

## **ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUÇU, ALAGOAS**

Kallyne Teixeira<sup>1</sup>  
Ronald Farias Marques<sup>2</sup>  
Antonio Rodrigues de Oliveira Filho<sup>3</sup>  
Jardel Estevam Barbosa dos Santos<sup>4</sup>  
Laís Susana de Souza Gois<sup>5</sup>  
Genisson Panta<sup>6</sup>  
Kleython de Araujo Monteiro<sup>7</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Os parâmetros morfométricos aplicados em bacias hidrográficas se destacam na ciência geográfica desde o século XX. Esta abordagem segue os pressupostos de Horton (1945) que tem o intuito de apresentar técnicas quantitativas para análise das formas de relevo e entendimento do sistema hídrico. Posteriormente, as contribuições de Strahler (1952, 1957, 1964) permitiram a expansão da perspectiva morfométrica, contribuindo para avanços relevantes para a geomorfologia.

No Brasil, estes trabalhos foram compilados e traduzidos não só por Villela e Mattos (1975) para aplicação hidrológica, mas também por Christofoletti (1980) que apresenta estudos analíticos nas bacias hidrográficas de hierarquização fluvial aliado às análises areal, linear e hipsométrica. Logo, a análise morfométrica identifica setores que indicam perturbação tectônica que influencia diretamente da rede de drenagem (Santos, 2019), evidenciando também a esculturação das formas de relevo e o potencial erosivo.

---

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, [kallyne.geografia@gmail.com](mailto:kallyne.geografia@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, [ronaldmarques835@gmail.com](mailto:ronaldmarques835@gmail.com);

<sup>3</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [antoniodof@hotmail.com](mailto:antoniodof@hotmail.com) ;

<sup>4</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, [j214165@dac.unicamp.br](mailto:j214165@dac.unicamp.br);

<sup>5</sup> Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [laisgois15@gmail.com](mailto:laisgois15@gmail.com);

<sup>6</sup> Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [genisson.panta@ufpe.br](mailto:genisson.panta@ufpe.br)

<sup>7</sup> Professor orientador: Doutor, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFAL, [kleython.monteiro@igdema.ufal.br](mailto:kleython.monteiro@igdema.ufal.br).

A aplicação da morfometria em bacias hidrográficas no contexto semiárido é de suma importância, haja vista que a região possui características específicas de deficiência hídrica. Assim, a morfometria permite a quantificação dos principais aspectos físicos da área drenada, oferecendo uma visão detalhada da dinâmica hidrológica e geomorfológica. Essa abordagem é crucial para compreender a complexidade da rede de drenagem, especialmente em regiões que possuem estes desafios naturais que afetam diretamente a estruturação da paisagem e a eficiência dos processos de drenagem.

A geomorfologia fluvial consiste em analisar os processos e formas associadas pelo escoamento dos rios (Christofolletti, 1980). Em relação ao sistema de drenagem, é importante compreender as dinâmicas que ocorrem nas bacias hidrográficas, considerando os aspectos que possuem influência ativa através rede hídrica e atuam na paisagem. Assim, é possível caracterizar os elementos físicos e entender sua influência na estruturação da paisagem. Diante disso, esse estudo visa realizar a caracterização de atributos morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uruçu, localizada no baixo curso do Rio São Francisco, em Alagoas. Neste contexto, a pesquisa serve para ciência base, tendo em vista a possibilidade de ser utilizada para estudos futuros no viés do ordenamento territorial.

## **METODOLOGIA**

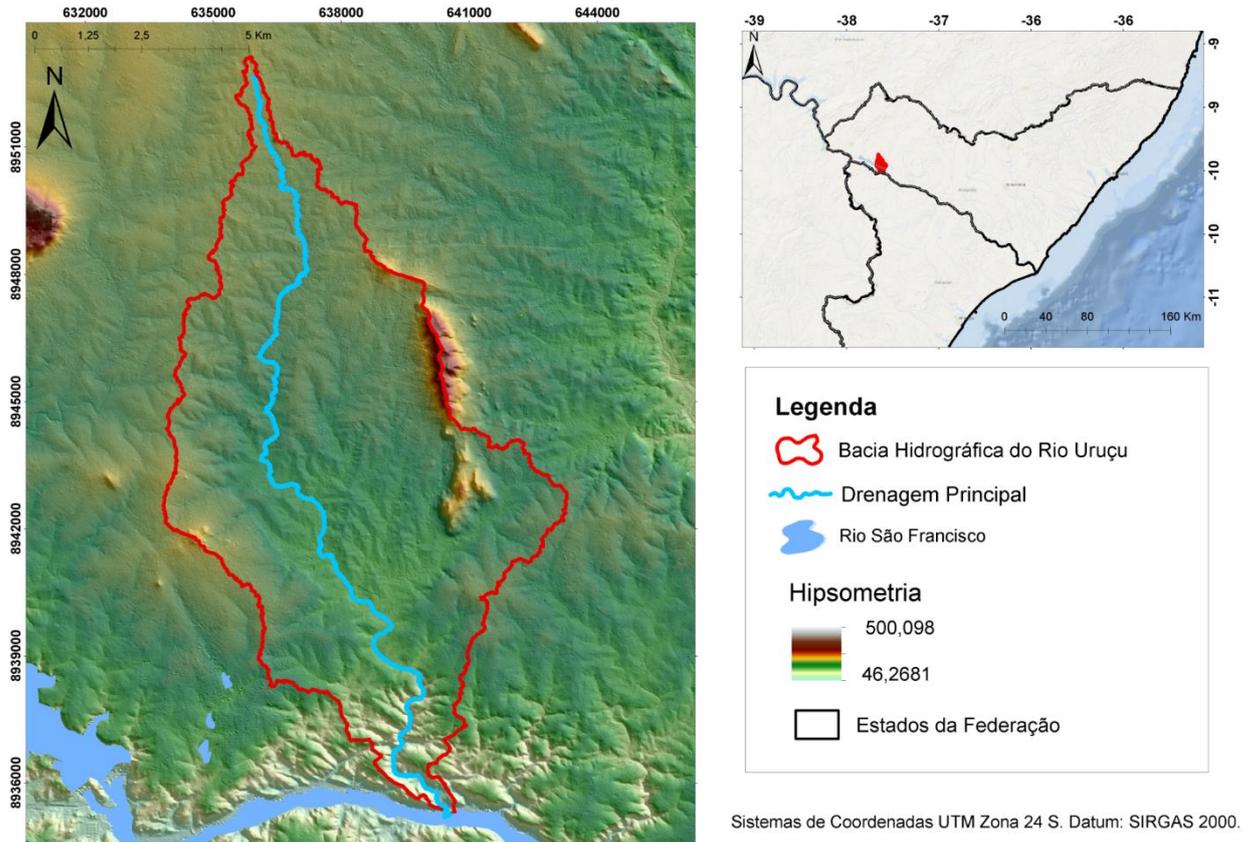
### **Caracterização da Área de Estudo**

A bacia hidrográfica do Rio Uruçu está localizada no baixo curso do Rio São Francisco no estado de Alagoas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1992), a área de estudo em questão pertence a microrregião Sertão Alagoano, possuindo clima semiárido com médias anuais de pluviometria de 500 a 600 mm e classificação climática de Köppen do tipo KSh. O contexto geológico tem rocha ígnea em destaque, mas também possui litologia sedimentar e metamórfica. Os litotipos predominantes são quartzo sienito, granito leucogranito, arenito e ortognaisse tonalítico (KOSIN,2004).

Em relação à sua geomorfologia, Villanueva (2016) evidencia que a área de pesquisa (figura 1) pertence a dois domínios geomorfológicos, sendo a Depressão do Baixo São Francisco e os Relevos Residuais em meio à Depressão do Baixo São Francisco. De acordo com o autor, a morfologia do primeiro domínio de caracteriza em uma depressão plana com área é resultante de uma pediplanação intensa em rochas

Paleoproterozoicas a Neoproterozoicas da Província Borborema. Já o segundo domínio, tem os relevos residuais com aspectos esculpidos pela erosão diferencial, ou seja, resistem na paisagem por ter uma litologia mais resistente que seu entorno (BIGARELLA *et al.* 2003).

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Uruçu em Alagoas.



Fonte: Os autores, 2024.

## Procedimentos Metodológicos

A etapa inicial desta pesquisa centrou-se no processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizando o TanDEM-X referente à carta 24 S, com uma resolução de 12 metros. O tratamento do MDE foi realizado por meio do software ArcGIS, uma ferramenta imprescindível para gerar dados automatizados, como direção e acumulação de fluxo, hidrografia, delimitação de bacias de drenagem, entre outras referências fundamentais para a elaboração de informações pertinentes dentro do Sistema de Informação Geográfica - SIG.

Com a manipulação dos dados gerados, é possível aplicar os parâmetros morfométricos tanto linear, quanto areal. Assim, o método aplicado nesta pesquisa, seguiu as recomendações das metodologias de Horton (1945), Strahler (1952; 1964),

Schumm (1963), Hare e Gadner (1985), além dos compilados em Villela e Mattos (1975) e Christofolletti, (1980). Desta forma, o quadro 1 apresenta uma síntese dos índices geomórficos processados para BHRU, visto que a análise realizada na pesquisa, emprega várias métricas com intuito de entender a complexidade e a dinâmica da drenagem fluvial da área de estudo em questão.

Quadro 1: Síntese dos parâmetros morfométricos utilizados na BHRU.

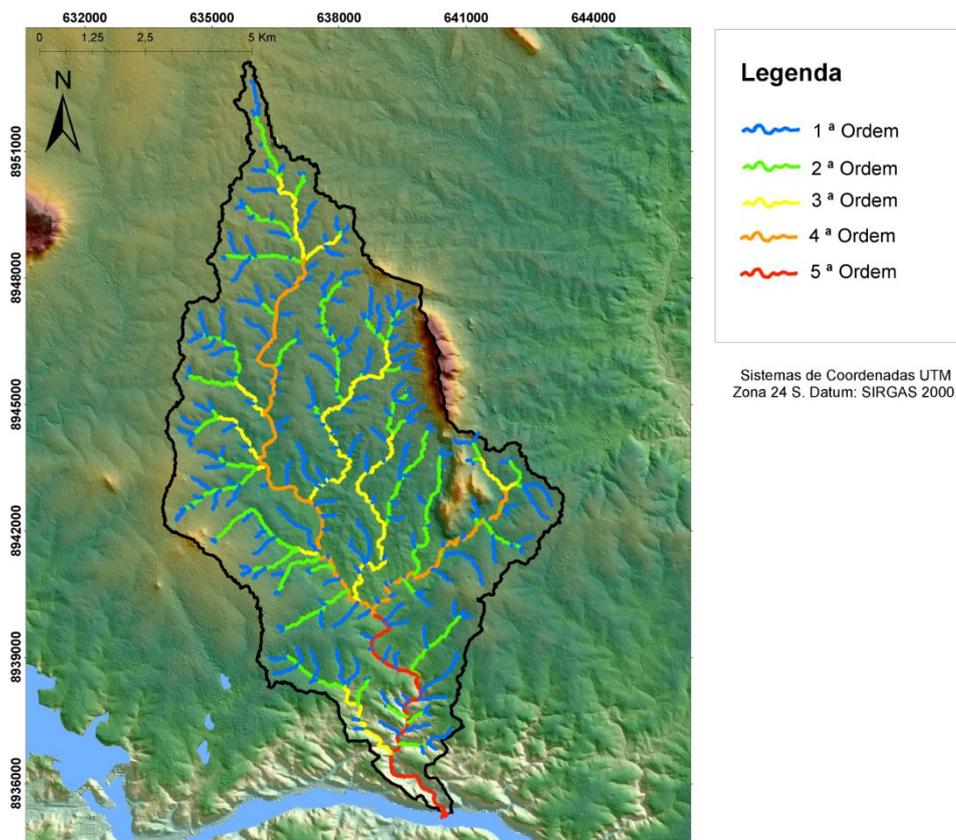
Parâmetro Morfométrico	Equação	Análise	Referência
Hierarquia de Drenagem	Ordenamento de canais	Os canais sem tributário são considerados de primeira ordem, ou seja, as nascentes. Após, para definir as próximas ordens, é necessário que dois canais de ordem iguais se encontrem, assim, a convergência de dois canais de primeira ordem, formam o ordenamento de segunda.	Strahler (1952)
Relação de Bifurcação (Rb)	$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$	É a razão entre o número total de segmentos de canais de determinada ordem (Nu) e o número total de segmentos de canais da ordem superior (Nu+1).	Horton (1945)
Sinuosidade (P)	$P = \frac{Lc}{Lv}$	É a razão entre o comprimento real do canal medido ao longo de seu percurso sinuoso, ou seja, curvilíneo (Lc) e o comprimento em linha reta do vale (Lv).	Schumm (1963)
Fator de Assimetria da Bacia de Drenagem (FABD)	$FABD = 100 * \frac{Ar}{At}$	Multiplica 100 pela razão da área direita do rio principal tendo a jusante como referência (Ar) e a área total da bacia em análise (At).	Hare e Gadner (1985)
Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = \frac{Lu}{A}$	É a relação do comprimento de todos os segmentos de canais em Km (Lu) e a área total da bacia.	Horton (1945)

Portanto, estes parâmetros morfométricos ajudam a identificar padrões de fluxo, curvatura dos rios e assimetrias na distribuição das áreas de drenagem, refletindo a influência de fatores como atividade tectônica, erosão, e características do solo. Ao avaliar a eficiência de escoamento e a densidade de canais fluviais, esses índices são fundamentais para o planejamento ambiental e a gestão sustentável de recursos hídricos, oferecendo uma compreensão abrangente dos processos hidrológicos e geomorfológicos que moldam as paisagens.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfométrica das bacias hidrográficas deve iniciar por meio da hierarquização de drenagem, com intuito de definir a ordem de grandeza das subunidades geomorfológicas da área estudada. Depois deste processamento, pode-se realizar a aplicação dos índices lineares, areais e hipsométrico (Christofolletti, 1980). Assim, foi identificada que a BHRU é de 5ª ordem (figura 2), determinando uma rede de drenagem desenvolvida, possuindo dinâmica complexa em relação ao contexto geomorfológico dos processos erosivos aliado ao transporte dos sedimentos.

Figura 2: Hierarquia de drenagem da BHRU em Alagoas.



Fonte: Os autores, 2024

Com base na hierarquia de drenagem, foi calculado o parâmetro da relação de bifurcação (tabela 1), o valor médio aplicado nas ordens de canais é de 4,73 que indica fraco controle estrutural sob a drenagem. Os segmentos de primeira e segunda ordem estão no intervalo de 4,84 e 4,63, enquanto as drenagens de terceira hierarquia, o maior valor da área de estudo com 5,5 e por fim, a quarta ordem tem apenas 2 na relação de

bifurcação. Segundo Strahler (1964), os resultados obtidos para BHRU apresentam um grau moderado de dissecação sobre os terrenos cristalinos.

Tabela 1: Relação de bifurcação da BHRU em Alagoas.

Ordem de Canais	Nº de Canais	Rb	Rb média
1 <sup>a</sup>	247	4,84	
2 <sup>a</sup>	51	4,63	
3 <sup>a</sup>	11	5,5	4,73
4 <sup>a</sup>	2	2	
5 <sup>a</sup>	1	-	

Fonte: Os autores, 2024.

A sinuosidade de uma drenagem pode ser classificada em 5 classes de acordo com Schumm, 1963 , sendo elas retilínea ( $P=1,0$ ), transicional ( $P= 1,0 < e < 1,5$ ), regular ( $P=1,5$ ) tortuosa ( $P= \geq 2,0$ ), irregular ( $P= 1,5 < e < 2,0$ ). Neste sentido, o índice morfométrico de sinuosidade (tabela 2) foi aplicado ao canal principal da BHRU pertencente ao intervalo transicional com valor de 1,42, que indica curvas meândricas moderadas ao decorrer do canal principal.

Tabela 2: Sinuosidade da BHRU em Alagoas.

Meândrico	Linha reta	Sinuosidade
25,793	18,112	1,42

Fonte: Os autores, 2024.

Segundo Hare e Gardner (1984), o Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem identifica se existe estabilidade tectônica ou basculamento, possuindo o FABD = 50% como referência para bacias simétricas e valores fora deste padrão assimétrica, considerando o eixo no canal principal. No caso da BHRU, o FABD (tabela 3) é de 41,83% que aponta migração preferencial para o lado esquerdo da bacia, a partir da jusante sentido foz.

Tabela 3: Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem da BHRU em Alagoas.

Ar (Km <sup>2</sup> )	At (Km <sup>2</sup> )	FABD
32,79	78,3741	41,83%

Fonte: Os autores, 2024.

A densidade de drenagem (Dd) é um parâmetro que permite compreender o nível do desenvolvimento de uma bacia hidrográfica de acordo com Villela e Mattos, 1975. Ainda segundo os autores, a Dd varia entre de 0,5 Km<sup>2</sup> para drenagem pobre e acima de 3,5 Km<sup>2</sup> para sistema hídrico bem drenado. Para BHRU, foi identificado Dd (tabela 4) de 2,43 Km<sup>2</sup>, estando no intervalo de bacias de drenagem mediana. Logo, é possível relacionar este valor com a capacidade de infiltração e escoamento superficial.

Tabela 4: Densidade de Drenagem da BHRU em Alagoas.

L(Km <sup>2</sup> )	At (Km <sup>2</sup> )	Dd (Km <sup>2</sup> )
191,2149	78,3741	2,43

Fonte: Os autores, 2024.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Uruçu permitiu identificar de maneira eficaz o sistema hidrológico, evidenciando uma rede de drenagem complexa. Nesse contexto, a BHRU apresenta uma rede de drenagem bem desenvolvida, sendo classificada como de 5<sup>a</sup> ordem. A análise da relação de bifurcação revelou um baixo controle estrutural sobre a drenagem e um nível moderado de dissecação dos terrenos, em conformidade com as características geomorfológicas regionais.

O canal principal apresenta uma sinuosidade de transição, caracterizando-se por curvas meândricas moderadas ao longo de seu percurso. No que se refere à assimetria da bacia, a área em estudo demonstra um leve basculamento preferencial para o lado esquerdo, sugerindo uma possível instabilidade tectônica na morfologia da região. Por fim, a densidade de drenagem indica uma atuação moderada dos processos de infiltração e escoamento superficial.

Esses achados reforçam a importância da análise morfométrica como uma ferramenta essencial para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos hídricos, além de fornecer uma base sólida para futuras pesquisas sobre a evolução geomorfológica da região. Assim, esta pesquisa proporciona uma compreensão aprofundada da dinâmica hidrológica e geomorfológica da área de estudo, destacando sua complexa dinâmica hídrica.

**Palavras-chave:** Geomorfologia Fluvial; Paisagem; Índices Morfométricos; Quantificação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Capes pela concessão de bolsa.

## REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J.J. *et al.* **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.**

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo: Edgar Blücher. 1980. p. 189. Florianópolis: Editora da UFSC, Volume 3, 2003.

HARE, P. W.; GARDNER, T. W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In MORISAWA, M.; HACK, J.T. (Eds.) **Tectonic Geomorphology.** Allen and Unwin, Boston, 1985. p. 75-104.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas.** Rio de Janeiro: IBGE, 1992, v. 2, tomo 2.

Kosin, M. *et al.* **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Folha Aracaju SC.24.** 1.ed. Brasília: CPRM, 2004.

SANTOS, M; LADEIRA, F. S. B; BATEZELLI, A. Indicadores geomórficos aplicados à investigação de deformação tectônica: uma revisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, 2019.

SCHUMM, S.A. Sinuosity of Alluvial Rivers on the Great Plains. **Geological Society of America Bulletin**, v. 74, p. 1089-1100, 1963

STRAHLER, A. N. (1964). Quantitative analysis of watershed Geomorphology, amer. **Transactions American Geophysical Union.** (1957), 38, pp. 913-920.

STRAHLER, A. **Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks.** In: Chow, V. Handbook of Applied Hydrology. New York: McGraw Hill, 1964. p. 439-476

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

VILLANUEVA, T. C. B. (Org.). **Geodiversidade do estado de Alagoas.** Salvador: CPRM, 2016. p. 165.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.