

## ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO RIACHO DO ANGELIM, SÃO LUÍS – MA

Ricardo Gonçalves Santana <sup>(a)</sup>, Quesia Duarte Silva <sup>(b)</sup>, Danyella Vale Barros França <sup>(c)</sup>,  
Estevania Cruz Teixeira <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Graduando em Geografia Bacharelado/Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão  
ricardogsantana19@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Professora Doutora do Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão  
quesiaduartesilva@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Graduada em Geografia Licenciatura e Bacharelado/Bolsista Técnica nível II/Universidade Estadual do Maranhão  
danyellabarrs-geo@hotmail.com

<sup>(d)</sup> Graduanda em Geografia Licenciatura/ Bolsista de Iniciação Científica/Universidade Estadual do Maranhão  
estevaniacruz@gmail.com

### EIXO: BACIAS HIDROGRÁFICAS E RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO

#### Resumo

A análise morfométrica de bacias hidrográficas é a análise quantitativa da configuração dos elementos do modelado superficial que geram sua expressão e configuração espacial. Estes parâmetros podem auxiliar na compreensão dos fenômenos ocorrentes nas bacias hidrográficas a partir de suas características físicas. Partindo deste pressuposto, este trabalho buscou analisar os aspectos morfométricos do Riacho do Angelim, afim de detectar a sujeição deste aos fenômenos de enchente e inundação. Para isso foram definidos quatro parâmetros morfométricos: densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Is), índice de circularidade (Ic) e fator de forma (Kf). Os parâmetros morfométricos foram analisados de forma conjunta, permitindo a identificação de uma unidade hidrológica com maior sujeição aos fenômenos supracitados.

**Palavras-chave:** Parâmetros Morfométricos, Enchentes e Inundações, Riacho do Angelim.

#### 1. Introdução

A análise morfométrica de bacias hidrográficas é a análise quantitativa da configuração dos elementos do modelado superficial que geram sua expressão e configuração espacial: o conjunto das vertentes e canais que compõem o relevo, sendo os valores medidos correspondentes aos atributos desses elementos (CHRISTOFOLETTI, 1999). As características físicas e bióticas de uma bacia hidrográfica desempenham papel de fundamental importância nos processos do ciclo hidrológico, exercendo influência na infiltração, no deflúvio, na evapotranspiração e nos escoamentos superficial e subsuperficial. Com a caracterização morfométrica objetiva-se obter índices quantitativos, os quais auxiliam os estudos hidrológicos de uma bacia hidrográfica. Esses parâmetros quantitativos auxiliam na identificação e esclarecimento de várias questões, como por exemplo, áreas sujeitas aos fenômenos de enchentes e inundações. As enchentes são



definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar, já a inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. (TOMINAGA, *et al.* 2011).

Para Guerra (2011) a bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A bacia hidrográfica apresenta elementos que são fundamentais para entender seu comportamento hidrológico. Esses elementos são: a área de drenagem, a forma, o sistema de drenagem e as características do relevo. Os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (Fernandes & Silva, 1994). Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos. Partindo deste pressuposto optou-se neste trabalho utilizar o termo sub-bacia para a compartimentação morfométrica do Riacho do Angelim.

Devido a visitas técnicas a área de estudo e matérias veiculadas nos noticiários locais, sabe-se que no Riacho do Angelim ocorrem anualmente os eventos de enchentes e inundações e que os mesmos tem acarretado diversos problemas para a população local. Entende-se até o momento que o uso inadequado do solo tem sido o fator deflagrador desses eventos, porém precisa-se entender se o referido riacho apresenta atributos físicos favoráveis à ocorrência desses fenômenos. Neste sentido objetivou-se neste trabalho caracterizar morfometricamente o Riacho do Angelim afim de entender a relação existente entre as características físicas e os fenômenos de enchentes e inundações ocorrentes na área.

## 2. Materias e Métodos

Para isto, adotou-se os procedimentos técnicos-operacionais da pesquisa quantitativa alicerçado em Mynaio (2000) e para o alcance dos objetivos foram executados os seguintes procedimentos: levantamento cartográfico e bibliográfico, organização do ambiente de trabalho e levantamento de parâmetros morfométricos. O Riacho do Angelim foi compartimentado em 3 sub-bacias, com o fim de diagnosticar as áreas sujeitas ao eventos de enchentes e inundação. Neste trabalho utilizou-se o programa ArcGis da ESRI versão 10.2 e toda base cartográfica foi organizada através do sistema de coordenadas geográficas, utilizando-se o Datum Sirgas 2000. Foram utilizadas cartas topográficas da DSG/ME-MINTER, folhas 14,15,23 e 24 referentes a área de estudo, na escala de 1:10.000.

No programa ArcGis delimitou-se as três sub-bacias, conforme a orientação dada pelos autores estudados, sendo que as mesmas foram delimitadas a partir das curvas de nível com equidistancia de 5 em 5 metros, levando em consideração os divisores de água/pontos cotados e levando em consideração os canais principais de cada sub-bacia. Os parâmetros morfométricos considerados neste estudo em questão foram:



área (A), perímetro (P), densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Is), índice de circularidade (Ic) e fator de forma (Kf). Todos os parâmetros supracitados são fundamentais para a análise de áreas sujeitas aos fenômenos de enchente e inundação, e quando são analisados conjuntamente pode-se inferir as áreas com os problemas anteriormente citados.

### 3. Resultados e Discussão

A área objeto de estudo é o Riacho do Angelim, situado no médio curso da bacia hidrográfica do rio Anil em São Luís, na Ilha do Maranhão. Quanto aos índices analisados, Christofolletti (1980) afirma que a densidade de drenagem (Dd) foi definida inicialmente por Horton (1945) e é expressa pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia e sua área total. Em relação a este parâmetro, quanto maior ele for, menor é a capacidade de infiltrar água; valores baixos indicam que a região é mais favorável à infiltração, contribuindo com o lençol freático.

Neste trabalho, adotou-se a proposta de Silva (2012), que elaborou uma classificação regional para a Ilha do Maranhão, levando em consideração todas as bacias hidrográficas desta. Silva (2012) realizou análise estatística dos dados de Dd para a área, e as classes identificadas foram: de 0,59 a 0,98- muito baixa; de 0,99 a 1,36- baixa; de 1,37 a 1,75- média; de 1,76 a 2,14 - alta; e de 2,15 a 2,53 - muito alta densidade de drenagem. Considera-se que quanto maior a densidade de drenagem, mais rapidamente a água do escoamento superficial originado pela chuva chegará à saída da bacia gerando altos picos de vazão o que favorece os fenômenos de enchente e inundação. O índice de sinuosidade (Is) trata da relação entre o comprimento verdadeiro do canal com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal (SCHUM, 1963 apud LANA et al, 2001). Segundo Dury (1969), citado por Christofolletti (1980), os canais que possuem Is igual ou superior a 1,5 (adimensional) são considerados meandranes e os canais com Is menor que 1,5 são classificados como retos.

A sinuosidade é uma característica que controla a velocidade dos rios, logo, quanto mais retilíneo for o canal, maior é a probabilidade para a ocorrência de enchentes e inundações, uma vez que nestes canais ocorrerá maior velocidade do escoamento das águas. O índice de circularidade (Ic) foi proposto inicialmente por Muller (1953) e Schumm (1956), citados por Antoneli e Thomaz (2007). Segundo a literatura especializada, quanto mais próximo o resultado for de 1, mais circular será a bacia de drenagem e conseqüentemente, a bacia será mais suscetível às enchentes. Neste trabalho, baseado em Silva (2012), utilizou-se as seguintes classes quanto a este parâmetro: 0,36 a 0,50- alongada, 0,51 a 0,75- intermediária e de 0,76 a 1,00- circular. O fator de forma (Kf) é expresso pela relação entre a área total da bacia e seu



comprimento ao quadrado. Silva (2012) propõe para a Ilha do Maranhão as seguintes classes: de 0,02 a 0,50 – alongada; de 0,51 a 0,75 – intermediária; e 0,76 a 1,00 - forma circular.

Conforme Villela e Mattos (1975), uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a sofrer os fenômenos de enchente e inundação do que outra do mesmo tamanho com fator de forma alto. Os parâmetros morfométricos encontrados estão apresentados no Quadro I com as cores verde, amarela e vermelha, conforme a sujeição aos fenômenos supracitados.

A sub-bacia 1 e 3 apresentam-se segundo o índice de circularidade e fator de forma alongadas, o que as torna pouco suscetíveis a ocorrência de enchentes e inundações, pois as bacias com formas circulares são naturalmente tendenciosas a ocorrência desses eventos. Apresentam muito alta densidade de drenagem, que proporciona a ocorrência dos eventos devido a saturação do terreno. Uma área bem drenada tem uma saturação do terreno com maior rapidez do que uma área com características opostas. Além disso, as referidas sub-bacias tem canais retos o que acelera o escoamento superficial que associado ao parâmetro anterior corrobora para a ocorrência dos eventos estudados.

Em condições semelhantes a sub-bacia 2 apresenta forma alongada para o índice de circularidade e forma intermediária para o fator de forma, muito alta densidade de drenagem e canais retos. O que muda nessa sub-bacia é que o fator de forma torna-se um agravante associado a densidade de drenagem e a retilinearidade dos canais, pois se o Kf é intermediário, a sub-bacia tem relativas propensões para a ocorrência dos fenômenos aqui discutidos.

A partir dos dados levantados e da análise morfométrica pode-se inferir que a sub-bacia 2 é mais sujeita aos fenômenos estudados (Figura 1).

Quadro I – Parâmetros morfométricos e resultados obtidos na análise das unidades hidrológicas do Riacho do Angelim

Parâmetros morfométricos										
Sub-bacia	A (Km <sup>2</sup> )	P (Km)	Lt (Km <sup>2</sup> )	Lv (Km <sup>2</sup> )	Lr (Km)	L (Km)	Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	Is (adimensional)	Ic (adimensional)	Kf (adimensional)
1	1,91	5,82	4,81	1,9	1,67	2,08	<b>2,51</b>	<b>1,18</b>	<b>0,05</b>	<b>0,44</b>
2	1,96	5,82	7,16	2	1,69	1,96	<b>3,65</b>	<b>1,25</b>	<b>0,05</b>	<b>0,51</b>
3	0,17	1,63	1,11	0,5	0,49	0,64	<b>6,52</b>	<b>1,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,42</b>

Siglas: A=área, P=Perímetro, Lt= Comprimento total dos canais, Lv=Comprimento Verdadeiro dos canais, Lr=Comprimento em linha reta dos canais, L=Comprimento da bacia, Dd=Densidade de drenagem, Is=Índice de sinuosidade, Ic=Índice de circularidade, Kf=Fator de forma.

Alta sujeição     Média sujeição     Baixa sujeição

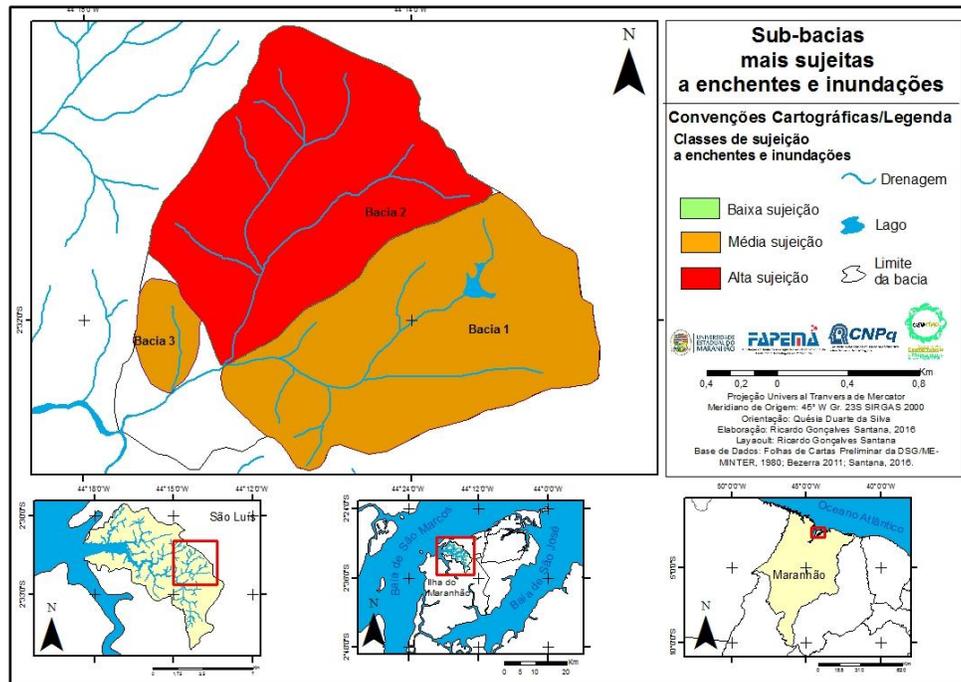


Figura 1 – Mapa de Sub-bacias mais sujeitas a enchentes e inundações

#### 4. Conclusão

Analisando todos os parâmetros conjuntamente entende-se que a sub-bacia 2 apresenta maior sujeição aos fenômenos estudados, por ser uma sub-bacia de forma intermediária com área bem drenada e canais retos, possuindo solo mais encharcado e características que facilitam o escoamento superficial com maior velocidade. Porém pode-se inferir que as sub-bacias 1 e 3 possuem uma variação de média sujeição, pois ambas apresentam canais retos, facilitando o escoamento superficial, são áreas muito drenadas, o que por sua vez também facilita a ocorrência de inundações devido ao encharcamento do solo. Apesar de apresentarem formas alongadas (o que não propicia a ocorrência dos fenômenos) infere-se que o uso e cobertura do solo tem sido um forte colaborador na deflagração desses fenômenos na área de estudo.

Entende-se também que os atributos físicos de forma geral do Riacho do Angelim o tornam suscetível aos eventos de enchente e inundação, porém o uso inadequado do solo tem contribuição mais significativa na ocorrência dos mesmos.

#### Referências Bibliográficas

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista – Guamiranga-PR.

Caminhos de Geografia. Uberlândia v. 8, n. 21 Jun/2007 p. 46 – 58. Disponível em:

<<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

CALIJURI, M.C.; BUBEL, A.P.M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.) **As florestas plantadas e a água**. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Ed. RiMA, 2006. 226p.



CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Rev. Geomorfol**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

SILVA, Q. D. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão/ Tese de Doutorado. Presidente Prudente- Universidade Estadual de São Paulo, 2012.