



# APLICAÇÃO DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO MEIO, ALAGOAS E PERNAMBUCO

Bianca Pereira Carneiro <sup>1</sup>  
Melquisedeque da Silva Viana <sup>2</sup>  
Maria de Fátima Santos da Hora <sup>3</sup>  
Bárbara Mirella Herculano de Oliveira <sup>4</sup>  
Laís Susana de Souza Gois <sup>5</sup>  
Kleython de Araujo Monteiro <sup>6</sup>

## RESUMO

O entendimento da geomorfologia possibilita compreender a dinâmica da paisagem, seus processos atuantes e suas formas de relevo. Com o objetivo de compreender a dinâmica hidrológica e a estrutura geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio (AL/PE), a presente pesquisa buscou analisar por meio da aplicação de índices morfométricos o comportamento estrutural da região. Para tanto, foram utilizadas metodologias quantitativas proposta por Strahler, Horton, além de, Hare e Gardner, que incluiu a geração do Modelo Digital de Elevação da área de estudo e o uso de técnicas de geoprocessamento em ambientes SIG para extração de dados essenciais sobre o fluxo de drenagem, hierarquia fluvial e o fator de forma. Foram calculados diversos índices, como a hierarquização de drenagem, Relação de bifurcação e o fator de assimetria da bacia de drenagem. Os resultados através da hierarquização, evidenciaram que os canais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio são de sexta ordem; em razão a sua Relação de bifurcação, esta resultou uma média de 4,46, o que indica a presença de um relevo montanhoso com potencial erosivo; já com a aplicação do seu fator de assimetria, o resultado de 63,3 aponta para uma leve inclinação da bacia em direção ao lado direito, possivelmente em razão da presença de resistência das rochas. Sendo assim, é possível concluir que a caracterização geomorfológica da bacia, a partir da relação entre as redes de drenagem e o relevo, por meio da aplicação de índices morfométricos, permite garantir um melhor detalhamento da área e torna-se um instrumento valioso para o planejamento territorial e a gestão eficiente dos recursos hídricos na região.

## INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, bianca.carneiro@igdema.ufal.br;

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, melquisedeque.viana@igdema.ufal.br;

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, maria.hora@igdema.ufal.br;

<sup>4</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, barbara.oliveira@igdema.ufal.br;

<sup>5</sup> Doutoranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, lais.gois@igdema.ufal.br;

<sup>6</sup> Professor orientador: doutor, Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, kleython.monteiro@igdema.ufal.br;



As bacias hidrográficas são áreas caracterizadas em função de suas condições naturais de captação de água que convergem para um único ponto conforme descreve Tucci (1977). Sua área interna forma-se por um conjunto de canais fluviais inter-relacionados, possuindo um sistema aberto de entrada e saída de energia e material (Christofoletti, 1980).

Dentro do contexto das bacias hidrográficas, a morfometria é uma importante abordagem para medir e analisar essas áreas, que nos permite entender os processos da dinâmica hidrológica, fornecendo índices obtidos em razão da aplicação de técnicas e métodos sobre uma determinada área de acordo com Christofoletti (1969).

O uso do geoprocessamento é uma importante ferramenta de análise pois permite a semi-automatização da geração dos dados que servem de subsídio para análise dos índices. Trabalhos já realizados (MELO, 2023; RAMOS, 2016; CABRAL, 2019; VIANA, 2024; SANTOS, 2024), evidencia tais aplicações como sendo suporte para o planejamento e gerenciamento dos recursos.

Neste trabalho foram utilizadas três metodologias com distintas finalidades: Strahler (1952), Horton (1945) e Strahler (1957), além de Hare e Gardner (1985). Primeiro foi realizada a classificação dos canais e sua relação com o relevo, em seguida feitas as ramificações presentes na bacia e por último o seu grau de basculamento. Portanto, com o intuito de atualizar dados relevantes sobre a dinâmica hidrológica, a pesquisa teve como objetivo principal aplicar e analisar índices morfométricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio, inserida entre Pernambuco e Alagoas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

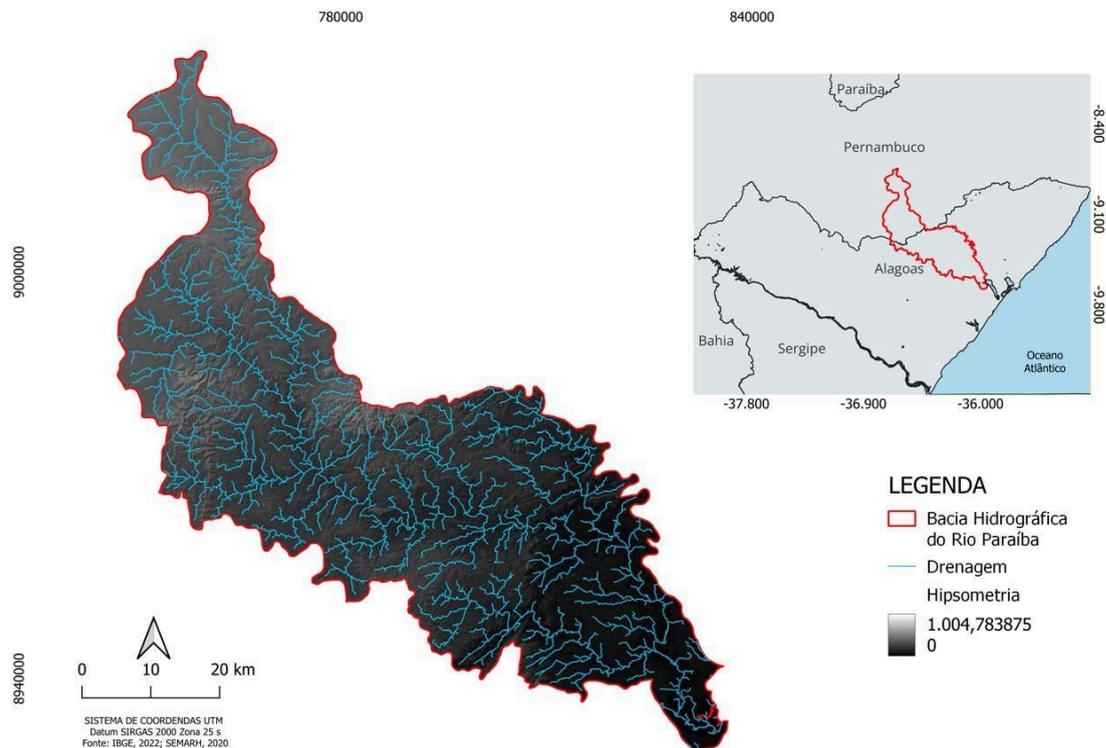
### **Caracterização da área de estudo**

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, segundo Gama (2012), possui uma área de 3.127,83 km<sup>2</sup> e está inserida no oeste de dois estados: Pernambuco, onde localiza a sua nascente no município de Saloá, e Alagoas, onde a foz do curso d'água dirige-se para a Laguna Manguaba, posteriormente, o complexo estuarino Mundaú-Manguaba vai realizar sua desembocadura para o Oceano Atlântico (Figura 1).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, Alagoas.



Fonte: Os autores (2025).

Em relação às suas características físicas, no que diz respeito em relação a geologia, esta é compreendida pelo Complexo Arapiraca e Belém do São Francisco, as Unidades Cabrobró (1, 2, 3 e 4) e Nicolau-Campo Grande, Corpo Plúton Correntes, Granitóides indiscriminados, Suíte Serra Taquaritinga e Ouro Branco, as Formações Barreiras e Maceió, além de Depósitos flúvio-lagunares (CPRM, 2016; 2014). Já a topografia alcança 1000m em função da sua diversidade geomorfológica, está representada principalmente pelo Planalto da Borborema, Depressão Pré-litorânea, Tabuleiro Costeiro e Planície.

A Classificação de Köppen-Geiger mostra que a bacia hidrográfica se inicia no agreste o clima subúmido BShs' com aproximadamente uma média de 750 mm, passa pela zona da mata alagoana até chegar ao litoral, adquirindo assim o clima tropical quente e chuvoso As', com média de 1600 mm de pluviosidade e temperatura 25°C (GAMA, 2011).



## Procedimentos metodológicos

Para que fosse possível um melhor entendimento dos padrões estruturais inseridos no contexto da bacia, foram aplicados três diferentes índices morfométricos que deram indicativos do que como a bacia se estabelece em seu contexto regional, os índices servem como indicadores para os padrões comportamentais da bacia, no entanto, eles não estabelecem uma verdade absoluta a respeito desses padrões.

Os índices aplicados na bacia hidrográfica do Rio Paraíba foram: Hierarquização de Drenagem da Bacia (STRAHLER, 1952); Relação de Bifurcação - Rb (HORTON, 1945; STRAHLER, 1964); e por fim Fator de Assimetria da Bacia Hidrográfica - FABH (HARE e GARDNER, 1985). Os dados utilizados para a realização dos índices foram retirados do Modelo Digital de Elevação - MDE *Copernicus 30m*, e com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, os índices foram obtidos e corrigidos.

A Hierarquização de Drenagem, é a classificação dos canais através dos seus ordenamentos com razão aos demais canais dentro do mesmo sistema hidrográfico, seguindo os princípios metodológicos de Strahler (1952), que foram adaptados da metodologia elaborada por Horton (1945), a hierarquização fluvial contabiliza os canais onde os rios nascem como sendo de primeira ordem, com a junção de dois canais de primeira ordem surge um canal de segunda ordem, quando dois canais de segunda ordem se juntam formam um canal de terceira ordem, ou seja, a ordem imediatamente superior à anterior, o canal principal será classificado como o de ordem maior da bacia.

Relação de Bifurcação - Rb, vai contabilizar a média de bifurcações que todas as ordens de canais fez dentro da bacia, para isso foi obtido o número de canais de cada ordem, em seguida foram colocados em uma tabela e foi feita a divisão do valor dos canais, iniciando pelo de ordem menor e seguindo pelos de ordem maior (Canais de 1º ordem ÷ Canais de 2º ordem...), com todos o valores de Relação de bifurcação obtidos foi tirada uma média para obter o valor final da Relação de Bifurcação Média, sendo este, o valor final do cálculo. Segundo Horton (1945), os valores entre 2 e 3, são considerados planos ou ondulados, já valores acima de 3, consideram-se montanhoso ou altamente dissecado, Strahler (1964) por sua vez, diz que menores valores indicam menos distúrbios estruturais, outro importante indicativo é que uma bacia de forma alongada indica Rb elevados e as circulares, valores baixos.

Fator de Assimetria da Bacia Hidrográfica - FABH, indica o grau de basculamento ocorrido, ou seja, o quanto a área da própria bacia se moveu com relação



ao próprio eixo. Para geração desse índice foi necessário delimitar a área física total da bacia, em seguida mapear sua área direita, considerando o canal principal a jusante segundo Horton, com os dois resultados obtidos, foi dividido o valor do lado direito pela área total (HARE & GARDNER, 1984).

É importante destacar que a aplicação dos índices não determinam com certeza a dinâmica da bacia, eles surgem com o papel de auxiliar o entendimento sobre determinados comportamentos, e correlacionar com outras características da própria bacia, sendo assim é sempre importante levar em consideração que a aplicação dos índices sempre deverá vir seguida de uma metodologia mais direcionada para a obtenção de determinados comportamentos naturais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a hierarquização de drenagem, a hierarquia fluvial demonstrou que existem na Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio uma variação de drenagem da primeira até a sexta ordem, o principal. Considerando o número de canais, estes são correlacionados com a hierarquia de drenagem, portanto, os de primeira ordem possuem 1742, de segunda são 400, de terceira 100, de quarta 21, de quinta 5 e de sexta 1 (Tabela 1).

**Tabela 1 - Hierarquização de Drenagem da Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Paraíba do Meio, Alagoas e Pernambuco**

Hierarquização de Drenagem	
Hierarquia de Drenagem	Número de Canais
1	1742
2	400
3	100
4	21
5	5
6	1

Elaboração: Os autores (2025).



Como resultado da hierarquização fluvial, a Relação de Bifurcação indicou que a média da área de estudo foi de 4,46, ou seja, indica relevo montanhoso com potencial erosivo, o que pode ser relacionado a sua localização ao Planalto da Borborema, além disso é válido destacar que cartograficamente a sua forma é alongada. Quando considerado às ordens dos canais, os valores obtidos foram: 4,35 para os de primeira, 4,00 para os de segunda, 4,76 para os de terceira, 4,20 de quarta e 5,00 para os de quinta, é válido destacar que os canais de sexta ordem não recebem valores (Tabela 2).

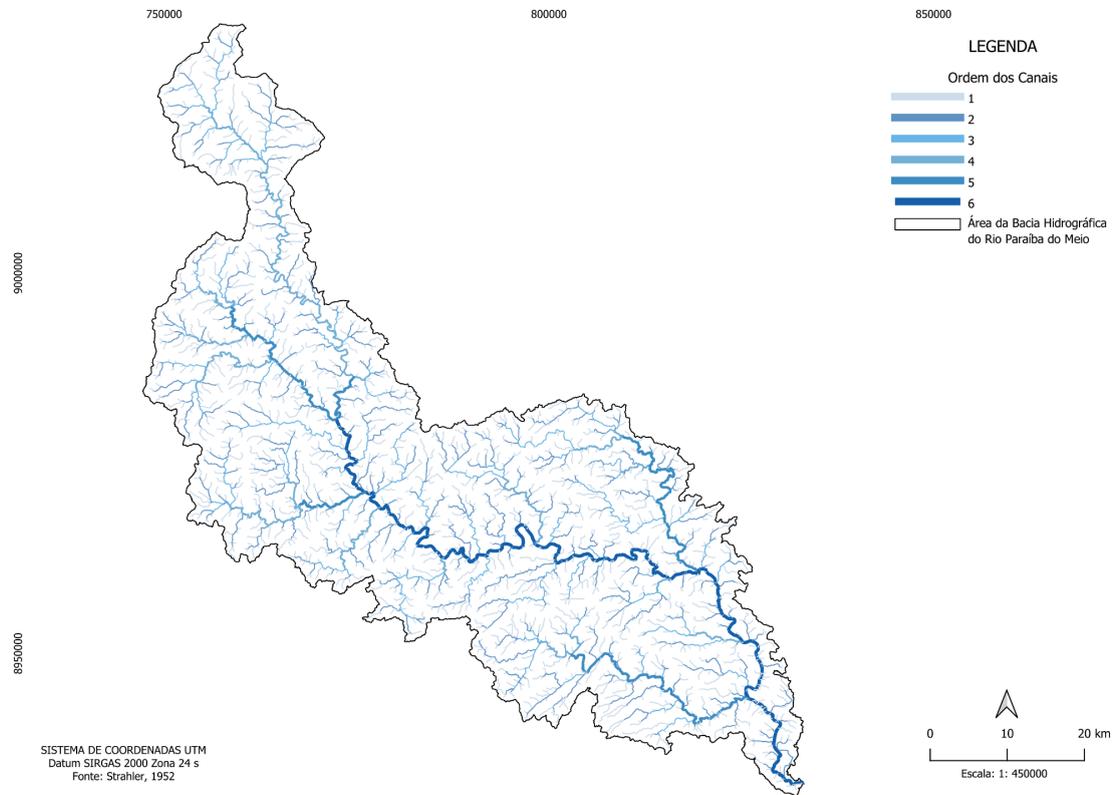
**Tabela 2 - Relação de Bifurcação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, Alagoas e Pernambuco**

Relação de Bifurcação			
Ordem de Canais	Número de Canais - NB	Relação de Bifurcação - RB	Relação de Bifurcação Média da Bacia - RB Médio
1	1742	4,35	
2	400	4,00	
3	100	4,76	4,46
4	21	4,20	
5	5	5,00	
6	1		

Elaboração: Os autores (2025).

No que diz respeito a espacialização da hierarquia fluvial, é possível perceber a distribuição da ordem dos canais na BHRPM, onde a cor mais clara indica os canais de primeira e assim sucessivamente até chegar no tom mais escuro que é classificado pelo canal de sexta ordem (Figura 2).

**Figura 2 - Localização da Hierarquização de Drenagem da Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Paraíba do Meio, Alagoas e Pernambuco**



Elaboração: Os autores (2025).

Em relação ao fator de assimetria, é possível observar que a área total possui 3116,58 km<sup>2</sup>, considerando apenas o seu lado direito, ela tem um total de 1973,053 km<sup>2</sup>, se tratando dos km<sup>2</sup> divididos, ou seja, os dois ocasionou em 0,633 km<sup>2</sup> e quando multiplicado o último resultado por 100, resultou em 63,3, sendo caracterizado por uma leve inclinação para o lado direito, o que quando relacionado ao aspecto geológico, este pode ser resultado da predominância de rochas cristalinas e de grande resistência presentes no centro bacia (Tabela 3).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

**Tabela 3 - Fator de Assimetria da Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Paraíba do Meio, Alagoas e Pernambuco**

Fator de Assimetria da Bacia Hidrográfica			
Área Total (Km <sup>2</sup> )	Lado Direito (Km <sup>2</sup> )	Valor Dividido (Km <sup>2</sup> )	Multiplicado por 100 (Km <sup>2</sup> )
3116,58	1973,053	0,633	63,3

Elaboração: Os autores (2025).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos índices morfométricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio demonstrou-se uma eficiente ferramenta trazendo indicativos tanto do contexto morfológico quanto hidrológico da área. Como resultado da hierarquização de drenagem, estas são até a sexta ordem; a Relação de bifurcação média foi 4,46, indicando um relevo montanhoso com potencial erosivo; o Fator de Assimetria, resultou 63,3, ou seja, que o basculamento da bacia seguiu para a direita, influenciada por questões geológicas.

Sendo assim, os resultados das contribuições de Strahler, Horton e Hare e Gardner demonstram a importância da morfometria como subsídio de ações que promovam planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos, principalmente no contexto de áreas onde possuem características físicas tão variadas, é válido ressaltar ainda que a pesquisa fornece bases para estudos de caráter acadêmico.

**Palavras-chave:** Morfometria, Geomorfologia, Paisagem, Relevo, Drenagem.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. F. et al. Aplicação de índices morfométricos para a estimativa de corridas de detritos em sub-bacias do Rio Perequê, Cubatão (SP). **Revista do Instituto de Geociências**. São Paulo: v. 23, n. 1, p. 29-41, jul/fev. 2023.

CABRAL, T. L.; NUMMER, A. V.; BATEIRA, C. V. M. Indicadores morfométricos como suporte para a classificação de voçorocas em sub-bacias hidrográficas no município de Cacequi, RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo: v. 21, n. 1, p. 139-154, jan/mar 2020. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1670>.



- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**. v. 18, n. 9, p.35-64, 1969.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 176 p.
- GAMA, N. A. *Et. al.* Análise espacial e geoambiental dos municípios ao longo do Rio Paraíba do Meio no Estado de Alagoas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9., 2012. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. p. 1-5. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/7/7-499-313.pdf>.
- GAMA, W. M. G. **Impactos das mudanças climáticas na resposta hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio (AL/PE)**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) pelo Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2011.
- GOIS, L. S. et al. Análise do Controle Estrutural de Drenagem na Bacia Hidrográfica do Riacho Gravatá. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA DO NORDESTE, 5., 2024. Recife. **Anais [...]**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2024. p. 2883-2894.
- HARE, P. W.; GARDNER, T. E. **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, p. 275-370, 1975.
- MELO, J. H. S. et al. Avaliação de possíveis controles estruturais em sub-bacias utilizando índices morfométricos: estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, PE-AL. **Revista Contexto Geográfico**. Maceió: v. 9, n.18, p. 392-403, ago/set 2023. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/download/16884/11466/8104>.
- RAMOS, R. P. S. et al. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio. In: SIMPOSIO SOBRE AS GEOTECNOLOGIAS E GEOINFORMAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, 4. , 2016, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: SEPLAG, 2016. p. 1-12.
- TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.
- SANTOS, K. T. Análise Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Uruçu, Alagoas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2024, João Pessoa. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2024. p. 1-8.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

STRAHLER, A. N. **Análise hipsométrica (área-altitude) da topografia erosiva.** Boletim da Sociedade Geológica da América, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

VIANA, M, S. et al. Aplicação De Índices Morfométricos Na Bacia Hidrográfica Do Riacho Talhado, Alagoas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 10., 202., João Pessoa. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2024. p. 1-8.

VILLANUEVA, T.; MARTINS, V. **Geodiversidade do Estado de Alagoas.** 1. ed. Salvador: CPRM, 2016. 165 p.

TORRES, F. S. M.; **Geodiversidade do estado de Pernambuco.** 1. ed. Recife: CPRM, 2014. 282 p.

