentes a cada intervalo.

3 Resultados e discussões

A caracterização da sub-bacia do Rio Espinharas está apresentada no Tabela 1. A área calculada para a sub-bacia foi de 2942,0338m² e o perímetro calculado foi de 375677,3816m.

Tabela 1 - Características morfométricas da sub-bacia do Rio Espinharas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		RESULTADOS
Área da sub-bacia (km ²)		2942,0338
Perímetro (km)		375677,3816
Coefficiente de compacidade		1,94
Fator de forma		0,68
Índice de circularidade		0,26
Ordem da sub-bacia		3
Densidade de drenagem (km/km ²)		0,3317
Densidade da rede drenagem (rios/km ²)		0,000585

O Coeficiente de Compacidade da sub-bacia está bem acima de 1,50, mostrando que a mesma não possui tendência a enchentes, tal fato é reforçado pelo seu Índice de Circularidade, que possui o valor de 0,26; sendo uma sub-bacia alongada, onde inferem menor concentração de deflúvio e menor risco de enchente, [12] confirmam isso, ao afirmar que as bacias alongadas têm baixa acumulação do deflúvio e apresentam baixo risco de enchente nas condições normais de precipitação. Por outro lado, o Fator de Forma, diferente do que era esperado, ficou entre 0,50 e 0,75, mostrando uma tendência mediana a enchentes.

Na Figura 2 observa-se a distribuição da declividade de acordo com a área da sub-bacia:

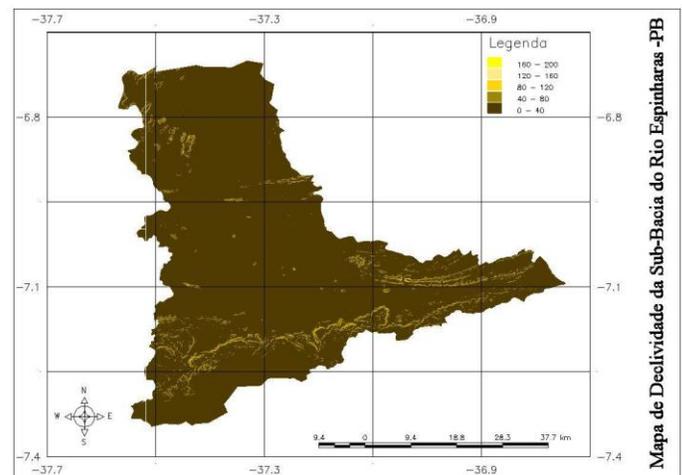


Figura 2 - Classes de declividade da sub-bacia do Rio Espinharas.

Já na Tabela 2 é possível observar as áreas, em km, de cada classe e suas respectivas percentagens.

Tabela 2 - Classes de declividade: extensão e percentagem

CLASSES DE DECLIVIDADE	ÁREA (Km)	%
0 - 40	2777,60	95,19343
40 - 80	136,27	4,670179
80 - 120	3,78	0,129704
120 - 160	0,18	0,006095
160 - 200	0,02	0,00059
TOTAL	2917,85	100

Na Figura 3 é possível observar a distribuição das altitudes de acordo com a área da sub-bacia.

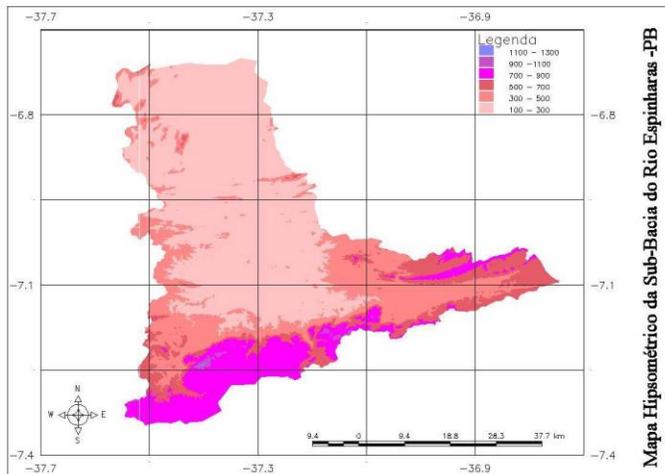


Figura 3 - Classes hipsométricas da sub-bacia do Rio Espinharas.

Já a Tabela 3 apresenta as áreas em km de cada classe e suas respectivas percentagens.

Tabela 3 - Classes Hipsométricas: extensão e percentagem

CLASSES HIPOMÉTRICAS	ÁREA (Km)	%
100 - 300	1544,6426	52,71003
300 - 500	652,08247	22,25194
500 - 700	337,837601	11,52851
700 - 900	383,408066	13,08358
900 - 1100	11,96943	0,40845
TOTAL	-	100

O semiárido brasileiro possui características intrinsecamente relacionadas com a vegetação, o clima e o solo. De acordo com [14] a área onde a sub-bacia do Rio Espinharas está inserida a vegetação predominante é a Caatinga arbustiva arbórea aberta, que é constituída por uma vegetação rala com alguns indivíduos arbóreos e a presença de vegetação herbácea e cactácea, com alto grau de antropismo nas áreas de relevo plano.

O estudo ainda revela que a diminuição da vegetação tem provocado uma exposição direta do solo à ação da erosão, o que impossibilita a recuperação da vegetação nesta área e, consequentemente, interferindo na dinâmica da água na sub-bacia, tornando-se necessária a implementação de ações de conservação em médio e curto prazo para minimizar os possíveis problemas que possam decorrer do cenário avaliado.

A cobertura do solo é uma das práticas mais recomendadas para a região do semi-árido, favorecendo a infiltração, que proporciona um melhor aproveitamento da água da chuva e redução da perda de água por escoamento superficial [15-16].

4 Conclusões

A metodologia aplicada na delimitação da bacia, com auxílio do SIG SPRING e dados proveniente do SRTM, demonstrou-se adequada e vantajosa quanto ao custo e aos benefícios, estabelecendo ainda uma padronização do traçado e posterior minimização de conflitos da unidade de gestão dos recursos ambientais.

Através da análise dos valores adquiridos nos cálculos realizados, é possível concluir que a sub-bacia do Rio Espinharas não possui tendência a enchentes no período chuvoso. No entanto, é sempre recomendado manter atenção a situação em que a mesma se encontra, realizando práticas que visem a conservação de seus recursos, que sofrem influência antrópica na alteração dos seus processos naturais, que pode desencadear enchentes, no período chuvoso, ou secas, no período de estiagem.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE RIO ESPINHAS SUB-BASIN IN THE STATE OF PARAIBA-PB

ABSTRACT: This paper aimed to perform the morphometric analysis of the Rio Espinharas sub-basin, located in Paraíba State. For this, the Digital Elevation Models (DEM) related to the slope and hypsometry were generated. The calculated drainage area was 2942.0338 km² with a perimeter of 375677, 3816 km and compactness coefficient (Kc) 1.94. The form factor (F) was

calculated at 0.68, with the circularity index (CI) of 0.26, being classified as 3rd order sub-basin with drainage density 0.3317 km / km² and net density. drainage 0.000585 rivers / km². In the results it was observed that the compactness coefficient (above 1.50) associated with the circularity index (0.26) indicates that the sub-basin does not tend to be circular, having a longer shape than under normal conditions. precipitation is unlikely to be flooded, although the form factor (0.68) is higher than expected. Thus, it was concluded that the Rio Espinharas sub-basin is not prone to flooding, however, the use of conservation practices is always recommended.

Keywords: Morphometry. Drainage. Runoff. Basin Management.

Referências

- [1] VASCO, A. N. et al.. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011. Disponível em: <doi:10.4136/ambi-agua.178>. Acesso em novembro de 2019.
- [2] SILVA, G. C. et al.. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Riacho Rangel – Piauí, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 244, 2018. Disponível em: <10.18677/EnciBio_2018B22>. Acesso em novembro de 2019.
- [3] TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *REVISTA UNIARA*, n.20, 2007.
- [4] TUCCI, C.E.M.. Controle de Enchentes, in: Tucci, C. (org). *Hidrologia ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH cap 16, p621-658.: 952p. 1993.
- [5] FAUSTINO, J. Planificación y gestión de manejo de cuencas. Turrialba: CATIE. 90p. 1996.
- [6] MARTINS, F.B. et al. Zoneamento Ambiental da sub – bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS). *Estudo de caso*. *Cerne*, Lavras, v.11, n.3, p.315-322, Jul./Set. 2005.
- [7] PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA. PERH-PB: Plano estadual de recursos hídricos: Resumo executivo & atlas/Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, Brasília: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006. 112p.
- [8] ARAÚJO, J. C.; Guntner, A.; Bronstet, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. *Hydrological Sciences Journal*, v.51, p.157-170, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1623/hysj.51.1.157>. Acesso em novembro de 2019.
- [9] DUARTE, C.C.; GALVÍNIO, J.D.; CORRÊA, A.C.B.; ARAÚJO, M.S.B. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio Tapacurá – PE. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v.24, n.2, Mai/Ago. 2007.
- [10] CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Garrido J Computers&Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun. 1996.
- [11] SPRING. *Manual do Spring*. 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>. Acesso em julho de 2019.
- [12] VILLELA, S.M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 245p. 1975.
- [13] STRAHLER, A.N. *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. New Haven: Transactions: American Geophysical Union. v.38. p. 913-920. 1957.
- [14] SILVA, R. M. P.; LIMA, J. L.; MENDONÇA, I. F. C.. Alteração da cobertura vegetal na Sub-Bacia do Rio Espinharas de 2000 a 2010. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.18, n.2, p.202–209, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000200011>. Acesso em novembro de 2019.
- [15] BORGES, T. K. S. et al.. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.38, n.6, Nov./Dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000600021>. Acesso em novembro de 2019.
- [16] SILVA, M. A. et al.. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. *Ciência Florestal*. Santa Maria, v. 21, n.4, Out./Dez. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/198050984520>. Acesso em novembro de 2019.