

ASPECTOS GEOLÓGICOS E SUA INFLUÊNCIA NA MORFOLOGIA DA REDE HIDROGRÁFICA DO RIO APODI- MOSSORÓ, SEMIÁRIDO POTIGUAR – BRASIL

Ana Beatriz da Silva¹

Barbara Crislaine Gomes Jó²

Djailson Donato de Rezende³

Andreza Tacyana Felix Carvalho⁴

INTRODUÇÃO

A geologia possui papel importante no comportamento e direção de drenagens fluviais, tendo a água como o principal elemento da esculturação e forma do relevo. Corroborando, Barros e Magalhães Júnior (2020) afirmam que os cursos d'água geralmente são controlados pelos sistemas de lineamentos estruturais e/ou movimentos tectônicos.

Neste sentido, os aspectos litológicos influenciam inclusive, na capacidade de infiltração das águas pluviais, associados com a declividade, solo, relevo e cobertura vegetal, os quais vão se diferenciar de outros ambientes em decorrência dos diferentes tipos de rochas presentes e minerais. Segundo Teodoro *et al.* (2007), as características físicas de uma bacia possuem uma considerável importância para o ciclo hidrológico, intervindo nos escoamentos superficiais e subterrâneos, na evapotranspiração, e na quantidade de água produzida, por exemplo.

De acordo com Pereira *et.al* (2019), é por isso que se torna necessário informações como área, relevo, solo, drenagem para que se tenha conhecimento da capacidade hidrológica de uma bacia hidrográfica, bem como, para elaboração de planos de ações que visem o levantamento de problemas que nela residem, identificando conflitos para buscar soluções. Ainda pelo que corrobora os autores supracitados (2019), essas informações são conhecidas como parâmetros morfométricos, e estão envolvidos com os

¹ Mestranda do Programa de Pós -Graduação em Geografia (PPGEO) da UERN, anabsilva@alu.uern.br.

² Mestranda do Programa de Pós -Graduação em Geografia (PPGEO) da UERN, barbaracrislaine@alu.uern.br.

³ Mestrando do Programa de Pós -Graduação em Geografia (PPGEO) da UERN, djailsonrezende@alu.uern.br.

⁴ Professora Adjunta do Departamento de Geografia da UERN/CAPF e do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) da UERN, andrezafelix@uern.br.

estudos de parâmetros físicos de uma bacia hidrográfica devido aos fenômenos hidrológicos e ambientais no qual ela é inserida.

Teodoro *et al.* (2007) enfatiza que, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros mecanismos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo explicar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. Enquanto isso, Villela e Matos (1975), colocaram que com base nestes elementos físicos, pode-se dizer que se estabelece uma maior possibilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico, pois a morfometria tem grande utilidade prática por estabelecer relações de comparação com os elementos físicos e dados hidrológicos, podendo até determinar valores hidrológicos em locais de interesse nos quais faltem dados ou instalações de estações hidrométricas.

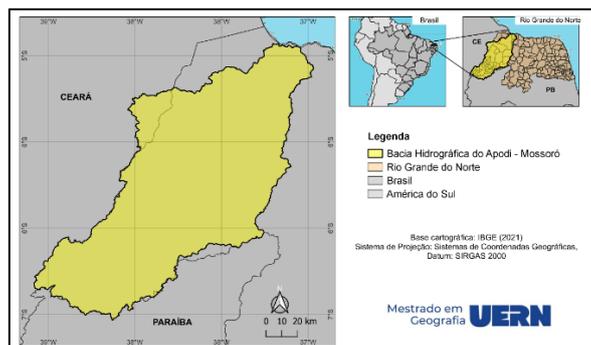
Dessa forma, este estudo se debruça sob a rede hidrográfica da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró com o objetivo de compreender a sua morfologia a partir da estrutura geológica existente. A escolha por essa área se deve à sua destacada diversidade geoambiental, localizada sob duas estruturas geológicas (cristalina e sedimentar), que se reproduzem em distintos aspectos morfológicos de sua rede hidrográfica.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró – BHRAM localizada no Semiárido, está situada na região Oeste Potiguar, dentro da região hidrográfica do Nordeste Oriental, no estado do Rio Grande do Norte. Apresenta-se como o maior rio totalmente estadual, onde sua área de drenagem perpassa por 52 municípios (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em aspectos geológicos, a BHRAM tem suas condições ambientais sob a estrutura geológica que confere dois grandes domínios bem delimitados, o Embasamento Cristalino na parte Sul, e o Sedimentar na parte Norte. No que corresponde ao cristalino, na área da metade sul, apresenta uma complexa litologia constituída por rochas ígneas e metamórficas, influenciados por fraturamentos estruturais que orientam a disposição litológica, bem como a drenagem. Na metade norte, se forma uma notável bacia sob Embasamento Sedimentar, que abrange parte da bacia potiguar com duas estratificações bem definidas, a da formação açu, em transição com o cristalino, e formação jandaíra, incorporada por alguns sedimentos da formação barreiras na direção do litoral e cortada por sedimentos aluvionares no curso do rio (SOUZA, SOUZA e SOUZA, 2023).

Procedimentos metodológicos

Para a análise comparativa da configuração morfológica da rede hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, foram observados os parâmetros morfométricos da rede hidrográfica e os aspectos geológicos existentes na área de sua bacia hidrográfica. O embasamento teórico foi baseado nos trabalhos de Villela e Matos (1975), Ross e Fiers (2005), Lima (2008), Pereira *et.al* (2019) e Cavalcante, Grigio e Diodato (2021). Para entendimento das características morfométricas adotou-se para observação: fator de forma (Kf), índice de circularidade (Ic), coeficiente de compacidade (Kc), densidade de drenagem (Dd) e razão de relevo (Rr) (Tabela 1), sendo estes gerados e calculados, a partir de imagem de satélite no *software* Qgis 3.28.

Tabela 1- índices morfométricos utilizados

Índice	Definição	Equação descritiva		Classificação
Fator de Forma (Kf)	É definido pelo tempo de concentração da água na bacia hidrográfica. Quanto maior for o fator forma, maior será a suscetibilidade de enchentes.	$F = A/L^2$	Em que A em km ² é a área da bacia e L o comprimento do eixo da bacia	<0,50 não sujeito a enchentes 0,50 - 0,75 tendência mediana a enchentes 0,75 – 1,00 sujeita a enchentes
Índice de Circularidade (Ic)	Indica a tendência circular quanto mais próximo de 1.	$IC = 12,57 * (A / P^2)$	Em que A em km ² é a área da bacia e P é o perímetro da bacia em km.	

Índice	Definição	Equação descritiva		Classificação
Coeficiente de Compacidade (Kc)	Indica a possibilidade da bacia apresentar irregularidade e forma achatada quando seu valor for mais próxima de 1, tendo maiores chances de enchentes.	$Kc = 0,28 \cdot P / \sqrt{A}$	P é o perímetro em km e A é área em km ² .	1,00 – 1,25 alta propensão a enchentes 1,25 – 1,50 mediana a enchentes >1,50 não sujeita a enchentes
Densidade de Drenagem (Dd)	Indica a velocidade com que a água deixa a bacia.	$Dd = Lt / A$	Sendo Lt o comprimento total de todos os canais em km e A a área da bacia em km ² .	< 0,50 Baixa 0,50 – 2,00 Mediana 2,01 – 3,50 Alta >3,50 Muito alta
Razão de relevo (Rr)	Indica a altitude e velocidade da água resultando em processos erosivos.	$Rr = H/L'$	Em que H é a diferença entre a altitude máxima e mínima e L é o comprimento do eixo da bacia.	

Fonte: Adaptado de Villela e Matos (1975), Lima (2008), Pereira et. al (2019) e Cavalcante, Grigio e Diodato (2021).

Para a obtenção desses dados, utilizou-se as camadas em vetores dos respectivos recortes, imagem MDE e camadas vetoriais do canal principal e canais de drenagem. Primeiramente, foi criada uma nova camada para se calcular o eixo axial da bacia desconsiderando os meandros, ou seja, foi traçado uma linha reta do ponto mais baixo ao ponto mais alto da bacia, utilizando o canal principal. Por meio deste eixo foi possível calcular os valores esperados.

Na etapa seguinte, foi criado um novo campo para a ‘área e perímetro’ na camada da bacia por meio da ferramenta ‘Calculadora de Campo’. No canal principal foi criado o ‘Comp’, que é comprimento do rio. Na camada do eixo axial e na camada da drenagem, também foi feita a criação do ‘Comp’. A partir do MDE, foi realizado os valores de altimetria através da caixa de ferramentas ‘estatísticas zonais’, calculando as estatísticas de média, mínimo, máximo e o intervalo.

Com os dados adquiridos, os valores encontrados foram colocados na tabela de atributos da camada da bacia. Logo em seguida, efetuou-se os cálculos dos índices a partir da ‘Calculadora de Campo’ com suas respectivas equações. Dessa forma, foi possível

gerar as informações morfométricas para serem analisadas e comparadas com o quadro geológico de sua área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

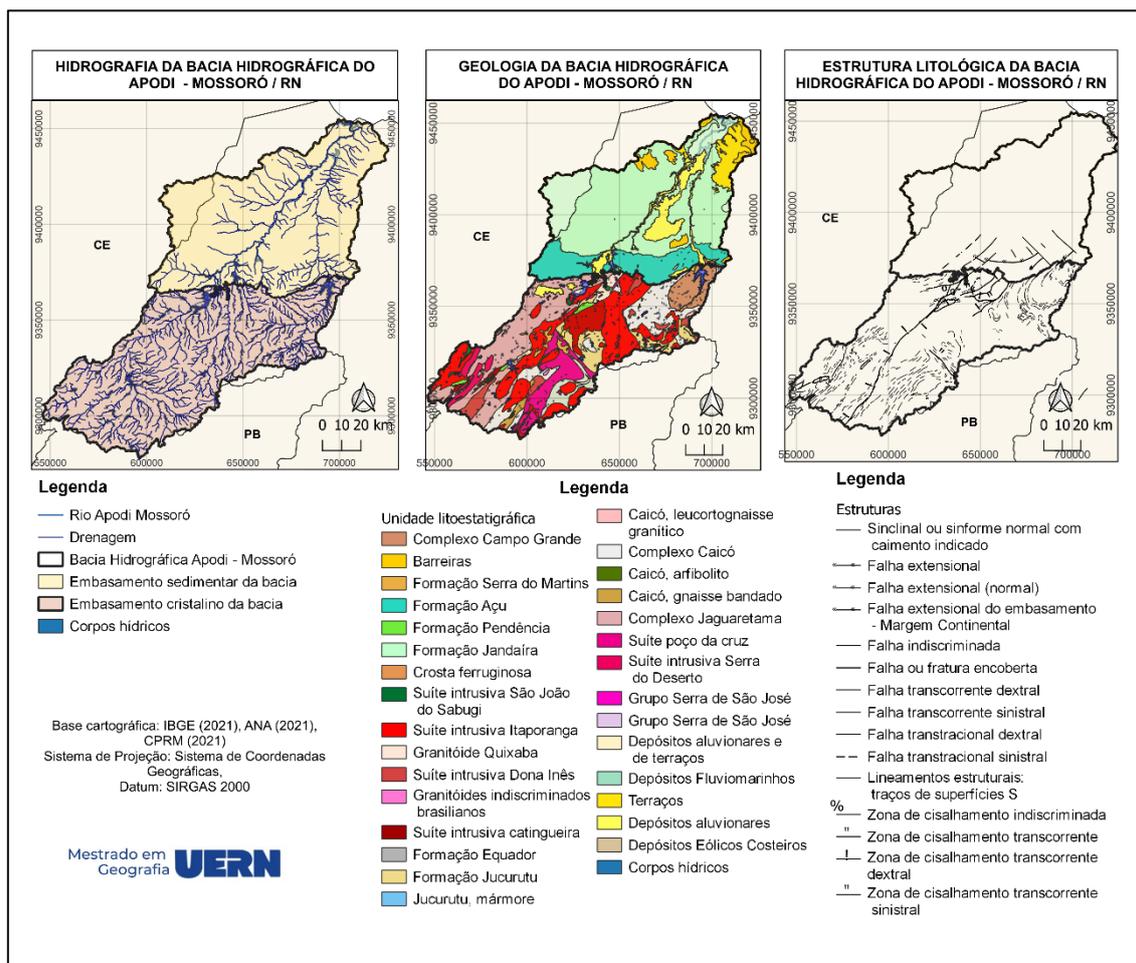
Constata-se na Figura 2, que a organização espacial da rede de drenagem da bacia do rio Apodi-Mossoró se apresenta com maior adensamento na parte do Embasamento Cristalino. Nessa mesma área, verifica-se a presença de uma maior diversidade geológica e litológica, se comparado aos terrenos de área sedimentar. Barros e Magalhães Júnior (2020) apontam que, rochas pouco porosas e permeáveis tendem a favorecer maior densidade hidrográfica, pois os fluxos têm circulação restrita em subsuperfície.

Conforme descreve Maia (2021), no curso superior da bacia hidrográfica, a densidade de drenagem resulta de sua relação com o Embasamento Pré-cambriano. Nesse caso, os padrões dendrítico e subdendrítico resultam da impermeabilidade das rochas cristalinas e o padrão paralelo resulta da conformação da drenagem às estruturas tectônicas, principalmente relevos orientados segundo as direções das principais zonas de cisalhamento.

Entretanto, no Embasamento Sedimentar, existe o predomínio dos Depósitos Fluviomarinhos e Formação Jandaíra. Nesse contexto, a rede hidrográfica possui concentração derivada inicialmente pela estrutura litológica mais estável, estando relacionada também, ao substrato de elevada porosidade e permeabilidade, como indicam Barros e Magalhães Júnior (2020) (Figura 2). Sobre isto, Maia (2021) cita que, no curso inferior o canal diseca os sedimentos mesozóicos da sequência pós-rifte da Bacia Sedimentar Potiguar. Nesse trecho, forma-se um vale alinhado de direção NE-SW. Sua largura inicia-se com cerca de 250 m e termina na foz com aproximadamente 8 km em um eixo longitudinal de 70 km, apresentando desnível da ordem de $0,06^\circ$. Nesse setor a diminuição da densidade dos canais se dá em função da maior permeabilidade do substrato constituído por arenitos da Formação Açu e calcários da Formação Jandaíra (Sequência pós-rifte da Bacia Sedimentar Potiguar).

Na transição do Embasamento Cristalino para o Sedimentar, o rio Apodi-Mossoró ao adentrar à bacia potiguar, passa por um pequeno canyon, havendo uma quebra de energia de escoamento decorrente a diferença altimétrica, favorecendo inclusive, a concentração de deposição de sedimentos na rede hidrográfica da área sedimentar.

Figura 2 – Mapas da rede hidrográfica, geologia e estrutura litológica da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró / RN



Organização: Os autores, 2024.

Tabela 2 – Características morfométricas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró - RN

Características Morfométricas	Bacia do rio Apodi-Mossoró	Embasamento Cristalino	Embasamento Sedimentar
Área da bacia (A)	14287, 97	7367,14	6921,43
Perímetro da bacia (P)	868, 58	716,36	656,52
Menor cota do curso d'água	-6,00	42,25	-6,00
Maior cota do curso d'água	858,62	858,62	292,41
Distância das cotas dos cursos d'água	864,62	816,36	298,42
Comprimento do curso d'água (L)	220,54	94,69	119,36
Comprimento total dos cursos d'água (Lt)	4806,34	3228,86	1576,79
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,03	2,33	2,20
Fator Forma (Kf)	0,29	0,82	0,48
Indicie de Circularidade (Ic)	0, 23	0,18	0,20
Densidade de Drenagem (Dd)	0,33	0,43	0,22
Razão de Relevo (Rr)	0,0039	0,0086	0,0025

Fonte: Os autores, 2024.

Conforme resultados apresentados na Tabela 2, a BHAM possui características morfométricas bem distintas com relação às suas duas porções de Embasamento geológicos, apesar de áreas e perímetros terem valores aproximados. Nesse contexto, considerando o fator forma (K_f) e o índice de circularidade (I_c), a bacia se apresenta de uma forma alongada. Isso indica que a concentração de fluxo de água permanece naturalmente por pouco tempo, mantendo seus cursos d'água em regime intermitente. Porém, ao verificar as áreas correspondentes a Embasamento, constata-se que a área do Cristalino se apresentar sujeita a enchentes, em vista do seu valor de 0,82. De acordo com a classificação de Ross e Fiers (2005), a BHAM possui densidade de drenagem de 0,33, sendo considerada muito baixa.

Relativo ao coeficiente de compacidade (K_c), que indica a possibilidade de a BHAM apresentar irregularidade e forma achatada quando seu valor é próximo de 1, toda a área de estudo apresentou um valor superior a 1. Isso configura a bacia hidrográfica como do tipo alongada, favorecendo uma melhor distribuição das águas nos canais fluviais durante a estação chuvosa, sem estar sujeita a enchentes. No entanto, é importante destacar que, ao longo do baixo curso, onde há as menores cotas do curso d'água principal, a rede hidrográfica menos densa, e a forma desse rio se torna mais meândrica e espaiada, é comum a ocorrência de enchentes e alagamentos em áreas ribeirinhas urbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo os resultados obtidos, observou-se que a bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró apresenta duas dinâmicas de comportamento hidrológico distintas relacionadas diretamente à sua base geológica e litológica. No Embasamento cristalino, devido ao seu substrato rochoso e as dinâmicas litológicas, sua rede hidrográfica se apresenta de forma densa, com escoamento superficiais mais rápidos, pouca infiltração e manutenção intermitente do fluxo de suas águas.

Sobre o Embasamento sedimentar, constatou-se uma menor densidade de drenagem, com rios mais meândricos, espaiados e terrenos com maior absorção de água. Apesar das suas características morfométricas naturais indicarem menor propensão à eventos de enchentes, algumas localidades urbanas situadas sob às margens do rio Apodi-Mossoró enfrentam essa problemática.

As diferenças naturais entre os embasamentos cristalino e sedimentar e suas respectivas litologias na bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró evidenciam a necessidade de um manejo e planejamento específicos para cada região da bacia. Assim, a

implementação de estratégias específicas à cada área pode contribuir significativamente para a gestão sustentável dos recursos hídricos e a mitigação de problemas relacionados.

Palavras-chave: Embasamento Cristalino; Embasamento Sedimentar; Bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró; Morfometria; Geomorfologia fluvial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) pelo apoio e financiamento que tornaram possível a realização deste trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARROS, L. F. P. MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia** – formas, processos e registros sedimentares fluviais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 417p. 23-50p.

CAVALCANTE, A. E. Q. M.; GRIGIO, A. M.; DIODATO, M. A. Morfometria e diagnóstico físico conservacionista (dfc) em 19 sub-bacias da bacia hidrográfica Apodi Mossoró. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n. 7, p. 3891-3909, 2021.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba; USP. 2ª Edição 245p, 2008.

MAIA, R. P. Geomorfologia do vale do rio Apodi-Mossoró. In: CARVALHO, R. G. (Org.). **Rio Apodi-Mossoró meio ambiente e planejamento**. Mossoró-RN: EDUERN, 2021. 30p Disponível em: <https://portal.uern.br/eduern/wp-content/uploads/sites/14/2023/07/E-book-Rio-Apodi-Mossoro-meio-ambiente-e-planejamento.pdf>. Acesso 10 jul. 2024.

MAIA, R. P. **Geomorfologia e Neotectônica no Rio Apodi -Mossoró RN**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

PEREIRA, C. F. P.; BRITO, G. H. M.; VESPUCCI, I. L.; ROCHA, I. J. F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio dos Patos, GO. **Ipê Agronomic Journal**, v.3, n. 1, p. 5-13, 2019.

SOUZA, A. C. N. de.; SOUZA, S. D. G. de.; SOUZA, M. L. M. de. A dinâmica espacial da bacia Apodi-Mossoró no contexto das bacias hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental. **Revista Rede -TER**; ano.3, v.1, 2023.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137- 157, 2007.

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