

Copyright © 2022 by EDUFMA

Capa *Anderson da Silva Marinho*

Projeto Gráfico *David Ribeiro Mourão*

Revisão *Arkley Marques Bandeira*
Leonardo Silva Soares
Marcelo Henrique Lopes Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Coletânea II [recurso eletrônico]: planejamento e gestão territorial em suas diversas amplitudes / Edson Vicente da Silva... [et al.] (Organizadores). — São Luís: EDUFMA, 2022.
t. 3, 306 p.: il.

Conteúdo: t. 3. Estratégias de geocologia das paisagens e análise geossistêmica no planejamento e gestão territorial.

Modo de acesso: World Wide Web

<<http://www.edufma.ufma.br/index.php/loja/>>

ISBN: 978-65-5363-034-5

1. Indicadores socioambientais. 2. Gestão ambiental. 3. Processos geocológicos. 4. Análise geossistêmica. I. Silva, Edson Vicente da. II. Faria, Karla Maria Silva de. III. Aragão, Larissa de Pinho. IV. Teixeira, Nágila Fernanda Furtado. V. Soares, Luciana Amorim. VI. Meira, Suedio Alves.

CDD 577.370

CDU 502:37

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Marcia Cristina da Cruz Pereira
CRB 13 / 418

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

EDUFMA | Editora da UFMA

Av. dos Portugueses, 1966 – Vila Bacanga

CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157

www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIÚNAS/PA

KASSIA RAYLENE SOUSA DA SILVA
MARIA RITA VIDAL

Resumo

O planejamento ambiental tornou-se imprescindível em meio aos problemas ambientais que se agravaram nas últimas décadas. O crescimento da população, aliado aos avanços tecnológicos, produziu um aumento da interferência humana sobre o meio, que impactou progressivamente o meio ambiente, comprometendo a preservação e conservação dos recursos naturais. O objetivo do trabalho é realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, utilizando como parâmetros aspectos relacionados à sua forma, declividade e hipsometria, visando subsidiar o planejamento ambiental na região. Os parâmetros morfométricos indicam que a bacia compreende uma área de aproximadamente 41.219 km² e densidade de drenagem de 0,14 km², entre outros fatores. Sua declividade é representada em seis classes: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (>75%), sendo que parte considerável da bacia possui relevos planos ou com ondulações suaves, indicando que esta possui baixa suscetibilidade à erosão. Sua hipsometria indica altitudes de 114, 246, 378, 510 e 642 metros, predominando na área de estudo, relevos com baixas altitudes. Assim, o desenvolvimento do trabalho produziu resultados satisfatórios que contribuem com o desenvolvimento científico para estudos hidrográficos na região Sul e Sudeste do Pará.

Palavras-Chave: Hidrografia; Morfometria; Planejamento Ambiental.

Abstract

Environmental planning has become essential in the midst of environmental problems that have worsened in recent decades. Population growth, combined with technological advances, produced an increase in human interference in the environment, which progressively impacted the environment, compromising the preservation and conservation of natural resources. The objective of the work is to carry out the morphometric characterization of the Itacaiúnas river basin, using as parameters aspects related to its shape, slope and hypsometry, aiming to subsidize the environmental planning in the region. The morphometric parameters indicate that the basin comprises an area of approximately 41,219 km² and drainage density of 0.14 km², among other factors. Its slope is represented in six classes: flat (0-3%), smooth wavy (3-8%), wavy (8-20%), strong wavy (20-45%), mountainous (45-75%) and steep (>75%), with a considerable part of the basin having flat reliefs or with gentle undulations, indicating that it has low susceptibility to erosion. Its hypsometry indicates altitudes of 114, 246, 378, 510 and 642 meters, with low altitudes predominating in the study area. Thus, the development of the work produced satisfactory results that contribute to the scientific development for hydrographic studies in the South and Southeast of Pará.

Keywords: Hydrography; Morphometry; Environmental Planning.

1. Introdução

A bacia hidrográfica é definida como um sistema aberto e bem delimitado no espaço, que funciona como uma área de captação natural das águas das chuvas, estas que escoam para um único ponto de saída, denominado exutório (SILVEIRA, 2014). Caracteriza-se como um sistema composto por uma rede de drenagem bem definida, onde as águas escolhem outros objetos hídricos em seu processo de drenagem; seus limites são traçados de acordo com o relevo, sendo um sistema fluvial que possui um rio como canal principal, é também um espaço físico-funcional (RODRÍGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Carvalho (2014), destaca o uso da bacia hidrográfica como área preferencial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Além disso, o autor considera a abordagem sistêmica de Bertalanffy (1973) como a mais adequada para o estudo dessa unidade, entendendo-a enquanto um organismo com partes interdependentes e interligadas. Nesse trabalho, consideramos a bacia hidrográfica enquanto unidade geossistêmica, que dispõe de interações complexas, tanto em suas relações ambientais, como sociais. É uma unidade imprescindível em estudos ambientais.

É sabido que o planejamento ambiental se tornou cada vez mais necessário nas últimas décadas, consequência do aumento das problemáticas ambientais, que vem comprometendo a preservação e conservação dos recursos naturais. O crescimento da população, aliado aos avanços tecnológicos produziu considerável aumento da interferência humana sob o meio e, atrelado a isso, a falta de políticas voltadas ao planejamento ambiental, tem sido um fator agravante de consequências ambientais desastrosas em vários espaços.

Teodoro, *et al.* (2007) afirma que a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas apresenta-se com pioneirismo na aplicação de análises hidrológicas ou ambientais, além de ser um dos mais recorrentes procedimentos aplicados nesses estudos, tendo como foco a elucidação das mais diversas questões referentes à compreensão das dinâmicas ambientais, nas escalas local e regional. Assim, a combinação de diferentes dados morfométricos levam à diferenciação de áreas homogêneas; esses parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de modo a qualificar as alterações ambientais (ANTONELLI; THOMAZ, 2007).

Batista, *et al.* (2017) aponta que o conhecimento acerca das variáveis morfométricas de uma bacia hidrográfica é fundamental para o planejamento do uso e ocupação da terra. Apoiado nessa afirmação, é plausível considerar as variáveis declividade e hipsometria em estudos de bacias hidrográficas, pois estas permitem a análise de fatores como escoamento superficial, infiltração, risco de erosão, entre outros.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, utilizando como parâmetros aspectos relacionados à sua forma, declividade e hipsometria, visando subsidiar o planejamento ambiental na região.

Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas compreende uma área de 41.219 km² e está situada na mesorregião Sudeste paraense, no estado do Pará; de acordo com a resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a bacia integra a região hidrográfica do Tocantins-Araguaia. Nasce na Serra da Seringa, no município de Água Azul do Norte e deságua na margem esquerda do rio Tocantins, área urbana do município de Marabá (SERRÃO, 2018).

A bacia nasce na Serra da Seringa no limite dos municípios de Água Azul do Norte e Ourilândia, atravessa o município de Água Azul do Norte e Parauapebas e, à confluência com o rio Aquiri, forma limite Sul de Marabá com o município de Parauapebas até a confluência do Igarapé Azul,

adentrando o município, cortando a Serra do Cinzento no sentido NE, onde atinge o centro do município, então aumenta o volume de suas águas, atingindo uma largura média de 500 m, com curso meandrante e padrão dendrítico pinado (FCCM, 2014).

A bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas (figura 1) abrange o total de 18 municípios, os quais: Água Azul do Norte, Bannach, Brejo Grande do Araguaia, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Itupiranga, Marabá, Novo Repartimento, Parauapebas, Piçarra, São Domingos do Araguaia, São Geraldo do Araguaia, Sapucaia, Xinguara, Ourilândia do Norte, São Félix do Xingu e Tucumã. Dentre esses, o mais expressivo em dimensão territorial na bacia é Marabá, com 13.547 km², seguido de Água Azul do Norte (7.043 km²) e Parauapebas (6.874 km²). Enquanto isso, os municípios de Bannach (0,78 km²), Brejo Grande do Araguaia (1,45 km²), Itupiranga (30,15 km²), Novo Repartimento (2,57 km²), São Domingos do Araguaia (2,19 km²), São Félix do Xingu (19,7 km²) e Tucumã (1,13 km²) abrangem apenas pequenas porções territoriais da área de estudo.

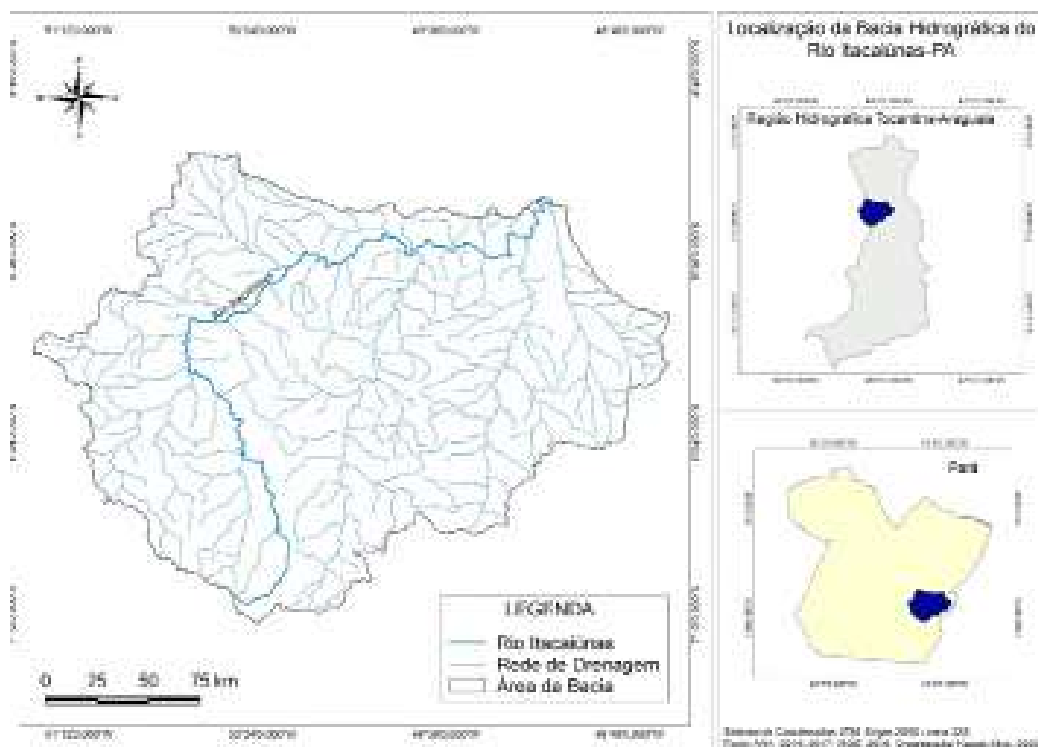


Figura 1: Bacia hidrográfica do Itacaiúnas

Fonte: Autoria própria.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento desse trabalho, inicialmente foi preciso realizar a delimitação da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, que gerou o mapa da bacia (mapa base). Para sua elaboração, foi utilizado o arquivo shapefile das regiões hidrográficas, obtido no site da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir disso, foi feito o recorte da bacia e, posteriormente, a definição de sua rede de drenagem, também utilizando os dados da ANA. Os mapas foram elaborados usando o software SIG livre Qgis 3.10.

Para a definição dos dados morfométricos da bacia, que são de fundamental importância para a percepção da área de estudo, foram seguidos os seguintes passos no Qgis 3.10:

1º Passo: definição do comprimento da bacia em km, a partir da ferramenta Régua do SIG;

2º Passo: delimitação da área da bacia em km², feita a partir da ferramenta de edição de feições da tabela de atributos. A partir disso foi criado um novo campo e, posteriormente, feita sua atualização com a ferramenta Calculadora de Campo a partir dos comandos: Geometria>\$area/1000000;

3º Passo: criação de um novo campo na tabela de atributos para medição do comprimento do canal principal a partir dos comandos: Geometria>\$length, encontrados na calculadora de campo. Posteriormente, através do complemento XY tools, esse campo foi salvo em formato excel para posteriormente fazer a soma total de seu comprimento;

4º Passo: medição do comprimento das drenagens, feita a partir dos mesmos comandos do 3º passo;

5º Passo: definição da densidade de drenagem, feita a partir da relação do comprimento total das drenagens pela área da bacia. Essa relação foi feita a partir da seguinte fórmula, definida por Horton (1945):

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Onde,

Dd: densidade de drenagem;

Lt: comprimento total das drenagens;

A: área da bacia.

Para a elaboração do Mapa Hipsométrico, foi utilizada a metodologia de Duarte (1991), onde ele usa como critério para escolha das cores de cada classe do mapa, o que chama de “cores frias” e “cores quentes”, definindo a primeira como as cores com variações de tons que vão do violeta ao verde e a segunda, as cores com variações do amarelo ao verde. O mapa foi feito utilizando imagens da missão SRTM obtidas no site da Embrapa, com resolução espacial de 90 m. Foram utilizadas “cores frias” para representar no mapa as menores altitudes e, para as maiores forma atribuídos tons mais escuros, ou seja, “cores quentes”. Foram estabelecidas cinco classes para o mapa, por considerar que esse total permitiria uma melhor espacialização e visualização desses valores, facilitando assim, sua compreensão por parte de quem irá lê-lo.

Para a elaboração do Mapa de Declividade, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do INPE, com as cenas: 05S5525; 05S51_; 05S495; 06S525; 06S51_; 06S495. Para a definição das classes, os dados foram trabalhados de acordo com o padrão de classificação da 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2006); as classes foram definidas a partir das porcentagens de declive do relevo, que ficaram estabelecidas como: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado. Como critério para a escolha das cores contidas nas classes do mapa, foi utilizada a metodologia de Duarte (1991).

3. Resultados e Discussão

A análise morfométrica de bacias hidrográficas viabiliza a caracterização dos aspectos geométricos e de constituição dos sistemas ambientais, operando enquanto um indicador de fatores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e à dinâmica entre as vertentes e a rede fluvial (Christofolletti, 1999). Assim, é importante considerar os valores morfométricos em estudos ambientais de bacias hidrográficas, pois esses dados possibilitam a correlação entre a geometria da bacia e sua dinâmica ambiental.

Os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas (tabela 1), nos dá a percepção das particularidades da bacia, esta que é tão importante para o abastecimento hídrico da região Sul e Sudeste do Pará.

Tabela 1: Morfometria da bacia hidrográfica.

PARÂMETROS	VALORES (km/km²)
Área	41219.518 km ²
Comprimento da bacia	304 km
Comprimento do canal principal	492.764 km ²
Comprimento total das drenagens	6.161.521 km ²
Densidade de drenagem	0,14 km ²

Fonte: ANA, 2017. Organização: Autora, 2021.

Ao considerarmos a morfometria da bacia hidrográfica do Itacaiúnas, identificamos que esta possui um considerável tamanho territorial, abrangendo uma área de aproximadamente 41.219 km², sendo que, dos dezoito municípios que a compõem, o que ocupa uma maior área dentro da bacia é Marabá, representando 32,41% e, em seguida, o município de Água Azul do Norte, ocupando 16,83% da bacia. Os comprimentos da bacia (304 km), do canal principal (492.764 km²) e das drenagens (6.161.521 km²), indicam que o rio Itacaiúnas é um grande responsável pelo abastecimento da região a qual abrange, drenando uma área considerável.

Declividade:

O mapa de declividade ou carta clinográfica (figura 2) é um instrumento essencial para a análise dos variados graus de inclinação do terreno e de seus aspectos morfoesculturais. A partir desse mapa, podemos identificar as áreas com maior suscetibilidade à erosão de um terreno, já que, em vertentes com maior declividade, há a tendência de uma maior perda de solo.

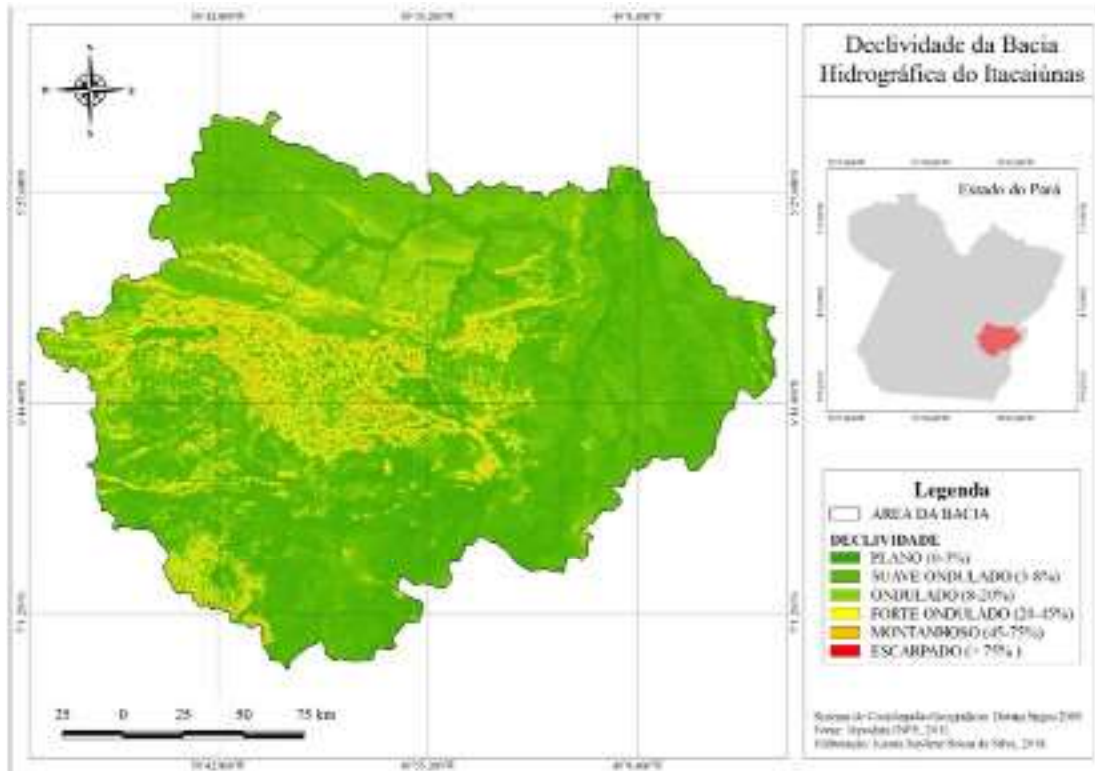


Figura 2: Declividade da bacia hidrográfica

Fonte: Autoria própria.

A declividade de bacias hidrográficas está diretamente relacionada a vários processos hidrológicos, como infiltração, escoamento superficial, umidade do solo, entre outros. É também, um dos principais fatores de controle do tempo de duração do escoamento superficial sob o terreno (SOARES, 2015). Os mapas de declividade surgem como ferramenta de suma importância para análise do relevo, uma forma de representação da distribuição espacial dos diferentes graus de inclinação do terreno amparado à análise da paisagem (COVALITE; PASSOS, 2012).

A definição das classes estabelecidas no mapa de declividade, se deu de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 2: Classes de declividade da bacia

CLASSES	DECLIVIDADE (%)
Plano	0-3
Suave Ondulado	3-8
Ondulado	8-20
Forte Ondulado	20-45
Montanhoso	45-75
Escarpado	>75

Fonte: INPE, 2011. Organização: Autora, 2019.

A partir da análise dos parâmetros de declividade da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas,

visualizamos variados graus de inclinação do relevo na área de estudo, que vão desde terrenos mais planos até os mais escarpados, como podemos ver no mapa de declividade. Uma área significativa da bacia apresenta relevos planos (com inclinações de até 3%) e com ondulações suaves (inclinações de 3-8%), que estão sendo representados no mapa, por variações de tons verdes, já os terrenos com maiores declives, que no mapa são representados por cores mais quentes, são os terrenos forte ondulados (com inclinação de 20-40%) montanhosos (inclinação de 45-75%) e escarpados (>75%), localizados nas regiões das serras.

Em relação à suscetibilidade à erosão, isso significa dizer que áreas da bacia que apresentam relevos planos possuem baixo risco à erosão; relevos suave-ondulados possuem pouca suscetibilidade à erosão; nas áreas com relevos ondulados a suscetibilidade à erosão é forte; já relevos com forte ondulações possuem alto grau de suscetibilidade à erosão e os relevos montanhosos e escarpados, representam severa suscetibilidade à erosão. Observando os dados, pode-se constatar que a bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas possui pouca suscetibilidade à erosão, já que seu relevo é constituído, em maioria, de declives mais acentuados.

Hipsometria:

Os valores altimétricos representados no mapa hipsométrico da bacia (figura 3), foram: 114, 246, 378, 510 e 642 m. A partir desses dados, é possível observar que os maiores valores de hipsometria (510 e 642 m), estão mais concentrados nas áreas correspondentes à Floresta Nacional de Carajás e ao Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, e também próximo à sua nascente (Serra da Seringa), localizados na margem esquerda da bacia, enquanto os menores valores (114 m) localizam-se à margem direita da bacia, e próximo à foz, já os valores intermediários (246 e 378 m) estão mais concentrados à margem esquerda.

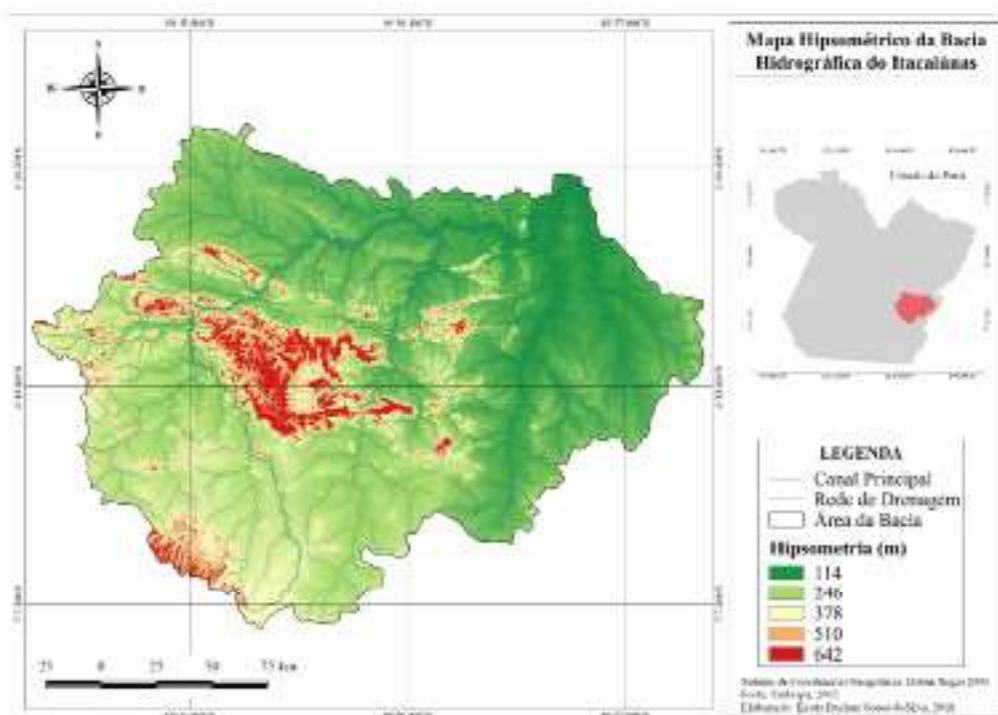


Figura 3: Hipsometria da bacia

Fonte: Autoria própria.

O mapa hipsométrico faz uso das cores para representar as altitudes do terreno, isso possibilita a identificação de alguns fatores, como as áreas mais suscetíveis à inundação. Na bacia do rio Itacaiúnas, as áreas mais propícias à inundação se encontram em maior grau na margem direita da bacia, assim como na região de sua foz, que estão representadas no mapa, em cotas de 114 m de altitude.

4. Considerações Finais

Com o desenvolvimento desse trabalho, foi possível constatar a relevância de estudos ambientais de caráter morfométrico em bacias hidrográficas, enquanto subsídio para o planejamento ambiental. Entender a bacia hidrográfica por essa via, considerando valores de suas formas geométricas, de hipsometria e declividade, disponibiliza uma série de informações e abre um leque de possibilidades que poderão ser de grande valia para estudos posteriores.

A análise da forma, estrutura e dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, possibilitou um maior entendimento de sua dinâmica ambiental e da importância dessa bacia para a região. A declividade da bacia indica que a área de estudo possui baixa suscetibilidade à erosão, já que grande parte de sua área de abrangência apresenta relevos planos ou com ondulações suaves. Os dados hipsométricos apontam que a bacia possui predominantemente relevos com baixas altitudes e que, uma porção menor de sua área apresenta altitudes mais elevadas, que são encontradas predominantemente na Floresta Nacional de Carajás, no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos e próximo à sua nascente. A partir da análise hipsométrica, pôde-se apontar que as áreas mais propícias à inundação na bacia, se encontram em maior grau na sua margem direita e na foz, em cotas de 114 m de altitude.

A metodologia utilizada foi fundamental para que o andamento do trabalho se desenvolvesse com qualidade e que produzisse resultados satisfatórios que contribuam com o desenvolvimento científico para estudos hidrográficos na região Sul e Sudeste do Pará, a metodologia se mostrou certa e produziu bons resultados, utilizando o auxílio do SIG. Todavia, sabemos que estudos científicos não devem se apresentar enquanto definitivamente concluídos, estando sempre sujeitos a constantes aperfeiçoamentos.

Referências

ANTONELI, V.; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guami-ranga-PR. **Caminhos da geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 21, p. 46-58, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15570/8811>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BATISTA, D. F. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio-GO. **Geoambiente on-line**, Jataí-GO, n 29, p. 15-35, jul-dez. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/16158/5/Artigo%20-%20Daiane%20Ferreira%20Batista%20-%202017.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003**. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/>

resolucoes/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file. Acesso em: 6 jul. 2020.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. especial, n. 36. p. 26-43, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3172/2656>. Acesso em: 19 jul. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236 p.

COLAVITE, A. P.; PASSOS, M. M. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 1547-1559, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2212/2086>>. Acesso em: 26 fev. 2021.

DUARTE, P. A. **Cartografia Temática**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991.

FUNDAÇÃO CASA DA CULTURA DE MARABÁ. **Projeto Rio Itacaiúnas: o rio da memória**. Marabá, 2014.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Londres, v. 56, n. 2, p. 275-370, mar. 1945.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. p. 29-47.

SERRÃO, E. A. O. **Aplicação do modelo Swat na simulação hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas-PA**. 2018. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

SILVEIRA, T. *et al.* Qualidade da água e vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais na definição das fragilidades potencial e ambiental de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 642-652, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233338>>. Acesso em: 30 fev. 2021.

SOARES, S. A. **Gestão de recursos hídricos**. Curitiba: InterSaberes, 2015.

TEODORO, V. L. I. *et al.* O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-155, 2007. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>>. Acesso em: 17 mar. 2021.