

FISIOGRAFIA E MORFOMETRIA DE UMA MICRO BACIA AMAZÔNICA: CASO DO IGARAPÉ ALTAMIRA, ALTAMIRA- SUDOESTE PARAENSE

Rafael Oliveira da Silva ¹
Elnatan Ferreira Feio ²
Patrick de Souza Teixeira ³
Rayane Pereira Sodré ⁴
Wellington de Pinho Alvarez ⁵

INTRODUÇÃO

O conhecimento do ambiente físico é essencial para subsidiar o processo de ocupação e manejo das bacias hidrográficas (BHs), para identificar áreas de fragilidade natural e potencializadas pelo antropismo, sendo assim, conhecer as características morfométricas e físicas de uma unidade geoambiental permite o planejamento da ocupação do espaço de maneira mais sustentável (ALVES *et al.*, 2014, p.131; RODRIGUES *et al.*, 2016, p.144).

Santos *et al.* (2013, p.160), afirmam que o conhecimento de uma determinada área torna-se indispensável para estimular reflexões, sobre os impactos ambientais sofridos, os aspectos sociais e econômicos do local, bem como para diagnosticar necessidades de gestão e planejamento. Segundo Medeiros *et al.* (2014, p.43), em relação ao gerenciamento de bacias hidrográficas torna-se indispensável o conhecimento dos aspectos físicos-ambientais as diversas formas de uso e ocupação da terra, que podem afetar os recursos naturais, principalmente quando as fragilidades da área são desconhecidas.

A bacia hidrográfica é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena e é receptora de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área, tais como: topografia, vegetação, clima, uso da terra e cobertura vegetal (ALVES *et al.*, 2019, p.1094). Além disso, é composta por solos, rochas e formas de relevo que atuam em conjunto e definem a sua dinâmica hidrológica (SERVIDONI *et al.*, 2021, p.2).

Outrossim, as atividades humanas tais como, sistemas agrícolas, indústrias e

¹ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, rafaelosilva21@gmail.com;

² Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará- UFPA, elnatan.feio9@gmail.com;

³ Graduado pelo Curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis da Universidade Federal Rural do Pará - UFRA, patrickteixeira@outlook.com;

⁴ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, rayane.gazela@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor, Faculdade de Geografia - UFPA, walvarez@ufpa.br.

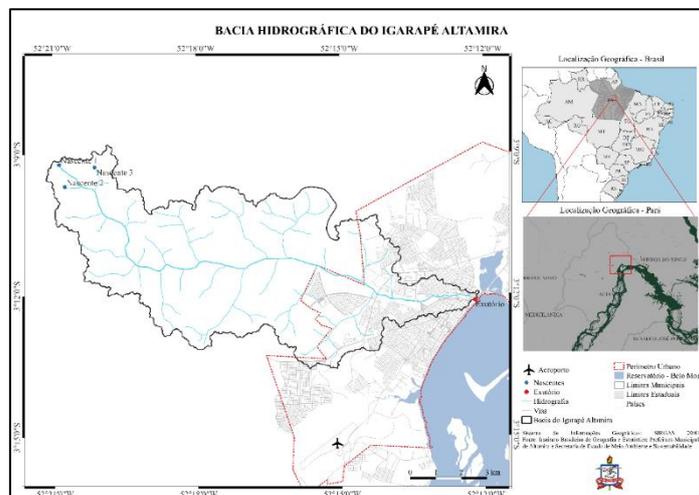
áreas urbanas podem ocorrer no interior das bacias e influenciar a entrada e saída de materiais e energia. Portanto, a bacia hidrográfica é a unidade básica de estudos geocientíficos, pois todos os fenômenos naturais ou antrópicos têm causa e efeito no seu interior (ULIBARRI; GARCIA, 2020, p.2).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Igarapé Altamira, para subsidiar o planejamento ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é a BH do Igarapé Altamira delimitada entre as seguintes coordenadas geográficas $3^{\circ}12'9.72''S$ e $52^{\circ}12'8.29''O$ (Figura 1). Esta bacia possui área de 73 km^2 , e está localizada na margem esquerda dentro dos limites da bacia hidrográfica do Rio Xingu e drena parte da sede municipal de Altamira na mesorregião do sudoeste paraense.

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Igarapé Altamira



Fonte: Autores, 2024.

Os Modelos Digitais de Elevação (MDEs) são imagens que representam as elevações do terreno. O MDE utilizado para a confecção dos mapas de declividade e hipsometria possui resolução espacial de 30 m e foi adquirido a partir da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 30m (ID da entidade SRTM1S04W053V3) disponibilizado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS.

As malhas municipais foram obtidas no portal de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O MDE foi recortado de acordo com a área de estudo antes de gerar a declividade e as altitudes.

Com a área de estudo definida, pôde-se reclassificar as altitudes, de acordo com intervalos regulares, gerando-se o mapa de hipsometria. A partir do MDE, utilizou-se a função comando “Declividade” disponível na aba de ferramentas de Raster do *software* QGIS 3.34.6, sendo geradas as classes de declividade, utilizando-se como referência a classificação de declividades da EMBRAPA (1979).

Para a elaboração dos mapas de delimitação da bacia hidrográfica, foram adquiridos dados vetoriais a partir do banco de dados disponibilizado pelo Sistema Estadual de Informações Sobre Recursos Hídricos do Pará. Estes dados foram processados, a bacia do Igarapé Altamira foi identificada e exportada como arquivo vetorial. Os cursos d’água foram recortados de acordo com a área de estudo, utilizando o comando “recortar” do QGIS.

Para a análise morfométrica, obtiveram-se informações como, área total da bacia, perímetro da bacia, comprimento total dos cursos d’água, comprimento do canal principal e comprimento axial da bacia, possibilitando uma maior abrangência sobre os aspectos físicos do local. Com base nestas informações, foram determinados os parâmetros morfométricos para a caracterização fisiográfica da bacia do Igarapé Altamira (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros morfométricos, fórmulas, dados, unidades e metodologias aplicados na bacia do Igarapé Altamira.

Parâmetros Morfométricos	Fórmula de Aplicação	Dados	Unidade	Metodologia
Índice de Circularidade (I_c)	$I_c = \frac{4\pi A_{BH}}{P_{BH}^2}$	A_{BH} : Área da bacia (Km ²); P_{BH} : Perímetro da bacia (Km).	Adimensional	Miller (1953)
Coefficiente de Compacidade (K_c)	$K_c = 0,28 \times \frac{P_{BH}}{\sqrt{A_{BH}}}$	A_{BH} : Área da bacia (Km ²); P_{BH} : Perímetro da bacia (Km).	Adimensional	Villela e Matos (1975)
Fator de Forma (K_f)	$K_f = \frac{A_{BH}}{L_{ax}^2}$	A_{BH} : Área da bacia (Km ²); L_{ax} : Comprimento Axial (Km).	Adimensional	Villela e Matos (1975)
Densidade de Drenagem (D_d)	$D_d = \frac{L_{Total}}{A_{BH}}$	L_{Total} : Comprimento total dos cursos d’água (Km); A_{BH} : Área da bacia (Km ²).	Km/Km ²	Villela e Matos (1975)
Índice de Sinuosidade (I_s)	$I_s = \frac{L}{L_v}$	L : Comprimento do canal principal (Km); L_v : Comprimento em linha reta do canal principal (Km).	Adimensional	Freitas (1952)
Densidade Hidrográfica (D_h)	$D_h = \frac{N_1}{A_{BH}}$	N_1 : N° de canais de 1ª ordem; A_{BH} : Área da bacia (Km ²).	Canais/km ²	Strahler (1952)

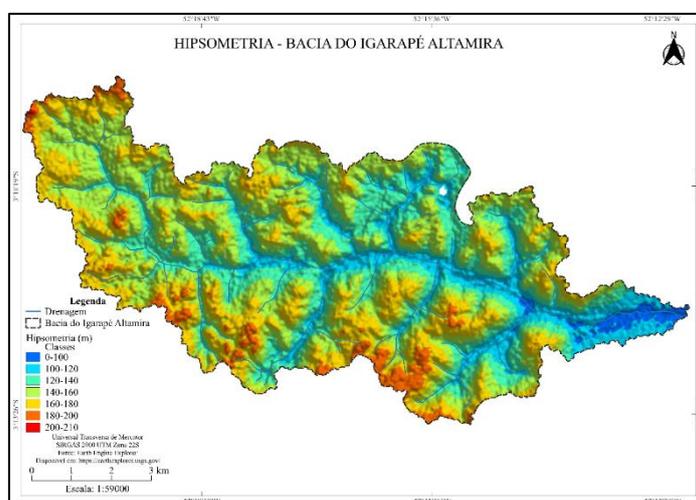
Declividade Média do Curso d'água principal (D_m)	$D_m = \frac{Cota_{máx} - Cota_{mín}}{L}$	$Cota_{máx}$: Cota máxima (m); $Cota_{mín}$: Cota mínima (m); L: Comprimento do rio (m).	m/m	Silva <i>et al.</i> (2018)
Declividade Média do Curso d'água principal em % (D_m)	$D_m = \frac{Cota_{máx} - Cota_{mín}}{L} \times 1$	$Cota_{máx}$: Cota máxima (m); $Cota_{mín}$: Cota mínima (m); L: Comprimento do rio (m).	%	Silva <i>et al.</i> (2018)
Amplitude Altimétrica (H)	$H = AM - Am$	AM: Altimetria máxima; Am: Altimetria mínima.	m	Padilha e Souza (2017)
Tempo de Concentração (T_c)	$T_c = 0,39 \times \left(\frac{L_v^2}{D_m} \right)^{0,385}$	L_v : Comprimento em linha reta do canal principal (km); D_m : Declividade média (m/m); 0,39: Constante de conversão.	horas	Silva (2015)

Fonte: Autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antecedendo os cálculos dos índices morfométricos da BH do Igarapé Altamira, calcularam-se os dados que foram utilizados com base para a obtenção das características morfométricas. Assim, calculou-se o comprimento total de todos os canais (87,35 Km), comprimento do rio principal (19,72 Km), comprimento axial (19,72 Km), comprimento em linha reta do canal principal (16,96 Km) e declividade mínima e máxima do rio principal (95 e 175, respectivamente). A BH do Igarapé Altamira drena uma área total de 70,11 Km², com perímetro de 67,59 Km. Em relação à amplitude altimétrica, predominam elevações entre 120 a 180 m, o que envolve 82,23% da área da BH. As cotas mais baixas estão representadas em relevos com altitudes de 0 a 100 m (13,54%) a qual encontram-se mais a jusante da BH (Figura 2).

Figura 2. Hipsometria da BH do Igarapé Altamira



Fonte: Autores, 2024.

Os valores hipsométricos evidenciam que a BH do Igarapé Altamira possui relevo muito movimentado, fato confirmado pelas classes de declividade predominante da área (36,96% é suavemente ondulada e 45,56% da área é ondulada). No entanto, a declividade média do curso d'água principal foi de 4,0568%, o que a caracteriza com relevo predominantemente plano. As maiores declividades estão situadas às margens dos canais de drenagem da BH, principalmente nos canais de 1ª e 2ª ordem. Essas altas declividades apresentam-se expressivas na BH do Igarapé Altamira (Figura 3).

Figura 3. Declividade da BH do Igarapé Altamira



Fonte: Autores, 2024.

Para o Coeficiente de Compacidade (K_c) da BH do Igarapé Altamira, que estabelece a relação entre o perímetro e a área da circunferência do círculo que possui a mesma área de drenagem, obteve-se valor de 2,2602. Este parâmetro indica que o resultado sendo maior que 1 mais alongada é a BH, ou o inverso, quanto menor o resultado (mais próximo de 1) mais circular é a mesma. Resultados semelhantes obtidos neste estudo também foram encontrados por Alves *et al.* (2020, p.3646), analisando a morfologia e os aspectos hidrológicos da BH do Rio Verdinho no sudoeste goiano e Souza *et al.* (2023, p.6), estudando a BH Treze de maio (Acre) os quais mostram valores para K_c na ordem de 2,86 e 2,80, respectivamente.

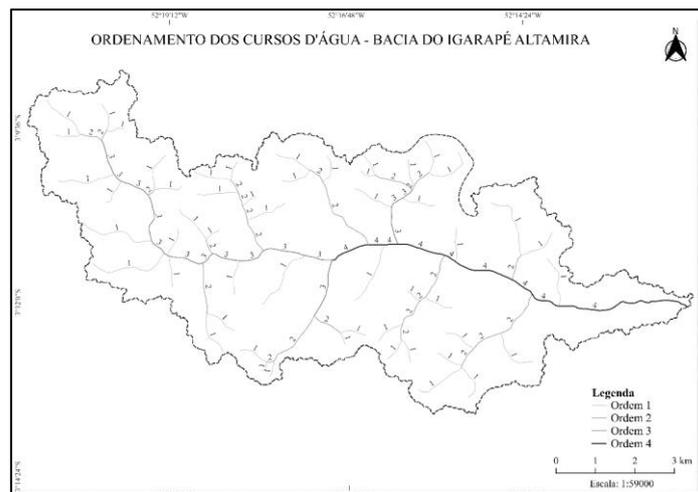
Obteve-se o valor de 0,1803 para o fator de forma (K_f) na BH do Igarapé Altamira, sendo verificado valores próximos para este fator nos estudos apontados por Souza *et al.* (2023, p.6), Alves *et al.* (2020, p.3646), 0,16 e 0,10, respectivamente, e inferiores evidenciados por Panza *et al.* (2021, p.404) ($K_f = 0,20$). Assim, classifica-se

as três bacias supracitadas como alongadas onde há possivelmente menores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão concentrando, portanto, menores volumes de água no tributário principal.

Soares et al. (2020, p.1111), relaciona a área da BH com a área de um círculo de perímetro igual ao da área da BH. O Índice de Circularidade também afirma que a BH do Igarapé Altamira possui formato mais alongado, já que o valor obtido para este índice se apresentou bem baixo do valor unitário (0,1927). Deste modo, a forma alongada da BH do Igarapé Altamira acaba por favorecer um maior tempo de concentração da água (2,0117 horas) e uma baixa susceptibilidade a enchentes.

Segundo Christofolletti (1980), a densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes e representa o grau de dissecação topográfica em paisagens elaboradas pela atuação fluvial ou a quantidade disponível de canais de escoamento. A densidade de drenagem na BH em estudo foi de 1,2459 km/km², sendo classificada como média densidade de drenagem. O sistema de drenagem da BH em estudo, de acordo com a hierarquia de ordenamento de Strahler (1952), possui ramificação de quarta ordem (Figura 4), bem como o seu desenvolvimento assemelha-se ao padrão de drenagem dentrítica, o que significa uma considerável ramificação para a escala do mapa utilizado (RODRIGUES *et al.*, 2016, p.147).

Figura 4. Ordenamento dos Cursos d'água da BH do Igarapé Altamira



Fonte: Autores, 2024.

A densidade hidrográfica (D_h) relaciona o número de rios/canais com a área da BH. Este índice expressa a grandeza da rede hidrográfica da BH, indicando a capacidade

de gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Neste estudo, foi encontrada densidade hidrográfica de 0,7559 canais/km². Dessa forma, a BH estudada apresenta poucos canais por unidade de área, possuindo baixa densidade hidrográfica, ou seja, apresenta baixa capacidade de gerar novos canais de drenagem.

O índice de sinuosidade (Is) representa a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial do canal principal, expressando a velocidade de escoamento do canal principal. O valor encontrado para Is da BH do Igarapé Altamira foi de 1,1627, o qual indica que os canais de drenagem desta BH não possuem forma retilínea, mas também, não podem ser considerados como sinuosos, ou seja, os canais possuem uma forma transitória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise morfométrica da BH do Igarapé Altamira consistiu em avaliar e descrever as características da rede de drenagem, do relevo e suas relações. Os valores hipsométricos indicaram que a BH possui relevo muito movimentado, as maiores declividades estão situadas às margens dos canais de drenagem, afetando possivelmente, o escoamento superficial, a umidade do solo, a infiltração de água, entre outros.

Por meio dos cálculos morfométricos, foi possível verificar que a BH em estudo possui forma alongada e uma baixa susceptibilidade a enchentes, onde há possivelmente menores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão concentrando, portanto, menores volumes de água no tributário principal. Desta forma, as metodologias da junção de sensoriamento remoto e SIG se mostraram indispensáveis para uma análise detalhada da morfometria da BH, auxiliando na geração de informações e dados relevantes que permitem um melhor conhecimento sobre a área estudada.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. L. B. et al. Análise morfométrica da bacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri-PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico. **Revista de Geografia** (UFPE), v. 31, n. 3, 2014.

ALVES, W.S. et al. Morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Verdinho, Sudoeste de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.07, p.3636-3658, 2020.

ALVES, W.S. et al. Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.03, p. 1093-1113, 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial: o canal fluvial. São Paulo: **Edgard Blücher**, 313p. 1980.

MEDEIROS, R. B. et al. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do córrego das Marrecas, Dracena/SP. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista** (periódico eletrônico), v. 10, n. 2, p. 41-56. 2014.

PANZA, M.R. et al. Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia Rio dos Veados, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.4, p.399-411, 2021.

RODRIGUES, R.S.S. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, Capitão Poço, Pará, Brasil. **Revista Verde**, v.11, n.3, p.143-150, 2016.

SANTOS, R.L. et al. Caracterização da bacia hidrográfica do riacho açazal em Senador La Rocque – Brasil. **Georaguiaia**, v.3, n.2, p. 159-181, ago/dez. 2013.

SERVIDONI, L.E. et al. Atributos morfométricos e hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Alto Sapucaí, Minas Gerais. **Revista do Departamento de Geografia**, vol.41, e169817, 14p. 2021.

SOARES, I.G. et al. Aspectos Fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Preto - MA: Uma Ferramenta para a Gestão Ambiental. **Ciência Geográfica - Bauru - XXIV - Vol. XXIV- (3): Janeiro/Dezembro – 2020**.

SOUZA, M.D. et al. Caracterização fisiográfica e do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica Treze de maio no Oeste da Amazônia. **Research, Society and Development**, v. 12, n.1, e6412139278, 2023.

TAOFIK, O. K. et al. A Comparative Analysis of Drainage Morphometry on Hydrologic Characteristics of Kereke and Ukoghor Basins on Flood Vulnerability in Makurdi Town, Nigeria. **Hydrology**, Amsterdam, v. 5, p. 32-40, 2017.

ULIBARRI, N.; GARCIA, N. E. Comparing Complexity in Watershed Governance: The Case of California. **Water, Basel**, v.12, p. 766-785, 2020.