



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

QUANTIFICAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA, SÃO LUÍS – MA

Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro^(a), Elison André Leal Pinheiro^(b), Antonio Carlos Leal de Castro^(c), Arkley Marques Bandeira^(d) e Leonardo Silva Soares^(e)

^(a) Graduanda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Maranhão, Email: denyserayanna07@outlook.com.br

^(b) Mestrando em em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Email: andrew_lealk@hotmail.com

^(c) Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: alec@ufma.br

^(d) Professor do Programa de pós graduação interdisciplinar em cultura e sociedade, Universidade Federal do Maranhão, Email: arkleymbandeira@gmail.com.br

^(e) Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Email: leonardoufma@yahoo.com.br

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

O estudo objetiva indicar, por meio dos índices morfométricos, caracterizar a forma, relevo e hidrografia das sub-bacias hidrográficas (SBHs) do rio Bacanga. Para tanto foram utilizados parâmetros morfométricos descritos na literatura. As SBHs estudadas podem ser classificadas como de pequena dimensão, para o planejamento ambiental a característica é positiva, otimiza o manejo e o reflexo das ações ambientais em um pouco tempo. As SBHs estudadas podem ser classificadas como de pequena dimensão, para o planejamento ambiental esta característica é positiva, pois facilita o manejo e o reflexo das ações ambientais em um curto espaço de tempo. Os resultados dos parâmetros morfométricos indicam que as SBHs analisadas não são propensas a inundações, sobretudo as mais alongadas. Cabe salientar que o uso da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento da paisagem configura-se como uma estratégia para gerar bases para o planejamento territorial.

Palavras chave: morfometria, geoprocessamento, drenagem, relevo, planejamento territorial

1. Introdução

A Bacia hidrográfica (BH) é uma unidade hidrológica complexa, possui uma área definida topograficamente, geralmente drenada por um curso de água ou abastecida por um



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

sistema interligado de cursos de água, estes efluentes devem descarregar através de uma única saída secção de referência da bacia (GUIMARÃES, 2012).

Para se entender o desvairamento de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância salientar quantitativamente as manifestações de forma, de processos e de suas inter-relações (LIMA, 2008). Para Schiavetti e Camargo (2002) a bacia hidrográfica representa o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, julgam a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso e dos fluxos de sedimentos, além de seus nutrientes.

Entretanto, nas bacias hidrográficas da cidade de São Luís, as atividades antrópicas são praticadas sem o devido planejamento e os recursos naturais estão sendo explorados e degradados. A expansão urbana expande-se de forma desordenada, potencializam a supressão das áreas verdes, os processos erosivos, a deterioração da qualidade da água e a ampliação das áreas de risco. Tal cenário, reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, especialmente aquelas de menor poder aquisitivo e que vivem de subsistência dos recursos naturais.

Para Soares (2010), as bacias hidrográficas localizadas na Ilha do Maranhão estão inseridas neste cenário, onde historicamente observa-se rápido crescimento demográfico, acompanhado de uma multiplicidade de atividades humanas que exploram e consomem os recursos naturais e, simultaneamente, produzem diversas quantidades de resíduos, poluentes e interferências no ambiente natural.

Desta forma, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar por meio das características morfométricas as características de relevo, hidrológicas e de área das sub-bacias hidrográficas do Bacanga, São Luís – MA.

2. A bacia hidrográfica do rio Bacanga

A bacia do rio Bacanga, com uma superfície da ordem de 11.030,00 ha, ocupa a porção Noroeste da Ilha do Maranhão, fazendo parte do município de São Luís com localização definida pelas coordenadas 2°32'26" e 2°38'07" S e 44°16'00" e 44°19'16" W. A bacia do



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Bacanga correspondente a 12,33% do território do município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d'água principal com 19 km de extensão. É composta por 10 (dez) sub-bacias hidrográficas, onde se encontram aproximadamente 64.000 domicílios, o que corresponde a uma estimativa populacional de aproximadamente 256.000 habitantes, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e invasões (Figura 1).

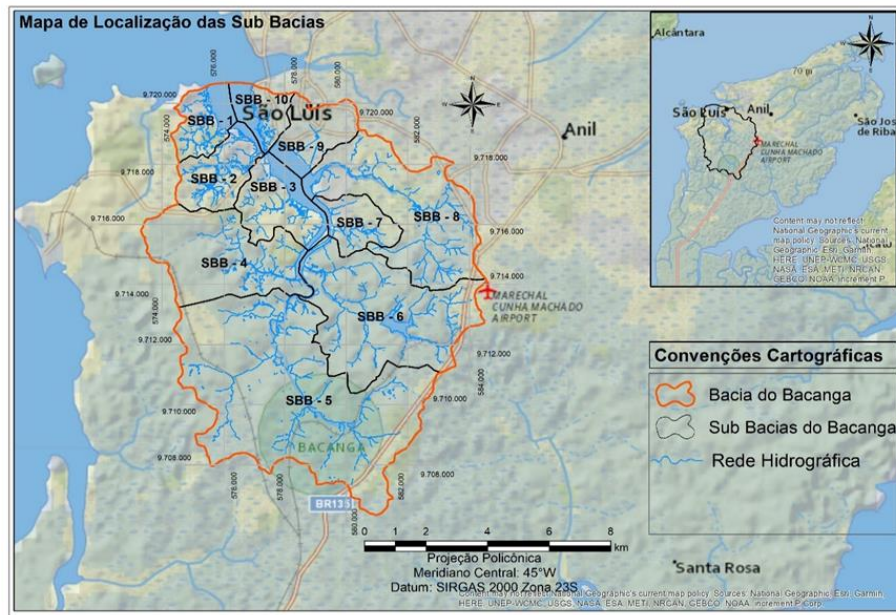


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Bacanga.

3. Material e métodos

As etapas da pesquisa necessárias para caracterização morfométrica das sub-bacias hidrográficas do rio Bacanga seguiram as recomendações de Soares et al. (2016), conforme procedimentos apresentados a seguir:

Primeira etapa: iniciou-se com a aquisição dos dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foram utilizados para a elaboração dos mapas temáticos baseados nas seguintes fontes:



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- Plano de Informação (PI) contendo a malha viária dos municípios brasileiros, em formato shapefile, referente ao ano 2010 (IBGE, 2010);
- Dados do projeto Topodata que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE): folhas 02s45 e 03s45 (INPE, 2008);
- Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000 da Bacia Hidrográfica do Bacanga (DSG-SUDENE, 1980);
- Imagem do satélite Landsat - 5 Thematic Mapper (15 de agosto de 2010), com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2015);
- Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING/INPE, versão 5.0.

Segunda etapa: Executada no Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING/INPE, versão 5.0, consistiu na criação e modelagem do banco de dados, ou seja, na definição de categorias (tipos de dados). Em seguida, foram definidos os limites da área de estudo, a projeção cartográfica e demais parâmetros cartográficos. Optou-se pela utilização da projeção Universal Transversa de Mercator, modelos da Terra em DATUM – SAD 69, hemisfério sul. Todas as informações cartográficas foram preparadas em ambiente de geoprocessamento, com geração de um banco de dados digital no SIG Quantum GIS Desktop XX, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S e Datum SIGAS 2000, com implementação de produtos de sensoriamento remoto e mapas temáticos produzidos.

Terceira etapa: Elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir das curvas de nível com resolução espacial de 10 metros, utilizando-se a ferramenta Topo to Raster do programa ArcGIS 9.2TM (ESRI, 2006), que emprega método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos. Com base nessas informações foram estabelecidos os limites das SBHs foram delimitados pela análise dos topos das curvas de nível. Obtiveram-se, ainda, resultados de altitude, declividade e rede de drenagem, que se constituíram como informações de base para a caracterização morfométrica das SBHs da bacia do Bacanga.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quarta etapa: Com base das informações da rede de drenagem, área, perímetro e hipsometria das sub-bacias, foram calculados os seguintes índices morfométricos: Relação de relevo, Razão de Relevo Relativo, Índice de rugosidade, Coeficiente de compacidade, Fator de forma, Índice de circularidade, Densidade de Drenagem, Densidade hidrográfica, Razão de Textura, Índice de sinuosidade, Coeficiente de manutenção, Gradiente de canais e Razão de alongamento. Para tanto, foram utilizadas publicações clássicas e reconhecidas internacionalmente, como as de Horton (1945), Smith (1950), Muller (1953), Schumm (1956), Strahler (1957) e Christofolletti (1980).

4. Resultados e discussão

As características físicas e morfométricas identificadas para as dez SBHs do Bacanga na escala 1:5.000 estão apresentadas na Tabela 1. Com relação a área de drenagem e perímetro, os menores e maiores valores mensurados foram respectivamente para a SBH-10 (2,92 km² e 7,58 km) e SBH-5 (34,86 km² e 34,49 km).

A análise da hidrografia, com base na classificação proposta por Christofolletti (1980), permitiu reconhecer que nove das dez das SBHs do Bacanga possuem disposição dendrítica. A única exceção ocorreu na SBH-9, que se enquadra com padrão de retilíneo, ressalta-se que este padrão não é natural da SBH-9, e sim, resultado da artificialização da drenagem da SBH (Figura 2). A rede hidrográfica das dez SBHs totalizou 440 cursos d'água, dos quais 44% são de primeira ordem, 29% de segunda ordem, 12% de terceira ordem, 7% de quarta ordem e 4% de quinta ordem. Na área de estudo, as SBHs-2 e 6 foram as únicas classificadas como de quinta ordem, as SBHs 1, 3 e 8 são de 4º ordem, as SBHs 4, 5 e 10 são de 3º ordem e as SBHs 7 e 9 são de 2º ordem.

Com relação ao relevo, as maiores cotas altimétricas variaram entre 25,55 m na SBH-1 até 59,25 na SBH-6. Quanto as altitudes mínimas, as cotas variaram entre 0 - 1,29 m, os baixos valores justificam-se devido a construção da barragem do Bacanga, intervenção que controla a influência do nível do mar na bacia e faz com que ocorram áreas baixas em seus territórios. Destaca-se que estas zonas estão mais propensas a inundações e alagamentos, esta



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

possibilidade, indica a necessidade de priorização de ações que controlem o uso e a ocupação das SBHs. A figura 3 ilustra o Modelo Digital de Elevação da bacia do Bacanga.

Como afirma Tonello et al. (2006), sistemas de drenagem que apresentam ordenamento inferior ou igual a quatro são relativamente comuns em pequenas bacias hidrográficas e os efeitos do uso da terra são refletidos diretamente sobre sua qualidade ambiental. O relevo torna-se de fundamental importância nas ações de planejamento e gestão na preservação futura das SBHs. Foi constatado que o relevo predominante é classificado nas tipologias plana e suavemente ondulada.

Compreender sobre os agentes de gradientes de declividade em determinada bacia hidrográfica é fundamental no processo de planejamento ambiental, pois tende a auxiliar o entendimento da interação entre os eventos de precipitação e o deflúvio (precisão de enchentes), a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e do potencial erosivo das SBHs (SOARES et al., 2016). Os índices morfométricos relação de relevo (Rr) e a razão de relevo relativo (Rrl) apresentaram baixos valores e poucas variações entre as SBHs investigadas. Os valores da Rr variaram de 0,003 na SBH-5 até 0,119 na SBH-10. Para Rrl a variação revelou amplitudes entre 0,0015 na SBH-5 até 0,0042 na SBH-7. As características observadas indicam que as SBHs possuem baixa relação entre seus componentes horizontais e verticais topográficos.

O índice de rugosidade (Ir), apresentou coeficientes baixos, com variações entre 0,001 (SBH-7) até 0,104 (SBH-2), os resultados são reflexo da baixa amplitude altimétrica, indicando que ocorrem vertentes de baixa declividade e de pouca extensão.

Em relação ao coeficiente de compacidade (Kc), foram constatados resultados variando entre 1,25 (SBH-10) até 1,68 (SBH-8). Os valores mais afastados da unidade (1) ocorreram nas SBHs 5, 6 e 8 e indicam que estas são menos propensas a eventos de enchentes, considerando condições normais de precipitações. As demais também apresentam baixo risco às enchentes, com Kc variando entre 1,25 na SBH-10 até 1,29 nas SBHs 2 e 7 (Tabela 3). As SBHs do Bacanga apresentam valores do Fator de Forma (Kf) variando entre 0,32 (SBH-8) até 0,79



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(SBH-3), com amplitude de 0,47. Do conjunto em análise, considerando o Kf, a SBH-3 e SBH-8 apresentam a menor e maior probabilidade de ocorrência de enchentes, respectivamente. As demais SBHs apresentam tendência mediana para ocorrência destes eventos hidrológicos.

Quanto ao índice de circularidade (I_c), valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o processo de escoamento (SCHUMM, 1956). Essa tendência foi observada para as SBHs 4, 5, 6 e 8, enquanto que as SBHs 1, 2, 9 e 10 apresentam disposição mais circular. De acordo com a proposta de Strahler (1957), que utiliza a razão de alongamento (R_e), foi observado que as SBHs 3 e 10 podem ser classificadas como circulares, as SBHs 5, 7 e 9, como ovais, e as demais, com tendência alongada.

Para a Densidade de drenagem (D_d) a variação encontrada foi de 0,03 km/km² (SBH-7) até 2,62 km/km² (SBH-2). No conjunto, os valores mais baixos ocorreram nas SBHs 4, 6, 7 e 8 indicam que estas sub-bacias apresentam menor capacidade de drenagem. Para Densidade hidrográficas (D_h) os resultados variaram entre 1,02 canais/km² na SBH-10 até 5,57 canais/km² na SBH-2. A Razão de Textura busca expressar o espaçamento entre os canais de drenagem. Considerando o enquadramento proposto por Smith (1950), as dez SBHs foram enquadradas como tipologia média, com padrão de relevo pouco dissecado pelo sistema de drenagem. Os resultados para o índice variaram entre 0,396 rios/km (SBH-10) até 3,566 rios/km (SBH-5).

Em relação ao índice de sinuosidade (I_s), a SBH-9 apresentou padrão retilíneo, as SBHs 1, 2, 6, 7 e 8 foram classificadas com características transicionais e as SBHs 3, 4, 5 e 10 como sinuosas. Quanto ao coeficiente de manutenção (C_m), as SBHs necessitam de área mínima e máxima para a manutenção de um metro do canal de escoamento são, respectivamente, a SBH-2 (381,7) e a SBH-7 (5229,8). As SBHs-3, 7 e 10 foram as que apresentaram maior gradiente de canais, com valores de 0,012, 0,015 e 0,015, respectivamente. Nas demais SBHs, as variações foram de 0,007 (SBH-5) até 0,01 (SBH-9).



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela I. Características morfométricas das sub-bacias hidrográficas do baixo curso do rio Bacanga.

| Características | Unid. | SBH-1 | SBH-2 | SBH-3 | SBH-4 | SBH-5 | SBH-6 | SBH-7 | SBH-8 | SBH-9 | SBH-10 |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Área total | Km ² | 3,71 | 5,02 | 5,81 | 12,13 | 34,86 | 17,90 | 3,58 | 15,25 | 4,59 | 2,92 |
| Perímetro | Km | 8,77 | 10,28 | 11,22 | 17,76 | 34,49 | 23,49 | 8,72 | 23,32 | 9,79 | 7,58 |
| Comprimento total dos cursos d'água | Km | 7,79 | 13,15 | 9,61 | 2,28 | 59,33 | 3,42 | 0,097 | 3,11 | 8,56 | 3,79 |
| Número de cursos d'água | Unid | 18 | 28 | 24 | 35 | 123 | 80 | 16 | 60 | 16 | 3 |
| Altitude máxima | m | 29,55 | 40,41 | 40,68 | 45,20 | 52,59 | 59,25 | 37,56 | 55,43 | 32,05 | 31,71 |
| Altitude mínima | m | 0,40 | 0,81 | 0,32 | 0,031 | 0 | 0 | 0,84 | 1,29 | 0,49 | 0,32 |
| Altitude média | m | 14,98 | 20,61 | 20,50 | 22,61 | 26,29 | 29,62 | 19,20 | 28,36 | 16,27 | 16,02 |
| Amplitude Altimétrica | Km | 0,029 | 0,039 | 0,040 | 0,045 | 0,052 | 0,059 | 0,0367 | 0,054 | 0,031 | 0,031 |
| Comprimento do eixo da bacia | km | 3,12 | 3,25 | 2,71 | 5,40 | 7,77 | 6,31 | 2,45 | 6,85 | 3,02 | 2,12 |
| Altitude máxima do canal | m | 22,49 | 22,49 | 15,95 | 9,95 | 41 | 44,2 | 8,3 | 42,58 | 3,15 | 3,32 |
| Altitude mínima do canal | m | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 |
| Distância vetorial do canal principal | Km | 2130 | 3330 | 1840 | 2920 | 5180 | 5130 | 1820 | 6045 | 2800 | 100 |
| Relação de relevo | - | 0,010 | 0,007 | 0,010 | 0,006 | 0,003 | 0,007 | 0,010 | 0,006 | 0,084 | 0,119 |
| Razão de Relevo Relativo | - | 0,003 | 0,003 | 0,0036 | 0,0025 | 0,0015 | 0,0025 | 0,0042 | 0,0023 | 0,0032 | 0,0041 |
| Índice de rugosidade | - | 0,061 | 0,104 | 0,067 | 0,008 | 0,090 | 0,011 | 0,001 | 0,011 | 0,059 | 0,041 |



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Coefficiente de compacidade | - | 1,28 | 1,29 | 1,312 | 1,43 | 1,64 | 1,56 | 1,29 | 1,68 | 1,28 | 1,251 |
| Fator de forma | - | 0,38 | 0,47 | 0,79 | 0,41 | 0,58 | 0,45 | 0,60 | 0,32 | 0,50 | 0,65 |
| Índice de circularidade | - | 0,61 | 0,60 | 0,58 | 0,48 | 0,37 | 0,41 | 0,59 | 0,35 | 0,60 | 0,64 |
| Densidade de Drenagem | (km/km ²) | 2,10 | 2,62 | 1,65 | 0,19 | 1,70 | 0,19 | 0,03 | 0,20 | 1,87 | 1,30 |
| Densidade hidrográfica | (canais/km ²) | 4,84 | 5,57 | 4,12 | 2,88 | 3,52 | 4,46 | 4,463 | 3,932 | 3,484 | 1,026 |
| Razão de Textura | (Nt/km) | 2,05 | 2,72 | 2,13 | 1,97 | 3,56 | 3,40 | 1,835 | 2,572 | 1,633 | 0,396 |
| Índice de sinuosidade | - | 1,31 | 1,60 | 2,13 | 2,58 | 3,08 | 1,69 | 1,95 | 1,48 | 0,13 | 2,64 |
| Coefficiente de manutenção | - | 476,3 | 381,7 | 604,7 | 5317,8 | 587,6 | 5229,8 | 2757,8 | 4898,2 | 536,1 | 771,3 |
| Gradiente de canais | - | 0,009 | 0,012 | 0,015 | 0,008 | 0,007 | 0,009 | 0,015 | 0,008 | 0,010 | 0,015 |
| Razão de alongamento | - | 0,39 | 0,44 | 0,57 | 0,41 | 0,48 | 0,43 | 0,49 | 0,36 | 0,45 | 0,51 |



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

5. Considerações finais

As SBHs do rio Bacanga são de pequena dimensão, com rede de drenagem onde prevalecem canais intermitentes e de primeira ordem. Faz-se necessário executar estratégias que busquem ajustar o uso e ocupação da terra com a proteção das nascentes, manutenção dos ecossistemas naturais e dos recursos hídricos.

Verificou-se que as SBHs não são propensas a inundações, sobretudo as mais alongadas. O relevo plano, associado à baixa densidade de drenagem e densidade hidrográfica indicaram tendência de resposta hidrológica lenta. Em contrapartida, o uso, ocupação desordenado e a ampliação das áreas impermeabilizadas podem torna-se susceptíveis a inundações e alagamento, sobretudo, aquelas situadas em áreas de topografia mais rebaixadas ou ainda as áreas de risco que recebem perenemente as ações antrópicas.

A baixa declividade das SBHs indicadas pelo relevo, relevo relativo e a rugosidade podem acentuar o processo de erosão laminar de suas respectivas áreas de drenagem, considerando o escoamento superficial que será mais lento em função destas características. Deve-se atentar para as atividades antrópicas para que não conduzam ao assoreamento e erosão as nascentes que predominam na rede de drenagem.

Cabe salientar que o uso da BH como unidade de gerenciamento da paisagem é mais licito a aplicação do desenvolvimento econômico e social. O relevo torna-se de vital importância nas ações de planejamento e gestão na preservação futura das SBHs.

Agradecimento

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pelo financiamento do projeto “Planejamento ambiental integrado: Subsídios para o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís-Maranhão” o qual esta produção vincula-se;

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa na modalidade PIBIC.

Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.



XVIII
SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COELHO, C. J. C. 2006. **Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na Bacia do Bacanga/Ilha do Maranhão (Ilha de São Luis) - MA.** São Luis, 125 p. Monografia (Curso Ciências Aquáticas). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão.

DSG-SUDENE. Divisão do Serviço Geográfico do Exército Nacional-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Cartas Planialtimétricas na escala 1:100.000, folhas 549 e 610.** Escala: 1:100.000. DSG/SUDENE, 1980.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 9.2.** Software. 2006.

GUIMARÃES, R. C. 2012. “**Capítulo 2 – Bacia Hidrográfica**”, in: SHAIIDIAN, S.; GUIMARÃES, C. R.; RODRIGUES, C. M. (editores), Hidrologia Agrícola. ECT, ICAAM, Universidade de Évora. Disponível em: http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7988/1/Capitulo_2_Bacia_Hidrogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 20 de abr. de 2018.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin.** v. 56, v. 3, p. 275-370, 1945.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** 2008. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/topodata>. Acesso em: 10 de nov. de 2017.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem LANDSAT TM e ETM. 2009.** Disponível em: <www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catalogo de Imagens.** 2015. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 18 de nov. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Localidades. 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_localidades.shtm>. Acesso em 10 de mar de 2018.



XVIII
SBGFA
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. 2008. 253p. Disponível em: <http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>. Acesso em: 15 de mar. de 2018.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennessee. **Dept. of Geology**, n. 3, 1953. 30 p.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, p. 17-65, 2002.

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

SMITH, K. G. Standards for grading textures of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, p. 655–668, 1950.

SOARES, L. S. **Avaliação da Aplicação do “Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas” como Subsídios para Formulação de Políticas Públicas de Conservação das Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Batatã e Maracanã, Ilha de São Luís – MA**. 2010. 216 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão. 2010.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização das bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do departamento de geografia**, v.31, p.82-100, 2016.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-20, 1957.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, v.30, p.849-857, 2006.