Geotemas, Pau dos Ferros, RN, Brasil
ISSN: 2236-255X, v. 15, 2025.

ESTILOS E PADRÕES FLUVIAIS DO RIO APODI-MOSSORÓ NO EMBASAMENTO CRISTALINO DO SEMIÁRIDO POTIGUAR, BRASIL

Styles and fluvial patterns of the Apodi-Mossoró river in the crystalline basement area, semi-arid potiguar, Brazil

Estilos y patrones fluviales del río Apodi-Mossoró en el área de basemento cristalino, semiárido potiguar, Brasil

Ana Beatriz da Silva
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
E-mail: beatrizsilva.mg16@gmail.com

Andreza Tacyana Felix Carvalho
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
E-mail: andrezafelix@uern.br

Histórico do artigo
Recebido: 01 fevereiro, 2025
Aceito: 06 abril, 2025
Publicado: 11 maio, 2025

RESUMO

Os cursos d'água são ambientes dinâmicos que desempenham um papel fundamental na transformação da paisagem, devido às suas características específicas e às mudanças fluviais associadas. Esses corpos de água agem como agentes modificadores com dinâmicas, estilos e formas variadas. Em áreas semiáridas e de Embasamento Cristalino, essas modificações podem ocorrer naturalmente de forma mais lenta, em função da litologia e da irregularidade das chuvas. Assim, este trabalho tem como objetivo central, classificar os estilos e padrões fluviais no curso do rio Apodi-Mossoró localizado sobre o Embasamento Cristalino, no Semiárido no Estado brasileiro do Rio Grande do Norte. No quesito metodológico, a pesquisa caracterizada como analítica e descritiva com abordagem qualiquantitativa, adota para interpretação do objeto de estudo, a análise de parâmetros morfométricos da área, e uma classificação de estilos fluviais considerando a configuração de vale, forma em planta e unidades geomorfológicas. Os resultados indicam que a estrutura litológica, altimetria e declividade exercem uma influência significativa sobre os índices morfométricos da bacia hidrográfica, atuando como um importante controlador da dinâmica fluvial do rio Apodi-Mossoró. Quanto aos estilos fluviais, os vales confinados predominam em áreas de maiores declividades e altitudes, enquanto os vales não confinados e parcialmente confinados ocorrem a partir de rupturas de declive, onde há menor capacidade de energia de fluxo, favorecendo a deposição de sedimentos.

Palavras-chave: Morfodinâmica fluvial; Morfometria; Controladores fluviais; Geomorfologia fluvial.

https://doi.org/10.33237/2236-255X.2025.6813

This is an open access article under the CC BY Creative Commons license
Copyright © 2025 Revista Geotemas

ABSTRACT

Watercourses are dynamic environments that play a fundamental role in landscape transformation due to their specific characteristics and associated fluvial changes. These bodies of water act as modifying agents with varied dynamics, styles, and forms. In semi-arid areas and crystalline basement regions, these modifications can naturally occur more slowly due to lithology and irregular rainfall. Thus, this study aims to classify the fluvial styles and patterns of the Apodi-Mossoró River, located on the Crystalline Basement in the Semi-arid region of the Brazilian state of Rio Grande do Norte. Methodologically, the research is characterized as analytical and descriptive with a qualitative-quantitative approach. It adopts the analysis of morphometric parameters of the area and a classification of fluvial styles considering valley configuration, planform, and geomorphological units for the interpretation of the study object. The results indicate that lithological structure, altimetry, and slope exert a significant influence on the morphometric indices of the watershed, acting as important controllers of the fluvial dynamics of the Apodi-Mossoró River. Regarding fluvial styles, confined valleys predominate in areas with higher slopes and altitudes, while unconfined and partially confined valleys occur at slope breaks, where there is lower flow energy capacity, favoring sediment deposition.

Keywords: Fluvial morphodynamics; Morphometry; Fluvial controllers; Fluvial geomorphology.

RESUMEN

Los cursos de agua son ambientes dinámicos que desempeñan un papel fundamental en la transformación del paisaje, debido a sus características específicas y a los cambios fluviales asociados. Estos cuerpos de agua actúan como agentes modificadores con dinámicas, estilos y formas variadas. En áreas semiáridas y de basamento cristalino, estas modificaciones pueden ocurrir naturalmente de manera más lenta, debido a la litología y a la irregularidad de las lluvias. Así, este estudio tiene como objetivo principal clasificar los estilos y patrones fluviales del río Apodi-Mossoró, ubicado sobre el Embasamiento Cristalino en la región semiárida del estado brasileño de Río Grande del Norte. En cuanto a la metodología, la investigación, caracterizada como analítica y descriptiva con un enfoque cualicuantitativo, adopta para la interpretación del objeto de estudio el análisis de parámetros morfométricos del área y una clasificación de estilos fluviales considerando la configuración del valle, la forma en planta y las unidades geomorfológicas. Los resultados indican que la estructura litológica, la altimetría y la pendiente ejercen una influencia significativa sobre los índices morfométricos de la cuenca hidrográfica, actuando como un importante controlador de la dinámica fluvial del río Apodi-Mossoró. En cuanto a los estilos fluviales, los valles confinados predominan en áreas con mayores pendientes y altitudes, mientras que los valles no confinados y parcialmente confinados ocurren a partir de rupturas de pendiente, donde hay menor capacidad de energía de flujo, favoreciendo la deposición de sedimentos.

Palabras clave: Morfodinámica fluvial; Morfometría; Controladores fluviales; Geomorfología fluvial.

1 INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, a disponibilidade da água é caracterizada por uma distribuição irregular, pelos baixos índices de pluviosidade e períodos longos de estiagem, influenciando na dinâmica fluvial local, resultando na predominância de rios intermitentes e

efêmeros, cuja vazão depende fortemente do período chuvoso.

Lima e Girão (2020), destacam que a principal característica da região não é apenas a baixa pluviosidade, mas sobretudo a irregularidade e imprevisibilidade das mesmas, que mesmo em anos favoráveis podem se concentrar em pequenos intervalos de tempo ao longo de um ano. Segundo Menezes *et al*. (2010) e Rocha *et al.* (2020), a estação chuvosa, com índices pluviométricos relativamente baixos, se restringe a poucos meses, de três a quatro meses durante o ano, com precipitação anual média de aproximadamente 960 mm.

Desse modo, sendo a água o principal condutor natural de forças e responsável pelo movimento e alimentação dos corpos hídricos pelo escoamento superficial, a morfodinâmica fluvial assume resultados derivados do comportamento da drenagem. De acordo com Marçal (2013), os rios não são estáticos, e seu comportamento pode ser definido pelos ajustes morfológicos induzidos por uma série de processos erosivos e deposicionais. E nesse contexto, estudos como os de Shibata e Ito (2014), Meslard (2022) e Fu et al. (2023) demonstram que a água atua como a principal fonte modeladora das formas fluviais, fornecendo a energia necessária para os processos de erosão e deposição, enquanto também transporta e deposita matéria nos cursos d'água, criando ambientes com características distintas.

Conforme Von Sperling (2007), há, entretanto, uma complexidade em se levar os aspectos que influenciam no comportamento inerentes à modelagem, haja vista a diversidade de configurações fluviais em detrimento das condições topográficas, geológicas, climáticas e hidrológicas. O conjunto destes aspectos atribuem um caráter dinâmico à configuração do canal, associado com os processos modeladores do canal com as características do escoamento que vão agir de forma diferente em cada espaço ao longo do tempo.

São diversos os processos envolvidos na construção e evolução dos ambientes fluviais, onde mudanças espaciais e temporais ocorrem em intervalos variados de tempo. Brunsden & Thornes (1979) afirmam que cada ambiente é caracterizado por suas formas e características próprias, que se mantêm ao longo do tempo, levando em consideração tanto o período de sua consolidação quanto sua duração. Assim, o tempo é responsável por modular o sistema, o qual traz consigo processos de perturbações causando instabilidade e, consequentemente, ocasionando a sensibilidade da paisagem à mudança.

Nesse contexto, vários estudos ressaltam a importância do entendimento dos estilos fluviais, especialmente para identificar áreas mais sensíveis a perturbações dentro

da bacia hidrográfica, como Menezes e Salgado (2019), Souza e Branco (2021), e Franco, Souza e Lima (2022). Essas pesquisas oferecem previsões sobre como um curso d'água pode responder a modificações no ambiente, fornecendo subsídios significativos para o planejamento ambiental e a gestão de recursos hídricos.

Entre os trabalhos que tratam desses temas, destacam-se os de Brierley e Fryirs (2005), que introduziram conceitos fundamentais sobre análise geomorfológica de rios; Brierley *et al.* (2008), que avançaram nas classificações fluviais; e estudos regionais como os de Souza e Correa (2015), Franco, Souza e Lima (2022) e Souza, Santos e Oliveira (2023), que aplicaram essas abordagens ao contexto do semiárido brasileiro. Trabalhos mais recentes, como os de Rodrigues e Souza (2021), Wheeler *et al.* (2022), Fryirs e Brierley (2022), Rodrigues *et al.* (2023), Branco e Souza (2024), ampliam essa discussão, explorando respostas fluviais a diferentes impactos naturais e antrópicos.

Assim, reconhecendo a relevância espacial e científica de estudos sobre os sistemas fluviais no semiárido, esta pesquisa foca no rio principal da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró - BHRAM, especificamente em sua porção localizada no Embasamento Cristalino, tendo como objetivo, classificar os seus padrões e estilos fluviais. Para isso, adota-se a proposta de classificação de estilos fluviais de Brierley e Fryirs (2005), considerada por Magalhães Júnior, Barros e Cota (2020) a mais completa. Além de ser flexível e aplicável a diferentes abordagens e ambientes com características fisiográficas distintas, permite avaliar as condições dos canais, o que pode ser útil no planejamento de ações de recuperação, ao estudar a evolução dos vales fluviais.

Deve-se a partir disso, trazer a caracterização dos aspectos morfométricos da porção da BHRAM que está sobre o Embasamento Cristalino, comparando-os com os da porção localizada na Bacia Sedimentar, bem como com os da área total da BHRAM. Por conseguinte, deve-se identificar os estilos fluviais desse trecho do rio Apodi-Mossoró e discutir as suas relações com os padrões fluviais existentes. No mais, indica-se que a escolha pelo direcionamento ao entendimento da dinâmica fluvial sobre a área do Embasamento Cristalino, deve-se ao papel fundamental dessa sub-bacia no comportamento e direcionamento da drenagem fluvial da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

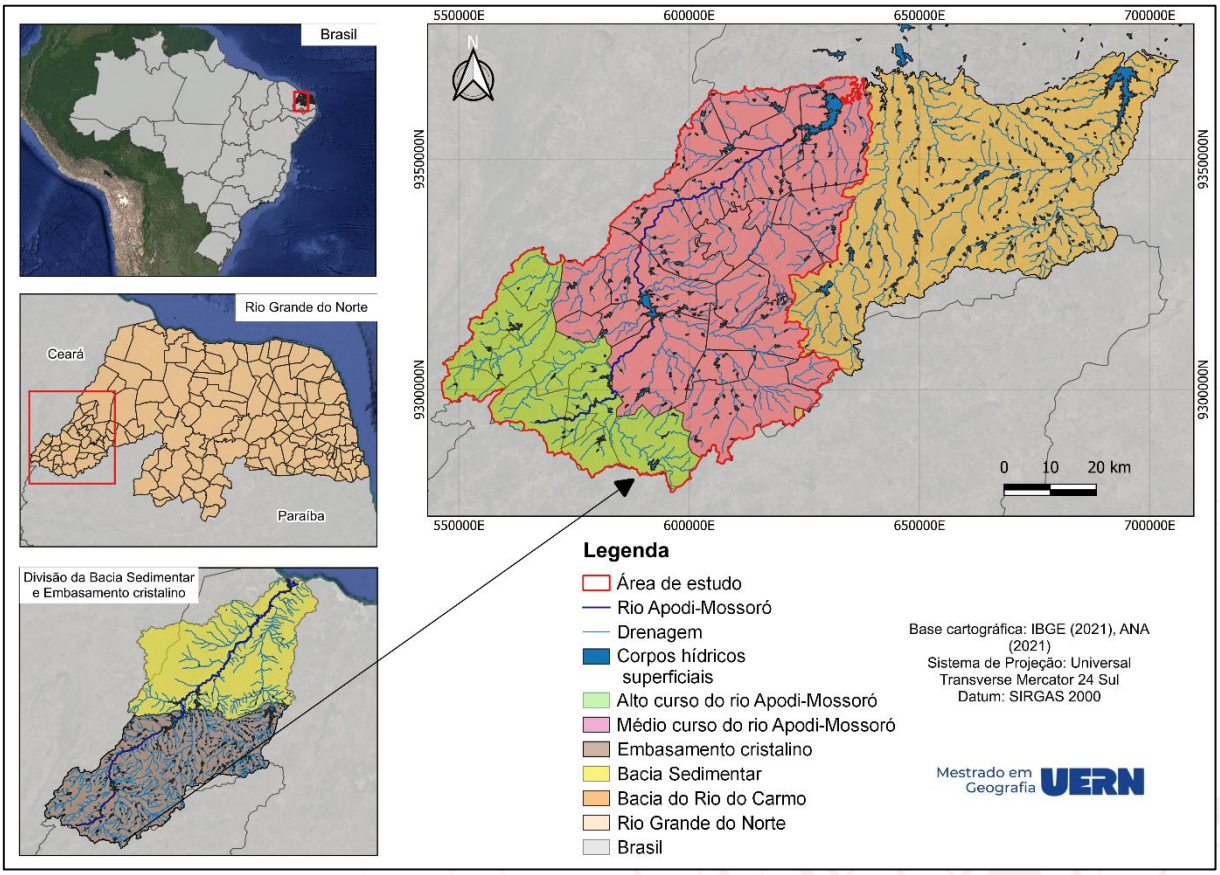
2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Caracterização geral da área de estudo

A pesquisa tem como local de estudo a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró – BHRAM, mais precisamente, o trecho do rio Apodo-Mossoró sob o recorte territorial da sua área sob o Embasamento Cristalino (Figura 01). Esta bacia se encontra situada na região Oeste Potiguar, dentro da região hidrográfica do Nordeste Oriental, no estado do Rio Grande do Norte, compreendendo 52 municípios.

Em aspectos geológicos, a BHRAM tem suas condições ambientais sobre a estrutura geológica que confere dois grandes domínios bem delimitados: o Embasamento Cristalino na metade sul que engloba rochas pré-cambrianas em seu alto e médio curso – local deste estudo - e o Bacia Sedimentar na metade norte com rochas datadas do mesozóico e cenozóico da bacia potiguar no médio e baixo curso inferior (Maia, 2012).

Figura 01 – Mapa de localização da área de drenagem do rio Apodi-Mossoró sobre o Embasamento Cristalino, Semiárido potiguar, Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

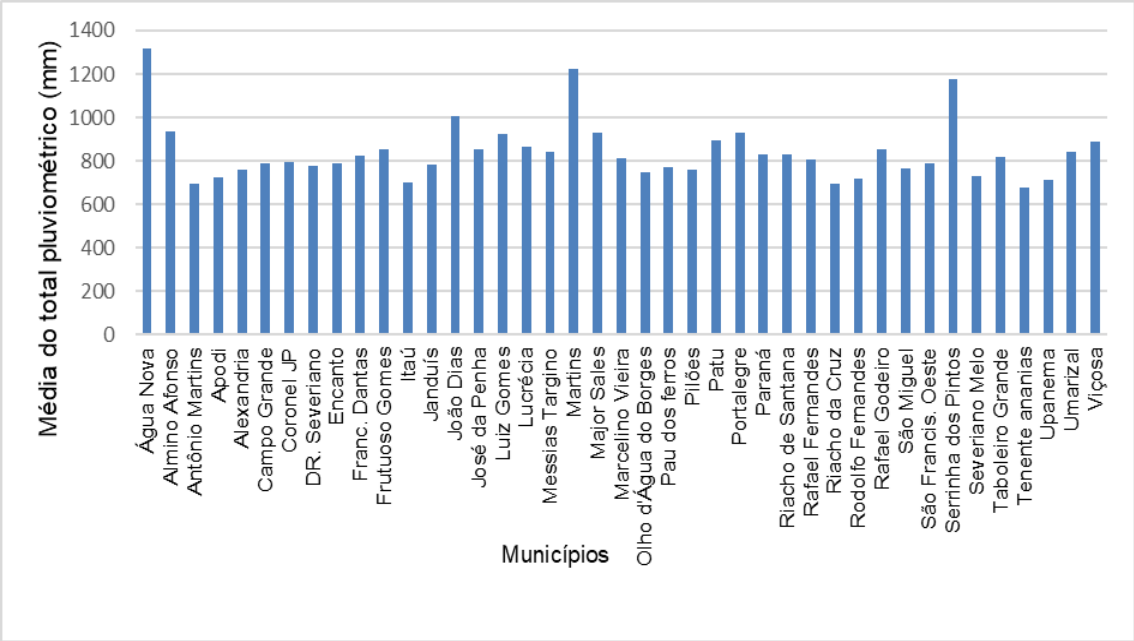
Nesse sentido, no que corresponde ao Embasamento Cristalino, a área do baixo curso do rio Apodi-Mossoró apresenta uma complexa composição litológica, constituída por rochas ígneas e metamórficas (monzogranitos a sienogranitos porfiríticos grossos, com anfibólio e biotita, associados a dioritos; granitos de composição sieno a monzogranitica, leucocráticos, e ortognaisses graníticos a granodioríticos, migmatizado), influenciadas por fraturamentos estruturais que orientam a disposição litológica, bem como a drenagem (Souza, Souza, Souza, 2023). Nessa perspectiva, tendo isso, relação direta com todo o arranjo de produção hidrológica da bacia, segundo o que afirmam Lemos Filho, Espínola Sobrinho e Oliveira Júnior (2022), no Embasamento Cristalino torna-se mais favorável uma alta concentração de canais e ravinas de drenagem de escoamento superficial.

Assim como a diversidade geológica que compreende a BHRAM, apresenta idades e formações que resguardam importantes informações acerca de sua história natural iniciada há milhões de anos, a geomorfologia apresenta diversas configurações da paisagem. Na superfície estão traçados um complexo arcabouço como resultados dos processos evolutivos e formas através dos aspectos geomorfológicos na área de estudo, com a presença de maciços residuais inteiramente cristalinos no extremo oeste, o maciço de Pereiro, maciços residuais com cobertura sedimentar, como o maciço de Martins-Portalegre, que se destaca topograficamente na paisagem da extensa depressão sertaneja (Souza, Souza, Souza, 2023).

De acordo com Souza (2023), o conjunto geológico-geomorfológico é dominado pelo clima semiárido, marcado pela irregularidade pluviométrica, altas temperaturas e taxas de evapotranspiração. As maiores médias de 1314,6 mm, 1221,3 mm e 1178,4 mm está para os municípios de Água Nova, Martins e Serrinha dos Pintos, respectivamente, e o menor valor de 678,9 mm para Tenente Ananias conforme a figura 02.

Segundo Diniz e Pereira (2015) o principal responsável pelas precipitações pluviométricas nessa localidade é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual atua pela maior parte da precipitação registrada entre o primeiro quadrimestre mais chuvoso de fevereiro a maio. Medeiros, Cavalcante e Pinheiro (2018) indicam que essas condições das dinâmicas atmosféricas dos maiores índices pluviométricos estão condicionadas as questões de relevo, onde áreas com maior ocorrência de chuvas estão situados em trechos de maior altitude, sobre rochas pré-cambrianas, que compõem uma elevada densidade de canais de drenagem.

Figura 02 – Gráfico das médias dos totais pluviométricos de precipitação (1973-2002) dos municípios situados na área do Embasamento Cristalino da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró



Fonte: Elaborado pelo autor (2024) a partir de dados da EMPARN (2024).

O rio principal da bacia hidrográfica, apresenta leito de 210 km de extensão, desde suas nascentes, na região serrana de Luís Gomes, até sua foz, entre os municípios de Grossos e Areia Branca, no Rio Grande do Norte. Abrange uma área de 14.276 km², correspondendo a 26, 8% da área estimada do Estado (Carvalho, 2022; Fontes, Filho, Costa, 2023; Souza, Souza, Souza, 2023).

No seu alto e médio curso, no qual o Embasamento Cristalino está situado, há uma elevada densidade de drenagem, resultado de sua relação com o Embasamento pré-cambriano (Silva; Carvalho, 2024). Nesse sentido, os padrões dendrítico e sub-dendrítico resultam da impermeabilidade das rochas cristalinas (Maia; Bezerra, 2012), pois, como descreve Carvalho (2011), os terrenos cristalinos dispõem de maior quantidade de cursos d'água superficiais e apresenta escassez de águas subterrâneas, em função das condições hidrogeológicas.

2.2 Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se como do tipo analítica e descritiva, do ponto de vista dos objetivos, pois tem-se a finalidade de expor e identificar os estilos fluviais presentes no

rio Apodi-Mossoró, bem como analisar a morfodinâmica fluvial a partir dos padrões dos estilos. A avaliação destes locais levará em consideração uma abordagem quali-quantitativa, quanto a forma de examinar os dados obtidos.

Os procedimentos metodológicos fundamentam-se sobretudo, em pesquisa de gabinete com o levantamento bibliográfico, observação de imagens de sátelite, produções cartográficas, classificação de estilos fluviais, levantamento dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica, e pesquisa de campo para observação, reconhecimento e registro fotográfico.

Para constituição dos mapas fez-se o uso do *software* Qgis versão 3.28.12 Firenze. O mapa de localização da área de estudo foi realizado com base em dados vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021) para os *shapefile* do estado do Rio Grande do Norte e Brasil, os *shapefile* de drenagem, delimitação da bacia hidrográfica e o recorte do Embasamento Cristalino foi utilizado os dados da Agência Nacional de Águas - ANA (2021).

Para o conhecimento das características morfométricas da área de estudo, optou-se também em efetuar o procedimento para a área da bacia localizada sob a bacia sedimentar como forma de compreender essas características da área de estudo sob a ótica do contexto geral da bacia hidrográfica. Assim, foram aplicados os parâmetros conforme estudos de Villela e Matos (1975), Lima (2008), Pereira *et.al* (2019) e Cavalcante, Grigio e Diodato (2021), em que foram observados os seguintes parâmetros: fator de forma (Kf), índice de circularidade (Ic), coeficiente de compacidade (Kc), densidade de drenagem (Dd) e razão de relevo (Rr) (Tabela 01), sendo estes gerados no software Qgis versão 3.28.12 Firenze.

Tabela 01 – Índices morfométricos utilizados na caracterização

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 km² 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 / P²	Em que A em km² 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. P / √A	P é o perímetro em km e A é área em km²	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 km²	< 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 miníma e L é o comprimento do eixo da bacia	

Fonte: Organizado a partir de Villela e Matos (1975), Lima (2008), Pereira et. al (2019) e Cavalcante, Grígio e Diodato (2021).

Para a obtenção desses dados, utilizou-se as camadas em vetores dos respectivos recortes, imagem do Modelo Digital de Elevação - 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, é traçado uma linha reta à montante para jusante da bacia, utilizando o canal principal. E por meio deste eixo foi possível calcular os valores morfométricos.

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 feito 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 todos os dados adquiridos, esses valores físicos foram colocados na tabela de atributos da camada da bacia, sendo todo esse processo também realizado para o recorte do Embasamento Cristalino. Logo em seguida, efetuou-se os cálculos dos índices a partir da ‘Calculadora de Campo’ com suas respectivas equações, sendo gerada as informações morfométricas para serem analisadas.

Para a classificação de estilos fluviais, adotou-se a metodologia dos estilos fluviais desenvolvida por Brierley e Fryirs (2005). Essa metodologia propõe a classificação de segmentos do rio visando à interpretação da forma, comportamento, condição e potencial de recuperação de um rio. Nela, é possível organizar e diferenciar as características dos ambientes em grupos, que podem ser comparados e interpretados para fins de uma melhor compreensão da dinâmica fluvial.

De acordo com Pelech (2021), os estilos fluviais, a tipologia de rios propriamente dita, são identificados a partir de trechos de canal, considerando a configuração do vale pela identificação do grau de confinamento do rio, análise da forma em planta e pelas unidades geomorfológicas que foram alguns dos itens utilizados na análise, além da morfologia fluvial. Assim, a estrutura e definição da configuração do vale fluvial utilizado para a identificação dos estilos fluviais do local de estudo pode ser demonstrada conforme a Tabela 02.

Tabela 02 – Variáveis de análise para definição dos estilos fluviais

Configuração de Vale Confinado	Configuração de Vale Parcialmente Confinado	Configuração de Vale Não Confinado
>90% de margem confinada Ausência de várzeas Forma em planta do canal Unidades Geomorfológicas	Entre 10% e 90% de confinamento de margem Grau de confinamento lateral Forma em planta do canal Unidades Geomorfológicas	<10% de confinamento de margem Ausência ou canais descontínuos Forma em planta do canal Unidades Geomorfológicas

Fonte: Brierley e Fryirs (2005) adaptado por Rodrigues e Souza (2021).

Para a definição das unidades geomorfológicas da área de estudo, que são produzidas pelos processos de erosão e sedimentação, foi utilizada a base taxonômica para mapeamento geomorfológico de feições fluviais proposto por Wheaton *et al.* (2015), levando em consideração exclusivamente as unidades geomorfológicas reconhecidas e presentes nos locais da pesquisa (Quadro 01).

Salienta-se que por meio das classificações geomorfológicas dos rios, foi possível apresentar as características e o funcionamento dos mesmos, os quais se configuram como um dos modeladores da superfície terrestre. Além de ser de grande relevância para identificação de mudanças no sistema fluvial e problemas ao longo do canal fluvial, conforme demonstram Gomes e Magalhães Júnior (2018), Gomes e Magalhães Júnior

(2020), Pelech (2021) e Marchioro e Ollero (2023), em que trabalham com a classificação hidrogeomorfológica de áreas úmidas e de rios.

Quadro 01 – Lista das unidades geomorfológicas analisadas no contexto fluvial

Localização	Níveis Taxonômicos		
	Nível 1 (Situação Vertical)	**Nível 2 (Forma)**	**Nível 3 (Morfologia específica)**
Fora do Canal	Planície de inundação ativa	Côncova	Canal secundário
		Convexa	Ilha
		Plana	Planície de inundação
Dentro do canal	Canal	Convexa	Barra lateral
			Barra longitudinal
			Barra de matação

Fonte: Adaptado de Wheanton *et al*. (2015).

Desse modo, para iniciar o reconhecimento dos estilos fluviais do perfil do canal, recorreu-se primeiramente à análise do rio Apodi-Mossoró sob o Embasamento Cristalino a partir de imagens do Google Earth e, em seguida à pesquisa de campo. A vetorização dos canais para os estilos fluviais foi realizada por meio da ferramenta ‘adicionar caminho’ do próprio Google Earth, os arquivos foram salvos no formato *kml, no qual foi possível ser convertido no Qgis como arquivo de vetor. Ainda no Google Earth, executou-se a pré-identificação da configuração do vale, forma em planta do canal e unidades geomorfológicas presentes. As imagens também permitiram selecionar 22 pontos para serem visitados em pesquisa de campo, levando em consideração os locais com melhores acessos e diversidade de paisagem.

Essa pesquisa campo foi realizada nos dias 30 de abril, 02 de julho e 30 de agosto de 2024, durante o período de estiagem do ano hidrológico da região, a fim de ter melhor visibilidade da morfologia do canal fluvial. Para o registro das características observadas *in loco*, foi utilizada uma ficha de campo.

Nessa ficha, foram registrados elementos como a configuração do vale, a forma em planta do canal, a morfologia do leito, as unidades geomorfológicas, as barras de canal e

os processos atuantes no canal, seguindo o modelo proposto por Brierley e Fryirs (2005), adaptado por Magalhães Júnior e Barros (2020). Além disso, foram feitos registros fotográficos com marcação de coordenadas UTM, altitudes e horários, utilizando o aplicativo *Timestamp Camera Free.*

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados dois tópicos referentes aos resultados e discussões. O primeiro consiste em discutir os parâmetros morfométricos encontrados para a BHRAM e seus distintos contextos geológicos (Embasamento Cristalino e Bacia Sedimentar) como forma de compreender e comparar as proporções e as características físicas da bacia hidrográfica. O segundo e último, debruça-se sobre a classificação dos estilos e padrões fluviais encontrados no rio principal. A forma como se dá a exposição e discussão desse tópico para melhor compreensão dos trechos fluviais, optou-se por seguir a ordem do montante à jusante (do alto curso ao médio curso).

3.1 Análise das características morfométricas do rio Apodi-Mossoró na área do Embasamento Cristalino

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró possui uma área total de 14.287 km², dividida entre Embasamento Cristalino, que ocupa 7.367 km², e Bacia Sedimentar, com 6.921 km². Apesar de áreas e perímetros semelhantes, as porções geológicas apresentam características morfométricas bastante distintas, como mostra a Tabela 03.

O Embasamento Cristalino, possui características morfométricas que favorecem a concentração de canais e um escoamento mais direto, o que pode resultar em respostas rápidas a eventos de precipitação; e a porção da Bacia Sedimentar tende a apresentar naturalmente, uma maior capacidade de infiltração, o que influencia a retenção e o escoamento retardado das águas.

Em relação ao coeficiente de compacidade (Kc), que indica a forma da bacia hidrográfica, valores próximos a 1 sugerem uma forma circular e maior propensão a escoamentos concentrados e rápidas respostas hidrológicas, o que aumenta o risco de enchentes, conforme aponta Christofoletti (1980). No caso da BHAM, o valor de Kc encontrado foi superior a 1, caracterizando-a como alongada. Esse formato favorece uma melhor distribuição das águas nos canais fluviais durante a estação chuvosa, diminuindo a

possibilidade de enchentes devido ao maior tempo de concentração das águas. Ao verificar a área correspondente exclusivamente ao Embasamento Cristalino, constatou-se que a mesma não possui uma forma circular, pois apresenta valor de (2,33), logo, também naturalmente não deve apresentar riscos de enchentes.

Tabela 01 – Características morfométricas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN

Características Morfométricas	Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHAM)	Porção da BHAM sobre o Embasamento Cristalino	Porção da BHAM sobre a Bacia Sedimentar
Área (A) (km²)	14.287,97	7.367,14	6.921,43
Perímetro (P) (Km)	868,58	716,36	656,52
Menor cota do curso d'água (m)	0,00	42,25	0,00
Maior cota do curso d'água (m)	858,62	858,62	292,41
Comprimento do curso d'água (L) (km)	220,54	94,69	119,36
Comprimento total dos cursos d'água (Lt) (km)	4.806,34	3.228,86	1.576,79
Coeficiente de Compacidade (Kc)	2,03	2,33	2,20
Fator Forma (Kf)	0,29	0,82	0,48
Índice 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: Elaborado pelo autor (2024).

No que se refere ao fator forma (Kf) e ao índice de circularidade (Ic), a BHAM apresentou valores baixos, convergindo ao fato que a bacia possui formato alongado. Com o que corrobora Peixoto *et al.* (2021), em seus estudos morfométricos no alto curso da bacia hidrográfica do Rio do Carmo – RN, o fator forma (Kf) associado com as características hidrológicas, com chuvas concentradas entre 3 e 4 meses, e a baixa infiltração de água no solo, lhe conferem um escoamento muito variável.

Padilha e Souza (2017), que realizaram caracterização morfométrica em uma bacia hidrográfica, também obtiveram baixo valor do fator forma de 0,332, os quais constataram que, isso ocorre devido uma bacia alongada ter menor possibilidade de ocorrer chuvas intensas em todos os pontos ao mesmo tempo. Pereira *et al.* (2019) ao analisar a morfometria da bacia hidrográfica do rio dos Patos – GO, também identificaram forma

alongada na sua área de estudo, tornando pouco susceptível a enchentes e inundações em condições normais de precipitações, devido apresentar valores de fator de forma de 0,22 e índice de circularidade de 0,38.

Para o Embasamento Cristalino, o fator de forma teve valor de 0,82, no qual de acordo com o índice de classificação morfométrica, está sujeita a enchentes, devido ao seu maior tempo de concentração da água. Essa característica é atribuída às particularidades geológicas da área, marcadas pela predominância de rochas ígneas e metamórficas com baixa permeabilidade, que dificultam a infiltração da água no solo. Entretanto, o índice de circularidade exprimiu valor de 0,1805, indicando sua forma alongada, possuindo menores chances de enchentes. Isso significa que, apesar do fator de forma sugerir uma possível vulnerabilidade a enchentes, a forma alongada da bacia, identificada pelo índice de circularidade, atua como um fator atenuante, permitindo que as águas se espalhem ao longo dos seus tributários e diminuam o risco de cheias imediatas.

A densidade de drenagem para a bacia hidrográfica apresentou valor de 0,33, o qual torna-se baixo de acordo com o que é colocado na classificação, sendo 0,50 baixa, e 2,01 – 3,50 como alta. Em seu trabalho sobre a análise morfométrica da bacia do alto rio Paraíba, região semiárida, Dornellas *et al*. (2020) obtiveram valor da densidade da drenagem de 0,74, considerados também como baixos, que são característicos do baixo grau de dissecação do relevo.

Considerando o baixo valor da densidade de drenagem da área de estudo, pode-se observar que a bacia hidrográfica apresenta uma forma alongada e se desenvolve predominantemente em terrenos planos. No entanto, em algumas áreas dos altos e médios cursos, o relevo se torna mais ondulado a fortemente ondulado, como nas Serras de Portalegre, Martins e Luiz Gomes, onde está localizada a nascente principal do rio Apodi-Mossoró. Nessas localidades, o relevo apresenta declividades características de terrenos montanhosos e escarpados, com altitudes elevadas acima de 600m.

A densidade de drenagem para o Embasamento Cristalino foi de 0,43, sendo que as estruturas geológicas exercem controle sobre o padrão de drenagem. De acordo com Maia e Bezerra (2012), em razão da impermeabilidade das rochas cristalinas, resultam padrões de drenagem dendrítico e sub-dendrítico e a questão do padrão paralelo provém da conformação da drenagem às estruturas tectônicas, especialmente relevos orientados pelas direções das zonas de cisalhamento. Sendo assim, a grande complexidade das estruturas geológicas, juntamente com os movimentos neotectônicos, contribui para a formação de relevos altamente diversificados na área de estudo.

Maia (2022), enfatiza que, na área de estudo, a drenagem é controlada por vales incisos e cristas de direção NE-SW, e a morfologia dos maciços residuais são alinhadas na mesma direção, resultando da zona de cisalhamento Portalegre, ou zona de cisalhamento transcorrente dextral, condicionando um comportamento de canal tortuoso.

A razão de relevo da bacia hidrográfica apresentou um valor de 0,0039. Esse baixo índice reflete as características gerais do relevo, que abrange tipos diferentes de contextos geológicos, influenciando o padrão de drenagem. Elementos como altitude e declividade são determinantes para a velocidade do escoamento superficial.

Ao se comparar com os valores obtidos no Embasamento Cristalino, notou-se um valor mais elevado, de 0,0086, devido à presença de relevo mais acidentado e maiores altitudes nessa área. Em locais com declividades mais acentuadas, o aumento da velocidade de escoamento superficial, especialmente durante eventos de precipitação, intensifica os processos erosivos e reduz a capacidade de infiltração. Como indicado por Silva, Melo e Corrêa (2009), Moeini *et al.* (2015), Dragičević, Karleuša e Ožanić (2019), Singh e Tirkey (2021), Kumar, Singh, Saroha (2022), Kim, Yoon e Choi (2023), esse fenômeno pode estar diretamente relacionado a maior densidade de drenagem encontrada na área.

Celarino e Ladeira (2014), na análise morfométrica da bacia do rio Pardo/MG e SP, constataram que na área da bacia sedimentar do Paraná, os valores de densidade de drenagem diminuíram em razão da menor declividade e pela maior taxa de infiltração. Nos estudos de Cardoso *et al*. (2006), a maior parte do relevo correspondeu a ser do tipo forte ondulado, reduzindo a possibilidade de infiltração de água no solo.

Nesta perspectiva, com os resultados da classificação morfométrica do Apodi-Mossoró, compreende-se que não somente a estrutura litológica tem uma significativa influência nos seus índices morfométricos, mas a altitude e a declividade, também se configura como um controlador da dinâmica fluvial e da distribuição das águas ao longo dos tributários. Além do mais, com os parâmetros morfométricos é possível observar as proporções e feições de bacias hidrográficas e de seus cursos d'água, por exemplo, permitindo a diferenciação e caracterização de diversas áreas, possibilitando melhor reconhecimento e previsões de problemas relacionados a enchentes e inundações, servindo de apoio para procedimentos de planejamentos hidrológicos e ambientais.

3.2 Classificação dos estilos e padrões fluviais do rio Apodi-Mossoró na área de Embasamento Cristalino

De modo geral, a compartimentação fluvial e a classificação de estilos viabilizam uma análise mais clara acerca da produção de sedimentos e atividades antrópicas, que constituem como ferramenta-chave para o planejamento (Santos; Nascimento; Barros, 2023). Assim, no curso principal do rio Apodi-Mossoró para o recorte do Embasamento Cristalino foram identificados os 3 padrões de confinamento de vale: confinado, parcialmente confinado e não confinado. A configuração do vale não confinado foi predominante, com cerca de 68 Km de extensão, como apresenta a Tabela 02.

Tabela 02 – Extensão dos estilos fluviais compartimentadas em três padrões de confinamento de vale

Compartimentação fluvial	Extensão (Km)
Confinado	14,95
Parcialmente confinado	16,16
Não Confinado	68,39

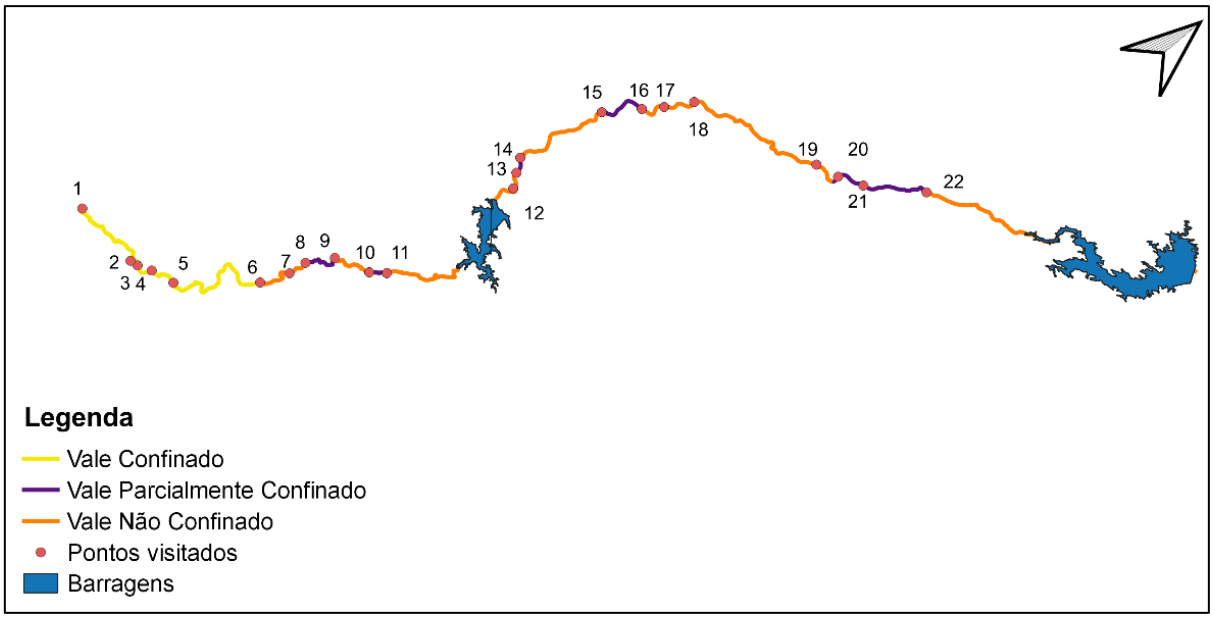
Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Os estilos fluviais identificados contemplaram 22 pontos analisados. Observa-se na Figura 03 que ao longo da distribuição dos estilos, ocorrem 1 trecho de vale confinado, 4 parcialmente confinados e 4 não confinados.

Tem-se o relevo como um importante modelador da paisagem, responsável por designar as formas e comportamentos fluviais, associados a topografia e declividade. Santana e Marçal (2020) enfatizam que, o relevo possibilita a ocorrência de diferentes feições fluviais, como também exerce controle no sistema fluvial e influencia no controle da configuração do vale fluvial.

Considerando as questões topográficas e as classes em que o alto curso está submetido, em que prevalece um relevo de fortemente ondulado (20 – 45%) ao montanhoso (45 – 75%), com altitudes de 500-600m, constatou-se que, os estilos fluviais de vale confinado foram mais presentes em toda a extensão do Embasamento Cristalino, no alto curso. Isso posto, evidencia-se que o mesmo demonstra uma condição de estabilidade geomorfológica, caracterizada por um padrão fluvial consistente e pouco suscetível a ajustes.

Figura 03 – Perfil em planta do leito do rio Apodi-Mossoró/RN e os respectivos estilos fluviais sobre o Embasamento Cristalino



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Devido situar-se em áreas mais elevadas, predomina trechos com maior velocidade do escoamento, especialmente entre os meses de fevereiro a maio, quando há maior fluxo no canal. Esse processo é capaz de causar processos erosivos, principalmente em áreas desprotegidas de vegetação, e consequentemente transportar sedimentos mais grosseiros para áreas mais a jusante.

Os estilos Confinados no alto curso do rio concentraram-se, entre os trechos 1 - 6, com declividade de 552 a 274 metros. A presença marcante desse estilo fluvial, pode estar relacionado ao fato da maior presença de barramentos nesse canal, influenciando nas margens controladas e menor existência de planícies de inundação, controlando o confinamento do vale (Figura 04).

Além disso, situa-se em vales mais encaixados e de maiores declives. Nesse trecho identificou-se o comportamento fluvial de águas lênticas, ou acúmulo de águas, justamente em decorrência dos barramentos que interferem na capacidade do fluxo de água do rio, bem como, na maior produção de deposição de sedimentos que ficam retidos. Ressalta-se que, a observação no período de estiagem e de baixa vazão dos rios, observou-se o predomínio dessa acumulação e deposição de sedimentos em seus leitos fluviais.

Figura 04 – Trecho 3-4 com interferência de barramento e vale confinado

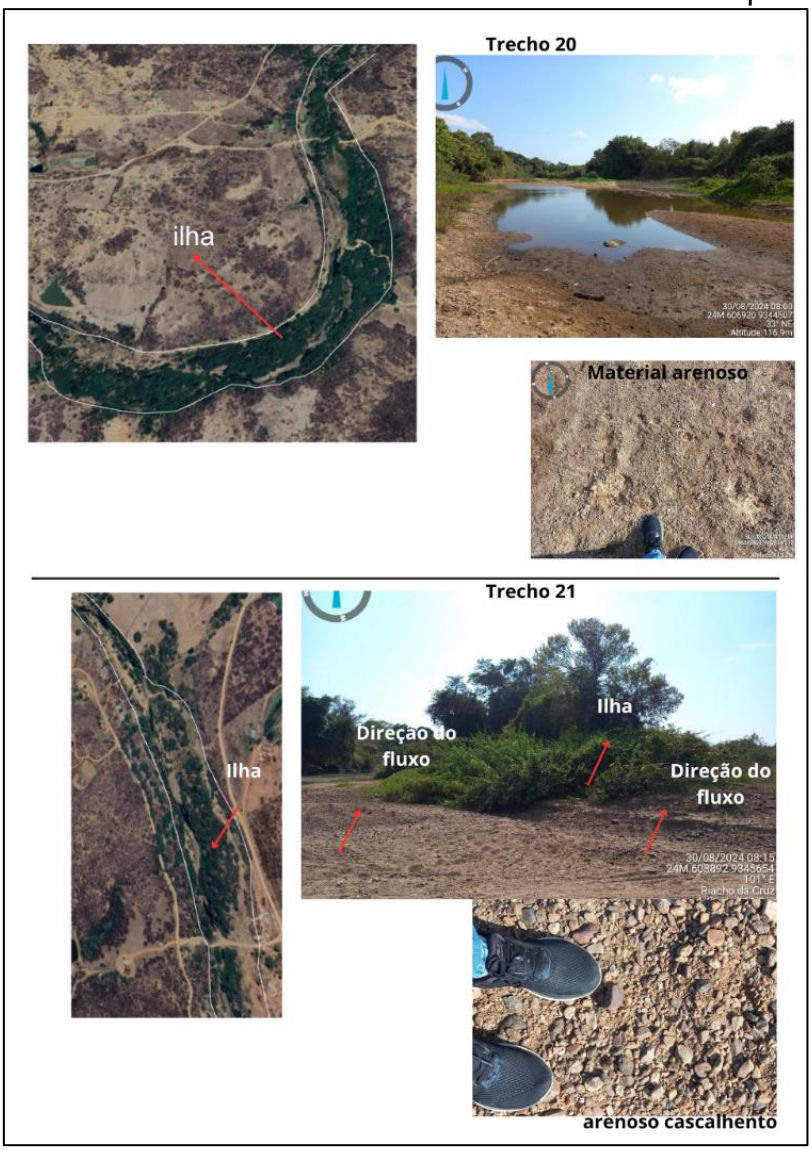
Fonte: autora (2024).

Logo após o estilo de vale confinado, em virtude da ruptura de declive e altitude, concentra-se os estilos não confinado e parcialmente confinado, com presença maior de transporte e disposição de material fluvial, além de formação de planícies de inundação e presença de unidades geomorfológicas como ilhas e barras, associado à distribuição de velocidades no canal fluvial.

O estilo fluvial Parcialmente Confinado está distribuído em cinco trechos (8-9; 10-11; 13-14; 15-16; 20-22). Os processos ocorrentes no canal são o transporte de materiais mais finos e deposição de sedimentos grosseiros em decorrência das variações das características de fluxo. A morfologia do leito prevalece o coluvial, com exceção dos trechos 13-14, 20-21, com material de leito coluvial e afloramento rochoso, leito coluvial – arenoso e arenoso – cascalhento. Esse estilo apresenta descontinuidades laterais de suas margens, decorrentes principalmente de estradas não pavimentadas, as quais interferem no fluxo de água, de sedimentos e no extravasamento do leito.

Com relação as unidades geomorfológicas, destaca-se os trechos 13-14, 15-16, 20-22, os quais há presença de ilhas vegetadas de forma convexa. No trecho coluvial-rochoso, a formação de ilhas decorre da sedimentação de material depositado entre os afloramentos rochosos, considerando as ilhas vegetadas como formas estáveis, e que levam tempo para se consolidar. Destaca-se os trechos 20-21 (Figura 05), em virtude da existência das ilhas vegetadas, o canal fluvial ganha forma de anastomosado, por tentar desviar da unidade geomorfológica, acaba subdividindo-se como meio de dissipar a energia e a descarga sólida.

Figura 05 – Estilo Parcialmente Confinado do trecho 20-21 e seu perfil de elevação



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

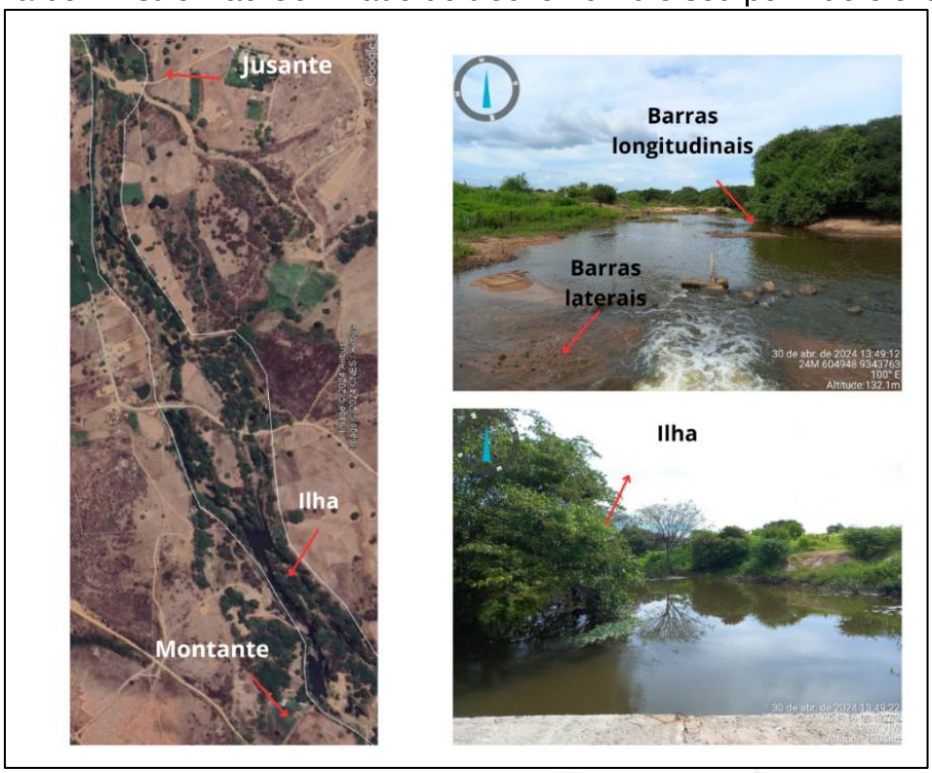
Quanto aos estilos Não Confinados, estes apresentam descontinuidades em ambas as margens, sendo identificadas as unidades geomorfológicas de planícies de inundações e ilhas vegetadas. Ao longo do canal fluvial, apresenta-se um padrão fluvial entre os trechos 11-13 e 16-20. Conforme Rodrigues e Souza (2021), o fluxo nesse estilo fluvial tem probabilidade de extravasamento nos períodos de cheia, por não ter controles nas margens. Estes trechos escoam em uma declividade de terrenos majoritariamente planos a suave ondulado, o que configura sua planície de inundação.

Nesse estilo fluvial é predominante a ocorrência da diminuição da velocidade fluvial, a qual se traduz, segundo Von Sperling (2007), pela formação de depósitos de sedimento, correspondendo a uma agradação do leito e o alargando, bem como, propiciando a

formação das unidades geomorfológicas das barras de canal e as ilhas vegetadas, as quais podem influenciar no desvio do canal fluvial e na sua forma em planta.

Destaca-se que o trecho 19-20 (Figura 06), contêm barras convexas de cascalho laterais e longitudinais, em virtude de uma ponte sobre o rio que interfere na capacidade do transporte, sendo predominante a acumulação de sedimentos próximo as manilhas. Além do mais, dispõe de uma ilha com vegetações de grande porte que acabam mudando seu comportamento para uma forma anastomosado de canais múltiplos.

Figura 06 – Estilo Não Confinado do trecho 19-20 e seu perfil de elevação



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Sobre essa questão, Souza, Santos e Oliveira (2023) destacam a capacidade de ajuste dos diferentes estilos fluviais no alto curso do rio Paraíba, observando que os trechos não confinados apresentam características de menor energia no canal. Nesses locais, predominam o transporte de areia fina e sedimentos em suspensão.

Ainda, ressalta-se que em períodos de cheia de alta magnitude, o fluxo extravasa, inundando as planícies de inundação, o que resulta no aumento lateral do vale, diminuição da energia específica e redução do potencial erosivo. Nessas condições, os processos deposicionais tornam-se predominantes, moldando o padrão geomorfológico e promovendo a expansão das áreas de planície de inundação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos erosivos de transporte e deposição tem uma significativa influência no que concerne ao comportamento, caracterização e particularidade de cada estilo fluvial encontrado no rio Apodi-Mossoró, em seu canal localizado sob a área do Embasamento Cristalino. A análise da morfometria possibilitou reconhecer as características que compõe de forma preliminar a morfologia fluvial desse recorte, bem como, a interferência dessas na dinâmica fluvial, atrelada diretamente à distribuição, comportamento e direção de sua rede de drenagem.

Nos trechos analisados, foi possível identificar os três padrões de vales confinados, considerando as variações de declividade, altimetria e as condições ambientais pelas quais os rios escoam suas águas e sedimentos. As características das unidades geomorfológicas fluviais foram essenciais para a diferenciação dos estilos fluviais. Em áreas de maiores elevações e declives acentuados, observou-se o predomino do vale confinado, caracterizado pelo controle das margens e pela ausência de unidades geomorfológicas mais amplas, devido à maior velocidade do escoamento, que intensifica os processos erosivos.

A partir da identificação das unidades geomorfológicas, como, as barras e ilhas, as quais tiveram maior presença nos trechos a jusante e de menores altitudes, constatou-se uma sutil mudança no comportamento fluvial através de sua forma em canais múltiplos e canais anastomosados na parte do médio curso do rio. Compreendeu-se então, que esses trechos passam por uma ruptura de velocidade e perda de energia de fluxo, conforme isso ocorre, depositam-se materiais pesados e cascalhentos, que com o tempo tornam-se barras fixas e posteriormente ilhas, fazendo o rio se adaptar e modificar o seu percurso.

Por fim, destaca-se que estudos futuros voltados à inclusão de outros elementos naturais e antrópicos à análise, como por exemplo, pluviosidade, litologias, relevo, tipos e usos dos solos, podem trazer resultados mais detalhados que podem explicar as modificações nos padrões fluviais encontrados, assim como, identificar áreas susceptíveis a alterações fluviais. Nesse sentido, aponta-se que pesquisas como essa, podem ser fundamentais para o planejamento territorial e a gestão de recursos hídricos, contribuindo para a identificação de áreas prioritárias para intervenções, como ações de controle de erosão e conservação do solo.

REFERÊNCIAS

BRANCO, A. O. T. C.; SOUZA, J. O. P. de. Small structures in rivers and their effects on landscape connectivity - lower course of the Piancó river - Brazilian Semi-arid region. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S. l.], v. 60, p. 184–208, 2024.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management**: Applications of the River Styles Framework. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2005.

BRUNSDEN, D; THORNES J.B. **Landscape Sensitivity and Change**. Transações do Instituto de Geógrafos Britânicos 4: 463-484, 1979.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Sociedade de Investigações Florestais**, n.2, v. 30, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, R. G. **Análise de sistemas ambientais aplicada ao planejamento:** estudo em macro e meso escala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN/ Brasil. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. 269.p

CAVALCANTE, A. A.; CUNHA, S. B. da. Morfodinâmica fluvial em áreas semiáridas: discutindo o vale do rio Jaguaribe-CE-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, nº 1, p. 39-49, 2012.

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.

CELARINO, A. L.S.; LADEIRA, F. S. B. Análise morfométrica da bacia do rio Pardo (MG e SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n.3, v. 15, p. 471 – 491, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 52, n. 2, p. 21-35, 1990.

COELHO, G. K. S.; ANDRADE, J. H. R. Caracterização de feições morfológicas no canal do Rio Jaguaribe: trecho Limoeiro do Norte – Quixeré. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.21, n.2, p.344- 363, 2020.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. de.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), São Paulo, v.18, n. 4, (Out-Dez) p. 689-701, 2017.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia (Online),** v. 35, n. 3, p. 488-506, set./dez., 2015.

DORNELLAS, P. C.; XAVIER, R. A.; SEABRA, V. S.; SILVA, R. M. da. Análise morfométrica da bacia do alto rio Paraíba, região semiárida do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n.3, p. 601 -614, 2020.

DRAGIČEVIĆ, N.; KARLEUŠA, B.; OŽANIĆ, N. Different approaches to estimation of drainage density and their effect on the erosion potential method. **Water,** v. 11, n. 3, p. 593, 2019.

FONTES, P. J. T. de; SILVA FILHO, J. A. da; COSTA, F. R. da. Bacia do rio Apodi-Mossoró -RN: Importância e usos. **Geopata**, Vitória da Conquista, v. 7, p. 1-23, 2023.

FRANCO, V. V.; SOUZA, J. O. P. de; LIMA, V. F. Caracterização de estilos fluviais no alto e médio curso da bacia hidrográfica do Piancó, ambiente semiárido da Paraíba. **Cadernos de Geociências**, v. 15, p. e-221506-e-221506, 2022.

FRYIRS, K.; BRIERLEY, G. Assemblages of geomorphic units: A building block approach to analysis and interpretation of river character, behaviour, condition and recovery. **Earth Surface Processes and Landforms**, 47(1), 92– 108, 2022.

FU, Y.; BELLERBY, R. G. J.; JI, H.; CHEN, S.; FAN, Y.; LI, P. Impacts of riverine floods on morphodynamics in the Yellow River Delta. **Water**, v. 15, n. 8, p. 1568, 2023.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 2, v. 21, p. 313 – 327, 2020.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos. **Geo UERJ**, n.33, p. 1 – 32, 2018.

KIM, S.; YOON, S.-K.; CHOI, N. Evaluating the drainage density characteristics on climate and drainage area using LiDAR data. **Applied Sciences**, v. 13, n. 2, 2023.

KUMAR, S.; SINGH, V.; SAROHA, J. Drainage density and its application in soil erosion assessment in Sarbari Khad Watershed of Himachal Pradesh, India. **Research Square**, v.1, 2022.

LEMOS FILHO, L. C. A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, H. S. de. Clima e recursos hídricos na bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró-RN. In: CARVALHO, R. G. de. (org). **Rio Apodi-Mossoró**: meio ambiente e planejamento. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

LIMA, K. C.; PEREZ FILHO, A.; CUNHA, C. M. L. da. Características morfológicas e morfométricas dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Bom Sucesso - Semiárido da Bahia/Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.4, p. 309-317, 2013.

LIMA, K. C; PEREZ FILHO, A.; CUNHA, C. M. L. da. Características morfológicas e morfométricas dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do rio bom sucesso – semiárido da Bahia/Brasil**. Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.4, (Out-Dez) p.309-317, 2013.

LIMA, M. G. C. de.; GIRÃO, O. Considerações Teóricas sobre a Dinâmica Superficial em ambientes tropicais áridos e semiáridos: aplicação ao semiárido do Nordeste Brasileiro. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 10, N.2, p. 9-26, 2020.

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

MAIA, R. P. Geomorfologia do vale do rio Apodi – Mossoró. In: CARVALHO, R.G. de. **Rio Apodi-Mossoró meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

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

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Gemorfologia e neotectônica da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró -NE/Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 11, n. 24, 2012, pp. 209-228.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P; BARROS, L. F. P; COTA, G. E. M. Morfodinâmica fluvial. *In:* **Hidrogeomorfologia**: formas, processos e registros sedimentares fluviais. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

MARÇAL, M. S. Análise das mudanças morfológicas em seções transversais ao rio Macaé/RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n.1, p.59-68, 2013.

MARCHIORO, E.; OLLERO, A. Avaliação hidrogeomorfológica: a aplicação do ihg em bacia hidrográfica da região metropolitana da Grande Vitória (ES). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 2, v. 24, p. 1- 27, 2023.

MEDEIROS, D. H. M. de; CAVALCANTE, A. A.; PINHEIRO, L. de S. Aspectos pluviométricos e heterogeneidade do relevo na disponibilidade hídrica da Bacia 139 Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró (RN, Brasil). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 8, n. 3, p. 29–41, 2018.

MENEZES, C. R.; SALGADO, C. M. Classificação de estilos fluviais na bacia do rio Bananeiras (alto vale do Rio São João, Silva Jardim – RJ): base para análise da condição geomorfológica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.3, p. 895-912, 2019.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; LIMA, R. A. F. de. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental,** v.14, n.2, p.181– 186, 2010.

MESLARD, F.; BALOUIN, Y.; ROBIN, N.; BOURRIN, F. Assessing the role of extreme Mediterranean events on coastal river outlet dynamics. **Water**, v. 14, n. 16, p. 2463, 2022.

MOEINI, A.; ZARANDI, N. K.; PAZIRA, E.; BADIOLLAHI, Y. The relationship between drainage density and soil erosion rate: a study of five watersheds in Ardebil Province, Iran. **WIT Transactions on Ecology and The Environment,** v. 197, 2015.

PADILHA, R. M.; SOUZA, C. A. de. Características morfométricas do relevo e drenagem da bacia hidrográfica do rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. In: **Anais**... Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento, 17. Instituto de Geociências – Unicamp, Campinas -SP, 2017.

PEIXOTO, F. S.; DIAS, G. H.; FILGUEIRA, R. F.; DANTAS, J. Caracterização hidrológica e do uso e cobertura da terra no alto curso da bacia hidrográfica do rio do Carmo – RN/Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 43, v. 2, p. 138-158, 2021.

PELECH, A. S. Classificações geomorfológicas de rios: uma breve discussão teórica. **Wiliam Morris Davis – Revista de Geomorfologia**, v.2, n.2, p.1-27, 2021.

PEREIRA, L. C. F.; 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.

QGIS **Development Team**. QGIS Geographic Information System, versão 3.28.12. Open Source Geospatial Foundation Project, 2025.

ROCHA, T. B. C.; Vasconcelos Junior, F. C.; Silveira, C. S.; Martins, E. S. P. R.; Silva, R. F. V. Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia,** Fortaleza, v. 35, n. 3, p. 435-447, abril/jun. 2020.

RODRIGUES, J. M.; SOUZA, J. O. P. de. Estilos fluviais do alto curso do rio Piranhas, ambiente semiárido (PB). **Revista de Geografia** (Recife), v. 38. n. 1, 2021.

RODRIGUES, J. M.; SOUZA, J. O. P. de; XAVIER, R. A.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M. da. Geomorphic changes in river styles in a typical catchment of the Brazilian semiarid region. **Catena,** v. 232, 2023, p. 107423.

SANTANA, C. I.; MARÇAL, M. S. Identificação de estilos fluviais na bacia do Rio Macabu (RJ) aplicados na Gestão dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 4, p. 1886-1902, 2020.

SANTOS, R. C. dos; MARÇAL, M. S. Caracterização dos ajustes e mudanças na morfologia do Rio São João, região das baixadas litorâneas do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.22, n.1, p.150- 162, 2021.

SANTOS, W. V. dos; NASCIMENTO, M. C. do; BARROS, A. C. M. de. Estilos fluviais da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada: contribuições à gestão hidrogeomorfológica no semiárido Alagoano**. GeoAmbiente**, Jataí-GO, n. 47, 2023.

SHIBATA, K.; ITO, M. Relationships of bankfull channel width and discharge parameters for modern fluvial systems in the Japanese Islands. **Geomorphology**, v. 214, p. 97-113, 1 jun. 2014.

SILVA, D. G. da; MELO, R. F. T.; CORRÊA, A. C. B. A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do Complexo de tanques do

município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, jun/ago. 2009.

SINGH, W. R.; BARMAN, S.; TIRKEY, G. Morphometric analysis and watershed prioritization in relation to soil erosion in Dudhnai Watershed. **Applied Water Science**, v. 11, art. 151, 2021.

SOUZA, A. C. N. de. **Suscetibilidade à desertificação em sistemas ambientais no Embasamento Cristalino da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Planejamento e DinâmicasTerritoriais no Semiárido). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2023.

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,** n**.** 3: V.1, p. 1-17, 2023.

SOUZA, J. O. P. de; BARROS, A. C. M. de; CORREA, A. C. B. Estilos fluviais num ambiente semiárido, Bacia do Riacho do Saco, Pernambuco. **Centro de Estudos Geográficos**, p.3-23, 2016.

SOUZA, J. O. P. de; BRANCO, A. O. T. C. Impedimentos de transmissão no sistema fluvial e a conectividade da paisagem. **Revista da ANPEGE**, 16(31), 59–73, 2021.

SOUZA, J. O. P. de.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, H. C. de. Capacidade de ajuste às mudanças no regime hidrológico de um rio intermitente: estilos fluviais no alto curso do Rio Paraíba. **Revista Caminhos de Geografia**, v.24, n. 96, p. 88-100, 2023.

SILVA, A. B. da.; CARVALHO, A. T. F. Caracterização de estilos fluviais do alto curso do rio Apodi – Mossoró, semiárido potiguar, Brasil. In: **Anais...** do SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente, 20. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118122. Acesso em: 09 jan. 2025.

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

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 588p., 2007.

WHEATON, J. M.; FRYIRS, K.; BRIERLEY, G.; BANGEN, S.; BOUWES, N.; O'BRIEN, G. R. Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms. **Geomorphology**, v. 248, p. 273-295, 2015.

WHEELER, N.; PINGRAM, M.; DAVID, B.; MARSON, W.; TUNNICLIFFE, J.; BRIERLEY, Gary. River adjustments, geomorphic sensitivity and management implications in the Waipā catchment, Aotearoa New Zealand. **Geomorphology**, [s.l.], v. 410, p. 108263, 2022.

***