

## IV-204 - A INFLUIÇÃO DA MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIÚNAS SOB ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA

**Jakeline Oliveira Evangelista** <sup>(1)</sup>

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Savannah Tâmara Lemos da Costa**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Lohame Lopes Vaz**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Giovanna Saraiva Marquioro**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Glauber Epifanio Loureiro**

Professor Assistente do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Hiléia, s/nº - Agrópolis do Incra – Bairro Amapá – CEP.: 68502-100 – Marabá – Pará - Brasil - Tel: (94) 3324-3400 - e-mail: jakelineolievan@gmail.com

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi calcular os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, localizada no sudeste paraense, e revelar se estes aspectos físicos influíram em eventos críticos como as enchentes ocorridas no município de Marabá. Para obtenção das características morfométricas, coletou-se imagens SRTM no banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), as quais foram tratadas e processadas com o uso do *software* ArcGIS 10.2, os cálculos dos fatores físicos da bacia foram solucionados por meio das equações predispostas por Vilela e Mattos (1975) e a hierarquização dos canais seguiu o método de Strahler. Os resultados indicaram que a bacia possui área aproximada de 16.000 km<sup>2</sup>, formato alongado, baixa suscetibilidade a enchentes, grau de ramificação de quinta ordem com maiores números de cursos hídricos intermitentes em sua extensão. Além disso, em relação ao relevo da bacia, este é ondulado com altitude média de 428,36m. Apesar dos resultados corroborarem baixa suscetibilidade à enchente na bacia, outros aspectos como a altimetria e o relevo indicam que, até mesmo a forma de uso e ocupação da área podem sim propiciar o agravamento de enchentes, já que influência na infiltração das águas das chuvas e na velocidade de escoamento superficial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Parâmetros Morfométricos, SIG, Suscetibilidade à enchentes, Uso e ocupação.

### INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433 de 1997, dita princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Dessa maneira, para que se tenha uma boa gestão por parte dos pesquisadores, é de suma importância a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões para auxiliar na tomada de decisão (BRASIL, 1997).

Segundo Poveda (2007), com base nos princípios constitucionais, é fundamental para a defesa e preservação dos recursos naturais o dever de os órgãos ambientais exercerem o controle e a fiscalização das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Nesse contexto, pode-se aferir que a água é um recurso natural essencial ao desenvolvimento e manutenção da vida, tornando o planejamento e gestão dos recursos hídricos são instrumentos de suma valia ao planeta em geral.

Mediante o exposto, insere-se um dos procedimentos mais comuns em análises hidrológicas e ambientais de uma bacia hidrográfica: a caracterização morfométrica. Este instrumento auxilia na compreensão de questões da dinâmica ambiental, local e regional. Isto se dá através das informações advindas de parâmetros

fisiográficos da bacia, porém Lorenzon et al. (2015) afirma que não se pode avaliar a propensão de enchentes de uma bacia com base exclusivamente na sua forma. Mas vale ressaltar que o conhecimento acerca da morfometria é de suma importância para o surgimento de trabalhos a cerca desta temática.

Corroborando com essa afirmativa, Tonello et al. (2006), dispõe que a quantificação da disponibilidade hídrica serve de base para o projeto e planejamento dos recursos hídricos. Para tanto, é preciso expressar, quantitativamente, todas as características de forma, de processos e de suas inter-relações. Cabe ressaltar que nenhum desses índices, isoladamente, deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia, a qual inclusive tem magnitude temporal.

Estudos comprovam que as características morfométricas são de grande importância, pois apontam a dinâmica presente da bacia ligando os sistemas hidrológicos com o sistema ambiental e social, podendo evidenciar os tipos de processos naturais ou antrópicos, que tendem a ser mais intensos no meio ambiente e prever o grau de vulnerabilidade da bacia a fenômenos extremos como enchentes e inundações (LOURENÇO et al., 2013).

Neste aspecto, Junior e Barbassa (2014) citam que como exemplos de aplicações de geoprocessamento para os recursos hídricos cita-se entre tantos outros o cadastramento de estrutura de hidráulica, o levantamento de áreas irrigadas, estudos hidrológicos e previsões de enchentes.

Dentre estes eventos críticos, pode-se destacar as enchentes que é um problema de até mesmo de saúde pública, que assola e desabriga a vida de quem é atingido por ela, e como Freitas e Ximenes (2012), estas enchentes podem ser geradas ou agravadas pela falta de planejamento urbano, falta de monitoramento de áreas vulneráveis.

O município de Marabá, por diversos anos tais como 1980; 2013; 2014 e 2016 padecem deste evento crítico, graças ao aumento do nível do Rio Itacaiúnas em muitos casos, visto que esse corpo hídrico exerce papel de importância sob o nível de água do Rio Tocantins e ambos banham a sede municipal e este quadro sempre preocupa a população e as autoridades.

Mediante o exposto, o escopo do presente trabalho foi calcular parâmetros Morfométricos da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, os quais são um importante instrumento de diagnóstico da suscetibilidade à enchentes. Além disso, revelar se eventos críticos já ocorridos no município em análise tenha sofrido ou não a influência destes aspectos físicos e se este diagnóstico poderá, se afirmativo ou não, nortear o planejamento e a implementação de medidas mitigadoras para se evitar prejuízos causados por alagamentos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, o qual possui sua nascente localizada na Serra da Seringa, município Água Azul do Norte no sudeste paraense, e é formado pela união do rio Água Preta com o rio Azul. Sua foz se encontra na sede da cidade de Marabá, local no qual desagua à margem esquerda do rio Tocantins (CHANNEL, 2016). Além disso, o rio foi de suma importância para a construção e formação da economia do sudeste do estado, pois possuía mata ciliar com grandes reservas de castanha-do-pará e caucho, espécies vegetais que foram sustentáculos econômicos locais por meio do extrativismo.

A delimitação da bacia do rio Itacaiúnas e cálculos pertinentes ao estudo, foram desenvolvido a partir de Imagens Orbitais SRTM, fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e tratadas em ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.2 (ESRI, 2012), e a figura 01 mostra a área de estudo.

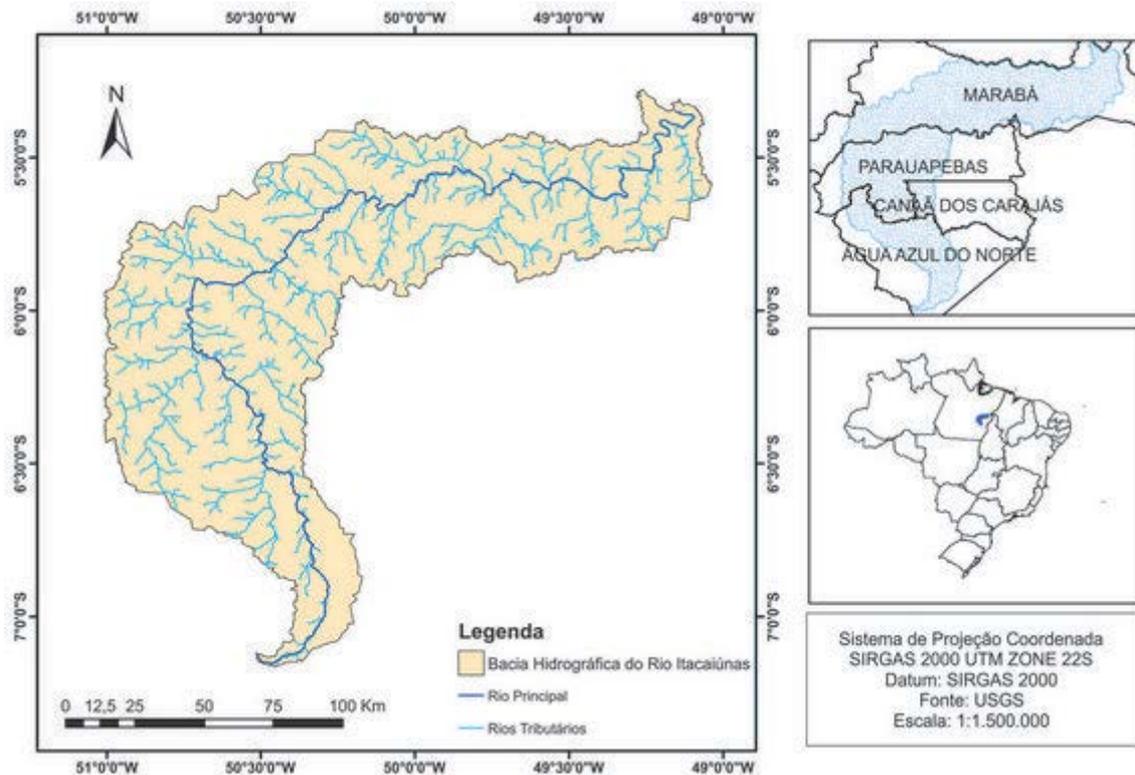


Figura 01- Bacia do rio Itacaiúnas.

## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA

Após delimitação da bacia hidrográfica em estudo, realizou-se os cálculos das características físicas da mesma. Através de equações predispostas por Villela e Mattos (1975), foi possível obter o coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade e densidade de drenagem da bacia. No que tange ao grau de ramificação do sistema de drenagem, adotou-se os critérios de classificação introduzidos por Strahler (1957).

### Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), de acordo com relaciona a forma da bacia com um círculo e constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Este é representado pela Equação 1.

Equação 1.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde:

$K_c$  – Coeficiente de compacidade

$P$  – Perímetro da bacia (km)

$A$  – Área de drenagem (km<sup>2</sup>)

### Fator de Forma

O fator de forma ( $F_f$ ) relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Este é representado pela Equação 2

$$F_f = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Onde:

$F_f$  – Fator de forma

$A$  – Área de drenagem dada (km<sup>2</sup>)

$L^2$  – Comprimento do eixo da bacia (km)

### Índice de Circularidade

O índice de circularidade (IC) tende para a unidade à medida em que a bacia se aproxima da forma circular e diminui sempre que a forma se torna alongada. A Equação 3 expressa tal índice.

$$IC = \frac{12,57 \cdot A}{P^2} \quad (3)$$

Onde:

IC = índice de circularidade

A = área de drenagem (km<sup>2</sup>)

P<sup>2</sup> = perímetro (km)

### Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem (Dd) indica o nível de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica, fornecendo uma indicação da sua eficiência. O cálculo de Dd é expresso pela relação entre o somatório do comprimento total dos canais com a área da bacia de drenagem e está representada pela Equação 4.

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (4)$$

Onde:

Dd – Densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>)

L<sub>t</sub> – Comprimento total de todos os canais (km)

A – Área de drenagem (km<sup>2</sup>)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica estudada possui área aproximada de 16 mil quilômetros quadrados e abastece dez municípios paraenses: Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Marabá, Parauapebas, Piçarra, São Geraldo do Araguaia, Sapucaia e Xinguara. A população de todas essas cidades soma, aproximadamente, 573,3 mil habitantes, segundo censo realizado em 2012 pelo Instituto de Geografia e Estatística - IBGE (IBRAM, 2016), conforme figura 1 supracitada. Os resultados obtidos das características morfométricas desta bacia hidrográfica do rio Itacaiunas estão reportados na tabela 1.

**Tabela 1 – Características morfométricas da bacia do rio Itacaiunas.**

Parâmetro Morfométrico	Resultado
Área de drenagem	16.223,7 km <sup>2</sup>
Perímetro	1.148,61 km
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,52
Fator de forma (Ff)	0,14
Índice de circularidade (IC)	0,15
Densidade de drenagem	0,23 km/km <sup>2</sup>
Hierarquia de canais (Strahler)	5º ordem
Altitude mínima	74,92 m
Altitude média	428,36 m
Altitude máxima	615,50 m
Declividade média	11,98%
Comprimento axial da bacia (L)	341,85km
Comprimento do rio Principal (Lp)	516,81km
Cota Inicial Rio Principal	615,50m

A forma da bacia é determinada por índices que relacionam as formas geométricas conhecidas, tais como o fator de forma (Ff) coeficiente de compacidade (Kc) e índice de circularidade (IC). Aferindo-se que o (Kc) da bacia em análise não se aproxima de 1, esta apresenta baixa suscetibilidade a enchentes, como afirma a

literatura disposta por Oliveira et al. (2010), que bacias hidrográficas cuja forma se aproxima à de um círculo, tendem a proporcionar a conversão do escoamento superficial para um trecho pequeno do rio principal; assim, quanto mais próximo a 1 for este índice maior a potencialidade de picos de enchentes na bacia hidrográfica, além disso o fator de forma (Ff) exibiu um valor baixo. Deste modo, pode-se considerar que a bacia em estudo não possui forma circular e, sim, tendência alongada como ilustra a figura 01.

Ainda neste contexto de “forma de bacia”, o (IC) apresenta um valor de 0,15, o qual é inferior ao índice indicativo que favorece os processos de inundação (picos de cheias), e sim que favorece o escoamento, como dispõe Franco e Santo (2015).

A densidade de drenagem, de acordo com Tonello et al., (2006), é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa. Para este parâmetro, a bacia do rio Itacaiúnas apresentou valor igual  $0,23 \text{ km/km}^2$ , isto indica que a mesma possui em sua extensão maior número de cursos hídricos intermitentes, em face da parcela de cursos hídricos perenes. Isso influencia na ocorrência de períodos secos em alguns pontos da bacia de estudo e ocasiona maior demanda de fontes hídricas alternativas.

Segundo Villela e Mattos (1975), a densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da drenagem da bacia. Dessa forma, pode-se afirmar que este índice varia entre  $0,5 \text{ km/km}^2$ , para bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas, a bacia analisada enquadra-se como área de drenagem pobre, com seu índice em torno de  $0,23 \text{ km/km}^2$ , tal resultado pode ser indicativo de solo impermeáveis, e esta sofre inúmeras variáveis: relevo, cobertura vegetal, volume de chuvas, infiltração de água no solo, resistência à erosão entre outras, como ressalta Pinto et al. (2016).

Ainda sobre esse parâmetro, Tonello et al. (2006) ressalta que valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação, frequente em bacias alongadas.

No que tange a ordem hierarquia de Strahler, a bacia do rio Itacaiúnas apresentou grau de ramificação de quinta ordem, como mostra a figura 02. Portanto, é considerada uma bacia de grande porte que apresenta sistema de drenagem eficiente em decorrência da elevada ramificação de sua rede. Nesse contexto, ainda vale ressaltar que ramificações de ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra, conforme afirma Tonello et al. (2006).

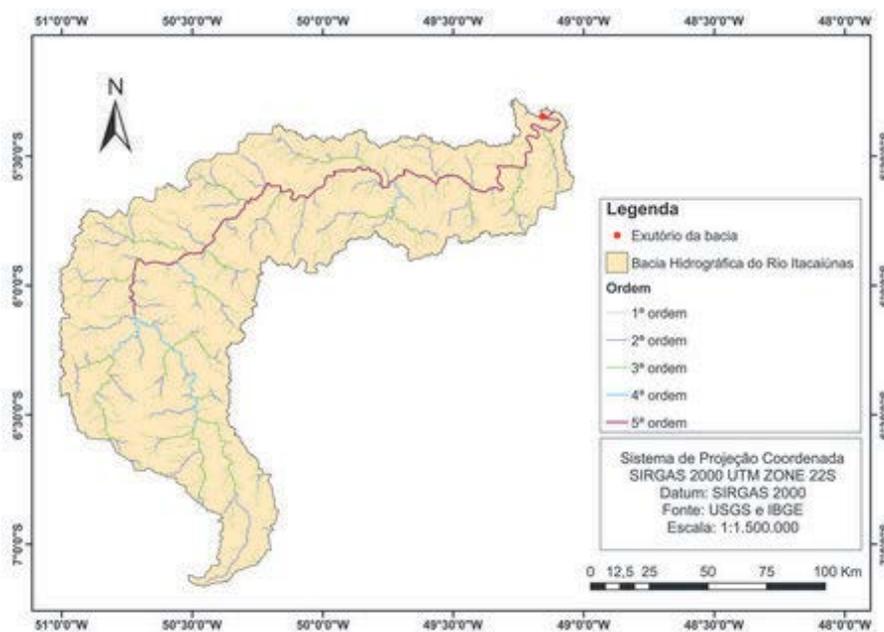


Figura 02: Hierarquia de canais.

No que concerne a altitude da bacia do rio Itacaiúnas, esta variou de 74,92 m a 615,50 m, com média de 428,36 m. Segundo Castro e Lopes (2001), a altitude possui estreita relação com a evapotranspiração, a temperatura e a precipitação, pois quanto menor a altitude da bacia, maior quantidade de energia solar é recebida no ambiente e estará disponível para a ocorrência destes três fatores. Logo, a altitude é inversamente proporcional a disponibilidade de energia solar no ambiente, a figura 03 mostra o mapa altimétrico da bacia em estudo.

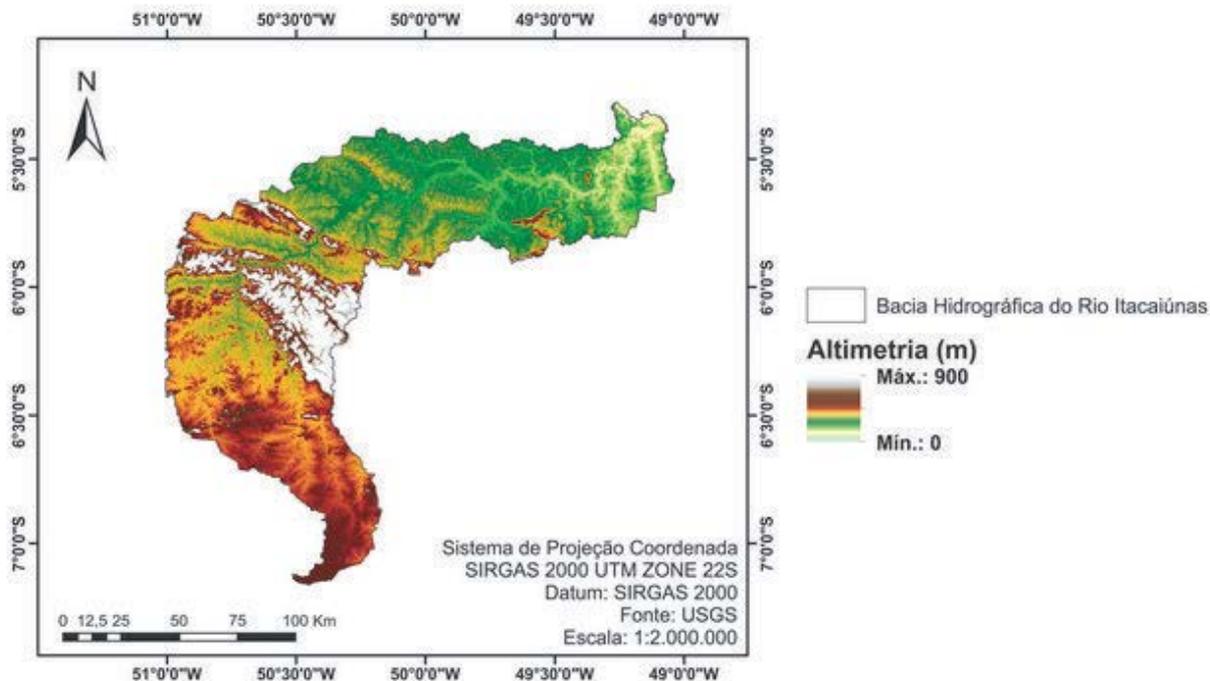


Figura 03: Mapa altimétrico da bacia do rio Itacaiúnas.

A declividade média encontrada na bacia hidrográfica foi de 11,98%, sendo esse valor condizente com o relevo ondulado da região. Na figura 04, apresentam-se a reclassificação da declividade em seis classes.

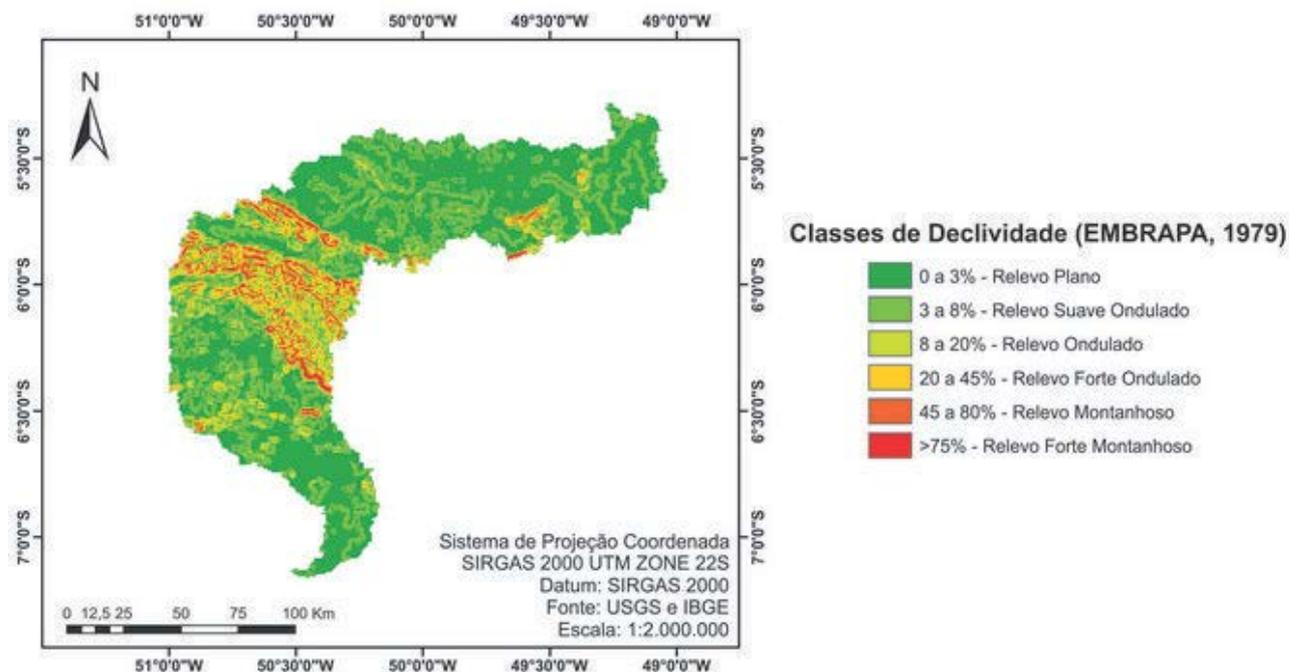


Figura 04: Classificação do relevo da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas.

Tal informação, como Villela e Matos (1975) ressaltam é de suma importância, visto que a magnitude dos picos de enchentes e a maior oportunidade de infiltração e suscetibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre o terreno da bacia, este escoamento é em grande parte influenciado pela declividade.

Tonello et al. (2006), ainda expõe que estes dados podem ser utilizados para fins de planejamento, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio e possui importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos. A ausência de cobertura vegetal, classe de solo e intensidade de chuvas, dentre outros, associada à maior declividade, conduzirá à maior velocidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação.

O acelerado processo de crescimento e desenvolvimento da sociedade tem contribuído com uma intensa degradação do ambiente, em especial dos recursos hídricos (CARVALHO et al., 2012). Dessa forma, afirma-se que o descumprimento do disposto no Plano diretor Participativo da cidade Marabá, correlacionado com alguns fatores morfométricos e do próprio relevo do município podem sim agravar quadro de enchentes. Estas, consideradas entre os desastres naturais que se caracterizam por alta frequência e baixa severidade em termos de óbitos, mas sendo responsáveis por grande proporção de danos à infraestrutura local, às habitações e às condições de vida das comunidades e da sociedade principalmente de baixa renda e, é previsto que as populações mais vulneráveis e menos preparadas sofram cada vez mais as consequências, disposto por Freitas e Ximenes (2012).

Outro aspecto relevante considera a capacidade de bacias hidrográficas apresentarem, ao longo do seu fluxo, respostas acerca das modificações antrópicas na paisagem e de buscarem seu estado de equilíbrio dinâmico (RABELO et al., 2009). Nesse sentido, o lançamento de efluentes domésticos sem o devido tratamento pode ser responsável por inibir a capacidade de autodepuração dos corpos hídricos de uma bacia. Desse modo, a ausência de tratamento de esgotos nos municípios que compõem a bacia do Rio Itacaiúnas, pode sobrecarregar a capacidade depuradora dos corpos receptores, conseqüentemente, o exutório da bacia, ponto no qual localiza-se o município de Marabá, sofrerá negativamente com a elevada carga de compostos orgânicos presente na foz do rio principal.

No que tange um controle ambiental, um método sustentável, o próprio GEO Marabá- Perspectiva para o Meio Ambiente Urbano (RAIOL, 2010), dispõe que deve haver programas de captação de recursos para estruturação e capacitação técnica das instituições responsáveis pelo controle ambiental, existindo, como avanço, predisposição dos técnicos em discutir com a população os problemas ambientais de Marabá. A Agenda 21 será construída e implementada com apoio do governo e da sociedade civil. Como decorrência desse processo, o controle ambiental terá maior apoio da população, do Poder Judiciário e da Câmara Municipal, o que facilitará sua execução, mesmo gerando descontentamentos isolados.

Questões como a vulnerabilidade do rio Itacaiúnas, que é o principal recurso hídrico do município, tem seu papel de destaque, junto com o rio Tocantins, no aspectos eminentes a desastres ambientais, priorização para saneamento ambiental, e políticas habitacionais como instrumento de redução dos impactos provocados pelas enchentes, devem ser discutidas de forma participativa pela sociedade civil, por setores territoriais e populacionais, cumprindo o disposto no artigo 225 da Constituição Federal de 1988: *“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”* (BRASIL, 1988).

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se aferir que a morfometria da bacia hidrográfica constitui-se como instrumento de auxílio para diagnóstico de suscetibilidade à inundação. E, apesar de alguns dos fatores morfométricos, tais como (Kc), (Ft) e o (Ic), indicarem que a bacia do rio Itacaiúnas é de baixa suscetibilidade à inundação, outros aspectos físicos como a altimetria, o relevo e a própria declividade, a qual é uma característica topográfica diretamente relacionada à erosão superficial, apontam que a forma de uso e ocupação

da área podem propiciar o agravamento de enchentes, pois o uso e ocupação influenciam na infiltração das águas das chuvas e na velocidade de escoamento superficial.

Sendo assim, é relevante ratificar que este diagnóstico pode nortear o planejamento e a implementação de medidas mitigadoras para se evitar prejuízos causados por enchentes, visto que este é fenômeno natural mas pode tornar-se catastrófico em decorrência das intensas atividades antrópicas. Portanto, em relação a cidade de Marabá, que está em constante crescimento demográfico e, conseqüentemente, a ocupação desordenada, estudos como este servem de suporte para o planejamento e gestão territorial, ao agregar informações técnico-científicas, visto a ausência de pesquisas específicas para esta bacia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Constituição Federal. Institui a Constituição Federal. Brasília. 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 15 out. 2016.
2. BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 15 out. 2016.
3. CARVALHO, Ana Paula Vilela; BRUMATTI, Dayane Valentina; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), Viçosa, v. 2, n. 2, p.148-156, dez. 2012.
4. CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.
5. CHANNEL, Brasil. Dados gerais de Marabá - PA. Disponível em: <[http://brasilchannel.com.br/municipios/mostrar\\_municipio.asp?nome=Marabá&uf=PA&tipo=lazer](http://brasilchannel.com.br/municipios/mostrar_municipio.asp?nome=Marabá&uf=PA&tipo=lazer)>. Acesso em: 15 out. 2016.
6. ESRI, Environmental Systems Research Institute. Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop. versão 10.2. Software, 2012.
7. FRANCO, Ana Carolina Vicenzi; SANTO, Mariane Alves Dal. Contribuição da Morfometria para o estudo das Inundações na Sub-Bacia do rio Luís Alves/Sc. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 151-167, set./dez. 2015.
8. FREITAS, Carlos Machado de; XIMENES, Elisa Francioli. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, conseqüências e respostas para prevenção e mitigação. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 6, n. 17, p.1601-1615, dez. 2012.
9. IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM. Instituto Tecnológico Vale monitora bacia do rio Itacaiúnas. Disponível em: <[http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD\\_CHAVE=237800](http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=237800)>. Acesso em: 15 out. 2016.
10. JUNIOR, Cláudio Bielenki; BARBASSA, Ademir Paceli. Geoprocessamento e Recursos hídricos: aplicações práticas. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 257p.
11. LORENZON, Alexandre Simões et al. Influência das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevide nas enchentes no município de Alfredo Chaves – ES. Revista Ambiente & Água. V.10. n. 01. Taubaté-SP, p. 195-206. jan-mar 2015.
12. LOURENÇO, J. C. et al. Identificação de fatores de vulnerabilidade ambiental na floresta do louzeiro em Campina Grande-PB. Revista Eletrônica, v. 12, n.2, p.274-283, abr/jun. 2013.
13. OLIVEIRA, Paulo T. S. et al. "Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campo Grande-MS, v. 14, n. 8, p.819-825, mar. 2010.
14. PINTO, Vívian Gemiliano et al. Influência do número de classes de vulnerabilidade na determinação da suscetibilidade morfométrica à inundação. Revista. Ambient. Água. Taubaté, vol. 11 n. 3 – July / Sep. 2016.
15. POVEDA, Eliane Pereira Rodrigues. A eficácia legal na desativação de Empreendimentos minerários. São Paulo: SIGNUS editora. 2007. 238p.
16. RABELO, C. G. et al. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no estado de Goiás, Brasil. Revista Ambiente & Água: Na interdisciplinarity. Journal of Applied Science, v.4, p.172-187, 2009.
17. RAIOL, J. A. Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Marabá. Belém, Pará. 2010. 136
18. STRAHLER, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: American Geophysical Union 38: 913-920.

19. TONELLO, K. C. et al. “Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das pombas, Guanhães – MG.”  
Revista Árvore. Viçosa, v. 20, n. 5, p. 849-857, mar./abr. 2006.
20. VILLELA, S. M.; MATTOS, “A. Hidrologia aplicada.” In: Hidrologia aplicada. McGraw-Hill, 1975.