

Morfometria: um estudo de caso da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara, São Luís - MA

PEREIRA, K.D.¹

¹Graduanda do Curso de Geografia, UEMA
e-mail: klenia_19@hotmail.com

SILVA, Q.D.²

²Profª Ms do Departamento de História e Geografia, UEMA
e-mail: quesia@cecen.uema.br

RESUMO

O espaço natural é palco da mudança que está ocorrendo no mundo. Nesta perspectiva, os sistemas naturais têm sido transformados em sistemas urbanos, provocando danos ambientais. Considerando a lógica da produção capitalista, os problemas ambientais não atingem igualmente todo o espaço urbano, ocorrem muito mais nos espaços de ocupação das classes menos favorecidas do que os das classes mais elevadas; a distribuição social das primeiras está associada à desvalorização do espaço. A sub-bacia do rio Santa Bárbara pertencente à bacia do rio Tibiri é exemplo dessa distribuição sócio-espacial, pois é marcada pela ocupação de pessoas de baixa renda em terrenos impróprios, onde se verifica que a análise de parâmetros morfométricos, como: área, hierarquia da rede de drenagem, análise areal, linear e hipsométrica, proposto por Christofolletti (1980), são fundamentais para a gestão dos recursos naturais. Este estudo objetivou analisar a morfometria fluvial da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara em São Luís – MA, para a compreensão dos processos morfométricos e morfodinâmicos atuantes na área. A metodologia utilizada inicialmente foi o levantamento bibliográfico e cartográfico. Após esta etapa foi feita a delimitação da sub-bacia do rio Santa Bárbara. A digitalização semi-automática das cartas planialtimétricas, a elaboração da carta de drenagem, a classificação da rede de drenagem e a quantificação dos índices morfométricos da sub-bacia foram etapas que se sucederam respectivamente. Após a análise dos dados chegou-se à conclusão que a área da bacia é de 8,35 km², com perímetro de 13,44 km. A sub-bacia possui padrão de drenagem dendrítica e escoamento global exorréico. A análise da hierarquia fluvial permitiu estabelecer a magnitude da bacia em 4ª ordem. Observou-se que o rio principal possui comprimento de 4,56 km e tem o indicativo de canal retilíneo. Analisando os índices que fazem referência à forma da bacia e à potencialidade da bacia sofrer enchentes, constata-se que a sub-bacia em questão não é circular, possui uma forma irregular, ou seja, não é propensa a sofrer com enchentes. Entretanto, considerando o incremento populacional que a área vem sofrendo a partir da década de 1990, tais parâmetros devem continuar sendo monitorados, uma vez que as condições atuais quanto à possibilidade de enchentes podem ser alteradas em função do uso e ocupação das terras na área de estudo. Os índices de drenagem analisados levaram à conclusão que a área da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara é muito bem drenada, tem uma magnitude grande de rios, boa capacidade de gerar e manter os canais fluviais e se a bacia hidrográfica for alvo de projetos que objetivem a conservação das encostas, nascentes e matas ciliares e redução da erosão causada pelas moradias irregulares, poderá por muitos anos não ter problemas relacionados à drenagem.

Palavras-chave: morfometria, sub-bacia do rio Santa Bárbara, ocupação irregular.

ABSTRACT

The natural space is palco of the change that is occurring in the world. In this perspective, the natural systems have been transformed into urban systems, provoking ambient damages. Considering the logic of the capitalist production, the ambient problems do not reach the urban space equally all, occur less much more in the spaces of occupation of the favored classrooms of the one than of the classrooms highest, the social distribution of the first ones is associated with the space depreciation. The sub-basin of the river Saint pertaining Bárbara to the basin of the river Tibiri is example of this partner-space distribution, therefore in improper lands is marked by the occupation of low income people, where if it verifies that the analysis of

morfométricos parameters as: area, hierarchy of the draining net, analyzes areal, linear and hipsométrica, considered for Christofolletti (1980), they are basic for the management of the natural resources. This study it objectified to analyze the fluvial morfometria of the hidrográfica sub-basin of the river Saint Bárbara in São Luís - Me for the understanding of operating the morfométricos and morfodinâmicos processes in the area. The used methodology inicialmente was the bibliographical and cartographic survey. After this stage was made the delimitation of the sub-basin of the river Saint. The half-automatic digitalização of the planialtimétricas letters, the elaboration of the draining letter, the classification of the draining net and the quantification of the morfométricos indices of the sub-basin had been stages that if had occurred respectively. After the analysis of the data arrived it the conclusion that the area of the basin is of 8,35 km², with perimeter of 13,44 km. The sub-basin possesss standard of dendrítica draining and exorréico global draining. The analysis of the fluvial hierarchy allowed to establish the magnitude of the basin in 4^a order. It was observed that the main river possesss length of 4,56 km and has the indicative of rectilinear canal. Analyzing the indices that make reference to reference to the form of the basin and the potentiality of the basin to suffer floods, it is evidenced that the sub-basin in question is not to circulate, possesss an irregular form, or either, she is not inclined to suffer with floods. However, considering the population increment that the area comes suffering from the decade of 1990, such parameters must continue being monitored, a time that the current conditions how much to the flood possibility use function of and occupation of lands in the study area can be modified in. The analyzed indices of draining lead to the conclusion that the area of the hidrográfica sub-basin of the river Saint Bárbara very is drained, has a great magnitude of rivers well, good capacity to generate and to keep the fluvial canals and if the hidrográfica basin will be white of projects that objectify the ciliares conservation of the hillsides, springs and bushes and reduction of the erosion caused for the irregular housings, the basin will be able per many years not to have problems related to the draining.

Word-key: morfometria, sub-basin of the river Saint Bárbara, irregular occupation

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os diversos ambientes têm sido alterados de forma intensiva e constante e os efeitos dessas mudanças são sentidos de várias maneiras em todo o globo, causando preocupação.

Um dos fatores causadores dessa alteração da paisagem é o crescimento das cidades, que devido às atividades geradoras de fluxos de capital, ocasionam incremento da economia, e conseqüentemente aumento da população, que ocorre muitas vezes por causa da migração de pessoas em busca de trabalho nos centros urbanos.

Algumas áreas das cidades, por vários fatores, são consideradas “nobres”, onde o custo de moradia é alto; nas áreas consideradas periféricas o custo de moradia é baixo e não possui infra-estrutura básica para comportar casas e ruas. Estas áreas, em sua maioria, são próximas a leitos de rios, encostas, manguezais etc., ou seja, locais inapropriados para moradia, e ocupados por pessoas de baixa renda que não tiveram como arcar com os altos custos da moradia nas áreas centrais; possuem uma suscetibilidade natural a fenômenos ambientais como: enchentes, desmoronamentos etc., que são intensificados pela ação antrópica nas áreas.

Uma das formas de se dimensionar a paisagem e compreender a integração entre os sistemas naturais e socioeconômicos é através do estudo das bacias hidrográficas, pois esta é uma referência especialmente importante para estudos do meio físico e serve ainda para o planejamento territorial e ambiental. Nesta perspectiva pode-se definir bacia hidrográfica como um sistema que compreende um volume de materiais predominantemente de sólidos e líquidos, próximos à superfície terrestre, delimitada, interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de drenagem (RODRIGUES & ADAMI, 2005).

A sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara que pertence à bacia do rio Tibiri, se insere num contexto de ocupação inadequada do solo.

Analisar a morfometria fluvial desta sub-bacia para a compreensão dos processos morfométricos e morfodinâmicos atuantes na área foi objetivo central dessa pesquisa. No conjunto das análises morfométricas é de grande importância o reconhecimento da espacialidade do sistema quanto aos limites externos, área, hierarquia da rede de drenagem, análise areal, linear e hipsométrica.

METODOLOGIA

Para o alcance do objetivo proposto o trabalho foi feito seguindo etapas: levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico, delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara, digitalização semi-automática das cartas planialtimétricas, georeferenciamento das cartas planialtimétricas, elaboração dos mapas de drenagem e hierarquização da rede de drenagem, processamento digital da imagem de satélite, elaboração do mapa hipsométrico, quantificação dos índices morfométricos, classificação da rede de drenagem e finalmente realização de trabalhos de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara, através das características geomorfológicas e associadas ao relevo e à rede de drenagem, possibilitou a identificação das características gerais da bacia. As análises dessas características estão divididas em localização da área de estudo, caracterização da rede de drenagem e análise dos dados morfométricos.

- **Localização da Área de Estudo**

A área estudada está localizada ao norte da bacia hidrográfica do Tibiri (Figura 1). Esta, por sua vez, está totalmente incluída no município de São Luís-MA, na parte sudeste da ilha do Maranhão. Limita-se a leste com bacia do rio Tijupá e a bacia do rio Jeniparana, a oeste com o distrito industrial de São Luís, ao norte com o aeroporto Marechal Cunha Machado e o Parque de exposição agropecuária, e ao sul com a bacia de São José onde deságua e apresenta uma área total de 98.057 km² (SILVA, 2001).

Na sub-bacia rio Santa Bárbara têm ocorrido alterações significativas quanto ao uso e cobertura da terra com crescente degradação ambiental. Estas alterações geraram conflitos de uso, os quais têm se avolumado como área urbana x distrito industrial, área urbana x pesca, área de proteção ambiental x ocupações urbanas inadequadas e outros.



Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara
Fonte: SILVA, 2001

- **Caracterização da Rede de Drenagem**

A sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara é ocupada por populações de baixa renda desde meados do século XX. Muitas residências ocupam áreas de encostas com acentuado declive e completamente impróprias para moradia, inclusive nas nascentes, que segundo fontes da FNS (2000) apresenta uma população de 1231 habitantes.

A sub-bacia apresenta uma área de 8,35 Km². A análise da hierarquia fluvial efetuada considerou os métodos de ordenação de Horton e Strahler citado por Christofolletti (1980), que permitem determinar a magnitude da bacia, que é de 4^a ordem, e o número total de canais é de 62 rios.

A sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara possui uma drenagem exorréica, pois a drenagem é externa. Quanto ao padrão de drenagem esta é classificada como dendrítica, caracterizada por ramificações irregulares de cursos de água em todas as direções, assemelhando-se à configuração de uma árvore (Figura 2).

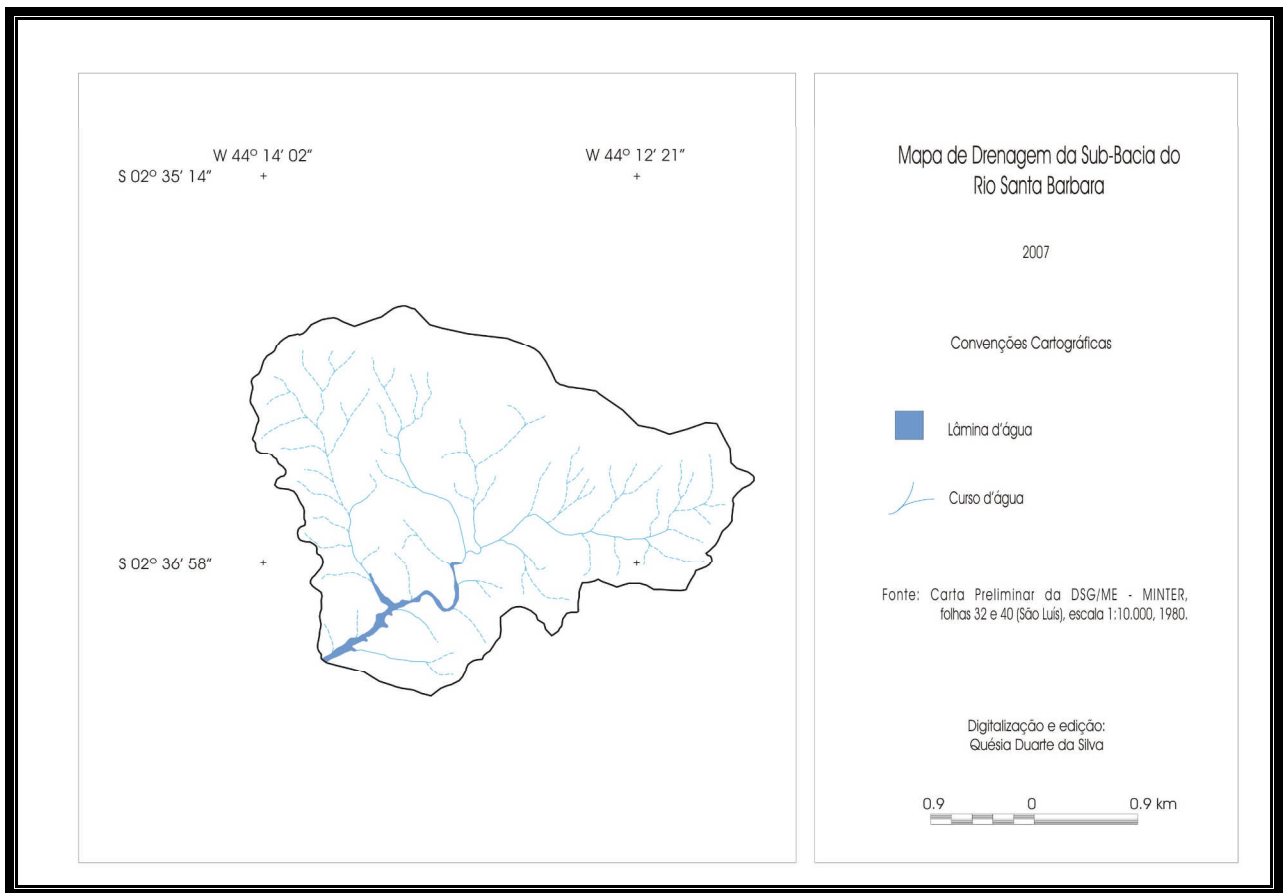


Figura 2 – Mapa de drenagem da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara

- **Análise dos Dados Morfométricos da Sub-Bacia Hidrográfica do Santa Bárbara**

Ø **Análise Linear**

Na análise linear da rede hidrográfica estão incluídos os índices e relações a respeito da rede de drenagem, cujas medições necessárias são efetuadas ao longo das linhas de escoamento. Os parâmetros calculados e analisados foram: relação de

bifurcação, comprimento do rio principal, extensão do percurso superficial e índice de sinuosidade. (CHRISTOFOLETTI, 1980)

A relação de bifurcação (*Rb*) relaciona-se com o comportamento hidrológico do tipo de solo, sendo maior em solos menos permeáveis e menor em solos mais permeáveis.

Tabela 1 - Relação de bifurcação da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara

Ordem	Nº de canais - Horton	Rb	Ordem	Nº de canais - Strahler	Rb
1	46	-	1	62	-
2	10	4,6	2	17	3,6
3	5	2	3	5	3,4
4	1	5	4	1	5

Os dados indicam que os solos da área de estudo são permeáveis, ou seja, o número de confluências entre um canal de certa ordem e outra de ordem imediatamente superior é pequeno.

O comprimento do rio principal é de fundamental importância para estudos morfométricos, pois a partir desse índice, várias outras análises são feitas. Sendo assim, o comprimento do rio principal da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara é de 4,56 km e o comprimento total dos rios que compõem a bacia é igual a 31,39 km.

Outro parâmetro de grande relevância na análise linear, que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico da bacia de drenagem, é a extensão do percurso superficial. Na bacia em estudo a extensão do percurso superficial é de 0,13 km, ou seja, a enxurrada percorre esta distância do divisor topográfico até alcançar o canal mais próximo.

O índice de sinuosidade de uma bacia faz referência ao arranjo espacial entre o comprimento do canal e o comprimento do eixo. A medição feita em relação a esse índice indicou que o canal principal é reto, pois apresenta como índice de sinuosidade o valor de 21,05%.

Ø **Análise Areal**

Desta análise fazem parte os vários índices que necessitam de medições planialtimétricas. Os dados calculados sobre a área da bacia, que envolvem ainda dados lineares, dizem respeito à análise areal. Para se fazer análise da sub-bacia hidrográfica

do rio Santa Bárbara foram calculados a área, fator forma, índice de circularidade e compacidade, densidade rios, drenagem, e segmentos e coeficiente de manutenção.

A área da bacia foi calculada através do programa Spring que revelou um valor de 8,35 km². Foram utilizados os índices de fator forma, índice de circularidade e compacidade para demonstrar a forma da bacia. O fator forma está associado a uma bacia circular quando o resultado apresenta-se igual à unidade, sendo menor caracteriza-se como irregular. O valor encontrado para esse índice foi $Kf = 0,40$, ou seja, menor que a unidade; portanto essa bacia não apresenta forma circular, mas irregular.

O índice de circularidade (Ic) também foi usado para identificar a forma da bacia. Neste parâmetro o valor máximo que pode ser encontrado é igual à unidade, e quanto maior o Ic , mais próximo da forma circular está a bacia. Deste modo, a sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara não é circular, pois apresenta como Ic o valor igual a 0,58.

O índice de compacidade (Kc) apresenta também relação com a forma da bacia. Quando apresentar um valor elevado, quer dizer que a bacia possui forma irregular e por isso não tem potencialidade de produção de picos de enchentes.

A expressividade de uma rede de drenagem está relacionada a diversos fatores, tais como a pluviosidade, a topografia, cobertura vegetal, o tipo de solo, litologia e estrutura das rochas podendo assim, apresentar maior ou menor concentração e disposição de canais de escoamento na área da bacia.

Com o intuito de melhor expressar a organização dos canais de drenagem na bacia, foram feitos levantamentos quantitativos através dos índices de drenagem.

Os índices de drenagem analisados foram densidade de drenagem, de rios e de segmentos. A densidade de rios (Dr) ou hidrográfica traz indicações sobre a resposta da bacia aos processos de escoamento superficial e o comportamento hidrográfico da bacia, assim como a capacidade de geração de cursos de água, um dos seus aspectos fundamentais. A densidade de rios da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara é de 7,4 rios/km², apresentando desta forma uma bacia com boa densidade hidrográfica.

A densidade de drenagem (Dd) relaciona o comprimento total dos rios com a área da bacia hidrográfica. Este índice traduz a eficiência do sistema de drenagem de uma bacia; é uma medida que reflete a eficácia do sistema em remover o excesso de precipitação na bacia, que se transforma em escoamento superficial. A bacia em estudo apresenta-se baixa densidade de drenagem, pois apresenta Dd igual a 3,75 km/km².

Calculou-se também a densidade de segmentos e coeficiente de manutenção, que dizem respeito, respectivamente, à quantidade de segmentos existentes na bacia por unidade de área e a área mínima para a manutenção de um metro de canal de escoamento, na qual apresenta 10,17 seg/km² e 2,66m/m², ou seja, um índice de segmentos bom, e a bacia necessita de uma área relativamente pequena para manter canais.

Ø Análise Hipsométrica

Os índices elencados para se fazer a análise hipsométrica foram à amplitude máxima da bacia e índice de rugosidade. Foi elaborado com intervalos de classes de 5 em 5 metros chegando a um total de 13 (treze) classes de hipsometria (Figura 3).

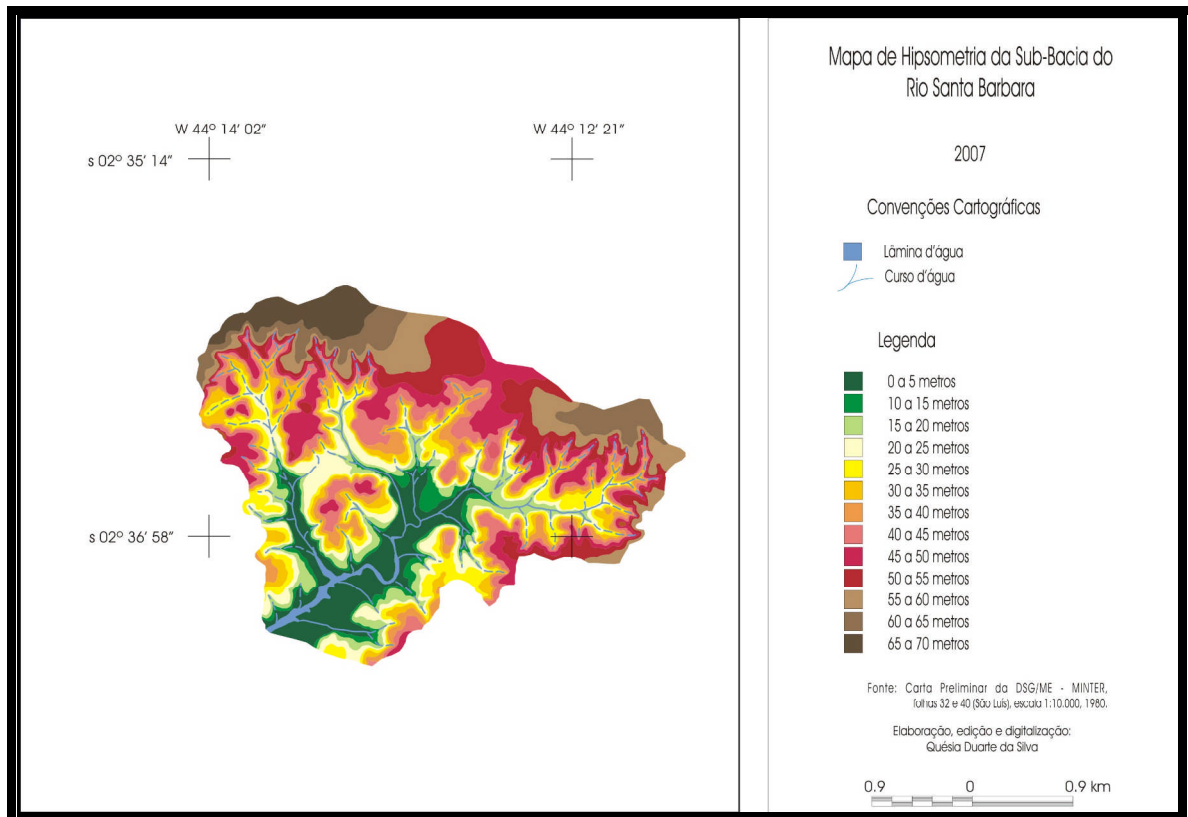


Figura 3 - Mapa hipsométrico da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara

Pode-se afirmar que a porção noroeste da sub-bacia é aquela que apresenta as maiores altitudes. Nesta área e na porção leste, tem-se o predomínio dos tabuleiros com topos planos e vertentes côncavas e convexas. Nas áreas mais próximas do canal principal da sub-bacia tem-se o predomínio de altitudes que variam de 6 a 20 metros, às quais estão ocupadas por mangues e floresta perenifólia de várzea.

O valor obtido na amplitude altimétrica máxima da bacia, que corresponde à diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto em qualquer lugar da divisória topográfica, foi de 62,3m. Nota-se que a bacia não possui grande altitudes.

O índice de rugosidade revela que áreas potencialmente assoladas por cheias relâmpagos são previstas como possuidoras de índices elevados de rugosidade. O valor do índice de rugosidade da sub-bacia é 16,61, um valor considerado baixo.

CONCLUSÃO

Atualmente o avanço da urbanização desordenada sobre o meio natural trouxe progressivas degradações, principalmente através de ocupações incompatíveis com a capacidade de suporte do meio. Esses fatos podem ser encontrados em diversos espaços, onde a urbanização desenfreada avança frente os espaços naturais, propiciando riscos à população instalada nestes locais.

A sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara pertence à bacia do rio Tibiri se encontra num processo de ocupação irregular desde meados do século XX, com a presença de moradias de população de baixa renda, que ocupa de forma irregular e perigosa as áreas da bacia, como encostas com acentuada declividade, sendo assim impróprias para a habitação.

A análise morfométrica da bacia, além de possibilitar inferências sobre as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara e suas unidades ambientais poderá também servir como parâmetro para o planejamento do uso e ocupação do solo, pois através dos índices verificados podemos estabelecer níveis de fragilidade e com isso adequar os projetos de ocupação e preservação da área.

De acordo com os resultados dos índices referentes à forma da bacia e à potencialidade de uma bacia sofrer enchentes, constata-se que a sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara não é circular, possui uma forma irregular. Assim, existe menor possibilidade da bacia sofrer enchentes.

Entretanto, considerando o incremento populacional que a área vem sofrendo a partir da década de 1990, tais parâmetros devem continuar sendo monitorados, uma vez que as condições atuais quanto à possibilidade de enchentes podem ser alteradas em função do uso e da ocupação das terras na área de estudo.

Os índices de drenagem analisados levam à conclusão de que a área da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara não tem maiores problemas relacionados à drenagem. Se esta for alvo de projetos que objetivem a conservação das encostas, nascentes e matas ciliares e redução da erosão causada pelas moradias irregulares, a bacia poderá por muitos anos não ter problemas relacionados à drenagem.

BIBLIOGRAFIA

CHRISTOFOLETTI, A. (1980) **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher.

FNS (2000). Número de habitantes, localidades e categorias por município. São Luís: Fundação Nacional de Saúde, [s.n.].

PENTEADO, M. M. (1980) **Fundamentos de geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. (2005). Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos. p. 147-166.

ROSS, J. L. S (1997). **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 4 ed. São Paulo: Contexto.

SILVA, Q. D. (2001) Proposta de zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Tibiri, São Luís – MA. (Dissertação de Mestrado) Fortaleza.

SOUZA, C. R. G. (2005) Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 6, n. 1, p. 45-61.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (1975). **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil.