



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – FACEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA**

ANA BEATRIZ DA SILVA

**EVOLUÇÃO DOS ESTILOS FLUVIAIS NA PORÇÃO CRISTALINA
DO RIO APODI-MOSSORÓ, SEMIÁRIDO POTIGUAR - BRASIL**

MOSSORÓ – RN

2025

ANA BEATRIZ DA SILVA

**EVOLUÇÃO DOS ESTILOS FLUVIAIS NA PORÇÃO CRISTALINA
DO RIO APODI-MOSSORÓ, SEMIÁRIDO POTIGUAR - BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Paisagens Naturais e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas dos Sistemas de Superfície Terrestre.

Orientadora: Profa. Dra. Andreza Tacyana Felix Carvalho.

MOSSORÓ – RN

2025

©Todos os direitos estão reservados à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

S586e Silva, Ana Beatriz da.
Evolução dos Estilos Fluviais na Porção Cristalina do Rio Apodi - Mossoró, Semiárido Potiguar - Brasil. / Ana Beatriz da Silva. - Mossoró - RN, 2025.
95 pág.

Orientador(a): Profa. Dra. Andreza Taciana Felix Carvalho.
Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Morfometria. 2. Processos hidrossedimentológicos. 3. Impedimentos fluviais. 4. Geomorfologia fluvial.. I. Carvalho, Andreza Tacyana Felix. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

ANA BEATRIZ DA SILVA

EVOLUÇÃO DOS ESTILOS FLUVIAIS NA PORÇÃO CRISTALINA DO RIO APODI-MOSSORÓ, SEMIÁRIDO POTIGUAR - BRASIL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Paisagens Naturais e Meio Ambiente

Linha de pesquisa: Dinâmicas dos Sistemas de Superfície Terrestre

Orientadora: Profa. Dra. Andreza Tacyana Felix Carvalho

Aprovada em: 28 de Fevereiro de 2025.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Andreza Tacyana Felix Carvalho (Orientadora)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Prof. Dr. Filipe da Silva Peixoto (Examinador interno)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza (Examinador externo)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho
Suplente Interno (UERN)

Prof. Dr. Marco Antônio Diodato
Suplente Externo (UFERSA)

MOSSORÓ-RN

2025

Dedico este trabalho aos meus pais, os quais tem
todo o meu amor e admiração, Edileuza e Assis.

AGRADECIMENTOS

E chegou o momento em que se conclui mais uma etapa da minha vida, o fechamento de um ciclo para a abertura de novas possibilidades e conhecimentos.

Nesse percurso, evolui como pessoa e como Geógrafa, me aprofundei na área dos sistemas fluviais e sua capacidade de evolução da paisagem, me possibilitando enxergar o mundo de forma integrada e de diferentes estilos. Ao passo que fui construindo a dissertação me encantei pela forma e comportamentos variados que os rios podem exercer ao sofrer impactos significativos e influências de estruturas de controles naturais.

Mas também, me deparei com dificuldades, especialmente por pensar que não seria capaz e que não conseguiria. E apesar de ouvir e imaginar a pesquisa como uma caminhada solitária, nunca estive sozinha, muitas pessoas estiveram comigo e puderam contribuir de alguma forma, direta ou indiretamente, para chegar até aqui. E é por isto que quero aqui deixar o meu reconhecimento e carinho:

Primeiramente, à minha mãe Edileuza Maria da Silva, pelo amor incondicional, por sempre acreditar nos meus sonhos e me dar coragem para ir em busca deles e por nunca soltar a minha mão. Ao meu pai, Francisco de Assis Silva, pelo trabalho, pela força, bondade, generosidade e esforço. Obrigada por me impulsionarem a subir os degraus da minha vida, sou eternamente grata.

Ao meu irmão, Mikael Henrique Silva, pelo companheirismo e afeto.

Aos meus avós, Maria do Socorro Pereira (*in memorian*), Maria da Silva Filha, José Emanuel da Silva, Raimundo Silvino, pelo exemplo de vida, pela coragem e determinação que me inspiram.

À minha tia Severina (*in memorian*), que sempre acreditou, incentivou e ficou feliz com cada conquista.

Ao meu namorado, Djailson Donato, pelo apoio, por entender meus momentos de ausência e por cada palavra de conforto. Obrigada por todo o amor, leveza e cuidado.

Aos meus amigos, em especial, Auanny, Cinthia, Gaby, Isabelly, Juliana, Layza, Letícia, Rian e Vitória, pelo carinho, pelos momentos de descontração, pelo apoio e por acreditarem e afirmarem sempre que eu seria capaz.

À minha amiga e companheira de caminhada que está comigo desde a graduação, obrigada Bárbara, por dividir comigo os altos e baixos da pesquisa e por tornar todo esse processo mais leve.

À minha orientadora, Andreza Tacyana Felix Carvalho, a qual tem minha admiração,

por todo apoio, conhecimento partilhado, dedicação, confiança e sobretudo pela amizade e parceria que perdura desde a graduação.

Ao corpo docente do Programa de Pós -Graduação em Geografia (PPGEO) pelos conhecimentos repassados e a equipe administrativa pela atenção e prontidão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida e apoio científico.

E por fim, a todos os meus familiares que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, quer seja pelo um abraço ou palavras de incentivo e conforto.

Meu muito obrigada.

*“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem”.*

(Guimarães Rosa, Sertões Veredas)

RESUMO

As dinâmicas fluviais atuam como alguns dos principais esculptadores da configuração da paisagem, tendo a água como o principal condutor de forças e responsável pelo movimento e alimentação dos corpos hídricos, produzindo ambientes com características que se diferenciam. Nesse sentido, este trabalho tem como essência de investigação, a problemática relacionada às mudanças no comportamento fluvial nos terrenos do embasamento cristalino da Bacia Hidrográfica do Apodi-Mossoró, levando em consideração os processos hidrogeomorfológicos, especialmente os processos erosivos, de transporte e deposição, e os impedimentos fluviais ao longo do curso principal. Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo geral, analisar a morfodinâmica fluvial a partir da evolução de padrões e estilos fluviais no trecho do rio localizado sob a porção do embasamento cristalino. Para isto, o trabalho propõe-se a identificar os estilos fluviais no rio principal, busca examinar espaço-temporalmente as dinâmicas evolutivas dos estilos fluviais, bem como, relacionar as dinâmicas de estilos fluviais com os *inputs* climáticos, geológicos e geomorfológicos, e com os impedimentos fluviais, e por fim, compreender a influência das mudanças no comportamento fluvial e os processos existentes na configuração da morfodinâmica fluvial. No quesito metodológico a pesquisa caracteriza-se como analítica e descritiva com abordagem quali-quantitativa. Em relação aos procedimentos metodológicos, estruturou-se em duas etapas: pesquisa de gabinete e pesquisa de campo. Na concepção do método, utilizou-se como base a classificação de estilos fluviais desenvolvida por Brierley e Fryirs (2005), considerando a configuração de vale, forma em planta e unidades geomorfológicas. Nos resultados, conferiu-se através dos parâmetros morfométricos que a estrutura litológica tem uma significativa influência sobre os índices morfométricos da bacia hidrográfica, configurando-se como um dos controladores da dinâmica fluvial e da distribuição das águas ao longo dos tributários. Em relação aos estilos fluviais, identificou-se os três padrões de vales confinados ao longo do trecho fluvial: 5 confinados, 13 não confinados e 4 parcialmente confinados. Os vales confinados, predominam em áreas de maiores declividades e altitudes, enquanto os vales não confinados e parcialmente confinados ocorrem a partir da ruptura de declive com capacidade menor de fluxo, predominando a deposição. Verificou-se ainda que os impedimentos ao longo do curso fluvial agem como barreiras à continuidade do transporte de sedimentos, promovendo a desconectividade da paisagem fluvial. Essa dinâmica resulta em comportamentos de águas lânticas e acúmulo de sedimentos, especialmente no médio curso, localizado em áreas de menor altitude. Dessa forma, conclui-se que a abordagem teórico-metodológica baseada nos estilos fluviais mostrou-se eficaz na área de estudo, permitindo uma avaliação precisa da morfodinâmica dos sistemas fluviais.

Palavras-chave: Morfometria; Processos hidrossedimentológicos; Impedimentos fluviais; Geomorfologia fluvial.

ABSTRACT

Fluvial dynamics act as some of the main sculptors in shaping the landscape, with water serving as the primary driving force responsible for the movement and supply of water bodies, leading to the formation of environments with distinct characteristics. In this context, the core focus of this study is the issue of changes in fluvial behavior over crystalline basement terrains within the Apodi-Mossoró River Basin, taking into account hydrogeomorphological processes, particularly erosion, transport, deposition, and fluvial impediments along the main river course. Thus, the main objective of this research is to analyze fluvial morphodynamics based on the evolution of fluvial patterns and styles along the section of the river located on the crystalline basement. To achieve this, the study aims to identify fluvial styles in the main river, examine the spatial and temporal dynamics of these styles, relate the fluvial style dynamics to climatic, geological, and geomorphological inputs, as well as to fluvial impediments, and finally, to understand how changes in fluvial behavior influence the configuration of fluvial morphodynamics. Methodologically, the research is characterized as analytical and descriptive, employing a qualitative-quantitative approach. The methodological procedures were divided into two stages: desk research and fieldwork. The methodological framework is based on the fluvial styles classification developed by Brierley and Fryirs (2005), which considers valley setting, channel planform, and geomorphic units. The results indicate, through morphometric parameters, that the lithological structure significantly influences the basin's morphometric indices, positioning itself as one of the key controllers of fluvial dynamics and water distribution across the tributaries. Regarding fluvial styles, three valley types were identified along the fluvial section: 5 confined, 13 unconfined, and 4 partially confined. Confined valleys prevail in areas of greater slope and altitude, while unconfined and partially confined valleys occur after slope breaks, where lower flow capacity favors sediment deposition. It was also found that impediments along the fluvial course act as barriers to the continuity of sediment transport, promoting fluvial landscape disconnection. This dynamic results in lentic water behavior and sediment retention, especially in the middle course, which is situated in areas of lower altitude. Therefore, it is concluded that the theoretical-methodological approach based on fluvial styles proved effective in the study area, allowing for an accurate assessment of fluvial system morphodynamics.

Key-words: Morphometry; Hydrosedimentological processes; Fluvial impediments; Fluvial geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama do conceito de Hidrogeomorfologia	23
Figura 2 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com destaque para área de estudo	31
Figura 3- Mapa da Geologia da área de estudo	32
Figura 4 - Mapa da Estrutura litológica da área de estudo	34
Figura 5 - Mapa de altimetria da área de estudo	36
Figura 6 - Mapa de declividade da área de estudo.....	37
Figura 7- Mapa de Geomorfologia da área de estudo	38
Figura 8- Distribuição das médias pluviométricas anuais (1973-2002) na área de estudo ..	39
Figura 9- Mapa da rede hidrográfica da área de estudo	40
Figura 10 - Fluxograma da caracterização metodológica	42
Figura 11- Mapa do alto e médio curso da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN	50
Figura 12- Mapa do fluxo de direção da área de estudo	55
Figura 13- Mapa dos estilos fluviais identificados ao longo do alto curso do rio Apodi-Mossoró/RN.....	57
Figura 14 - Trecho 2-3 com presença de vale confinado e interferência de barramento.....	59
Figura 15 - Trecho 8-9 com Estilo Parcialmente Confinado e presença de estrada não pavimentada	60
Figura 16 - Agricultura em área de planície de inundação no trecho 7-8	61
Figura 17 - Planície de inundação localizada no trecho 6-7.....	62
Figura 18 - Mapa dos estilos fluviais identificados ao longo do médio curso do rio Apodi-Mossoró/RN.....	63
Figura 19- Estilo Parcialmente Confinado do trecho 13- 14.....	66
Figura 20 - Estilo Parcialmente Confinado do trecho 20-21.....	67
Figura 21- Trecho 21-22 com presença de materiais rochosos e ilhas	68
Figura 22- Estilo Não Confinado do trecho 19-20.....	69
Figura 23- Mapa da sub-bacia do rio Apodi-Mossoró sob o Embasamento Cristalino com destaque para o seu perfil longitudinal e a distribuição dos impedimentos fluviais sob o seu leito	70
Figura 24- Esquema dos perfis longitudinais e seus respectivos estilos fluviais, pontos	

visitados e impedimentos fluviais no alto curso da área de estudo.....	72
Figura 25 - Perfis longitudinais e seus respectivos estilos fluviais, pontos visitados e impedimentos fluviais no médio curso da área de estudo	73
Figura 26 - Barragem Pedro Diógenes Fernandes - Pau dos Ferros/RN, evidenciando o espelho d'água , localizada a montante do ponto 12	76
Figura 27 - Barragem Pedro Diógenes Fernandes - Pau dos Ferros/RN, evidenciando o seu vertedouro	76
Figura 28 - Barragem de Santa Cruz em Apodi/RN, com destaque para o espelho d'água localizada após o ponto 22.	77
Figura 29 - Barragem de Santa Cruz em Apodi/RN, com destaque para a válvula difusora, localizada após o ponto 22.	77
Figura 30 -Fragmento do front de cuesta localizado no município de Felipe Guerra, após o ponto 22.	78
Figura 31 - Unidades geomorfológicas afetados pelos impedimentos fluviais no trecho 6-7.	79
Figura 32 - Segmento de trecho interferido por estrada não pavimentada no ponto 6-7	81
Figura 33 - Interferência de estrada no comportamento do canal no ponto 21-22.....	82
Figura 34 - Formação de barras próxima as manilhas no trecho 10-11.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Litologia detalhada da área de estudo	33
Quadro 2- Percurso da pesquisa	43
Quadro 3- Lista de unidades geomorfológicas no contexto fluvial	49
Quadro 4 - Matriz dos estilos fluviais do alto curso do rio Apodi-Mossoró/RN	58
Quadro 5 - Matriz dos estilos fluviais do médio curso do rio Apodi-Mossoró/RN	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Índices morfométricos utilizados na caracterização.....	47
Tabela 2 - Variáveis de análise para definição dos estilos fluviais.....	48
Tabela 3- Características morfométricas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN.....	52
Tabela 4 - Extensão dos estilos fluviais compartmentadas em três padrões de confinamento de vale.....	57

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BHRAM	Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró
BDIA	Banco de Dados e Informações Ambientais
CAAA	Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta
CAAF	Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Circularidade
Kc	Coeficiente de Compacidade
Kf	Fator Forma
MDE	Modelo Digital de Elevação
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PRH	Plano de Recursos Hídricos
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 OBJETIVOS	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 Abordagem Sistêmica de estudos em Hidrogeomorfologia.....	20
2.2 Processos erosivos e sua relação com a morfodinâmica fluvial.....	24
2.2.1 Interferências antrópicas na intensificação dos processos hidrogeomorfológicos	24
2.2.2 Bacias Hidrográficas como unidade de planejamento.....	25
2.3 Estilos fluviais, impedimentos e as alterações na dinâmica de rios intermitentes	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Localização e caracterização geral da área de estudo.....	30
3.2 Procedimentos metodológicos	43
3.2.1 Levantamento bibliográfico.....	44
3.2.2 Produções cartográficas	45
3.2.3 Levantamento das características morfométricas da área de estudo	47
3.2.4 Classificação de estilos fluviais	49
3.2.5 Pesquisa de Campo.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1 Análise das características morfométricas do rio Apodi-Mossoró na área do embasamento cristalino.....	52
4.2 Classificação de estilos fluviais do rio Apodi-Mossoró na área de embasamento cristalino.....	56
4.3 Dinâmica dos estilos fluviais do rio Apodi-Mossoró a partir dos impedimentos fluviais existentes.....	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	94

1 INTRODUÇÃO

Os cursos d'água são ambientes ativos, responsáveis pela dinamicidade da paisagem, derivada de seus comportamentos específicos e das diversas mudanças fluviais associadas, uma vez que, este elemento é um agente modificador que possui dinâmica, estilos e formas. Conforme destaca Carvalho (2020), os cursos d'água são modeladores da paisagem que agem de forma dinâmica e integrada a outros elementos e fatores geográficos, assumindo inclusive, papel ativo na evolução do relevo.

No semiárido brasileiro, a disponibilidade da água é caracterizada por uma distribuição irregular, e períodos longos de estiagem, isso influencia na dinâmica fluvial local, configurando a presença de rios intermitentes e efêmeros. De acordo com Lima e Girão (2020), o que caracteriza a região, são as irregularidades e imprevisibilidades da precipitação, que mesmo em anos favoráveis podem se concentrar em pequenos intervalos de tempo ao longo de um ano. Conforme Menezes *et al.* (2010), a estação chuvosa, se restringe a poucos meses, de três a quatro meses durante o ano.

As particularidades do semiárido estão relacionadas ao modo como a intensidade e a frequência de precipitações atingem uma superfície. Tendo a vazão como uma das variáveis que mais dinamizam as áreas semiáridas, correlacionadas ao comportamento das precipitações, sempre intensas e rápidas. Por esse motivo as áreas semiáridas apresentam fluxos rápidos e acentuados, sendo estes responsáveis pela dinâmica nessas áreas (Cavalcante, 2018).

Sendo a água o principal condutor de forças e responsável pelo movimento e alimentação dos corpos hídricos pelo escoamento superficial, a morfodinâmica fluvial assume resultados derivados do comportamento da drenagem. A dinâmica morfológica em ambientes semiáridos reflete a ação de condicionantes responsáveis pela modelagem do relevo, especialmente os de ordem hídrica como um dos principais fatores para a evolução da morfodinâmica. Na concepção de Tricart (1977), esse processo constitui uma abordagem conceitual voltada para análise dos conjuntos de processos interligados para a formação e evolução do modelado.

Com o crescimento das discussões acerca dos problemas ambientais, tem aumentado a necessidade de políticas que adotem a gestão de recursos hídricos (Souza, Barros e Corrêa, 2016). Contudo, no semiárido brasileiro, há ainda uma carência de discussões e estudos que partem do nicho de pesquisa sobre as dinâmicas fluviais e dos processos atuantes de erosão, transporte e sedimentação nessas áreas. Apesar disso, podem ser mencionados trabalhos desenvolvidos por Cavalcante e Cunha (2012), Lima, Filho e Cunha (2013), Pinto e Franco (2014), Souza, Barros e Correa (2016), Cavalcante (2018), Lima e Girão (2020), que trazem

desde estudos sobre o funcionamento dos ambientes fluviais em regiões semiáridas, dando destaque para os barramentos e suas repercussões na morfodinâmica de canais, como também estudos voltados para a dinâmica superficial que modela o relevo e a caracterização de estilos fluviais e seu comportamento.

Alguns trabalhos podem ser mencionados como aqueles que consideram o estudo dos estilos fluviais fundamentais, principalmente, para o processo de identificação de áreas que se encontram mais sensíveis a perturbações, podendo indicar possíveis respostas futuras que um curso d'água pode oferecer diante de certas modificações, possibilitando assim, alternativas para o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos locais, como mostram Shukla (1981), Hastenrath e Heller (1997), Vieira (2003), Brierley e Fryirs (2005); Brierley et al. (2008), Lima, Filho e Cunha (2013), Zanella (2014), Fryirs (2015), Souza e Correa (2015), Marçal e Lima (2016), Cavalcante (2018), Panta e Monteiro (2018), Marçal e Santana (2020), Rodrigues e Souza (2021).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa se debruça sobre o rio principal da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, mais precisamente sob o recorte territorial do embasamento cristalino, com o intuito de analisar a morfodinâmica fluvial a partir dos estilos fluviais. Como recorte espacial de forma ampla, destaca-se a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró por ser de grande relevância para o estado do Rio Grande do Norte, pois abriga uma diversidade geoambiental que sustenta diversas atividades econômicas, sociais e culturais. Além de ser objeto de recepção de águas do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF), o que torna essa pesquisa fundamental para entender o comportamento fluvial e os processos significativos de impactos na conectividade da paisagem fluvial

Com relação ao direcionamento dos estudos ao entendimento da dinâmica fluvial sob o embasamento cristalino, justifica-se por apresentar importante papel no comportamento e direção de drenagem fluvial devido às suas estruturas litológicas e características geológicas dispor de baixa permeabilidade das rochas, havendo uma representativa densidade da rede de drenagem da bacia hidrográfica. Em virtude de suas características, é notório a presença de construções de reservatórios e barramentos de pequeno e médio porte tanto no rio principal como em seus afluentes.

Pensando nesta perspectiva, tem-se como essência de investigação, a problemática relacionada às mudanças no comportamento fluvial nos terrenos do embasamento cristalino, levando em consideração, especialmente, os processos erosivos, de transporte e deposição, e os impedimentos fluviais ao longo do curso principal do rio.

Assim, esta pesquisa parte da seguinte questão norteadora: Como os processos

hidrogeomorfológicos e os impedimentos fluviais influenciam na evolução do comportamento e estilos fluviais do Apodi-Mossoró em estrutura do embasamento cristalino? Tendo como a seguinte hipótese: a topografia e a estrutura litológica pode controlar a variação espacial e temporal da morfologia dos canais fluviais, fornecendo os processos hidrogeomorfológicos com maiores e menores intensidades, sendo os canais fluviais barrados aqueles com maiores taxas de deposição e ambientes léticos, influenciando na diversidade de estilos fluviais e canais susceptíveis à ajustes.

Diante disso, acredita-se que este estudo contribuirá para o conhecimento e identificação de alterações na morfodinâmica fluvial do rio Apodi-Mossoró, compreendendo as características de um rio intermitente, as áreas mais susceptíveis a ajustes e mapeando o comportamento fluvial diante de mudanças e perturbações no sistema. Com os resultados obtidos, espera-se que a pesquisa ofereça embasamento técnico-científico para a preservação ambiental, e conservação dos recursos hídricos.

Através da classificação dos estilos fluviais é possível auxiliar na compreensão da diversidade de tipologias, tratando os trechos fluviais como entidades que possui especificidades e particularidades de características e ambientes, podendo identificar mudanças no comportamento fluvial, considerando a ação antrópica como de forte impacto sobre esse sistema. Segundo Silva *et al.* (2020), a perspectiva dos estilos fluviais contribuem como uma metodologia para estudos morfológicos e processuais, uma vez que buscam realizar uma análise integrada do sistema fluvial, permitindo identificar as relações dos processos e formas.

Desse modo, o estudo permitirá além da identificação dos estilos fluviais, que pode ser aplicado à gestão e planejamento dos recursos hídricos e ambientais, o reconhecimento dos processos hidrogeomorfológicos que operam dentro do sistema fluvial. Esses processos podem influenciar no comportamento e a propensão de locais mais susceptíveis a ajustes em decorrência dos usos da terra e ações impostas sobre o sistema fluvial, podendo fornecer conhecimento da condição fluvial. Além disso, destaca-se que as informações geradas poderão ser de grande relevância para auxiliar na implementação do Plano de Recursos Hídricos — um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) —, ainda não constituído e aplicado especificamente para a bacia.

1.1 OBJETIVOS

Esta pesquisa debruça-se sobre o rio Apodi Mossoró localizado no semiárido do estado do Rio Grande do Norte - Brasil, tendo como objetivo principal analisar a morfodinâmica fluvial a partir da evolução de padrões e estilos fluviais em seu trecho localizado sob a porção do embasamento cristalino.

Para atingir o objetivo proposto, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os estilos fluviais no curso do rio Apodi-Mossoró localizado sob o embasamento cristalino;
- Examinar as dinâmicas evolutivas dos estilos fluviais da sua rede de drenagem por meio de imagens de satélite;
- Relacionar as dinâmicas de seus estilos fluviais com inputs geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e dos impedimentos fluviais;
- Compreender a influência das mudanças no comportamento fluvial e os processos existentes na configuração da morfodinâmica fluvial do curso do rio Apodi-Mossoró na área cristalina da bacia hidrográfica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresenta-se o referencial teórico que fundamenta esta pesquisa. Inicialmente, discute-se a abordagem sistêmica em estudos de sistemas fluviais, com foco nos processos que moldam a paisagem. Em seguida, examina-se os impactos na morfodinâmica fluvial decorrentes dos processos erosivos, considerando a água como a principal fornecedora de energia para o funcionamento desses processos e a modelagem das formas, além de ser responsável pelo transporte e deposição de sedimentos ao longo dos cursos d'água. Por fim, aborda-se a análise dos estilos fluviais e as alterações na morfodinâmica de rios intermitentes, com ênfase nos impactos causados por impedimentos fluviais.

2.1 Abordagem Sistêmica de estudos em Hidrogeomorfologia

Os sistemas são entendidos como uma união de elementos que se constituem para compreender o todo. De acordo com Souza (2013), os componentes de um sistema devem ser vistos como “peças” dentro de um mecanismo maior, em que cada uma das “peças” é voltada a realizar uma determinada finalidade dentro do conjunto.

No entanto, há uma longa discussão que adentra o campo epistemológico da Geografia a respeito da inserção da abordagem sistêmica, principalmente na Geografia Física, a qual adota a Teoria Geral de Sistemas, como um método de pesquisa. Christofolletti (1990), salienta que a

Geografia corresponde aos estudos de organizações espaciais, expressando o funcionamento e interação entre elementos, resultando da ação dos processos que mantêm a dinâmica entre eles. Não obstante, a organização espacial é composta por diversos elementos que se interagem pelo fluxo de matéria e energia, constituindo a paisagem.

Nesse sentido, surge como o campo de análise da Geografia Física, os geossistemas, o qual corresponde às organizações espaciais oriundas dos processos do meio ambiente físico (Chistofolletti, 1990). A partir desse conceito, a Geografia Física passa a ser vista não mais como uma ciência responsável somente pela descrição dos elementos da paisagem, mas como a integração e relação dos componentes que constituem o espaço terrestre. Pois quanto ao que corrobora o autor supracitado (1990, p. 24) “a Geografia Física não deve estudar os componentes do quadro físico por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da interação e as conexões existentes nesse conjunto”.

Segundo Nascimento e Sampaio (2005), os geossistemas fundamentado pela Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, para a Geografia Física, destaca-se a contribuição de Chorley e Kennedy (1968). Nascimento e Sampaio (op.cit.) ainda enfatizam que, o geossistema forneceu à Geografia Física melhor caráter metodológico, facilitando os estudos integrados da Paisagem. Por meio do geógrafo Georges Bertrand, o qual adaptou-se do conceito de Sotchava, atribuiu à unidade geossistêmica conotação mais precisa, articulando fatores biogeográficos e socioeconômicos dentro de uma perspectiva espaço-temporal definida pela relação entre escalas de grandezas geográficas, possibilitando um estudo do espaço geográfico com a incorporação da ação social na interação natural.

A abordagem sistêmica teve inserção em outros conceitos da Geografia, adentrando as áreas como Hidrologia e Geomorfologia e mais recentemente contemplando o termo Hidrogeomorfologia. A teoria dos sistemas foi introduzida na Geomorfologia, de acordo com Christofolletti (1990), em 1952 por Arthur Strahler.

A geomorfologia caracteriza-se como uma ciência multidisciplinar que depende da integração com outras áreas do conhecimento, a saber da Hidrologia e Climatologia, para o entendimento e avaliação dos processos de formações de relevos e paisagens. Enquanto a Hidrologia trata dos recursos hídricos, escoamento superficial, subterrâneo, fluxos de águas e outros elementos relacionados ao ciclo hidrológico (Agnolin; Farias, 2024; Goerl; Kobiyama; Santos, 2012).

Conforme Agnolin e Farias (2024), o termo Hidrogeomorfologia surge a partir da relação da Geomorfologia e Hidrologia, numa tentativa de compreender parte do meio físico de forma integrada, propiciando maior compreensão acerca das transformações da paisagem. Para

Magalhães Júnior e Barros (2020), a Hidrogeomorfologia abrange o estudo das formas geradas pelas ações das águas e seus materiais resultantes. Goerl; Kobiyama; Santos (2012), destacam que a Hidrogeomorfologia foi concebida em 1973 por Scheidegger, o conceito proposto pelo autor trata do somatório da ciência de Geomorfologia e Hidrologia, e vem sendo bastante utilizada e aplicada em diversas pesquisas. Este é um tema recente, segundo Agnolin e Farias (2024), dentro destas ciências, inclusive para a Geografia Física.

Foi no Japão em que ocorreu o primeiro Simpósio sobre 'Interação entre mudanças geomórficas e circulação hidrológica', o qual fez parte da Quinta Conferência Internacional sobre Geomorfologia (ICG-5) realizada em Tóquio, Japão, de 23 a 28 Agosto de 2001. Houve locais para os cientistas discutirem suas pesquisas em Geomorfologia e Hidrologia e trabalharem o desenvolvimento emergente da Hidrogeomorfologia (Sidle; Onda, 2004).

O professor Okunishi foi um dos pioneiros no estudo deste conceito baseado em processos, destacado por Sidle e Onda (2004), definindo a Hidrogeomorfologia como uma ciência interdisciplinar que se concentra na interação de processos hidrológicos com formas de relevo e a interação de processos geomorfológicos com águas superficiais e subterrâneas, baseados em seus estudos de processos de deslizamento de terra e fluxo de materiais como exemplo.

Nesse contexto, autores como Sidle e Onda (2004) e Goerl, Kobiyama e Santos (2012) criticam a Hidrogeomorfologia por não apresentar um objeto de estudo próprio, baseando-se apenas em fundamentos da Hidrologia e da Geomorfologia. A partir dessa crítica, propõe-se que o verdadeiro objeto da Hidrogeomorfologia sejam os *processos hidrogeomorfológicos*, com Hidrologia e Geomorfologia atuando de forma interdependente, mas com identidades distintas. Em um sistema integrado (Figura 1), o relevo, representado pela Geomorfologia, exerce controle sobre os processos hidrológicos, enquanto a Hidrologia, por meio da dinâmica da água, influencia a modelagem das paisagens e das formas do relevo. Dessa interação resulta o processo hidrogeomorfológico.

Figura 1- Diagrama do conceito de Hidrogeomorfologia



Fonte: Goerl, Kobiyama, Santos (2012).

Assim, entende-se que um processo hidrológico acaba interferindo na modificação, evolução ou formação de feições que por sua vez influenciam a intensidade, duração e magnitude do processo hidrológico. Isto é, o processo modifica a forma ao mesmo tempo em que a forma condiciona o processo, podendo ser entendido como uma espécie de ciclo (Goerl; Kobiyama; Santos, 2012; Agnolin; Farias, 2024). Através da entrada e saída de matéria e energia, como o transporte e sedimentação em sistemas fluviais, esses processos podem ser estudados.

Logo, Goerl, Kobiyama e Santos (2012), enfatizam que, as possíveis contribuições mais importantes da Hidrogeomorfologia sejam os estudos conjunto dos processos hidrológicos e geomorfológicos em nível de bacia hidrográfica, a qual funciona e pode ser interpretada como um sistema aberto, permitindo avaliar esses processos em uma escala temporal e espacial para levantar questões relevantes para sua explicação, planejamento e gestão.

Tendo em vista que, as bacias hidrográficas funcionam como um grande receptor de energia, como as precipitações que vão desempenhar o papel de escoamento superficial, bem como, de processos erosivos, dependendo da sua intensidade, duração e frequência, constituindo as dinâmicas presentes nesse espaço como um ambiente único com suas particularidades de paisagens devido aos seus processos inerentes. Diante do exposto, a utilização da abordagem sistêmica tem muito a agregar em estudos hidrogeomorfológicos, pois de acordo com Agnolin; Farias (2024), análises com visões globalizantes, que integram duas ou mais áreas da ciência, tornam-se complexas, e por meio de relações e conexões, tratando-os de forma integrada, é possível compreender a totalidade do objeto de estudo, suas formas e

processos, bem como, identificar possíveis impactos ambientais.

2.2 Processos erosivos e sua relação com a morfodinâmica fluvial

As forças hidrodinâmicas são capazes de exercer pelo escoamento o deslocamento de partículas desagregadas, ultrapassando a resistência por elas oferecidas, denominando-se a erosão, conforme menciona Von Sperling (2007).

A questão da erosão dos solos tem suas causas relacionadas à própria natureza, como a distribuição e quantidade de chuvas, declividade, as propriedades físicas e químicas dos solos, o tipo de cobertura vegetal, e também à ação do homem, com o seu uso e manejo da terra que, muitas vezes tende a acelerar os processos erosivos (Guerra e Mendonça, 2012). A humanidade tem sido responsável pela aceleração das taxas pelas quais os sedimentos são removidos das encostas, se depositando nas áreas mais baixas de rios, lagos, barragens, causando o assoreamento e poluição desses recursos hídricos.

Ainda com o que afirmam Guerra e Mendonça (2012), as principais causas para a ocorrência desses processos de erosão acelerada são o desmatamento e o posterior uso do solo para a agricultura e pecuária, além de construções de cidades, outras atividades econômicas também significativas na erosão acelerada.

A erosão tem suas consequências danosas não somente onde ela ocorre, mas seus efeitos podem ser notados a algumas distâncias onde o processo esteja acontecendo, pois os impactos são sentidos através de perturbações no seu equilíbrio dinâmico, gerando alterações na morfodinâmica fluvial, comprometendo a quantidade e qualidade dos cursos d'água.

2.2.1 Interferências antrópicas na intensificação dos processos hidrogeomorfológicos

Com a exploração dos recursos naturais, consequentemente há destruição e impactos ambientais, tornando necessário o uso de práticas e técnicas reparadoras que contribuem para a preservação e conservação da natureza. Para Suertegaray e Nunes (2001), estas práticas estão vinculadas a diagnóstico e prognósticos. Prognósticos estes cada vez mais carregados de medidas mitigadoras que promovem a ampliação da densidade técnica sobre o espaço. E estas reparações não só torna o espaço mais tecnificado como transforma, enquanto também tecnifica a natureza.

Santos (2006) coloca que, as relações entre sociedade e natureza é, em todos os lugares habitados, e assim, ocorre a substituição de um meio natural, por um meio cada vez mais artificializado, sucessivamente instrumentalizado, como sociedades urbano - industriais. A busca constante de acúmulo de capital, dispondo da natureza valores de uso e de troca,

funciona como um impulso produtivo que age de forma indiferente às realidades locais e também às realidades ambientais. E não obstante, a vulnerabilidade ambiental pode aumentar com o crescimento econômico local.

A natureza é vista sob a ótica de algo construída historicamente, perpassando por recorrentes processos evolutivos e diferentes modos de funcionalidade, tornando-se uma natureza transfigurada pela ação humana, sendo os recursos naturais percebidos ainda como fontes inesgotáveis.

Souza (2019), corrobora que ambientes são transformados pelas relações sociais, tornando-se parte integral do mundo humano. Na concepção de Suertegaray (2021), o conceito de ambiente é concebido como necessário para compreender esses processos de transfiguração da natureza, produzida historicamente a partir das contradições sociais. O ambiente envolve os conflitos, uma vez que compreende a própria questão ambiental como sendo política, social, cultural e por isso possui diferentes concepções de natureza, sendo os impactos ambientais advindos das relações de poder.

Desse modo, é através da produção e transformação da natureza, do trabalho humano que é expressa a questão ambiental, sendo o ambiente entendido como: “produto do trabalho humano e, na contemporaneidade, pode ser entendido como o amálgama entre sociedade e natureza. Nesse sentido, o ambiente contém o meio (orgânico), mas é um produto social. Surge, portanto, da questão ambiental, ou do ambiente produzido, a necessidade de sua decifração, no âmbito científico, para gerir e para controlar, sob a perspectiva do capital” (Suertegary, 2021, p.80).

Suertegaray (2021) coloca que os conflitos ambientais e territoriais são, principalmente, conflitos políticos. Visto que, tem o território como espaço de apropriação política e de poder, em que se encontram os recursos, a sociedade, e a diversidade de culturas. Tendo as bacias hidrográficas como exemplo, as quais são consideradas como espaços que geram diversos conflitos, tendo em vista que, os conflitos nesse território não levam em consideração os seus limites territoriais, municipais e estaduais (Carvalho, 2020). Além do mais, Brum e Nascimento (2016) corroboram ao fato de que os conflitos acontecem também porque a distribuição e ocorrência natural da água não correspondem à distribuição social e econômica, e há uma distribuição desigual dos recursos hídricos no território nacional.

2.2.2 Bacias Hidrográficas como unidade de planejamento

O estudo das bacias hidrográficas, com fins de planejamento, pode ser de grande importância para o combate à erosão dos solos e conseqüentemente às mudanças morfológicas. Sendo que a mesma integra os elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar,

vegetação, etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação, etc.) (Guerra; Mendonça, 2016; Botelho; Silva, 2016).

Entendida como uma unidade espacial, Botelho e Silva (2016) acentuam que a bacia hidrográfica é uma célula básica de análise ambiental. A bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e processos de interações que nela ocorrem. Ao identificar os elementos constituintes é possível avaliar o equilíbrio do sistema e ainda a qualidade ambiente nela existente. Segundo Carvalho (2020, p. 141), “as bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental”.

As bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se firmam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica, geomorfológica e as condições climáticas. Além disso, vêm sendo comumente usadas como áreas para o planejamento e gestão de recursos hídricos (Carvalho, 2014). Para que este planejamento aconteça são adotados dois principais instrumentos, como o Plano de Recursos Hídricos (PRH), pertencente a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), objeto da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), uma vez que podem restringir ou diminuir o uso e ocupação do solo e controlar o acesso e uso da água, de acordo com Leal (2012) e Carvalho (2014).

No entanto, Carvalho (2014) traz à discussão de que apesar das literaturas trazerem a bacia hidrográfica para o contexto de planejamento, no Brasil não há uma integração sistêmica com o planejamento, visto que o planejamento é centrado apenas nos recursos hídricos sem levar em consideração a integração com o planejamento ambiental. Esse que tem como componentes os meios de diferenciação das características das diversas bacias hidrográficas no Brasil, como os tipos de rochas, solos, relevos, climas, vegetação, uso e ocupação da terra. Sendo importantes para o reconhecimento das dinâmicas ambientais e fluviais, propondo mecanismos de gestão e planejamentos adequados.

Como estabelece a Lei nº 9.433/1997, toda bacia hidrográfica necessita de um comitê, o qual tem como área de atuação a totalidade de uma bacia. Os Comitês de Bacia Hidrográfica, contribui para a gestão dos Recursos Hídricos, espaço em que representantes e comunidades de uma bacia discutem a respeito da gestão para obtenção de um melhor uso e qualidade da água. Camacho *et.al* (2022), enfatiza que são organismos criados com a finalidade de possibilitar a participação social na gestão da água, tendo em vista que, é necessário a participação de todos os entes que necessitam deste recurso importantíssimo para a manutenção da vida.

Nesse sentido, foi por meio da Lei das Águas, na qual consta que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), que houve a necessidade de uma gestão descentralizada e participativa das águas brasileiras, com a participação do poder público, usuários e as comunidades (Camacho *et. al*, 2022).

No Rio Grande do Norte, conforme os autores supracitados (2022), existem 14 bacias hidrográficas. Até o ano de 2020, o estado possuía apenas três Comitês de bacia Hidrográfica (CBH) em funcionamento, sendo destaque a do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHRAM), representando a maior bacia hidrográfica completamente estadual com área de 14.276 km², abarcando 52 municípios. A elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Apodo-Mossoró contara como horizonte de planejamento os anos de 2020 (curto prazo), 2025 (médio prazo) e 2030 (longo prazo).

De acordo com Mesquita (2018) e Camacho *et. al* (2022), a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada na região Oeste do Rio Grande do Norte, possui um CBH criado formalmente desde o ano de 2010, entretanto, sua instalação só veio ocorrer apenas em 2013. O comitê é organizado pelo seu regimento interno, conta com uma diretoria executiva, plenário e câmaras técnicas. Ao longo da bacia existem diversas atividades econômicas que exigem água e o comitê tem um importante papel na resolução dos conflitos gerados, os quais ocorrem frente aos diferentes interesses sobre as águas, como por exemplo, a extração de petróleo, produção de sal marinho, produção de cimento e agricultura familiar.

Desse modo, gera-se uma alta demanda por recursos hídricos, agravada pela baixa disponibilidade de água na bacia. Essa escassez é causada tanto por fatores naturais — como a baixa pluviometria e os altos índices de evapotranspiração — quanto por fatores antrópicos, como a poluição e a presença de estruturas inadequadas de armazenamento e distribuição insuficientes, contaminação da água por meio de poluentes, resíduos sólidos e materiais pesados lançados nos corpos hídricos (Souza, Silva e Silva Dias, 2012; Bezerra, Batista e Silva, 2018; Camacho *et. al*, 2022; Vieira, Silva e Grigio, 2022).

Esses fatores implicam diretamente na qualidade dos recursos hídricos e no descarte incontrolado de efluentes que podem exceder a capacidade de autodepuração dos corpos d'água. Assim, torna-se necessário estudos voltados à compreensão de toda dinâmica de uma bacia hidrográfica para um melhor ordenamento territorial, como também para o planejamento ambiental e identificação de processos que podem gerar impactos, sob a concepção dos processos erosivos ocasionados pela variabilidade pluviométrica.

2.3 Estilos fluviais, impedimentos e as alterações na dinâmica de rios intermitentes

De acordo com Pelech (2021), estudos sobre paisagem física tem-se preocupado principalmente com a evolução das feições terrestres. Tais pesquisas investigam como as feições mudam suas morfologias tanto de modo natural como através de intervenções antrópicas. A Geomorfologia como ciência tem se dedicado a entender o funcionamento das características e dinâmicas dos rios e sua configuração na paisagem.

Entender o rio como objeto de estudo científico dentro da Geomorfologia é uma tarefa desempenhada desde o final do século XIX. As classificações geomorfológicas de rios se apresentam como importantes para o entendimento das características e do comportamento dos rios e de todo seu sistema fluvial (Pelech, 2021). Há diversas classificações de rios que foram criadas e adaptadas desde então. Entretanto, de acordo com Magalhães Júnior, Barros e Cota (2020), a proposta de Brierley e Fryirs (2005) se apresenta como a mais completa, pois além de ser uma metodologia aberta a qual pode ser utilizada perante outras abordagens e ambientes de características fisiográficas distintas, vislumbra e avalia as condições dos canais podendo auxiliar no planejamento de ações de recuperação, pois trata-se de estudar a evolução dos vales fluviais.

Os estilos fluviais possibilita a classificação de segmentos do curso fluvial que apresente um conjunto de características geomorfológicas e hidrodinâmicas semelhantes, contribuindo para diferenciar o comportamento de cada tipo de rio. Além do mais, por meio dessa classificação é possível identificar a relação dos processos e formas ao longo dos canais fluviais, de modo que um rio pode apresentar diferentes tipos de estilos, devido as particularidades de cada ambiente que está inserido (Lopes; Girão, Souza, 2024).

No caso de cursos d'água em que há diminuição brusca de fluxos ao longo do ano e de seu leito, como é o caso dos rios intermitentes, que apresentam uma vazão dinâmica relacionada à frequência e à intensidade de precipitação, que ocorre de forma rápida e mal distribuída, os estilos fluviais também se mostram com comportamentos variados daqueles de regime hídrico perene (Souza, 2011; Cavalcante, 2018).

Nessa perspectiva, tem-se os cursos d'água como ambientes ativos, responsáveis pela dinamicidade da paisagem, derivadas de seus comportamentos específicos. Segundo Marçal (2013), os rios não são estáticos e o seu comportamento pode ser definido a partir dos ajustes na sua morfologia induzidos por uma série de parâmetros processuais de erosão e deposição. Sendo a água modeladora ela refaz as formas fluviais, como fornecedor de energia para a atuação dos processos e formas, ao mesmo tempo em que favorece matéria a ser transportada e

depositada nos cursos d'água, produzindo ambientes cujas características se diferenciam.

Sobre isto, Santana e Marçal (2020, p.1887) expressam que “os rios refletem as interações dos processos ambientais, no âmbito da bacia hidrográfica, e funcionam com características e dinâmicas próprias, resultantes tanto da combinação de fatores naturais, como tipos de clima, relevo, solo e geologia, assim com as ações antrópicas”. Em estudos voltados à morfologia de sistemas fluviais, os parâmetros geomorfológicos, hidrológicos e sedimentológicos, juntos, influenciam na dinâmica, forma e nas mudanças de comportamento.

De acordo com Von Sperling (2007), há entretanto uma complexidade nos aspectos que influenciam no comportamento inerentes à modelagem, haja vista a diversidade de configurações fluviais em detrimento das condições topográficas, geológicas, climáticas e hidrológicas, pois 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 inúmeros os processos envolvidos na construção e evolução dos ambientes fluviais, onde mudanças espaciais e temporais ocorrem em intervalos variados de tempo. Brunsden e Thornes (1979), descrevem que cada ambiente é apresentado por suas próprias formas e características que persistem com o tempo, o tempo de sua consolidação, e o tempo de sua duração, ou seja, o tempo é responsável por modular o sistema, o qual traz consigo processos de perturbações causando instabilidade e, conseqüentemente, ocasionando a sensibilidade da paisagem às mudanças.

Menezes e Salgado (2019), corroboram na perspectiva de que, durante a trajetória evolutiva dos sistemas fluviais, a maioria, passa por alterações na sua condição geomorfológica “natural” devido à crescente demanda socioeconômica. No semiárido, onde o objeto desse estudo está inserido, devido ao seu déficit hídrico, apresenta diversas construções de reservatórios superficiais, como forma de mitigar e represar a água para os períodos de estiagem. Conforme Peixoto *et al.* (2021), nessas áreas o principal meio de estocagem da água, é a açudagem, devido às condições pedológicas e geológicas serem pouco favoráveis à infiltração e ao armazenamento da água em subsuperfície.

Esses barramentos são considerados por Cavalcante e Cunha (2018) como um dos mais significativos das alterações na dinâmica de canais. Entretanto, há uma justificativa para que a sociedade passasse a solucionar o problema da seca pela construção da infraestrutura hidráulica, pois essas ações não se referem somente ao problema da seca, mas também a questões de políticas públicas. Conforme Campos (2014), uma grande porção dos rios do Nordeste poderia permanecer seca por mais de um ano e não havia uma suprimento de água confiável para o

desenvolvimento das grandes cidades, havendo assim, como uma das opções, à açudagem. Predominando dessa forma, a construção de reservatórios, grandes, médios e pequenos.

A partir de alterações no sistema fluvial, o curso d'água se desestabiliza tornando-se sensível a determinadas mudanças, comprometendo então o seu comportamento e o seu modelo. Em relação às modificações fluviais ocasionadas pelas ações antrópicas, encontram-se presentes nas características do fluxo e da carga de sedimentos, que conforme Souza (2011), entre os diversos impactos resultantes das atividades antrópicas nos rios de terras secas, o de maior significância são as construções de barramentos nos rios, em que os impactos podem ser sentidos tanto à montante como a jusante. Almeida, Souza e Côrrea (2016), puderam observar que, as atividades antrópicas impulsionam os processos erosivos nas encostas, nas margens e no leito do rio, alterando a dinâmica do sistema fluvial.

Essas construções funcionam como impedimentos fluviais, onde inibem o fluxo de energia e matéria, formando uma barreira impossibilitando de os mesmos alcançarem o canal principal. Nos rios do semiárido, o nível de represamento de água e sedimentos é representativo, sendo possível que as vazões mantidas pelos barramentos influenciam na mudança dos padrões dos canais até que ele alcance um novo equilíbrio (Cavalcante, 2018). Quando ocorre uma intervenção humana como o caso das construções de barramentos, há o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio. Tendo em vista que, todo barramento do canal fluvial interfere no seu sistema de fluxo passando a ser um sistema com características de águas paradas (Coelho, 2008).

Nesse contexto, destaca-se que há a necessidade de entender a bacia hidrográfica como um sistema aberto, com entrada e saída de energias e matérias que condicionam o comportamento fluvial. Partindo da compreensão da dinâmica fluvial no que concerne aos processos de produção, transporte e deposição de sedimentos, com ênfase nos impactos e alterações do equilíbrio dos rios, por meio das construções de impedimentos, são fundamentais para o planejamento hídrico, ambiental e territorial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

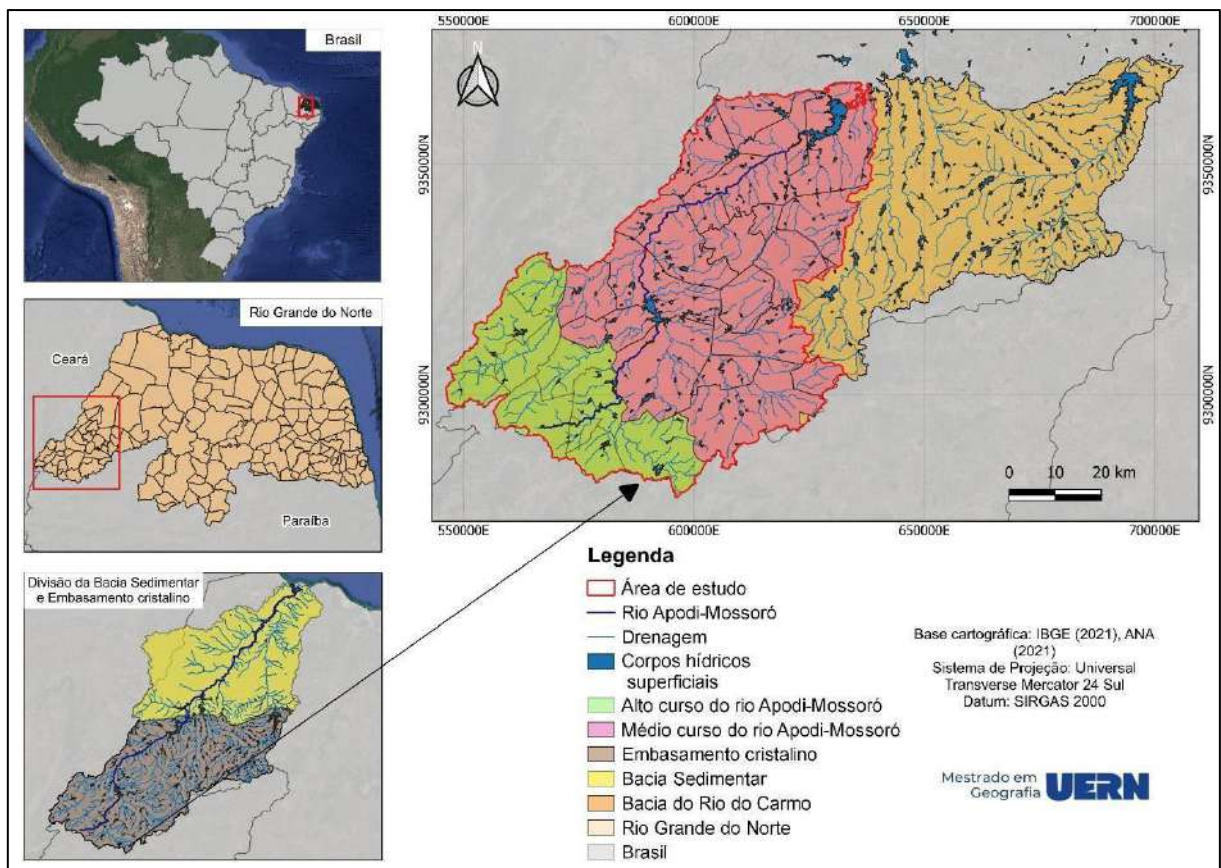
3.1 Localização e caracterização geral da área de estudo

A pesquisa tem como local de estudo a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró – (BHRAM), mais precisamente, o recorte territorial da bacia hidrográfica do rio principal sob o embasamento cristalino (Figura 2). Esta bacia se encontra situada na região Oeste Potiguar, dentro da região hidrográfica do Nordeste Oriental, no estado do Rio Grande do Norte,

compreendendo territórios de 52 municípios, drenando uma área de 14.270 km².

A escolha por esta bacia hidrográfica provém da sua importância para o estado, por questões socioeconômicas e valor científico que abarca uma diversidade de paisagens, associadas aos elementos geológicos, geomorfológicos e climáticos. Tendo uma nítida divisão da bacia hidrográfica no embasamento cristalino e a bacia sedimentar. Em relação ao recorte da área de estudo que sucede ao embasamento cristalino, fundamenta-se por apresentar, em virtude de suas características, uma densidade da rede hidrográfica perceptível e a presença significativa de impedimentos fluviais, como barragens, enquanto na bacia sedimentar quase não há impedimentos fluviais devido predominar a infiltração e sua dinâmica fluvial ser diferente. Tornando-se interessante para a pesquisa relacionar a dinâmica de estilos fluviais aos elementos físicos da paisagem e aos impedimentos fluviais.

Figura 2 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com destaque para área de estudo



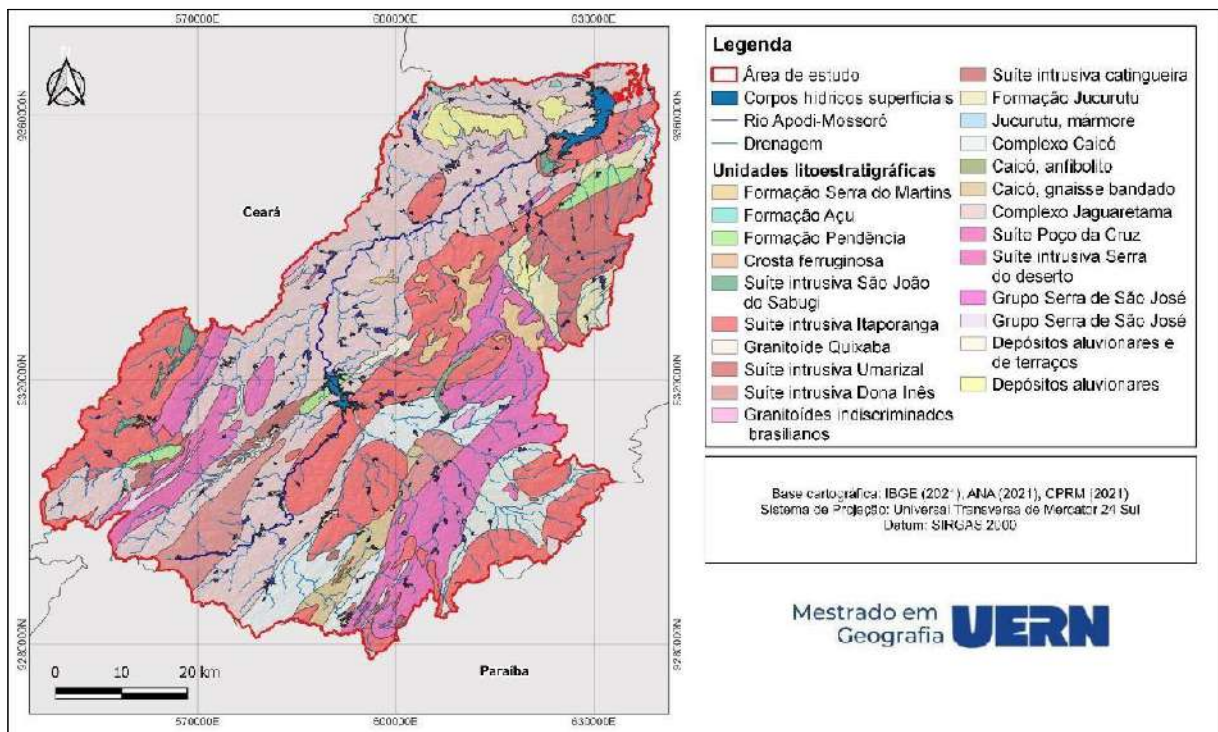
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Relativo aos aspectos geológicos, a BHRAM tem suas condições ambientais sob a

estrutura geológica que confere dois grandes domínios bem delimitados: o embasamento cristalino na metade sul que engloba majoritariamente rochas pré-cambrianas em seu alto e médio curso – local deste estudo - e o embasamento sedimentar na metade norte com rochas aflorantes cenozóicas da bacia potiguar no baixo curso (Maia, 2012).

Nesse contexto, a área do embasamento cristalino na metade sul da bacia apresenta uma litologia complexa, composta por rochas ígneas e metamórficas, que são influenciadas por lineamentos estruturais, os quais orientam tanto a disposição das rochas quanto o padrão de drenagem (Souza; Souza; Souza, 2023) (Figura 3 e 4) (Quadro 1). De acordo com Lemos Filho, Espínola Sobrinho e Oliveira Júnior (2022), essa configuração favorece uma maior concentração de canais e ravinas, intensificando o escoamento superficial e influenciando diretamente a produção hidrológica da bacia hidrográfica.

Figura 3- Mapa da Geologia da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora com base em Dantas, Medeiros e Cavalcante (2021).

Quadro 1- Litologia detalhada da área de estudo

ERA	IDADE (MA.)	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA
Cenozoico	2,588	Depósitos aluvionares e de terraços	Cascalhos, areias e argilas inconsolidados.
		Depósitos aluvionares	Material sedimentar. Cascalho, sedimentos areno-argilosos, silte.
	66	Crosta ferruginosa	Depósito lateríticos, podendo exibir calunização local, associada a granitos intrusivos.
		Formação Serra do Martins	Arenitos finos a médios, conglomeráticos, com níveis pelíticos, argilito avermelhado e caulim
Mesozoico	145	Formação Açú	Arenitos quartzosos de granulação fina a grossa, cinza claro a amarelado e avermelhado
		Formação Pendência	Arenitos finos a grossos, conglomerados e raras intercalações de calcários e argilitos
Neoproterozoico	~635	Suíte intrusiva São João do Sabugi	Dioritos, quartzo dioritos, quartzo monzonitos, cinza escuro, granulação fina a média
		Suíte intrusiva Itaporanga	Monzogranitos a Sienogranitos porfiríticos grossos, com anfibólio e biotita, associados a dioritos
		Granitoide Quixaba	Monzodiorito e quartzo monzodiorito com clinopiroxênio, ortopiroxênio, biotita e hornblenda
		Suíte intrusiva Dona Inês	Granitos de composição sieno a monzogranítica, leucocráticos
		Granitoides indiscriminados brasileiros	Granitoides de composição petrográfica diversa
		Suíte intrusiva catingueira	Granitos a quartzo sienitos, com biotita, aegerina-augita e anfibólio
		Formação Jucurutu	Biotita-anfibólio gnaisses granoblásticos
		Jucurutu, mármore	Rocha Metamórfica. Rocha calcissilicática
Paleoproterozoico	2.500	Complexo Caicó	Ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos, leucortognaisses e/ou migmatitos
		Caicó, anfibolito	Gnaisses bandados indiferenciados e Anfibolito
		Caicó, gnaiss bandado	Gnaisses bandados indiferenciados
		Complexo Jaguaretama	Ortognaisses graníticos a granodioríticos, migmatizado

Fonte: Elaborado pela autora com base em Dantas, Medeiros e Cavalcante (2021).

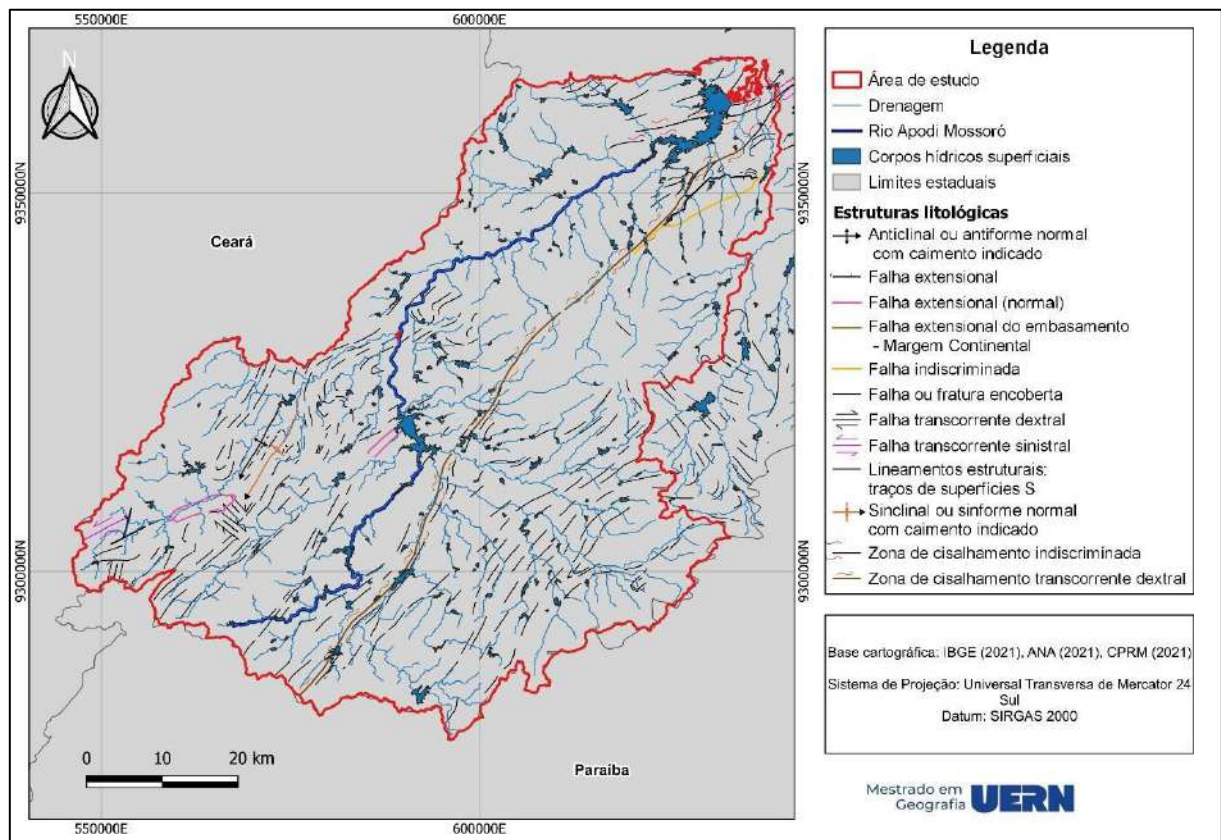
As unidades litoestatigráficas de maior expressão na área de estudo coexistem em um mosaico diverso sobre os macrodomínios Jaguaribeano; Rio Piranhas -Seridó e os granitóides brasileiros, como o Complexo Campo Grande, Caicó e Jaguaretama, Suítes Intrusivas Dona Inês, Itaporanga, Catingueira, São João do Sabugi e granitóides indiscriminados brasileiros.

O domínio Jaguaribeano advém do paleoproterozóico, de litologias pertencentes principalmente do Complexo Jaguaretama, Grupo Serra de São José e ortognaisses da Suíte Serra do Deserto. Apresentam litologias constituídas de ortognaisses graníticos a granodioríticos, gnaisses bandados e migmatitos com intercalações de mármore, biotita-xistos, anfibólio-biotita-augengnaisses graníticos a granodioríticos. O domínio Rio Piranhas – Seridó

compõe rochas do paleoproterozóico pelo Complexo Caicó e pela Suíte Poço da Cruz, tendo como principais litologias, gnaisses, migmatitos, metagranito e anfibólio-gnaisses (Medeiros; Nascimento; Sousa, 2010; Souza, 2023).

Há ainda testemunhos sedimentares datadas do Mesozoico e Cenozoico. Denominadas como bacias interiores que ocorrem na porção oeste do estado, pertencentes à Formação Pendência da Bacia Potiguar, representada pela bacia interior de Rafael Fernandes e Gangorra, que derivam de uma litologia composta de arenitos, seixos e folhelhos, e a bacia de Cel. João Pessoa, encravada no interior das serras do pereiro no Oeste potiguar. Do período Cenozoico, houve a Formação Serra do Martins, com sedimentos constituídos por arenitos médios a conglomeráticos, argilosos e crosta laterítica com seixos de quartzo. Atribui a esta formação, sedimentação de depósitos fluviais de fundo de canal, transbordamento de canal e planície de inundação (Medeiros; Nascimento; Sousa, 2010).

Figura 4 - Mapa da Estrutura litológica da área de estudo

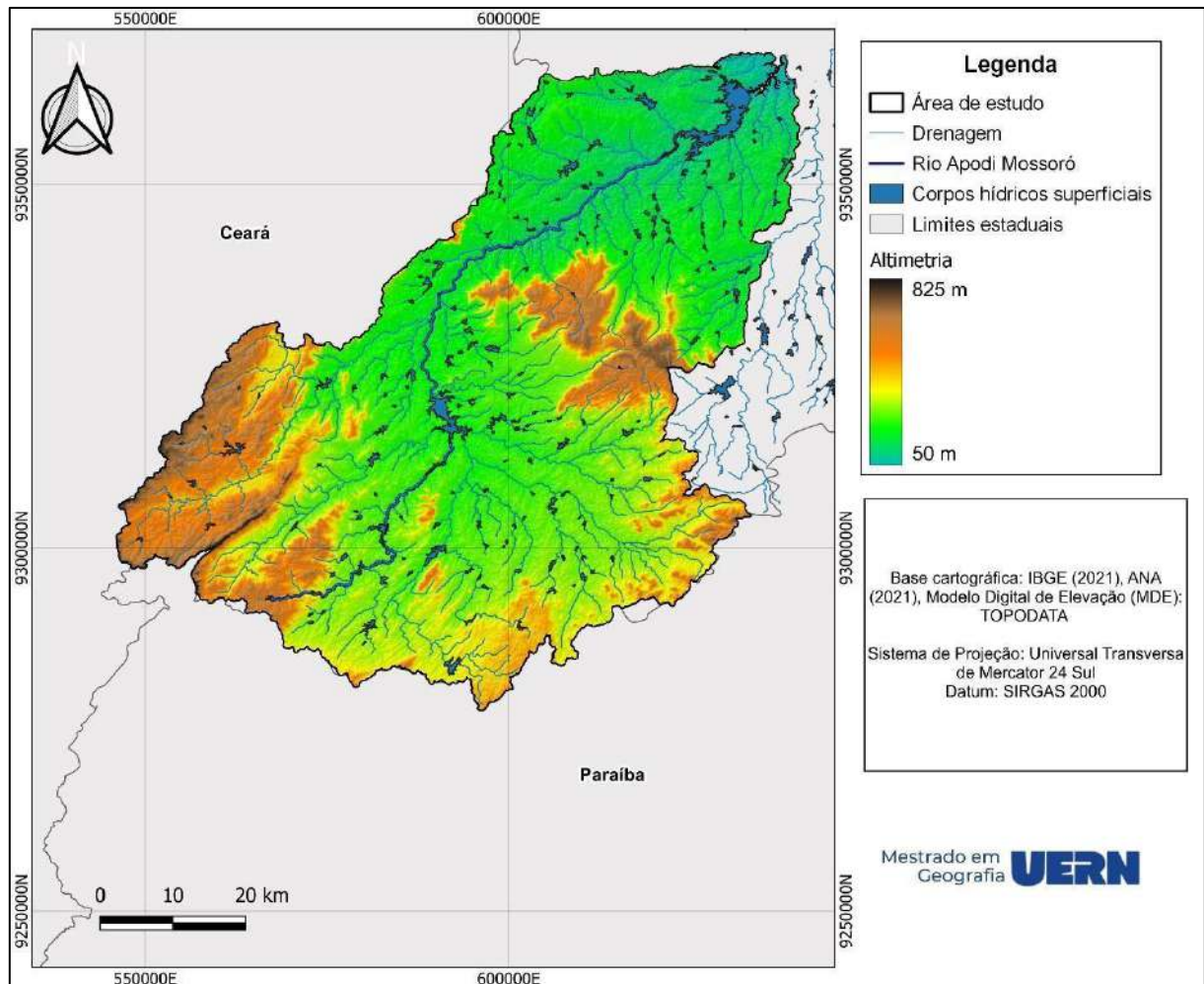


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

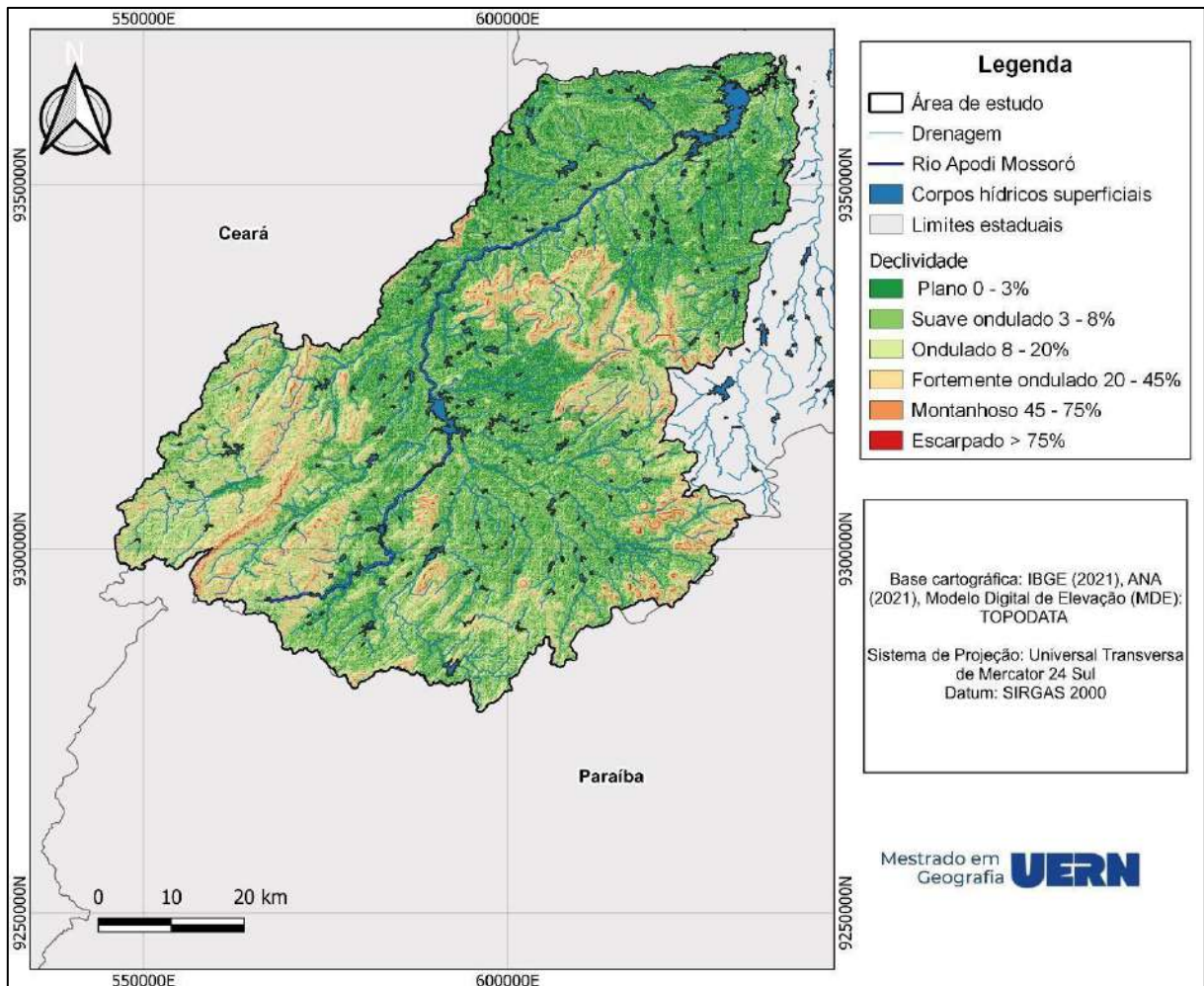
Assim como a diversidade geológica que compreende a BHRAM, apresenta idades e formações que resguardam importantes informações acerca de sua história natural, a

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, os quais trata-se de platôs da ordem de 700 m de altitude (Maia, 2022, Souza; Souza; Souza, 2023).

De acordo com Maia e Bezerra (2013), as nascentes localizam-se na porção SW do estado, mais precisamente na porção NE da Serra de Pereiro entre 350 e 500 m de altitude. Conforme mostram a Figura 5 e 6, é possível observar que os locais de altitudes e declividades acentuadas estão no maciço do Pereiro e de Martins-Portalegre. O maciço de Pereiro possui feições esculpidas em litotipos graníticos e metamórficos – cristas, escarpas, formas abobadadas, topos planos e vales diversos, resultando de diversas atividades tectônicas. Albuquerque, Xavier, Suertegaray (2024) descrevem que, além disso, essa área está localizada sob o Domínio Jaguaribeano, limitado a oeste pela Zona de Cisalhamento Jaguaribe, a leste pela Zona de Cisalhamento Portalegre e ao sul pela Zona de Cisalhamento Farias Brito.

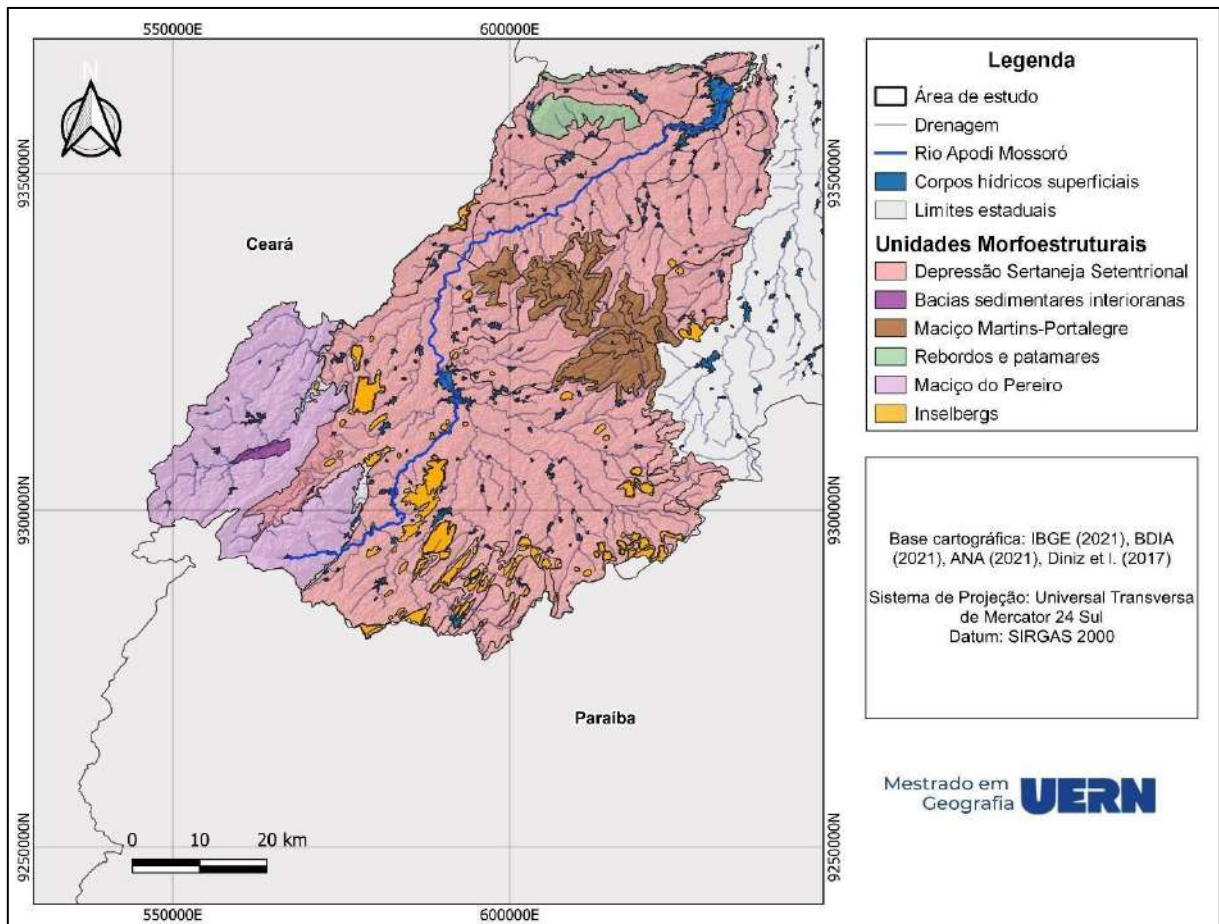
Figura 5 - Mapa de altimetria da área de estudo

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 6 - Mapa de declividade da área de estudo

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Ainda no quesito geomorfológico, a área do embasamento cristalino encontra-se sob unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico Brasileiro, inserida na unidade morfoescultural da Depressão Sertaneja, sob áreas aplainadas da Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró (Diniz *et.al*, 2017). Conforme descreve Maia (2022), no alto curso da BHRAM ocorre a Depressão Sertaneja, ocupando cerca de 63% do total da bacia hidrográfica, e se estendendo até a base dos limite escarpados dos Depósitos Mesozoicos, situando-se entre os blocos soerguidos, sendo modelada no interior dos quais a rede de drenagem dos principais rios se instala. Configurando-se em sua morfologia, os efeitos dos processos erosivos a que foi submetida, originando uma extensa superfície aplainada partindo da base dos maciços residuais. (Figura 7).

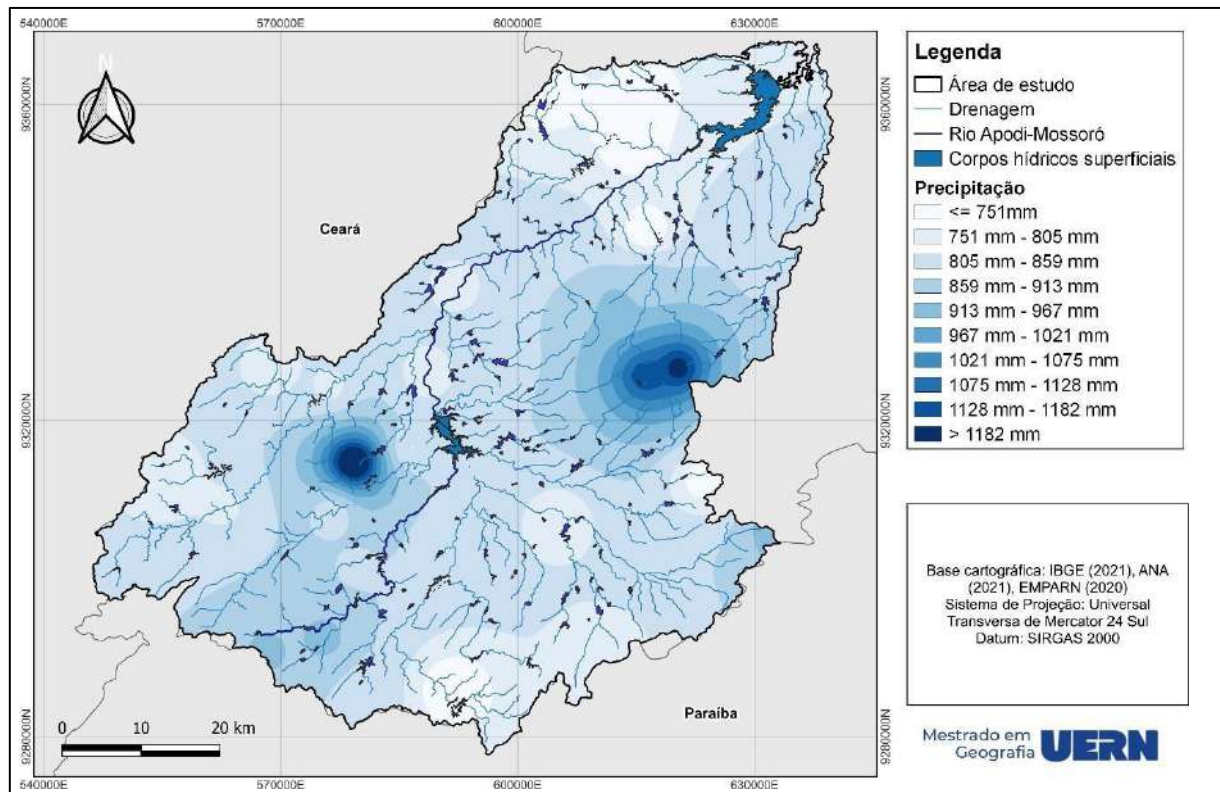
Figura 7- Mapa de Geomorfologia da área de estudo

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

De acordo com Souza (2023), o conjunto geológico-geomorfológico é dominado pelo clima semiárido, marcado pela irregularidade pluviométrica, altas temperaturas e taxas de evapotranspiração. Na Figura 8 observa-se que as maiores médias pluviométricas (1.314,6 mm, 1.221,3 mm e 1.178,4 mm) se apresentam nos municípios de Água Nova, Martins e Serrinha dos Pintos, respectivamente, e a menor (678,9 mm) em Tenente Ananias, se mostrando evidente o relevo como um fator geográfico que influencia e favorece a distribuição das chuvas.

Em Martins, a orografia tem papel importante nas taxas médias de precipitações, pois está posicionado sobre um platô e voltada para a escarpa de barlavento da Serra do Martins (Diniz; Pereira, 2015), sendo estes valores associados também a altitudes que variam de 700 a 750 metros.

Figura 8- Distribuição das médias pluviométricas anuais (1973-2002) na área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2025, a partir de dados da CPRM (2021), interpolado por meio de IDW.

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; Pinheiro (2018) indicam que essas condições das dinâmicas atmosféricas dos maiores índices pluviométricos estar condicionado as questões de relevo, onde áreas com maior ocorrência de chuvas estão situados em trechos de maior altitude.

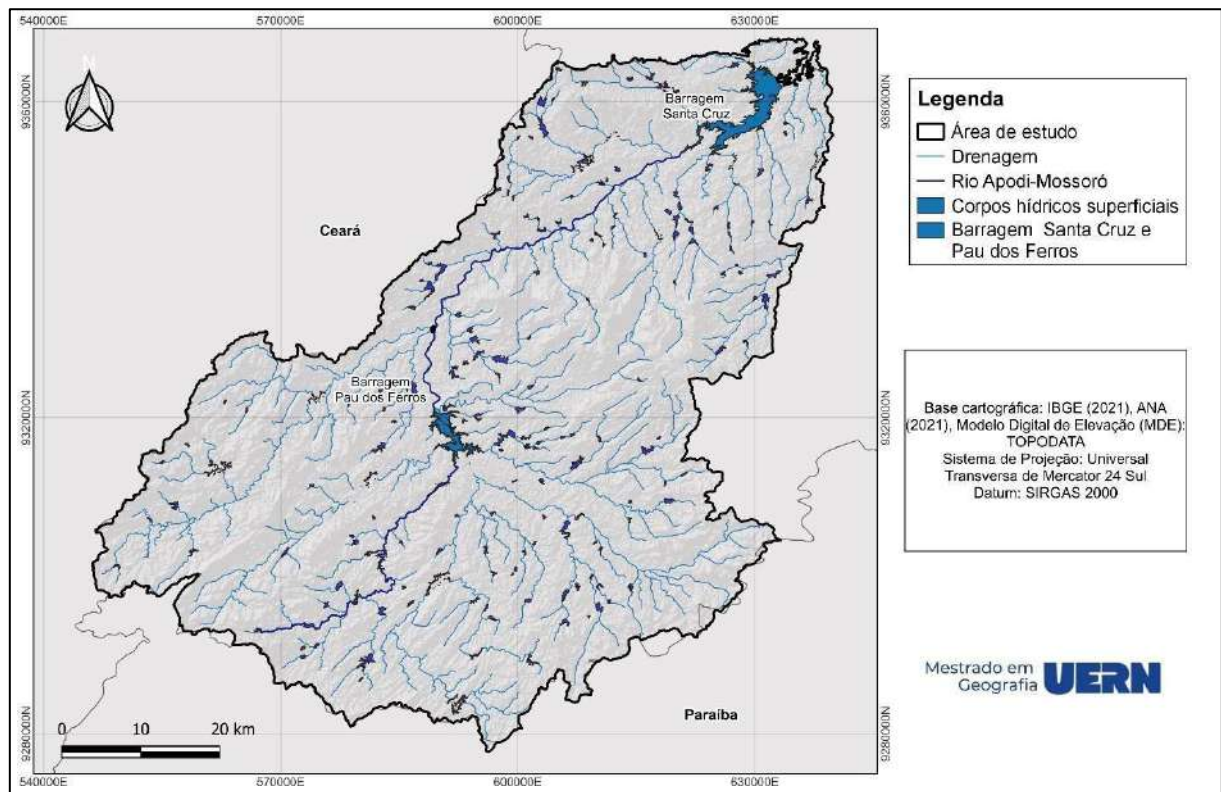
Carvalho (2011) indica que o tipo climático para a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró é o BSw'h', na classificação climática de Köppen. Este se configura por um clima muito quente e semiárido com a estação chuvosa atrasando-se para o outono. Nas regiões serranas no extremo sudoeste, em que se encontram suas nascentes e das serras de Martins e Portalegre de direção nordeste, com clima subúmido do tipo Aw', de inverno seco, caracterizado por um clima tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa (Lemos; Espínola Sobrinho; Oliveira Júnior, 2022). Tendo Martins e Portalegre, por exemplo, um déficit hídrico médio de 353 mm e 436,6 mm respectivamente nos meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro (Medeiros; Cestaro, Queiroz, 2021; Amorim, Medeiros, 2022), representando excedente hídrico apenas na quadra chuvosa (fevereiro a

maio), assim como, para as outras áreas que compõem o embasamento cristalino, configurando as áreas serranas como locais de excessão em questões climáticas.

O rio principal da bacia hidrográfica apresenta leito de 210 km de extensão, desde suas nascentes, na região serrana de Luis Gomes, até sua foz, entre os municípios de Grossos e Areia Branca. 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, resultando de sua relação com o embasamento pré-cambriano e intrusões plutônicas neoproterozóicas (Figura 9). Nesse sentido, os padrões dendrítico e sub-dendrítico resultam da impermeabilidade das rochas cristalinas (Maia; Bezerra, 2012). Segundo Carvalho (2011), os terrenos cristalinos dispõe de maior quantidade de cursos d'água superficiais e apresenta limitações de armazenamento de águas subterrâneas, em função das propriedades hidrodinâmicas próximas à aquifugo.

Figura 9- Mapa da rede hidrográfica da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Na BHRAM estão presentes 618 açudes, totalizando volume de 27,4% e 10, 7% dos totais de açudes e volumes acumulados do estado, respectivamente, segundo a Secretaria do

Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh, 2014). A açudagem é muito presente em regiões semiáridas, devido às suas características climáticas, tendo como objetivo armazenar água para os períodos de estiagem, esta que é predominante na maior parte do ano, assegurando o abastecimento humano, a dessedentação animal e até subsidiando as atividades econômicas. A BHRAM apresenta vinte reservatórios que possuem capacidade de acumulação de 5 milhões de metros cúbicos (m³), e conseqüentemente, são os reservatórios de maior importância estratégica para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica (Lemos Filho; Espínola Sobrinho; Oliveira Júnior, 2022).

Levando em consideração a oferta e demanda hídrica, a BHRAM está relacionada às condições naturais, pois inserida no contexto semiárido, apresenta índices de evapotranspiração maiores do que os totais pluviométricos, configurando um balanço de déficit hídrico anual, e isso coaduna para classificação de rios intermitentes, com a maior parte do ano hidrológico com vazão nula. Contudo, segundo Lemos Filho, Espínola Sobrinho e Oliveira Júnior (2022), em consequência dos diversos reservatórios artificiais construídos ao longo do leito principal, passa-se a apresentar como um rio perenizado em vários trechos, sendo o maior deles, o que vai do reservatório de Santa Cruz em Apodi – RN, passando pelo município de Mossoró, até a sua foz, entre Grossos e Areia Branca

Quanto à vegetação, segundo Cavalcante (2021), classifica-se como Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada (CAAF), a qual tem como principal característica a cobertura vegetal densa; Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta (CAAA), caracterizada pela vegetação arbórea e arbustiva esparsa e a predominância de estrato herbáceo.

Em relação ao uso e ocupação da terra, as ações em toda a bacia são voltadas às atividades de fruticultura irrigada, pecuária extensiva, extração de petróleo, produção de sal marinho, produção de cimento e mineração de calcário, que são de grande importância para o desenvolvimento econômico, sendo destaque o município de Mossoró, localizado no baixo curso, por gerar valores muito elevados no circuito de atividades, em comparação com os outros municípios da área da bacia. Além do mais, se configura como a maior cidade em termos de concentração populacional, seguido do município de Apodi, São Miguel e Pau dos Ferros, esses situados na área de estudo, onde predomina a atividade de agricultura (Carvalho *et.al*, 2022).

Desse modo, ao longo da extensão da bacia hidrográfica, perpassando as duas grandes unidades litológicas, há cidades de grande significância para a economia (Mossoró, Areia Branca, Baraúnas, Apodi e Pau dos Ferros). Associado a isto, conseqüentemente o local torna-se cada vez mais fragilizado e degradado em decorrência da intensificação das atividades,

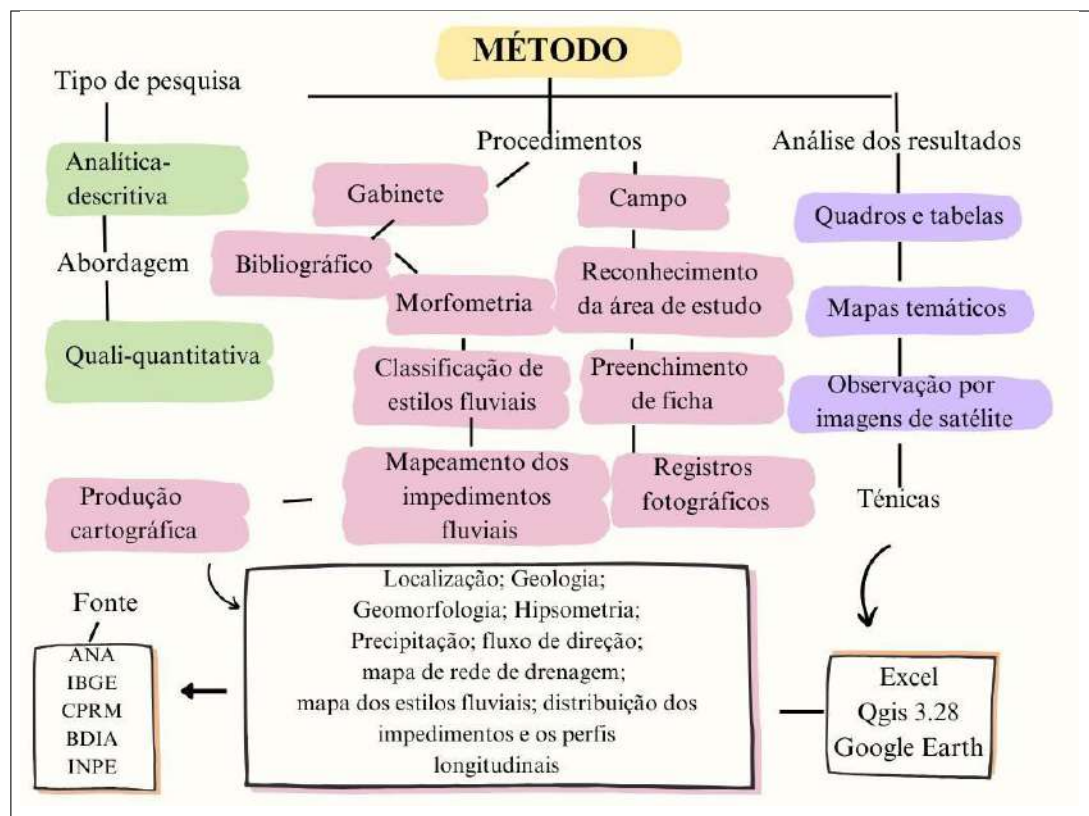
principalmente por meio de retirada vegetacional nativa, ocasionando os processos acelerados de erosão.

3.2 Procedimentos metodológicos

Essa 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 da evolução dos estilos. A avaliação desses locais leva em consideração uma abordagem quali-quantitativa.

Os procedimentos metodológicos fundamentam-se sobretudo, em pesquisa de gabinete com o levantamento bibliográfico, observação de imagens de satélite, produções cartográficas, classificação de estilos fluviais, levantamento dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica, mapeamento dos impedimentos fluviais ao longo do rio principal sob o recorte de estudo para compreender sua influência no comportamento e dinâmica fluvial, e a pesquisa de campo para observação, reconhecimento e registro fotográfico (Figura 10).

Figura 10 - Fluxograma da caracterização metodológica



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Desse modo, o percurso de investigação foi delineada conforme o Quadro 2, com síntese no percurso da pesquisa e os resultados esperados.

Quadro 2- Percurso da pesquisa

Pergunta- problema		Como os processos hidrogeomorfológicos e os impedimentos fluviais influenciam na evolução do comportamento e estilos fluviais do Apodi- Mossoró em estrutura do embasamento cristalino?	
Objetivos da Pesquisa		Procedimentos metodológicos	Resultados/Produtos esperados
Geral	Analisar a morfodinâmica fluvial a partir da evolução de padrões e estilos fluviais	Levantamento, análise de imagens de satélite, mapeamento dos impedimentos fluviais, campanha de campo, classificação dos estilos fluviais, parâmetros morfométricos.	Classificação dos estilos fluviais, distribuição dos impedimentos fluviais Quadro dos trechos susceptíveis.
	Identificar os estilos fluviais no curso do rio Apodi-Mossoró localizado sob o embasamento cristalino	Análise de imagens de satélite, campanha de campo, aplicação de ficha.	Classificação dos estilos fluviais Matriz e mapa dos estilos fluviais identificados.
Específicos	Examinar espaço-temporalmente as dinâmicas evolutivas dos estilos fluviais da sua rede de drenagem por meio de imagens de satélite	Uso de imagens de satélite, reconhecimento dos processos hidrogeomorfológicos ocorrentes nos trechos, mapeamento dos impedimentos fluviais	Mapa dos impedimentos fluviais, Identificação dos trechos mais susceptíveis a mudanças.
	Relacionar as dinâmicas de seus estilos fluviais com inputs climáticos, geológicos e geomorfológicos dos impedimentos fluviais	Levantamento cartográfico Produção dos mapas de geologia, relevo, chuva, hipsometria, declividade e de impedimentos	Integração desses elementos de forma sistêmica; Perfil longitudinal do rio com o controle desses elementos.
	Compreender a influência das mudanças no comportamento fluvial e os processos existentes na configuração da morfodinâmica fluvial do curso do rio Apodi-Mossoró na área cristalina da bacia hidrográfica	Produção e aplicação dos mapas temáticos, imagens de satélite, mapeamento dos impedimentos fluviais. Reconhecimento dos processos hidrogeomorfológicos ocorrentes nos trechos	Quadro dos trechos susceptíveis, Mapa dos impedimentos fluviais dos processos ocorrentes e presentes.

Fonte: Elaborado pela autora , 2024.

3.2.1 Levantamento bibliográfico

Esta etapa subsidiou o levantamento de materiais sobre a descrição da área de estudo, bem como a discussão teórica sobre os estilos fluviais, dinâmica fluvial de ambientes semiáridos, processos erosivos e sua influência na morfodinâmica fluvial e os impactos de impedimentos fluviais como as construções de barragens. Além disso, buscou-se uma revisão

sistemática sobre hidrogeomorfologia, um termo recente dentro das ciências da geografia física, afim de integrar os elementos que compõe e intervêm sobre a morfodinâmica fluvial.

Para isso, realizou-se a busca de trabalhos que seguissem o mesmo viés em materiais publicados em meios digitais e impressos. Foram selecionados livros, teses, dissertações, artigos em periódicos nacionais e a busca de trabalhos clássicos em repositórios internacionais. As consultas foram feitas no Google Acadêmico, em revistas especializadas como a Revista Brasileira de Geografia Física; Caderno de Geografia; Revista Brasileira de Geomorfologia, *Geomorphology*, em repositórios de respectivas Universidades e em outras fontes de procedência incontestável.

Nesse quesito, foi adotado como base teórico-metodológico-conceitual, os trabalhos realizados por Brierley e Fryirs (2005) com a criação a aplicação dos estilos fluviais para gestão fluvial; Cavalcante e Cunha (2012) discutem questões acerca de barramentos e suas repercussões na morfodinâmica de canais; Lima, Perez Filho e Cunha (2013) analisam as características dos canais intermitentes e efêmeros da bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso-BA considerando seus aspectos morfológicos e morfométricos; e Souza, Barros e Côrrea (2016) com a identificação dos estilos fluviais e análise de seu comportamento em ambiente semiárido.

Além disso, destaca-se os trabalhos de Menezes e Salgado (2019) com o objetivo de aplicar a metodologia de classificação dos estilos fluviais para a análise da condição geomorfológica; Santana e Marçal (2020) sobre o mapeamento dos estilos fluviais na bacia do rio Macabu - RJ; Coelho e Andrade (2020) discutem a formação e evolução de feições morfológicas a partir dos eventos de erosão, transporte e deposição de sedimentos; Santos e Marçal (2021) e Souza, Santos e Oliveira (2023), os quais debruçam-se sobre os tipos de ajustes e capacidade de ajustes em diferentes estilos fluviais.

3.2.2 Produções cartográficas

Consistiu-se na confecção de mapas de localização da área de estudo, geologia, geomorfologia, hipsometria, precipitação, hidrografia, direção de fluxo, e elaboração do mapa dos estilos fluviais, todos a partir da utilização do *software* Qgis versão 3.28. O mapa de localização da área de estudo foi realizado com base em dados vetoriais do IBGE (2021) para os *shapefile* do estado do Rio Grande do Norte, Brasil e América do Sul, os *shapefile* de drenagem, delimitação da bacia hidrográfica e o recorte do embasamento cristalino foi utilizado os dados da ANA (2021), que serviram também na realização da composição do mapa de hidrografia.

Para o de geomorfologia, foram utilizados os dados fornecidos pelo Banco de Dados e Informações Ambientais(BDIA) do IBGE e paraa organização da legenda do mapa do relevo,

teve-se como base, o trabalho de Diniz *et.al* (2017). O de geologia foram utilizados os dados do CPRM (2021) para as unidades litoestratigráfica e estruturas geológicas.

Os dados para a construção do mapa de chuva, foram utilizado os volumes diários das estações disponíveis em municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró para o recorte do embasamento cristalino, geridas pela EMPARN, tendo o recorte temporal dos anos de 1973 a 2002, considerando a análise de dados de no máximo trinta anos. Esses dados foram organizados em uma planilha no Excel e posteriormente colocados no Qgis por meio da ferramenta de “Adicionar uma Camada de texto Delimitado”, e em seguida efetuou-se a interpolação dos dados através do IDW para aqueles que não apresentaram nenhuma informação referente a precipitação.

A obtenção das informações do mapa hipsométrico deu-se a partir de imagem de Modelo Digital de Elevação (MDE) do TOPODATA de 30 metros de resolução. Atráves de seis cenas: 06S375ZN, 06S39_ZN, 05S375ZN, 05S39_ZN, 04S375ZN e 04S39_ZN. De posse dessas, foi feito o mosaico e em seguida a renderização da camada para banda simples falsa – cor.

Para o mapa dos estilos fluviais recorreu-se à análise de imagens do Google Earth e à pesquisa de campo. A vetorização dos canais para diferentes estilos fluviais foi realizado 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 identificação da configuração do vale, forma em planta do canal e unidades geomorfológicas presentes. Essas imagens também permitiram selecionar os pontos para serem visitados em pesquisa de campo, levando em consideração os locais de melhores acessos.

Para composição do mapa da distribuição dos impedimentos fluviais, utilizou-se também de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth, a fim de identificar desconectividades antrópicas, como barragens, pontes e estradas pavimentadas e não pavimentadas. Feito isso, levou-se os dados para o Qgis versão 3.28.12 para ser feito a espacialização das informações e posteriormente analisar a relação desses impedimentos na dinâmica dos estilos fluviais para a área de estudo, elencando alguns pontos representativos para discussão.

Em uma perspectiva sistêmica e como forma de contemplar os elementos físicos que compõem o conjunto de interações do sistema fluvial, efetuou-se a construção de perfis longitudinais e do canal em planta com os respectivos aspectos naturais e antrópicos controladores do comportamento fluvial representados, para melhor compreensão das

modificações do sistema fluvial.

3.2.3 Levantamento das características morfométricas da área de estudo

Compreende-se como as características físicas de uma bacia, os elementos que constituem o espaço natural e que em conjunto podem estabelecer o comportamento e a dinâmica hidrológica, como as características geológicas, o tipo de cobertura vegetal, entre outros, influenciando a distribuição e movimentação da água.

Segundo Pereira *et.al* (2019), é por isso que torna-se 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 o que corrobora os autores supracitados (2019), essas informações são conhecidas como parâmetros morfométricos, e estão envolvidos com os estudos de parâmetros físicos de uma bacia hidrográfica devido aos fenômenos hidrológicos e ambientais no qual ela está inserida.

Villela e Matos (1975), colocam que com base nestes elementos físicos pode-se dizer que estabelecem 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 falem dados ou instalações de estações hidrométricas.

Nesta perspectiva, para a análise morfométrica da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, optou-se por avaliar toda a bacia, assim como, o recorte do embasamento cristalino da bacia, usando os dados de drenagem da ANA, considerando os afluentes e o rio principal. Para isto, os parâmetros morfométricos calculados tiveram como base os trabalhos de Villela e Matos (1975), Lima (2008), Pereira *et.al* (2019) e Cavalcante, Grigio e Diodato (2021). Foram empregados as características morfométricas: 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 no *software* Qgis 3.28.12.

Tabela 1- 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 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.	
Coefficiente 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.	$KC = 0,28. P / \sqrt{A}$	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: Organizado a partir de Villela e Matos (1975), Lima (2008), Pereira et. al (2019) e Cavalcante, Grigio e Diodato (2021).

Para a obtenção desses dados tanto para a bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró como para o embasamento cristalino, 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, é traçado uma linha reta à montante para jusante da bacia, utilizando o canal principal. É por meio deste eixo que é possível se 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 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 todos os dados adquiridos, esses valores físicos são 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. Dessa forma, pode-se gerar as informações morfométricas para serem analisadas.

3.2.4 Classificação de estilos fluviais

A metodologia dos estilos fluviais desenvolvida por Brierley e Fryirs (2005), a qual propõe a classificação de segmentos do rio visando à interpretação da forma, comportamento, condição e potencial de recuperação de um rio, 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. Menezes e Salgado (2019), enfatizam que tal metodologia permite compreender as interdependências que ocorrem entre os diferentes trechos do rio desde a nascente até a foz. Além do mais, a classificação de estilos fluviais, leva em consideração as particularidades e especificidades de cada ambiente 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, com excessão da sinuosidade. 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 2.

Tabela 2 - 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 (2020).

Não obstante, 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 apenas as unidades geomorfológicas reconhecidas e presentes nos locais de interesse da pesquisa (Quadro 3).

Quadro 3- Lista de unidades geomorfológicas 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
		Plana	Planície de inundação
Dentro do canal	Canal	Convexa	Barra lateral
			Barra longitudinal
			Barra de matações
		Convexa	Ilha

Fonte: Adaptado a partir de Wheaton *et al.* (2015).

Logo, considerando essa metodologia, salienta-se que por meio das classificações geomorfológicas de rios é possível apresentar às 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.

Assim, compreende-se que esse tipo de classificação auxilia com o desenvolvimento de sistemas abrangentes, que envolvem diversas variáveis ambientais, bem como, se apresenta como uma importante ferramenta para proteção e gestão, pois permite categorizar e comparar suas características comportamentais.

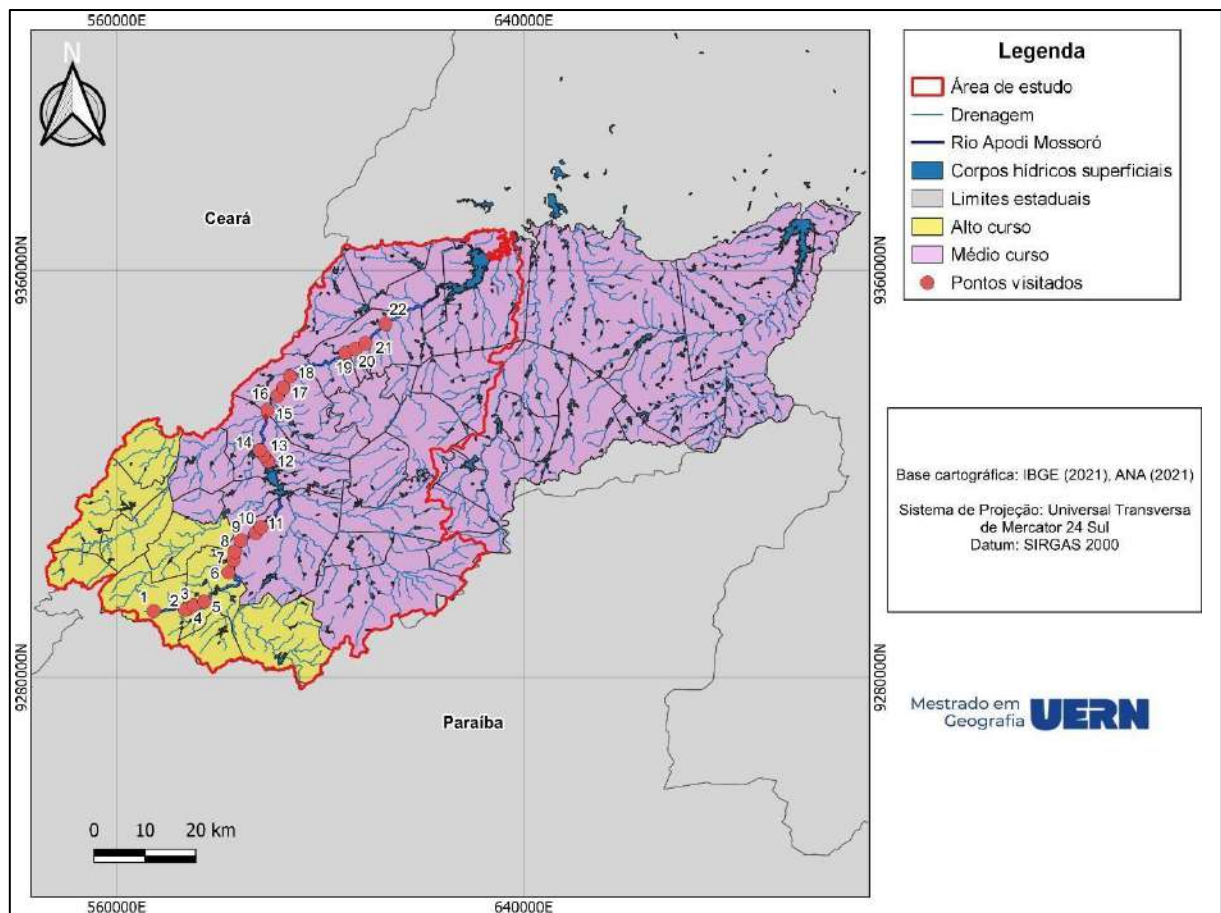
3.2.5 Pesquisa de Campo

Nesta etapa foi realizada a pesquisa de campo para reconhecimento da área de estudo, e principalmente para comprovação da identificação dos estilos fluviais os quais tinham sido

feitos *a priori* através de imagens do Google Earth. Os campos ocorreram nos dias 30 de abril, 02 de julho e 30 de agosto de 2024. Na primeira campanha o trabalho de campo foi realizado entre os municípios de Marcelino Vieira, Pau dos Ferros, São Francisco do Oeste e Tabuleiro Grande onde foram selecionados e observados dez pontos.

Já na segunda campanha, foram distribuídos nove pontos localizados entre os municípios de Luíz Gomes, Major Sales e José da Penha. Enquanto a terceira e última campanha, sendo realizada entre os municípios de Itaú, Taboleiro Grande, Apodi e Felipe Guerra, sendo observados três pontos. Contudo, a forma como se dá a exposição e discussão dos resultados para melhor compreensão dos trechos fluviais, optou-se por seguir a ordem da montante à jusante (do alto curso ao médio curso), e não, a sequência realizada em coletas de trabalho de campo (Figura 11). Ainda foi necessário 2 dias adicionais para realizar registros fotográficos na Barragem de Santa Cruz e na Barragem de Pau dos Ferros, nos dias 04 de novembro de 2024 e 22 de janeiro de 2025, respectivamente.

Figura 11- Mapa de identificação dos pontos visitados no alto e médio curso da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Além do preenchimento das fichas de campo, foram realizados os registros fotográficos com marcação de coordenadas UTM, altitudes e horários a partir da utilização do aplicativo Timestamp Camera Free. Nesse momento, efetuou-se o preenchimento de fichas de campo com os elementos de configuração de vale, forma em planta do canal, morfologia do leito, unidades geomorfológicas, barras de canal e processos ocorrentes no canal, proposto por Brierley e Fryirs (2005) e adaptado por Magalhães Júnior e Barros (2020) (Anexo 1).

A análise das fichas se deu por interseção da observação e interpretação do ambiente *in loco*, por imagem de satélite e características morfométricas reconhecidas, assim como, do comportamento fluvial de cada ponto visitado. Correspondendo com os itens selecionados em ficha, elaborou-se um quadro com todas as informações registradas em campo.

Por fim, a escolha dos pontos, se deu em virtude dos melhores locais de fácil acesso, totalizando 22 locais de observação ao longo do rio principal da BHRAM sob o recorte do embasamento cristalino. Por conseguinte, as análises são apresentadas nos resultados considerando os trechos de ligação entre esses pontos, sendo discutidos a partir de dois recortes espaciais. O primeiro recorte contempla nove trechos situados no alto curso do rio, e o segundo treze trechos, sob o médio curso.

No mais, pensando em uma perspectiva sistêmica e contemplando um dos objetivos de relacionar as dinâmicas dos estilos fluviais com inputs geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e dos impedimentos fluviais, fez-se o uso da construção de perfis longitudinais associados com os elementos naturais em que a área de estudo se insere. Esse procedimento tem como função, ilustrar a dinâmica fluvial atrelada a esses elementos naturais, e aos impedimentos fluviais nas características comportamentais dos estilos fluviais identificados no alto e médio curso do rio Apodi-Mossoró.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresenta-se três tópicos referentes aos resultados e discussões. O primeiro consiste em discutir os parâmetros morfométricos encontrados para a BHRAM e seus dois embasamentos geológicos (embasamento cristalino e bacia sedimentar) como forma de compreender e comparar as proporções e as características físicas da bacia, com destaque para o recorte de estudo, o embasamento cristalino. O segundo, 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). O terceiro e último tópico, trata-

se de discutir os impedimentos fluviais como interferências significativas na evolução da dinâmica do sistema fluvial do rio Apodi-Mossoró.

4.1 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 (51% da bacia), e embasamento sedimentar, com 6.921 km² (48%). Apesar de áreas e perímetros semelhantes, as porções geológicas apresentam características morfométricas bastante distintas (Tabela 3).

Tabela 3- Características morfométricas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN

Características Morfométricas	Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHAM)	Porção da BHAM sobo Embasamento Cristalino	Porção da BHAM sobo Embasamento 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
Coefficiente 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 pela autora, 2024.

O embasamento cristalino, possui características que favorecem a concentração de drenagens perceptíveis e um escoamento mais direto, o que pode resultar em respostas rápidas a eventos de precipitação; e a porção 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 Christofolletti (1980).

No caso da BHAM, o valor de K_c 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, com relação estritamente ao fator K_f , não deve apresentar riscos de enchentes.

No que se refere ao fator forma (K_f) e ao índice de circularidade (I_c), 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 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 próximo ao encontrado, 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 0,8215, no qual de acordo com o índice de classificação morfométrica, está sujeita à enchentes, ou melhor, à um tempo maior da concentração da água, em virtude de suas características geológicas. Entretanto, no índice de circularidade expressou valor de 0,1805 indicando sua forma alongada. 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, relacionadas a convergência de fluxos de tributários e pontos específicos.

A densidade de drenagem da bacia hidrográfica apresentou valor de 0,3364, 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.

Desse modo, considerando o baixo valor da densidade de drenagem da área de estudo, pode-se ater ao fato da bacia hidrográfica além de apresentar forma alongada, se conformar em terrenos majoritariamente planos, exceto em algumas das áreas do alto e médio curso, na qual dispõe de um relevo mais ondulado a fortemente ondulado, como das Serras de Portalegre e Martins, bem como Luiz Gomes, onde se localiza a nascente principal do rio Apodi-Mossoró, apresentando declividades de relevo montanhoso ao escarpado e altitudes elevadas

No estudo de Cavalcante, Grégio e Diodato (2021), sobre a morfometria das 19 sub-bacias da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, constatou-se que, as sub-bacias localizadas no embasamento sedimentar indicaram menor valor para a densidade de drenagem, com ênfase em uma das sub-bacias com valor inferior a 0,5, nessas áreas predomina características de relevo plano e solos com alta permeabilidade. Para a sub-bacia localizada no embasamento cristalino, foi identificado o valor de 0,9, que a caracteriza com intensidade mediana.

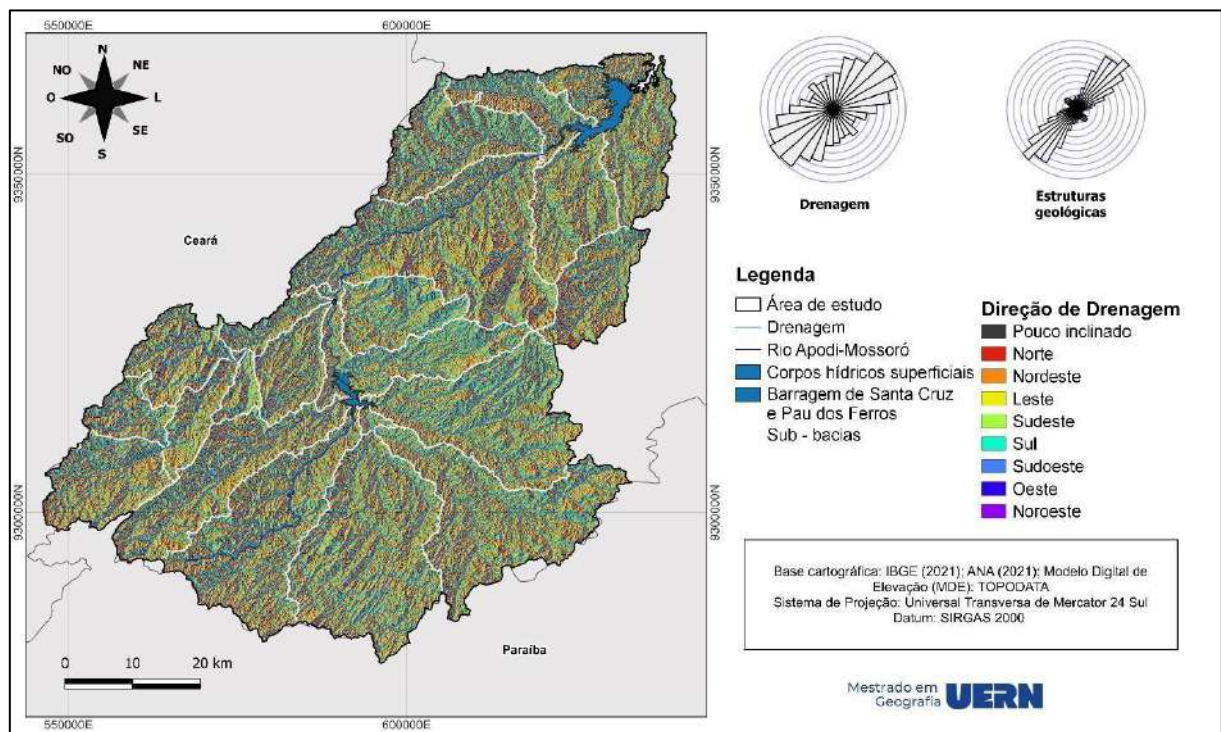
No que se refere ao embasamento cristalino, segundo Peixoto *et.al* (2021), as rochas cristalinas praticamente não possuem porosidade primária, o que favorece uma menor taxa de infiltração com relação as rochas sedimentares. Dentre as unidades litológicas presentes na área de estudo, podem ser destacados três macrodômínios: Domínio Jaguaribeano, Domínio Piranhas-Seridó e Granitóides brasileiros que lhe conferem a organização espacial do complexo litológico na paisagem. Além do mais, nesta área há ainda vestígios de testemunhos sedimentares de idades que datam 100,5 ma – Formação Açu do período cretáceo; 66 ma da Formação Serra do Martins durante o período Paleógeno e 2,58 ma dos Sedimentos Aluviais do Cenozóico, como as bacias de Rafael Fernandes, Coronel João Pessoa e os capeamentos sedimentares das serras de Portalegre e Martins presentes na área de estudo (Alves, 2014).

Nessa mesma área, verifica-se a presença de uma maior diversidade geológica e estrutural, se comparado aos terrenos de área sedimentar. A densidade de drenagem para o embasamento cristalino foi de 0,4383, 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 portanto, uma grande complexidade das estruturas geológicas e as ações de movimentos neotectônicos que interferem em relevos bastantes diversificados no local 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 alinhados na mesma direção, resultando das estruturas tectônicas dúcteis. Conforme Alves (2014), a presença de uma zona de cisalhamento (Portalegre), fraturas e soerguimentos, atrelados aos processos de denudação, pediplanação e peneplanação, foram responsáveis pela produção de uma diversidade de feições geomorfológicas, como: domínio montanhoso e planaltos; superfícies aplainadas; colinas dissecadas e morros baixos; escarpas serranas; inselbergs e relevos residuais; e planícies fluviais. Segundo Maia (2012), as condições das feições geomorfológicas para a formação da drenagem tiveram início no Cenozóico Superior, pela abertura do Atlântico Equatorial, reativando as zonas de cisalhamento transcorrentes e a formação de bacias sedimentares.

No que se refere ao mapa de fluxo de direção (Figura 12), confirmando Maia (2012), percebe-se que a drenagem, segue sentido principalmente atrelado às estruturas geológicas de lineamentos e pela zonas de falhas situadas na direção preferencial NE-SW. Associado às zonas de falhas regionais, que controlam em grande parte o traçado dos rios, as falhas NW-SE (Falha Afonso Bezerra) e NE-SW (Falha de Carnaubais), condicionam uma drenagem paralela orientada na direção NE-SW para os canais principais.

Figura 12- Mapa do fluxo de direção da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A razão de relevo da bacia hidrográfica apresentou um valor de 0,0039. Esse baixo índice reflete as características gerais do relevo, que abrange dois tipos de embasamentos 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. Esse fenômeno está diretamente relacionado à maior densidade de drenagem 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. Contudo, apesar dessa alta declividade, a bacia foi reparada pela boa cobertura vegetal, a qual exerce função de interceptação.

Nessa perspectiva, com os resultados da classificação morfométrica do Apodi-Mossoró, compreende-se que a estrutura litológica tem uma significativa influência nos seus índices morfométricos, configurando-se como um controlador da dinâmica fluvial e da distribuição das águas ao longo dos tributários. 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.

4.2 Classificação de estilos 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). Desse modo, no curso principal do rio Apodi-Mossoró para o recorte do embasamento cristalino foram identificados os três padrões de confinamento de vale: confinado, parcialmente confinado e não confinado. A configuração do vale não confinado foi predominante, com cerca de 84 Km de extensão, como apresenta a Tabela 4. Ressalta-se que, a configuração dos estilos fluviais

identificados na área da pesquisa são mostrados e discutidos de forma separada em alto e médio curso, em virtude, de melhor compreensão da sequência dos estilos e os processos hidrogeomorfológicos presentes.

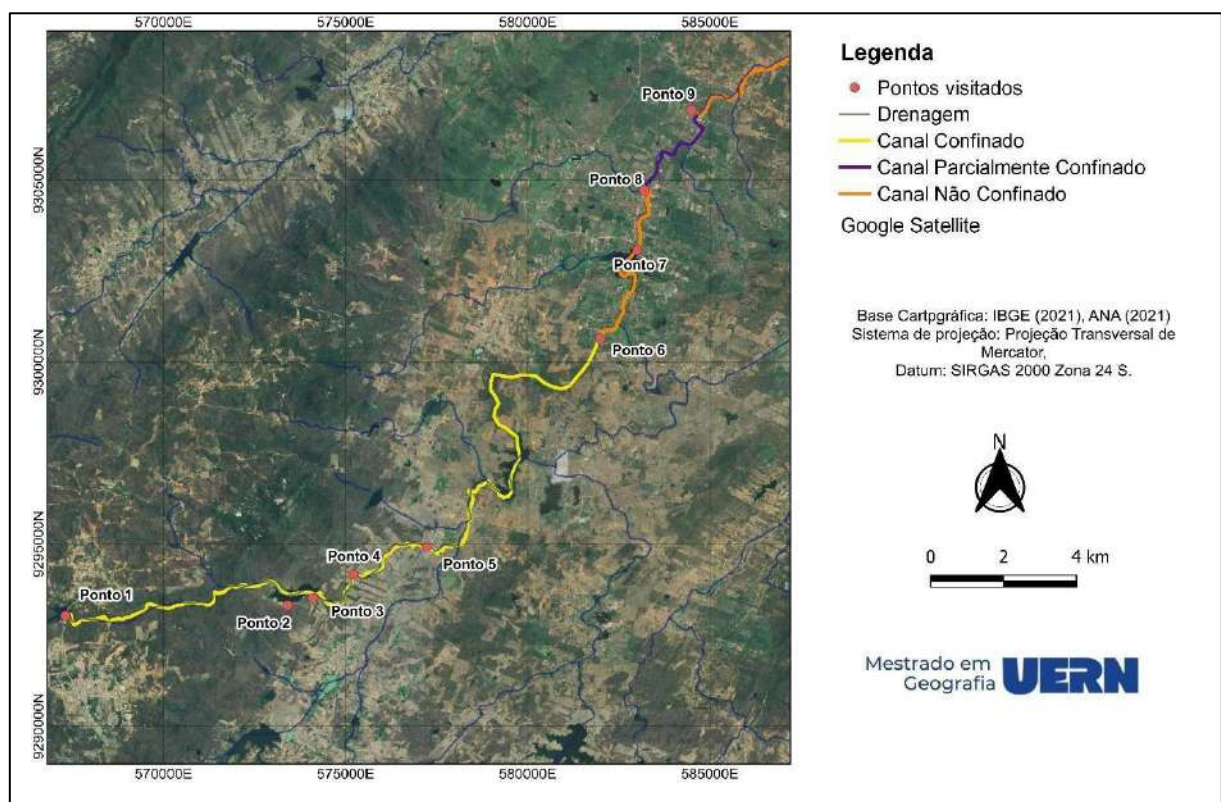
Tabela 4 - Extensão dos estilos fluviais compartimentadas em três padrões de confinamento de vale

Compartimentação fluvial	Extensão (Km)
Confinado	14,98
Parcialmente confinado	11,32
Não Confinado	84,46

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os estilos fluviais identificados no alto curso contemplam nove trechos analisados. Observa-se que ao longo da distribuição dos estilos, ocorrem cinco estilos confinados, um parcialmente confinados e três não confinados (Figura 13 e Quadro 4).

Figura 13- Mapa dos estilos fluviais identificados ao longo do alto curso do rio Apodi-Mossoró/RN



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Quadro 4 - Matriz dos estilos fluviais do alto curso do rio Apodi-Mossoró/RN

Pontos visitados	Configuração do vale	Textura do leito	Unidades Geomorfológicas	Controles fluviais	Elementos observados
Ponto 1	Confinado	Coluvial	Sem planície de inundação	Transporte	Canal único, trecho mais elevado do canal.Trecho com barramento.
Ponto 2	Confinado	Coluvial – rochoso	Sem planície de inundação	Transporte	Canal com barramento, ambiente de água léntica, margens vegetadas.
Ponto 3	Confinado	Coluvial	Sem planície de inundação	Transporte	Canal com presença de barramento, margens vegetadas.
Ponto 4	Confinado	Coluvial	Sem planície de inundação	Transporte	Fluxo de água léntica, presença de plantações, uma das margens encontra-se erodida.
Ponto 5	Confinado	Coluvial – rochoso	Sem planície de inundação	Transporte e deposição	Trecho sobre ponte, presença de matacões, acúmulo de água.
Ponto 6	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação	Deposição	Canal com planície de inundação, vegetação sobre o rio.
Ponto 7	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação e ilhas vegetadas convexas	Deposição	Trecho com barramento, presença de planície de inundação descontínuas e ilhas vegetadas convexas.
Ponto 8	Parcialmente confinado	Aluvial	Planície de inundação descontínua	Deposição	Canal com fluxo léntico, planície descontínua lateralmente, presença de vegetação de pequeno a médio porte.
Ponto 9	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação	Transporte e deposição	Canal de planície de inundação contínua, acúmulo de água léntica.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

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, à um relevo prevalecendo o fortemente ondulado (20 – 45%) ao montanhoso (45 – 75%), com altitudes cerca de 500-600m, constatou-se que, os estilos fluviais de vale confinado foram mais presentes. Isso posto, evidencia-se que o mesmo apresenta uma condição de estabilidade geomorfológica, não se apresentando sensível a ajustes.

Devido situar-se em áreas mais elevadas, predomina trechos com maior velocidade do

escoamento, especialmente entre os meses de fevereiro a maio, quando há fluxo no canal, capaz de causar processos erosivos, principalmente em áreas desprotegidas pela supressão da vegetação, e consequentemente transportar sedimentos mais grosseiros para áreas mais a jusante. Os Estilos Confinados no alto curso concentraram-se, entre os trechos 1-5, com altitude 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 14).

Figura 14 - Trecho 2-3 com presença de vale confinado e interferência de barramento.



Fonte: Acervo da autora e Google Earth, 2024. Foto tirada em 02 de jul de 2024.

O trecho está localizado em vales encaixados e íngremes, caracterizando um vale confinado. Nesse ponto, observa-se um comportamento fluvial de águas paradas, causado pelos barramentos que reduzem a capacidade e a competência do fluxo. Isso favorece a deposição de sedimentos, especialmente durante o período de estiagem e baixa vazão, quando há acúmulo visível desses sedimentos nos leitos dos rios.

O vale parcialmente confinado, identificado apenas no trecho 8-9, apresentou descontinuidades nas margens laterais. Nesse setor, a unidade geomorfológica predominante é a planície de inundação, com leito aluvial. As descontinuidades nesse trecho são causadas por estradas não pavimentadas, que interferem na transmissão de água e sedimento, além de haver o extravasamento parcial do leito em épocas de chuvas devido a presença do impedimento fluvial, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 - Trecho 8-9 com Estilo Parcialmente Confinado e presença de estrada não pavimentada



Fonte: Acervo da autora e Google Earth, 2024. Foto tirada em 02 de jul de 2024.

Quanto aos estilos Não Confinados, observou-se descontinuidades em ambas as margens. As unidades geomorfológicas identificadas foram as planícies de inundação e as ilhas vegetadas. Segundo Rodrigues e Souza (2021), esse tipo de vale tem alta probabilidade de extravasamento durante as cheias, devido à ausência de contenções laterais. Esses trechos apresentam declividade baixa, com terrenos planos ou levemente ondulados, caracterizando uma planície de inundação amplamente utilizada para atividades agrícolas.(Figura 16).

Figura 16 - Agricultura em área de planície de inundação no trecho 7-8



Fonte: Acervo da autora e Google Earth, 2024. Foto tirada em 02 de jul de 2024.

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 (Figura 17).

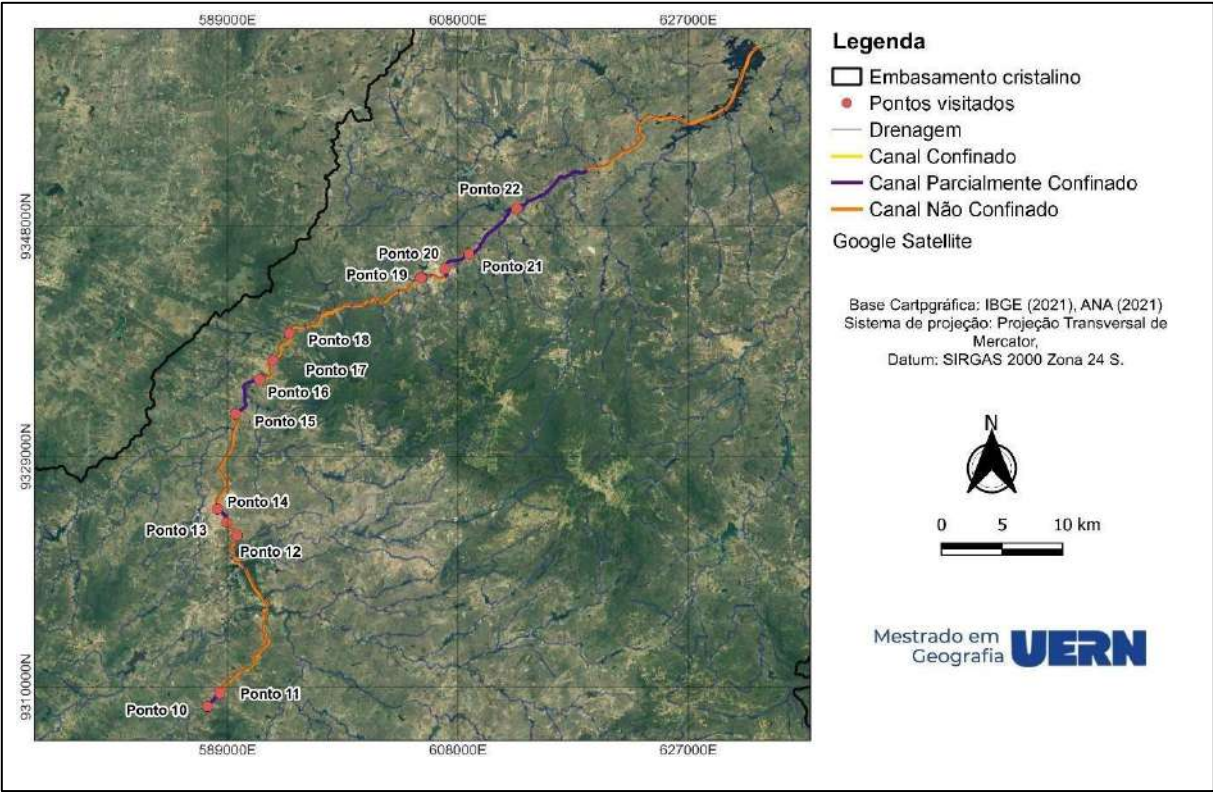
Figura 17 - Planície de inundação localizada no trecho 6-7



Fonte: Acervo da autora e Google Earth, 2024. Foto tirada em 02 de jul de 2024.

No que diz respeito ao médio curso, predominam os estilos fluviais de configuração de vale não confinado e parcialmente confinado, distribuídos em três trechos parcialmente confinados e dez trechos não confinados como é mostrado na Figura 18 e no Quadro 5.

Figura 18 - Mapa dos estilos fluviais identificados ao longo do médio curso do rio Apodi-Mossoró/RN



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Quadro 5 - Matriz dos estilos fluviais do médio curso do rio Apodi-Mossoró/RN

Pontos visitados	Configuração do vale	Textura do leito	Unidades Geomorfológicas	Controles fluviais	Elementos observados
Ponto 10	Parcialmente Confinado	Coluvial	Planície de inundação descontínua	Transporte	Canal único com margens evidenciando planície de inundação lateral. Potencial de transporte de material fino.
Ponto 11	Não Confinado	Aluvial - arenoso	Planície de inundação	Deposição	Canal sobre ponte. Presença de planície de inundação em ambas as margens. Fluxo de água lento. Deposição de material arenoso.
Ponto 12	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação	Deposição	Canal com presença de barramento e planície de inundação.
Ponto 13	Parcialmente Confinado	Coluvial-rochoso	Ilhas vegetadas e barras de matacões em forma convexa	Transporte e deposição	Canal sobre ponte, apresentando planície de inundação lateral, fluxo de água lento em seu leito plano com presença de matacões.
Ponto 14	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação e ilha vegetada em forma convexa.	Transporte e deposição	Planície de inundação contínua. Trecho sinuoso e fluxo de água lento. Capacidade de transporte e deposição

Pontos visitados	Configuração do vale	Textura do leito	Unidades Geomorfológicas	Controles fluviais	Elementos observados
Ponto 15	Parcialmente Confinado	Coluvial	Planície de inundação e ilha vegetada forma convexa.	Transporte e deposição	Canal com planície de inundação lateral. Transporte e deposição arenosa. Vegetação de pequeno e médio porte.
Ponto 16	Não Confinado	Aluvial	Planície de inundação, ilhas vegetadas e barras laterais na forma convexa.	Transporte e deposição	Canal secundário com presença de planície de inundação descontínuas e ilhas vegetadas.
Ponto 17	Não Confinado	Aluvial - cascalhento	Planície de inundação, ilhas vegetadas e canal secundário de forma côncava.	Transporte e deposição	Canal com fluxo moderado, com transporte e deposição de cascalho, apresenta presença de ilhas vegetadas dividindo o rio em um canal secundário.
Ponto 18	Não Confinado	Aluvial - cascalhento	Planície de inundação e ilhas vegetadas de forma convexa	Transporte e deposição	Canal de planície de inundação descontínua, fluxo moderado com transporte e deposição de cascalho, presença de ilhas vegetadas
Ponto 19	Não Confinado	Aluvial-rochoso	Planície de inundação, barras arenosas, laterais e longitudinais e ilhas vegetadas convexas. Apresenta canal secundário de forma côncava.	Transporte e deposição	Canal sobre ponte, apresenta fluxo moderado, presença de ilhas vegetadas e barras laterais e longitudinais formadas de material de cascalho próximas as manilhas. Apresenta forma anastomosado
Ponto 20	Não Confinado	Aluvial - arenoso	Planície de inundação descontínua, ilhas vegetadas convexas.	Transporte e deposição	Estrada não pavimentada sob o rio, presença de poças com acúmulo de água.
Ponto 21	Não Confinado	Arenoso – cascalhento	Planície de inundação descontínua, ilhas vegetadas de forma convexa, canal secundário.	Transporte e deposição	Trecho anastomosado, estrada não pavimentada sob o rio
Ponto 22	Não Confinado	Aluvial-rochoso	Planície de inundação, barras de cascalho longitudinal e ilha vegetada de forma convexa.	Transporte e deposição	Trecho sob ponte, planície de inundação contínua

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Ressalta-se que esses trechos visitados e expostos acima, estão situados em ambiente de declividade plana (0 - 3%) a suave ondulado (3 - 8%), com cotas altimétricas de 100 a 300 metros. Além do mais, possui estruturas geológicas de lineamento e a presença da zona de cisalhamento Portalegre, bem como a formação de diferentes unidades litoestratigráficas, os quais influenciam a direção da drenagem fluvial e consequentemente o seu potencial de comportamento, como também é responsável por influenciar a organização do relevo.

Em virtude da ruptura de declive e altitude, concentra-se os estilos não confinado e parcialmente confinado, com presença maior de transporte e deposição de material fluvial,

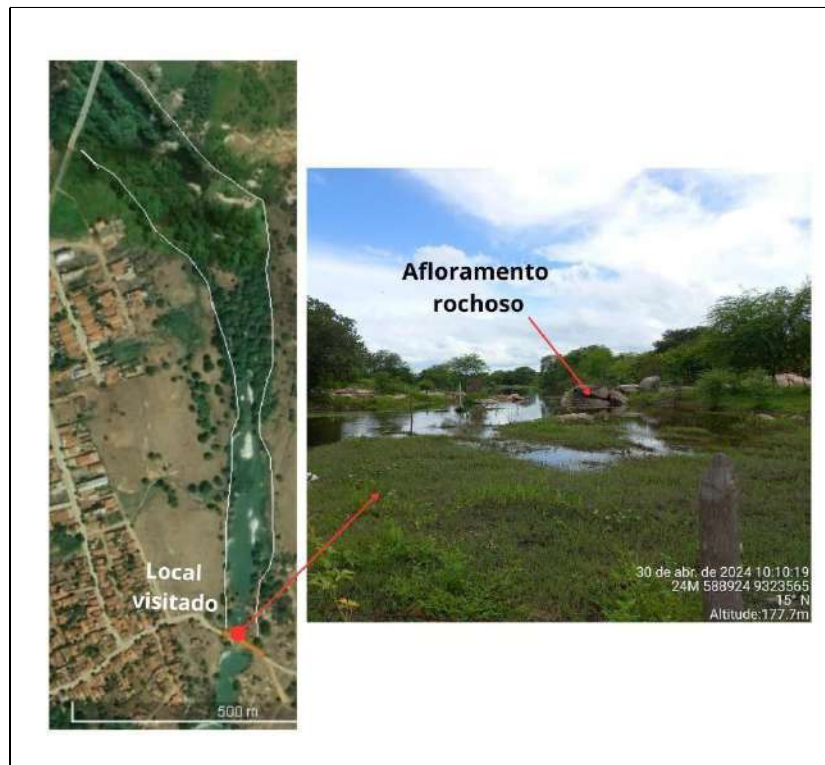
além de formação de planícies de inundação e presença de unidades geomorfológicas como ilhas e barras, associado à distribuição de velocidades no canal fluvial.

O estilo fluvial Parcialmente Confinado está distribuído em 3 trechos (10-11; 13-14; 15-16). 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. De acordo com Von Sperling (2007), as partículas mais pesadas deslocam-se junto ao fundo do canal por rolamento, deslizamento e saltação, denominado como descarga de fundo, e as partículas mais leves são transportadas ao longo de todo o fluido do escoamento, constituindo as descargas em suspensão, sendo esta a que predomina nas cargas sólidas dos rios, concebendo a forma de transporte um caráter bastante dinâmico relacionado as condições hidrológicas e morfológicas.

Neste estilo fluvial, apresenta-se planícies de inundações parcialmente descontínuas, em que há a presença de um controle somente de uma das margens. As encostas e o substrato rochoso associado as baixas altitudes atribui para característica de um vale parcialmente confinado. A texturado leito prevalece o coluvial, com excessão do trecho 13-14, com material de leito coluvial e afloramento rochoso.

Com relação as unidades geomorfológicas, destacam-se os trechos 13-14 e 15-16, nos 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 (Figura 19).

Figura 19- Estilo Parcialmente Confinado do trecho 13- 14

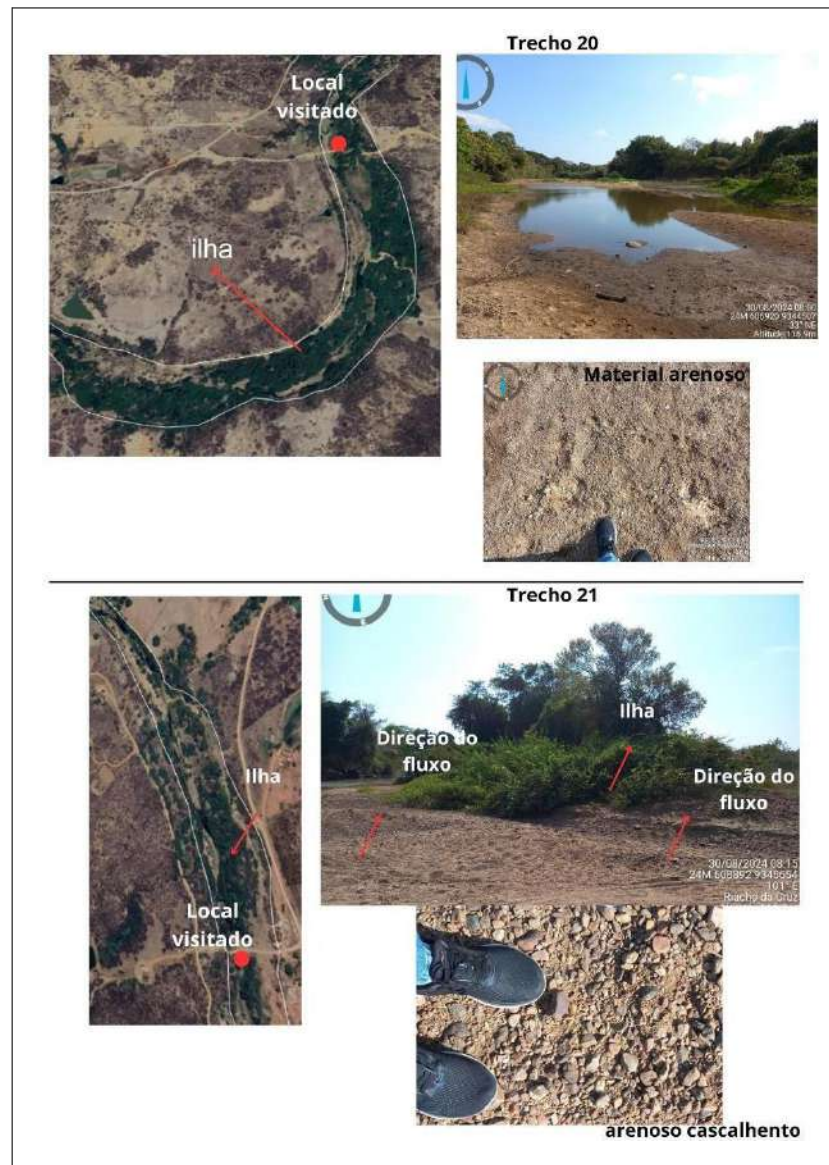


Fonte: Acervo da autora e Google Earth, 2024. Foto tirada em 30 de abril de 2024.

Os estilos fluviais Não Confinados encontram-se situados em 9 trechos (11-12;12-13; 14-15; 16-17 17-18; 18-19; 19-20; 20-21 e 21-22). Este estilo se configura por apresentar planícies de inundações contínuas em ambas as margens, tendo a probabilidade de ocorrer o extravazamento principalmente durante as cheias por não possuir um controle de suas margens no trecho fluvial. É o estilo de maior extensão (68 km) no rio sobre o recorte do embasamento cristalino por situar-se em áreas de menores declives e altitudes, sendo estes parâmetros de grande importância para o controle e configuração dos estilos fluviais.

Destaca-se os trechos 20-21 (Figura 20), 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. Von Sperling (2007) ressalta que, trechos anastomosados formam-se a partir de um banco de sedimentos que ao longo do tempo enrijece com a vegetação e com este crescimento, os canais sofrem interferências laterais como o alargamento, com a correspondente diminuição da velocidade, tendo como principal característica a migração do leito fluvial, tendendo se adaptar e alcançar o equilíbrio hidrológico.

Figura 20 -Estilo Parcialmente Confinado do trecho 20-21



Fonte: Acervo e Google Earth, 2024. Foto tirada em 30 de ago de 2024.

Com relação aos processos ocorrentes no canal, caracterizam-se pelo transporte e deposição de material, com textura do leito aluvial, de cascalho e aluvial rochoso, o que permite inferir que possui capacidade de transportar os materiais finos em sentido a jusante. Não obstante, no que diz respeito às unidades geomorfológicas, possui a presença de ilhas e barras em alguns dos trechos fluviais como o caso do trecho 21-22. (Figura 21).

Figura 21- Trecho 21-22 com presença de materiais rochosos e ilhas

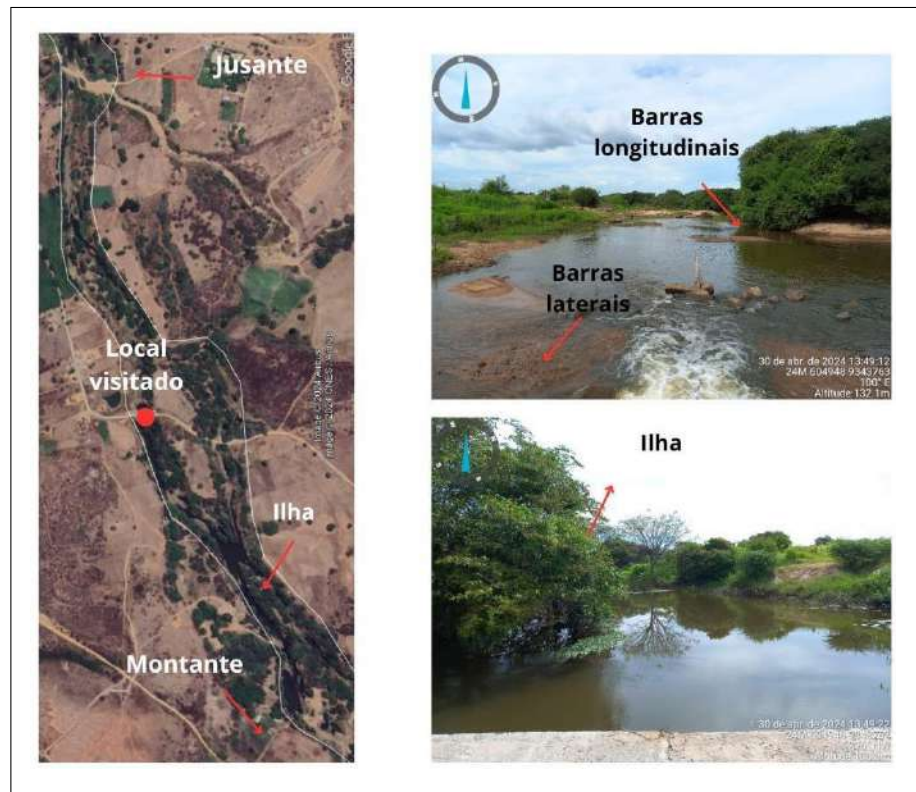


Fonte: Acervo da autora, 2024. Foto tirada em 30 de ago de 2024.

Salienta-se que o trecho 19-20 (Figura 22), que contém barras convexas de cascalho laterais e logitudinais, 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, esse trecho dispõe de uma ilha com vegetação de grande porte, fixando sedimentos, que acabam mudando o comportamento do canal para uma forma anostomasado de canais múltiplos.

Souza, Santos e Oliveira (2023), em seus trabalhos sobre a capacidade de ajustes dos diferentes estilos fluviais no alto curso do rio Paraíba, puderam perceber que os trechos não confinados são as áreas de menor energia do canal, com domínio de transporte de areia fina e sedimentos em suspensão, em que nos períodos de cheia e alta magnitude o fluxo extravaza e inunda as planícies inundações, aumentando o vale lateralmente e consequentemente diminuindo a energia específica e o potencial erosivo, sendo predominante nestes trechos o processo deposicional.

Figura 22- Estilo Não Confinado do trecho 19-20

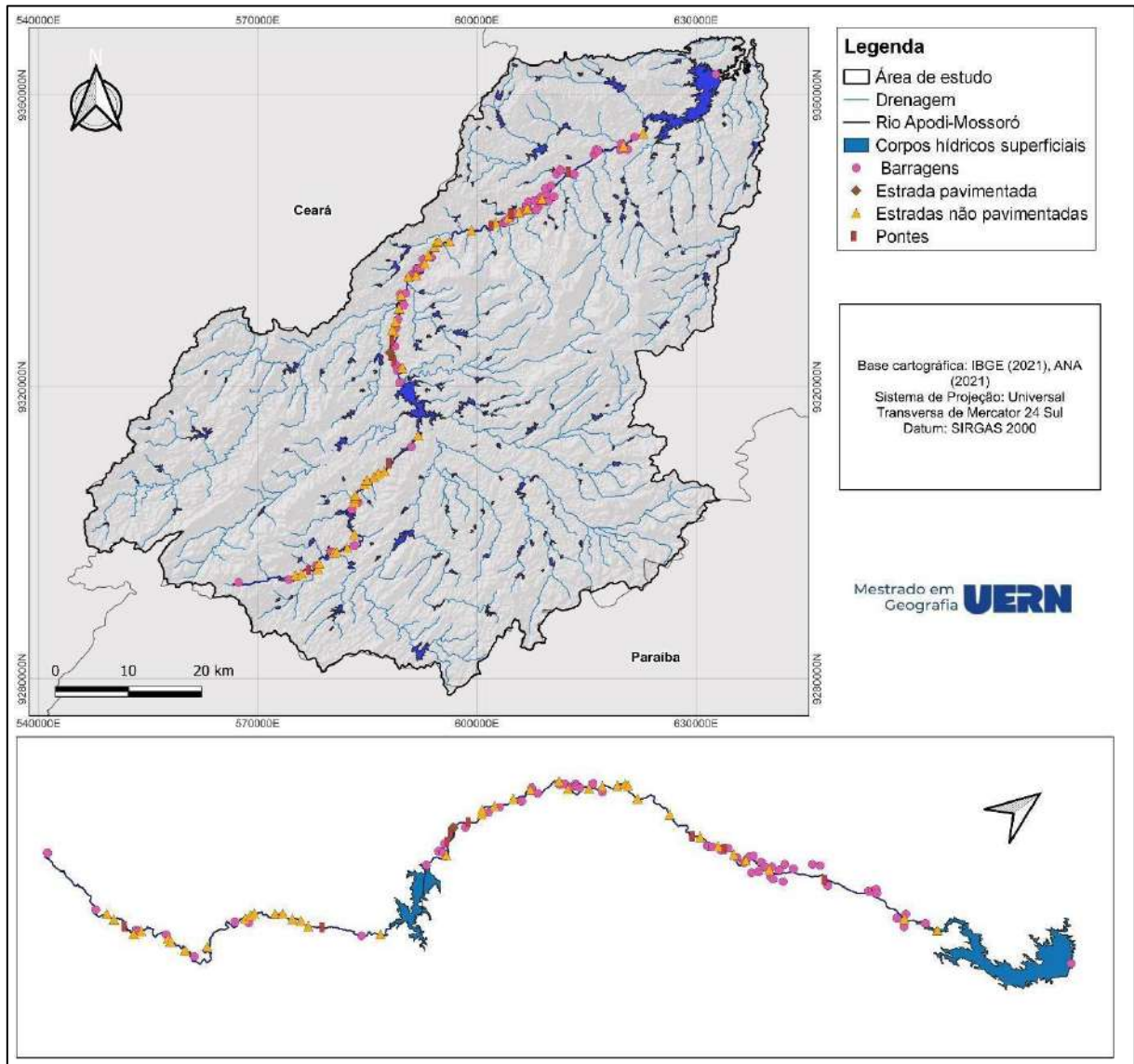


Fonte: Acervo e Google Earth, 2024. Foto tirada em 30 de abril de 2024.

4.3 Dinâmica dos estilos fluviais do rio Apodi-Mossoró a partir dos impedimentos fluviais existentes

No que concerne ao rio principal do Apodi-Mossoró sob o recorte do embasamento cristalino, mapeou-se os seguintes tipos de impedimentos fluviais: barragens, pontes, estradas não pavimentadas e passagens molhadas (Figura 23).

Figura 23- Mapa da sub-bacia do rio Apodi-Mossoró sob o Embasamento Cristalino com destaque para o seu perfil longitudinal e a distribuição dos impedimentos fluviais sob o seu leito



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Tendo em cada tipo de impedimento, conforme discute em Lopes; Girão e Souza (2023), um grau de interceptação do fluxo, resultante da dimensão e distribuição espacial, associada ainda a eventos de perturbações (precipitação – escoamento), atuando como entrada de energia e saída de matéria no sistema fluvial.

Desse modo, a partir do mapeamento encontrou-se 96 impedimentos fluviais em trechos de afluentes próximos e principalmente ao longo do leito do rio principal, sendo o de maior presença, as barragens com 48 estruturas e, em segundo, as estradas não pavimentadas com 39. Essas ações antrópicas interferem e vem diminuindo cada vez mais o fluxo e a transmissão

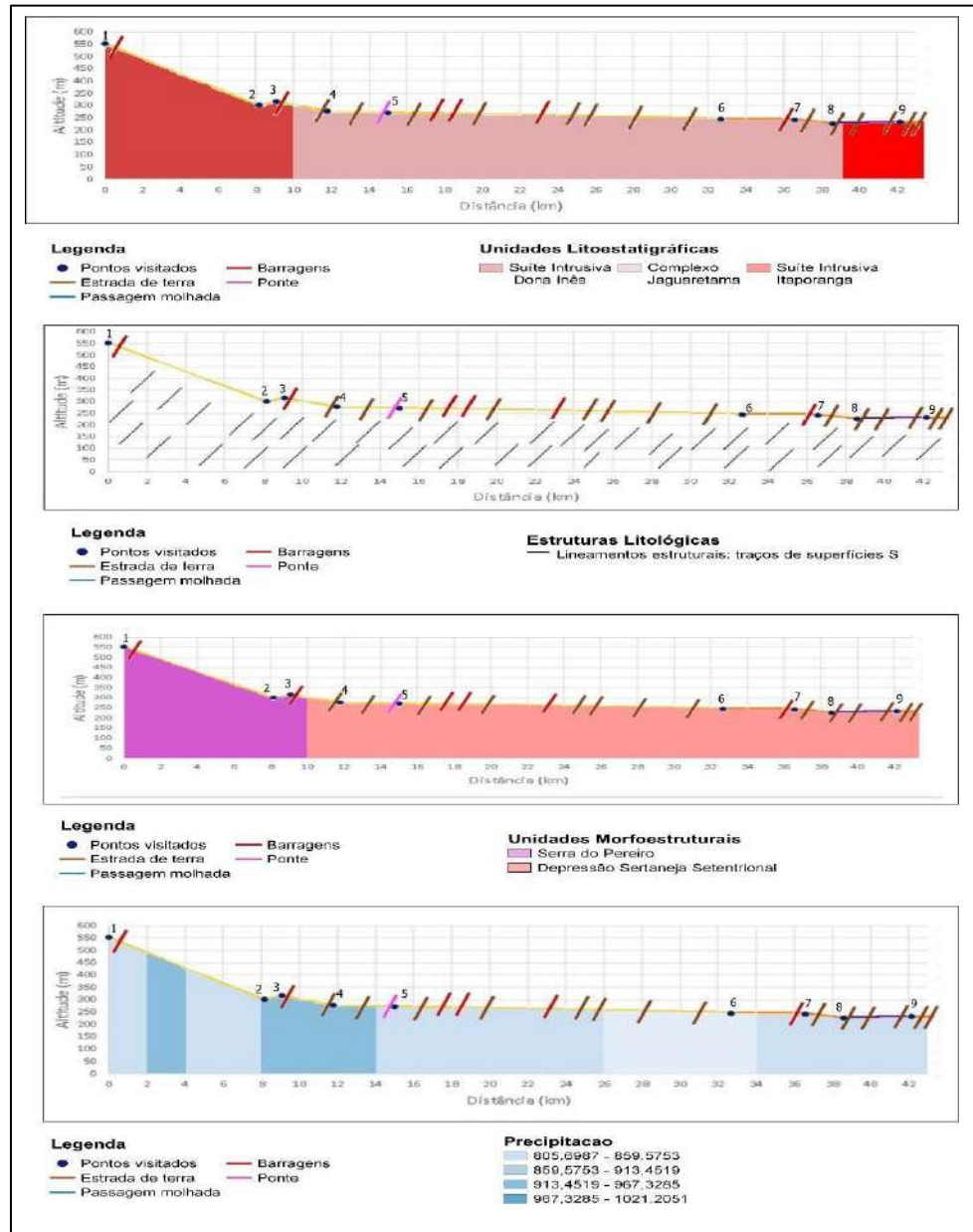
hidrossedimentológica dentro dos sistemas fluviais, gerando impactos significativos sobre a dinâmica fluvial, barrando o curso natural e livre dos rios.

No alto curso (Figura 24), em relação aos estilos fluviais, o vale confinado predomina especialmente em ambiente de maior altitude com cerca de 550 metros, perpassando duas unidades geológicas, constituído principalmente por litotipos do Complexo Jaguaretama datada do paleoproterozóico que representam as rochas metaplutônicas intercaladas com rochas supracrustais e as rochas pertencentes aos corpos plutônicos brasileiros, presente na suíte intrusiva Dona Inês (Medeiros; Nascimento e Souza, 2010).

Observou-se que quando há a ruptura de altitude, de 300 a 250 metros, o estilo fluvial passa a apresentar características de vales não confinados e parcialmente confinados, em aspectos geomorfológico da Depressão Sertaneja e unidade litológica da suíte intrusiva Itaporanga. Sendo esses estilos mais sensíveis à variações de descarga e às características de carga sedimentar.

Em aspectos de precipitação, obteve maior representatividade em local de altitude elevada, sob os vales encaixados na paisagem dos maciços residuais, que associado ao fluxo de drenagem se orientam em uma mesma direção das estruturas geológicas NE-SW. Desse modo, nos trechos dessa área predomina a capacidade de erosão e o transporte de material sedimentar.

Figura 24- Esquema dos perfis longitudinais e seus respectivos estilos fluviais, pontos visitados e impedimentos fluviais no alto curso da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Nos trechos do 1 ao 4 por chover mais podem vir a trazer impactos relacionados a determinados impedimentos. Devido a altitude ser mais elevada, a água não consegue infiltrar e consequentemente há um aumento da velocidade e energia do fluxo, contribuindo no carreamento de sedimentos para áreas a jusante. Ainda nessa perspectiva, ressalta-se que, em eventos hidrológicos de grande magnitude, as estradas não pavimentadas e barragens rudimentares são as mais impactadas. Essas barragens em sua maioria não possuem saída de água e sedimentos, provocando o assoreamento do reservatório, podendo causar rompimentos

e conseqüentemente o transporte de materiais que se depositam em outros impedimentos formando barreiras sobre o leito do rio. Cabendo assim, ao rio se remodelar para atingir o seu novo equilíbrio.

Além do mais, a precipitação por apresentar intensidades, durações e frequências diferentes no espaço e tempo, oferecem comportamentos particulares em um mesmo rio. Correlacionando este elemento com os aspectos geológicos, de declividade e de altimetria pode-se compreender a capacidade e o potencial do ambiente fluvial modificar-se ao sofrer perturbações.

No caso de locais com a presença de interferências no curso d'água, o reconhecimento das características ambientais em que se insere fornece subsídios para manejos adequados. A exemplo da compreensão do embasamento geológico é possível reconhecer ambientes que predominam a infiltração e o escoamento, determinando o grau de impacto.

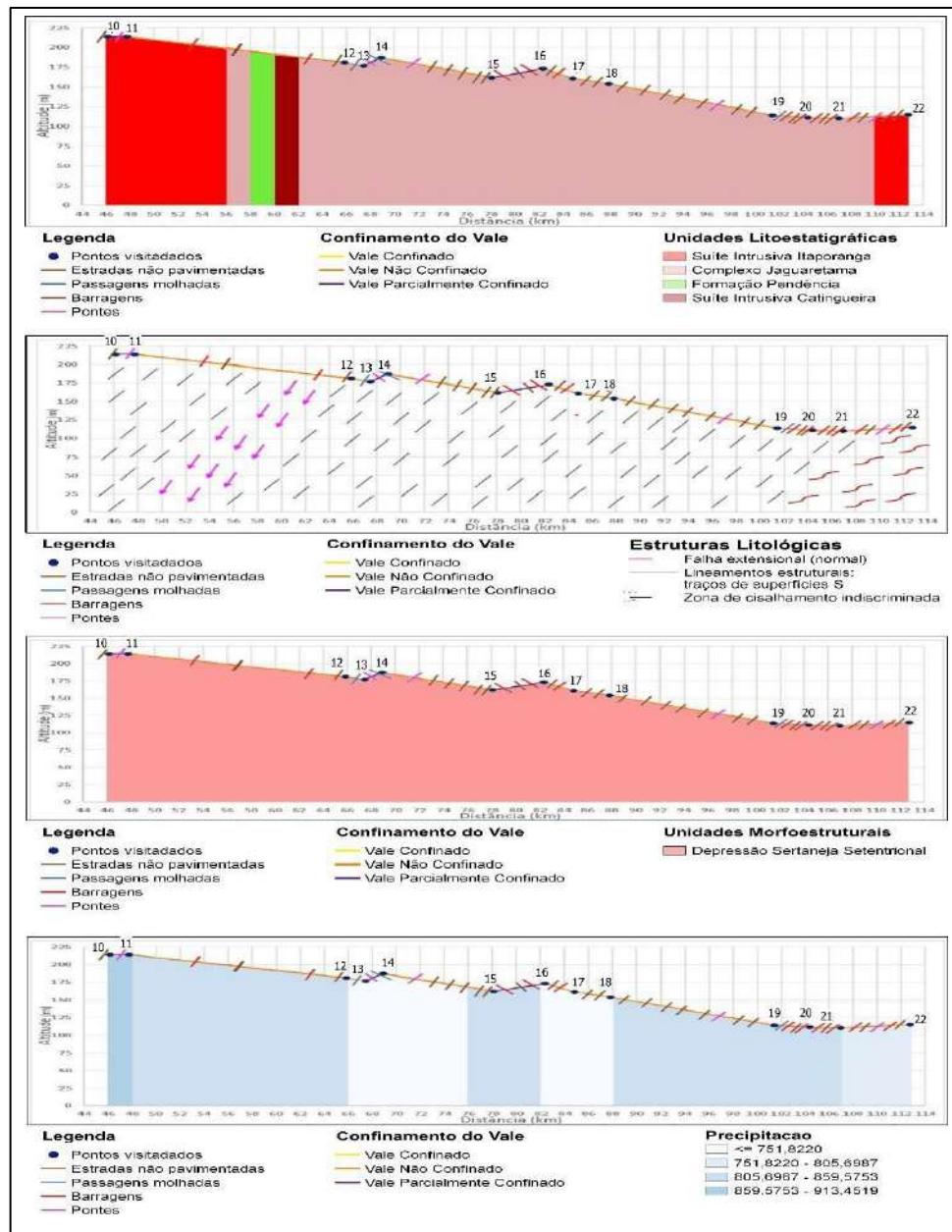
Verificou-se que os impedimentos fluviais, são dominantes em locais de menor altitude, a partir de 300 metros, provavelmente devido a facilidade de acesso, tendo no médio curso uma maior significância das construções e distribuições dos impedimentos (Figura 25), os quais podem estar implicados na existência dos trechos considerados parcialmente confinados e não confinados pela sua competência de deposição e diminuição do fluxo, tornando-os propensos a modificações do seu comportamento e dinâmica fluvial.

No médio curso dos rios, observou-se uma maior diversidade de unidades e estruturas geológicas em comparação ao alto curso. Sendo Predominante a Depressão Sertaneja, assumindo formas planificadas. Essa topografia favorece a diminuição da declividade do rio, reduzindo sua energia e promovendo a deposição de sedimentos transportados de montante para jusante. A precipitação na região do médio curso apresenta valores inferiores a 751 mm nos trechos 12 ao 14 e 16 ao 18, influenciada pela menor altitude e em parte por estar situados a barlavento do maciço de Martins. Tendo a altitude como um importante fator para o efeito climático, afetando diretamente os padrões de precipitação.

Nesse sentido, o comportamento fluvial no médio curso, proporciona a deposição de sedimentos e formações deposicionais mais presentes, em virtude da diminuição da energia fluvial e por ser o ambiente em que os materiais vindo de montante se depositam. Além disso, considera-se os impedimentos nesses trechos como intensificadores da desconexão da paisagem fluvial e receptores dos depósitos carregados.

Figura 25 - Perfis longitudinais e seus respectivos estilos fluviais, pontos visitados e

impedimentos fluviais no médio curso da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Dessa forma, compreende-se que os impedimentos fluviais designa comportamentos similares para o sistema fluvial, variando somente em virtude das características físicas do ambiente, sendo estes de importância também para as variações e classificações dos estilos fluviais. Segundo Lima (2014) e Lopes, Girão e Souza (2023), os impactos das estruturas de impedimentos abrangem amplas escalas espaciais, sendo as barragens um dos principais obstáculos na transmissão de sedimentos. Entre os efeitos associados aos barramentos, destacam-se a alteração na dinâmica de nutrientes e sedimentos ao longo do rio, a fragmentação do canal, mudanças na produção e desenvolvimento de espécies, além do comprometimento da

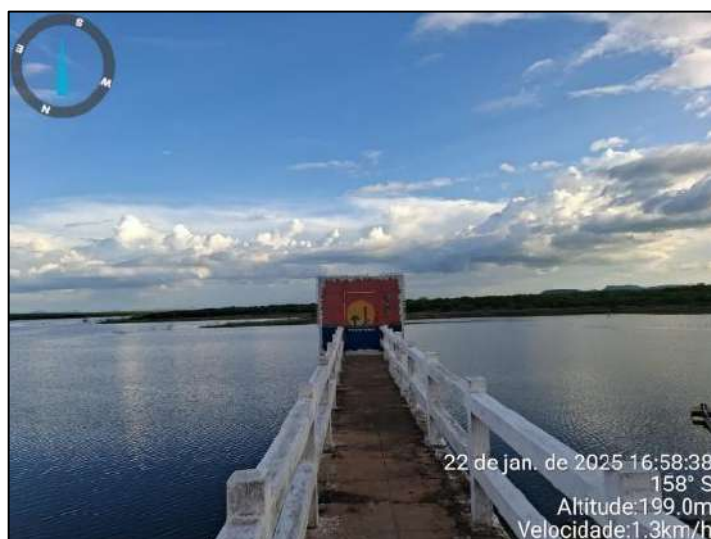
quantidade e qualidade da água.

Nessa perspectiva, compreende-se o sistema fluvial como um conjunto de elementos que se relacionam e integram-se para desempenhar seu comportamento e dinâmicas próprias, associado a transmissão de matéria e energia, impulsionando na capacidade de resistência de ligação entre os componentes. Contudo, os impedimentos fluviais atuam interrompendo e/ou dificultando essa conectividade entre os deslocamentos ocorrentes no ambiente fluvial. Este conceito de conectividade está atrelado a ideia de sensitividade da paisagem proposto por Brusden e Thornes (1979), que consiste na propensão de mudanças e perturbações dos controles fluviais à medida que há uma desconectividade na transmissão do fluxo.

Nesse sentido, as interferências de barragens afetam diretamente o transporte de material sólido nos cursos fluviais, predominando a deposição e retenção, contribuindo para o desenvolvimento de depósitos aluviais, os quais com o tempo podem vir a modificar o comportamento do sistema fluvial e formar novos arranjos morfológicos. Os sedimentos de carga suspensa e em solução ainda conseguem seguir o fluxo do rio a partir do extravasamento em decorrência de eventos de alta magnitude, ao contrário do material de fundo com capacidade de transporte de arraste, a qual é raramente retrabalhada, somente quando há falhas estruturais que causem o rompimento da barragem (Lopes; Girão; Souza, 2023).

Na área de estudo em questão, há duas barragens que se destacam como maiores em capacidade volumétrica e pela sua importância para gestão dos recursos hídricos superficiais e de abastecimento, sendo monitorados pelos órgãos gestores. A primeira, Pedro Diógenes Fernandes, localizada no município de Pau dos Ferros/RN, tem capacidade de 5,4846 m³ (Figura 26 e 27). Acumula a drenagem de uma área de 2.050,00 km² e possui um espelho d'água de 1.165,36 hectares. Trata-se de um reservatório importante para o abastecimento humano na região, a qual é considerada como uma das mais afetadas pela disponibilidade hídrica dentro da bacia hidrográfica.

Figura 26- Barragem Pedro Diógenes Fernandes - Pau dos Ferros/RN, evidenciando o espelho d'água , localizada a montante do ponto 12



Fonte: Acervo da autora, 22 de jan de 2025.

Figura 27- Barragem Pedro Diógenes Fernandes - Pau dos Ferros/RN, evidenciando o seu vertedouro



Fonte: Acervo da autora, 22 de jan de 2025.

A segunda barragem, a barragem de Santa Cruz (Figura 28 e 29) que barra o leito do rio principal em Apodi/RN, com capacidade volumétrica de 599.712.000,00 m³. Ela acumula a drenagem de uma área de 4.264, 00 km² e possui um espelho d' água de 3.413,36 hectares, gerando uma descarga de regularização de até 6 m³/s. Essa barragem e a de Pau dos Ferros fazem parte do sistema hídrico de integração ao rio São Francisco, tornando-se reservatórios fundamentais para o aproveitamento racional das águas provenientes do PISF (Projeto de

Integração do Rio São Francisco) (Lemos Filho; Espínola Sobrinho e Oliveira Júnior, 2021).

Figura 28- Barragem de Santa Cruz em Apodi/RN, com destaque para o espelho d'água localizada após o ponto 22 no rio principal.



Fonte: Acervo da autora, 04 de nov de 2024.

Figura 29- Barragem de Santa Cruz em Apodi/RN, com destaque para a válvula difusora, localizada após o ponto 22.



Fonte: Acervo da autora, 04 de nov de 2024.

Essas barragens estão situadas em estruturas geológicas de falha extensional, a de Pau dos Ferros, e zonas de cisalhamento indiscriminada, a de Santa Cruz. Tendo nas estruturas geológicas influência na estabilidade e segurança das instalações de barragens, sendo indispensável o monitoramento e gestão dessas. Segundo Oliveira; Vaz e Carneiro (2014), uma

barragem precisa ser segura durante toda sua vida útil, uma vez que interfere nos processos geológicos e pode provocar riscos, os quais podem ser intensificados devido as ações antrópicas.

A zona de cisalhamento indiscriminada presente na barragem de Santa Cruz, pode-se estar relacionada a passagem do embasamento cristalino para o embasamento sedimentar, se adequando a fase do rifte da Bacia Potiguar, dispondo de um front da cuesta, ocorrente na Formação Jandaíra (Figura 30). Entre a transição do embasamento cristalino para o sedimentar, quando o rio Apodi-Mossoró adentra à formação geológica da bacia potiguar, resulta no alargamento do sistema fluvial, o qual passa por um pequeno canyon (Maia, 2021), 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 30 -Fragmento do front de cuesta localizado no município de Felipe Guerra, após o ponto 22 no rio principal.



Fonte: Acervo da autora, 30 de ago de 2024.

Em relação aos outros impedimentos fluviais identificados, há as barragens que compreende quase que totalmente o percurso do rio Apodi-Mossoró contido no embasamento cristalino, as quais são de menores aspectos, feitas geralmente de forma rudimentar, próximas de residências, muitas vezes construídas pelos proprietários em que estão inseridas. Este tipo de impedimento é realizado sem uma fiscalização e monitoramentos adequados, tendo grande impacto na interferência de trocas dentro do sistema fluvial. Conforme Burquez *et. al* (2024),

há conhecimento limitado sobre seu número, tamanho e distribuição espacial dentro de uma bacia, sendo geralmente construídos sem licenças governamentais e raramente considerados nas políticas de gestão da água.

A construção desordenada e em sequência de pequenas barragens funcionam como barreiras sucessivas que interrompem o fluxo natural de sedimentos. Isso resulta na fragmentação do sistema fluvial, aumento da desconectividade e aprisionamento de material sedimentar, promovendo o assoreamento dos canais e alterando sua morfologia. Além disso, a redução da velocidade do fluxo pode induzir a um comportamento fluvial semelhante ao de lagos, com águas mais paradas e maior deposição de sedimentos .

Os impactos dessas intervenções não se limitam às áreas onde as estruturas estão localizadas. Eles podem se estender a jusante, afetando a conectividade hidrossedimentar e comprometendo a alimentação de afluentes importantes para o canal principal. Isso pode levar a alterações nos padrões de erosão e deposição, afetando a estabilidade das margens e a saúde dos ecossistemas aquáticos .

Além do mais, trazendo uma perspectiva de relação dos impedimentos com os estilos fluviais, pode-se perceber que ao longo de alguns trechos no médio curso, há a presença de barras e formações de ilhas vegetadas, em virtude da diminuição da velocidade do escoamento e capacidade de transportar os sedimentos, proporcionados pelas barragens que os antecedem. Observa-se na figura 31 a interferência dos impedimentos fluviais no potencial de formação de feições morfológicas, proporcionadas pela diminuição do escoamento e transporte de sedimentos grosseiros, influenciados por duas barragens em ambos os lados do rio e estrada não pavimentada.

Figura 31- Unidades geomorfológicas afetados pelos impedimentos fluviais no trecho 6-7



Fonte: Elaborada pela autora a partir de imagem do Google Earth (2025).

Os padrões fluviais afetados, com o tempo podem sofrer modificações de seu comportamento, seja pelo assoreamento do canal, como pelas mudanças no nível de base, ocasionando o estreitamento ou alargamento do canal, dependendo do grau e formas deposicionais. Em alguns casos, possuem capacidade de ajustes e mudanças de estilos, adaptando-se a descarga de matéria depositada.

No estudo de Almeida e Corrêa (2020), discutindo a conectividade de paisagem e a distribuição de plainos aluviais ou planícies aluviais, formadas pela deposição de sedimentos, em ambientes semiáridos, apresentaram que, apesar dos plainos aluviais possuírem formas de bloqueios naturais, o seu arranjo na paisagem é reflexo, principalmente, de processos deposicionais à montante de barramentos. Tendo nessa dinâmica influência sobre as tipologias fluviais na bacia, de forma que, especialmente canais de 2º ordem, exibem diferenciação de tipologias fluviais em um mesmo canal atrelados à ocorrência de eventos de desconexão, sobretudo os que interferem na transmissão de água e sedimento de montante a jusante.

Outro elemento observado que gera desconectividade entre os elementos do sistema fluvial, são as estradas não pavimentadas, que cortam o rio para dar acesso as zonas rurais, sendo feitas especialmente com introdução de mais materiais sedimentares para a compactação e firmeza da estrada. Ao comparar o impacto desse tipo de impedimento com as barragens, este segundo Lopes; Girão e Souza (2023), possui um impacto de dimensão mais localizada na transmissão de matéria e energia. Na figura 32, pode-se observar que em um dado trecho, em decorrência da presença de uma estrada atravessando o rio, ocorre interferência nas margens, no qual influi o extravasamento do fluxo, sobretudo em períodos chuvosos, em que o rio se adequa para dissipar a sua energia, podendo quebrar sua capacidade de transporte.

Figura 32- Segmento de trecho interferido por estrada não pavimentada no ponto 6-7

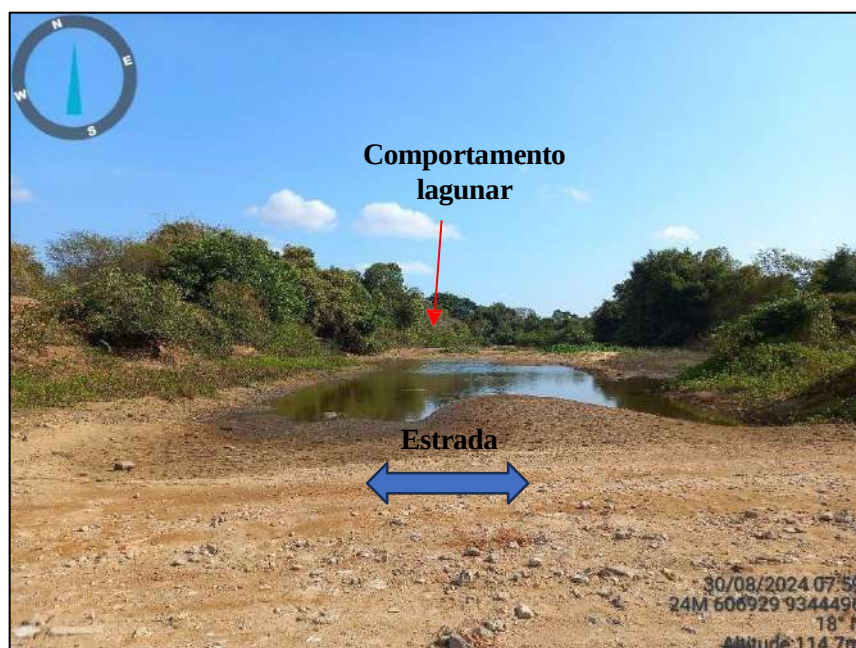


Fonte: Acervo da autora, 30 de abr de 2024.

Conforme Silva *et al.* (2020), os quais trabalharam com a identificação de depósitos fluviais como desconectividades antrópicas, relatam que esta interferência humana pode levar a mudanças no leito do canal, através dos processos erosivos. Fator este, que afeta o confinamento de vale, o canal em planta, as unidades geomorfológicas e a textura do canal. As estradas não pavimentadas impedem a entrada de sedimentos nos canais, ocasionando a desconectividade devido à ausência de material nos cursos fluviais tributários.

Além do mais, este tipo de estrutura e a compactação do solo por meio de movimentações de veículos e animais, faz com que haja a interrupção do fluxo, predominando a formação de depósitos de sedimentos, poças e o comportamento léntico em alguns trechos (Figura 33), prejudicando não somente o fluxo de água e sedimentos, mas a manutenção de espécies aquáticas (Lopes; Girão; Souza, 2023).

Figura 33- Interferência de estrada no comportamento do canal no ponto 21-22



Fonte: Acervo da autora, 30 de ago de 2024.

Quando há maior movimentação de pessoas e veículos se optam pela construção de passagens molhadas – estruturas menores e as pontes, geralmente ligada as estradas pavimentadas, permitindo o acesso até durante as chuvas. As passagens molhadas são pavimentadas, feitas com o uso de maquinários e a utilização de manilhas (tubos de concreto) para permitir o caminho do fluxo. Na área de estudo identificou-se 2 passagens molhadas e 7 pontes. Em relação as passagens molhadas exercem desconexão quando há o extravasamento do fluxo extrapolando o impedimento e a ocorrência do processo de deposição próxima das manilhas em virtude dessas não serem suficientes para conceder passagem de todo o sedimento (Figura 34).

As passagens molhadas exercem, segundo Branco e Souza (2024), um impacto mais significativo durante eventos de baixa vazão, limitando o fluxo de sedimentos, principalmente os de carga de fundo, os quais são retidos a montante, afetando o movimento da água ao diminuir a velocidade do fluxo no canal, potencialmente causando acumulações que podem bloquear o fluxo normal. Ademais, as passagens molhadas se assemelham as barragens, visto o potencial de retenção de sedimentos, alteração na dinâmica fluvial local e pela capacidade de gerar alterações no nível de base local.

Figura 34- Formação de barras próxima as manilhas no trecho 10-11



Fonte: Acervo da autora, 30 de abr de 2024.

Já as pontes, construções maiores utilizam-se de colunas, permitindo uma passagem maior do fluxo. Contudo, ainda conseguem obstruir o fluxo com suas colunas edificadas dentro do canal (Silva *et al.*, 2020). Possui um grau de desconectividade menor comparado aos impactos fornecidos pelos impedimentos fluviais citados acima. Conforme Branco e Souza (2024), apesar dessas estruturas ser pouco expressiva ainda gera efeitos sobre a dinâmica de transmissão.

Cabe destacar que, através dos impedimentos fluviais, especialmente por meio de barragens, pode-se delimitar sub-bacias, pois o principal objetivo desses impedimentos é barrar a transmissão de água e sedimento, e com isso acabam possuindo dentro do seu ambiente, uma rede de drenagem e afluentes que fornecem matéria e energia para o canal principal, fazendo o bloqueio desses fluxos, e gerando uma nova hidrodâmica local, favorecendo novas adaptações do/ao ambiente fluvial.

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 na área do embasamento cristalino. A análise morfométrica possibilitou reconhecer as características que compõe a paisagem do recorte do embasamento cristalino, bem como, a interferência desses 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 ao longo do trecho fluvial, sendo 5 confinados, 13 não confinados e 4 parcialmente confinados, considerando as variações de declividade, altimetria e as condições ambientais pelas quais os rios escoam. As características das unidades geomorfológicas foram essenciais para a diferenciação dos estilos fluviais. Em áreas de maiores elevações e declives acentuados, predominou o 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. Compreendeu-se que esses trechos passam por uma ruptura de velocidade e perda de energia de fluxo, conforme isso ocorre, depositam-se materiais cascalhentos, que com o tempo tornam-se barras fixas e posteriormente ilhas, fazendo o rio se adaptar e modificar o seu percurso.

No que se refere a hipótese levantada nesta pesquisa, compreende-se que não somente a topografia e a estrutura litológica exercem controle sobre os estilos fluviais, mas o tipo de unidade litoestratigráfica, a geomorfologia, declividade e clima vão determinar também o comportamento do sistema fluvial. A relação sistêmica feita a partir dos perfis longitudinais, pôde ilustrar os inputs que controlam e interferem na dinâmica fluvial, e assim, observar as características físicas do ambiente em que o rio perpassa, influenciando em processos hidrogeomorfológicos de maiores e menores intensidades.

Os trechos fluviais com interferências especialmente por barragens, a qual dispõe de impactos mais significativos, desempenham características homogêneas representativas dentro do sistema fluvial, apresentando ambientes de depósitos fluviais e águas lénticas. Estes impedimentos se inserem em altitudes menos elevadas, menores de 300 metros, o que pode-se observar a partir do maior ordenamento no médio curso em que predomina a diminuição do

fluxo e capacidade de deposição, influenciando na dinâmica do estilo fluvial e na propensão de ajustes na morfologia.

Desse modo, conclui-se que, os processos hidrogeomorfológicos, de erosão, transporte e deposição, atrelado a interferência de impedimentos fluviais, influenciam na conectividade de transmissão desses processos necessários para a renovação do sistema fluvial em questão. Além disso, destaca-se que as barragens feitas de forma rudimentar, à primeira vista parecem exercer impactos menores, contudo, devido as estruturas serem fragmentadas, e ao considerar os efeitos somativos no espaço e tempo, resulta-se em um impacto significativo. Não obstante, poucas dessas estruturas possuem comportas para a retirada da água e renovação dos sedimentos, ocasionando a perda do ambiente fluvial, predominando novos tipos de habitats.

Enfatiza-se que, apesar dos resultados alcançados para esta pesquisa, não finaliza-se como pronta e acabada. Necessita-se de um aprofundamento e possível continuidade da análise ampliada das mudanças e evolução da paisagem fluvial no espaço-tempo. Tendo como limitação, o arcabouço de imagens de satélite para a área com significativas mudanças perceptíveis da dinâmica fluvial, podendo para resultados futuros, o levantamento e reavaliação das imagens para uma análise comparativa. Além do mais, uma análise acrescida da obtenção da granulometria e observações do mesmo local dos trechos em períodos diferentes do ano, torna-se interessante o delineamento dos resultados e discussões no entendimento do funcionamento dos rios intermitentes.

À vista disso, considera-se que a proposta teórico-metodológica dos estilos fluviais demonstrou ser aplicável na área de estudo, permitindo uma avaliação precisa dos sistemas fluviais, os quais estão intimamente relacionados à paisagem e dinâmica fluvial semiárida. É fundamental ressaltar que estudos futuros focados na hidrodinâmica podem fornecer uma análise mais detalhada sobre a dinâmica dos estilos fluviais nesse recorte. Além disso, a ampliação da área de estudo, abrangendo toda a bacia hidrográfica, possibilitará a identificação de diferentes comportamentos e dinâmicas do rio Apodi-Mossoró inclusive em sua área de Embasamento Sedimentar, contribuindo para uma compreensão mais abrangente de seus processos e variações espaciais.

Nesse sentido, carece ressaltar a importância ambiental dos resultados, para preservação de áreas de APP associadas às planícies fluviais e fluvio-lacustres, bem como, o conhecimento de locais susceptíveis a ajustes em decorrência da intensificação dos processos hidrogeomorfológicos. Suscitando em medidas mitigadoras dos impactos negativos, como o planejamento e zoneamento ambiental, controle do uso do solo, preservação e recuperação

das matas ciliares, monitoramento hidrossedimentológico para prever alterações no comportamento do rio e a restauração de áreas degradadas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: [Catálogo de Metadados da ANA \(snirh.gov.br\)](https://catologo.mma.gov.br/). Acesso em: março. 2024.

AGNOLIN, Eduarda Regiana; FARIAS, Wellinton da Silva. Pressupostos para estudos sobre abordagem sistêmica da Hidrogeomorfologia. **Geografia em Questão**, v. 17, n. 02, p. 95-112, 2024.

ALBUQUERQUE, Diêgo Souza; XAVIER, Rafael Albuquerque; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geomorphological Compartmentation of Pereiro Massif and its surroundings, in Northern Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 25, n. 3, 2024.

ALMEIDA, Joana D'arc Matias de.; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de.; CORREA, Antonio Carlos de Barros. Dinâmica e caracterização da bacia do Riacho Grande, Serra Talhada - PE: abordagem da conectividade da paisagem. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n.28, p.308-331, 2016.

ALVES, Agassiel de Medeiros. Caracterização geológico-geomorfológica das microrregiões de São Miguel, Pau dos Ferros e Umarizal. In: ALMEIDA, José Elesbão de.; ALVES, Agassiel de Medeiros. (Org). **Zoneamento Ecológico -Econômico do Alto Oeste Potiguar**. Mossoró, RN: Queima-Bucha, 2014.

AMORIM, José Robson de; MEDEIROS, Jacimária Fonseca de. Caracterização climática dos municípios de Portalegre/RN e Francisco Dantas/RN. **Revista Geosaberes**, Fortaleza, v. 13. P. 1-18, 2022.

ALMEIDA, Joana D'arc Matias de.; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. Conectividade da paisagem e a distribuição de plainos aluviais em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, p. 171 – 183, 2020.

Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA). Disponível em: [BDIA - Banco de Dados e Informações Ambientais \(ibge.gov.br\)](https://bdia.ibge.gov.br/). Acesso em: abril. 2024.

Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil/TOPODATA. Disponível em: [TOPODATA - Google My Maps](https://topodata.com.br/). Acesso em: nov.2024.

BARROS, Luiz Fernando de Paula; MAGALHÕES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial**. In: Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

BEZERRA, Joel Medeiros; BATISTA, Rafael Oliveira; SILVA, Paulo Cesar Moura da. Caracterização do processo de poluição dos sedimentos do rio Apodi – Mossoró no trecho urbano de Mossoró – RN. **Sociedade e Natureza**, v.30, n.3, p. 108-126, 2018.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares da. Bacia Hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.C; GUERRA, A.J.T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016.

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

BRUM, Leonardo Bastos; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. Estudo da Água em

Geografia: Por uma conexão de Paisagens e Territórios. **Revista Acta Geográfica**, v.10, n. 22 jan/abr, p. 126-140, 2016.

BRUNSDEN, D; THORNES J.B. Landscape Sensitivity and Change. Transactions of the Institute of British Geographers, **New Series**, v. 14, n. 4, 1979, p. 463-484.

BRANCO, André Oliveira Trigueiro Castelo; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Small structures in rivers and their effects on landscape connectivity - lower course of the Piancó river - Brazilian Semi-arid region. **RAEGA**, v. 60, n. 1, p.184-208, 2024.

BÚRQUEZ, Alberto; OCHOA, Mirsa Bojórquez; Yrizar, Angelina Martínez; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Human-made small reservoirs alter dryland hydrological connectivity. **Science of The Total Environment**, v. 947, 2024.

CAMACHO, Ramiro Gustavo Valera; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de; TEIXEIRA, Ruan Otávio; SANTOS, Geraldo Braz Silva; MENEZES, Suzaneide Ferreira da Silva; DANTAS, Márcia Egina Câmara. O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró: criação, implementação e fortalecimento. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

DANTAS ,E.P.;MEDEIR OS ,V .C.;CAV AL CANTE,R .**Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2021. 1 mapa color. 132,72cm x 85,45cm. Escala 1:500.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ação: Levantamentos Geológicos e Integração Geológica Regional.

CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideais, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**, 28 (82), p. 65-88, 2014.

Campanha de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Disponível em: [Serviço Geológico do Brasil - CPRM - GeoSGB](#). Acesso em: março.2024.

CARDOSO, Christiany Araújo; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SOARES, Carlos Pedro Boechat; MARTINS, Sebastião Venâncio. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Sociedade de Investigações Florestais**, n.2, v. 30, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 42, v. 1, p. 140-161, jan-jun, 2020.

CARVALHO, Andreza, Tacyana Felix. Reflexões sobre a hidrogeomorfologia dos rios intermitentes frente às definições das áreas de preservação permanente de cursos d 'água no Brasil. **Revista Geografia em Atos**(GeoAtos online), v. 4, n. 19, p.135-150, set-dez/2020.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. As bacias hidrográficas enquanto unidade de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Rodrigo Guimarães de Carvalho (organizador)-Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães de; SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; RABELO, Francisco Davy Braz. Aspectos geoecológicos e socioeconômicos para planejamento integrado da bacia do rio Apodi-Mossoró. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022

CARVALHO, Rodrigo Guimarães. **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

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Sistemas Fluviais e o uso de indicadores de sustentabilidade: discussão sobre a utilização do instrumento para a gestão de cursos d'água no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.41, v. 1, p. 86-99, 2019.

CAVALCANTE, Albergma Estevão de Queiroz Magalhães. **Análise da degradação e da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi – Mossoró – RN.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2021. 77.p.

CAVALCANTE, Albergma Estevão de Queiroz Magalhães; GRIGIO, Alfredo Marcelo; DIODATO, Marco Antonio. 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.

CAVALCANTE, Andréa Almeida. Geomorfologia Fluvial no Semiárido Brasileiro. **Revista de Geografia** (Recife), v.35, n.4 (especial XII SINAGEO), p.254-268., 2018.

CAVALCANTE, Andréa Almeida; CUNHA, Sandra Baptista 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, Andréia Almeida; CUNHA, Sandra Baptista da. Morfodinâmica fluvial em áreas semiáridas: discutindo o vale do Rio Jaguaribe-CE-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n. 1, p. 39- 49, 2012.

CELARINO, André Luiz de Souza; LADEIRA, Francisco Sérgio Bernardes. Análise morfométrica da bacia do rio Pardo (MG e SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n.3, v. 15, p. 471 – 491, 2014.

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

COELHO, André Luiz Nascentes. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 26, p. 16 - 32, 2008.

COELHO, Gerliane Kelly de Sousa; ANDRADE, José Hamilton Ribeiro. 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, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, George Pereira de.; MAIA, Rúbson Pinheiro; FERREIRA, Bruno. 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, Marco Túlio Mendonça; PEREIRA, Vítor Hugo Campelo. 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, Patricia da Conceição; XAVIER, Rafael Albuquerque; SEABRA, Vinícius da Silva; SILVA, Richarde Marques 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.

FONTES, Pedro Junho Trajano de; SILVA FILHO, José Antônio da; COSTA, Franklin

Roberto da. Bacia do rio Apodi-Mossoró -RN: Importância e usos. **Geopata**, Vitória da Conquista, v. 7, p. 1-23, 2023.

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato; SANTOS, Irani. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n.2, p. 103- 111, 2012.

GOMES, Cecília Siman; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 2, v. 21, p. 313 – 327, 2020.

GOMES, Cecília Siman; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. 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.

GUERRA, Antonio José Texeira; MENDONÇA, Jane Karina Silva. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Texeira. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: Malha Municipal | IBGE. Acesso em: março. 2024.

LEAL, Antonio Cezar. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 3, n.6, 2. semestre de 2012.

LEMOS FILHO, Luís César de Aquino; ESPÍNOLA SOBRINHO, José; OLIVEIRA JÚNIOR, Hermínio Sabino de. Clima e recursos hídricos na bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró-RN. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de (org). **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

LEMOS FILHO, Luís César de Aquino; ESPÍNOLA SOBRINHO, José; OLIVEIRA JÚNIOR, Hermínio Sabino de. Clima e recursos hídricos na bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró-RN. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de (org). **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2021.

LIMA, Kleber Carvalho; PEREZ FILHO, Archimedes; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci 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, Kleber Carvalho; PEREZ FILHO, Archimedes; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci 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, Maria Goretti Cabral de.; GIRÃO, Osvaldo. 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, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba; USP. 2ª Edição 245p, 2008.

LOPES, Vanessa Martins; GIRÃO, Osvaldo; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Estilos Fluviais do riacho São Gonçalo, bacia hidrográfica do rio Bastiões – Ceará. William Morris Davis - **Revista de Geomorfologia**, v. 5, n. 2, , p. 81-93, abril, 2024.

LOPES, Vanessa Martins; GIRÃO, Osvaldo; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Mapeamento

dos impedimentos longitudinais na sub – bacia do riacho São Gonçalo, bacia hidrográfica do rio Bastiões, Ceará. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió – AL, v. 9, n.18, p.94 - 107, 2024.

LIMA, Camilla Hellen Peixoto de. **Avaliação das alterações hidrológicas a jusante de barragens por meio de análise de sensibilidade à variação de variáveis de projeto**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento). Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA, 2014.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; BARROS, Luiz Fernando de Paula; COTA, Guilherme Eduardo Macedo. **Classificação de sistemas fluviais**. In: Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; BARROS, Luiz Fernando de Paula; COTA, Guilherme Eduardo Macedo. **Morfodinâmica fluvial**. In: Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

MAIA, Rúbson Pinheiro. Geomorfologia do vale do rio Apodi – Mossoró. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **Rio Apodi-Mossoró meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

MAIA, Rúbson Pinheiro. Geomorfologia do vale do rio Apodi – Mossoró. In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **Rio Apodi-Mossoró meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2021.

MAIA, Rúbson Pinheiro. **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, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo. Geomorfologia 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.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo. Geomorfologia e mapeamento temático da bacia hidrográfica do Rio Apodi – Mossoró, Nordeste do Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 510 – 519, 2012.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo; Tectônica pós-miocênica e controle estrutural de drenagem no rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 57-68, 2013.

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

MARÇAL, Mônica dos Santos; LIMA, Raphael Nunes de Souza. Abordagens Conceituais Contemporâneas na Geomorfologia fluvial. **Espaço Aberto**, PPGG -UFRJ, v. 6, n. 1. p.17-33, 2016.

MARCHIORO, Eberval; OLLERO, Alfredo. 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, Vladimir Cruz de.; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do.; SOUSA, Debora do Carmo. Geologia. In: PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda. **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010.

MENEZES, Carolina Ramos; SALGADO, Carla Maciel. 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, Hudson. E. A; BRITO, José I. B. de; LIMA, Rhodolfo A. F. de A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.2, p.181– 186, 2010.

MERINE, Eder Renato; ASSINE, Mario Luis; PUPIM, Fabiano do Nascimento. Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.2, p.127- 134, 2013.

MESQUITA, Roberto Felipe. **Avaliação das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MEDEIROS, David Hélio Miranda de; CAVALCANTE, Andrea Almeida; PINHEIRO, Lidriana de Souza. 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.

MEDEIROS, Jacimária Fonseca de; CESTARO, Luiz Antônio; QUEIROZ, Larissa Silva. Caracterização climática da serra de Martins – RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n.2, p. 11 -19, 2021.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2005.

OLIVEIRA, Henrieth Viviane Borgo de; VAZ, L. F.; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Avaliação de risco geológico em barragens. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental** (RBGEA), v. 3, p. 31-43, 2014.

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

PEIXOTO, Filipe da Silva; DIAS, Gutemberg Henrique; FILGUEIRA, Robson Fernandes; DANTAS, Jerônimo. 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, André Souza. Classificações geomorfológicas de rios: uma breve discussão teórica. **William Morris Davis – Revista de Geomorfologia**, v.2, n.2, p.1-27, 2021.

PEREIRA, Laiane Cristina Freitas; BRITO, Gustavo Henrique Mendes; VESPUCCI, Igor Leonardo; ROCHA, Ivandro José de Freitas. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio dos Patos, GO. **Ipê Agronomic Journal**, v.3, n. 1, p. 5-13, 2019.

PINTO, Lopes B; FRANCO, Barreto G. Aspectos da morfodinâmica fluvial associado às ações antropogênicas do médio curso do rio Jacuíbe – semiárido baiano. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.141-146, 2014.

RODRIGUES, Gláuber Pontes; ARAÚJO, José Carlos de. Comportamento de chuvas intensas para bacia em região semiárida de Caatinga preservada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.14, n.3, 2019.

RODRIGUES, Jefersson Mauricio; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Estilos fluviais do alto curso do rio Piranhas, ambiente semiárido (PB). **Revista de Geografia** (Recife), v. 38. n. 1, 2021.

SANTANA, Camila Ignez; MARÇAL, Mônica dos Santos. 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 Wagner Valdir dos; NASCIMENTO, Melchior Carlos do; BARROS, Ana Clara Magalhães de. Estilos fluviais da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada: contribuições à gestão hidrogeomorfológica no semiárido Alagoano. **GeoAmbiente**, Jataí-GO, n. 47, 2023.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvoro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; FILHO, José Coelho de Araújo; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília -DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. - 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.66-71, 2006.

SANTOS, Rodrigo Correia dos; MARÇAL, Mônica dos Santos. 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, Thais E.M. dos; MONTENEGRO, Aberlado A.A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no agreste central pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.8, p.871-880, 2012.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – SEMARH. Bacias hidrográficas: Apodi-Mossoró (RN), 2014. Disponível em: <http://www.semarh.rn.gov.br>. Acesso em: 09/11/2023.

SIDLE, Roy; ONDA, Yuichi. Hydrogeomorphology: Overview of an emerging science. **Hidrological processes**, v.18, p.597-602, 2004.

SOUZA, Ana Cláudia Medeiros; SILVA, Márcia Regina Farias da; DIAS, Nildo da Silva. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 280 – 296, 2012.

SOUZA, Anny Catarina Nobre 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 Dinâmicas Territoriais no Semiárido). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2023.

SOUZA, Anny Catarina Nobre de; SOUZA, Sérgio Domiciano Gomes de; SOUZA, Maria Losângela Martins 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, Carolina Malala Martins; PORTELA, Jeane Cruz. Solos e aptidão agrícola na bacia do rio Apodi-Mossoró. . In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. (org). **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

SOUZA, Jonas Otaviano Pereira de.; SANTOS, Alisson; OLIVEIRA, Helder Cavalcante 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.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça de; BARROS, Ana Clara Magalhães de; CORREA, Antonio Carlos de Barros. Estilos fluviais num ambiente semiárido, Bacia do Riacho do Saco, Pernambuco. **Finisterra**, p.3-23, 2016.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. **Sistema fluvial e açudagem no semi-árido, relação entre a conectividade da paisagem e dinâmica de precipitação, na bacia de drenagem do riacho do saco, Serra Talhada, Pernambuco**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, 2011.

SOUZA, Júlio César Oliveira de. **Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do Rio São Miguel – Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Meio, ambiente e geografia**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021.145 p.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Live**, São Paulo, n.17, p. 11-24, 2001.

SILVA, Carla Suelania da; SILVA, Wemerson Flávio da; SANTOS, Leandro Diomério João dos; GIRÃO, Osvaldo. Identificação de depósitos fluviais e desconectividades antrópicas no baixo curso do rio Una – PE. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, n.37, p.1-30, 2020.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977. 97 p.

VIEIRA, Lidiane de Araújo; SILVA, Márcia Regina Farias da; GRIGIO, Alfredo Marcelo. Gerenciamento de resíduos sólidos na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró: um estudo da cidade de Mossoró (RN). In: In: CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. (org). **Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento**. Mossoró, RN: EDUERN, 2022.

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

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

WHEATON, Joseph M.; FRYIRS, Kristie; BRIERLEY, Gary; BANGEN, Sara; BOUWES, Nick; O'BRIEN, Gary R. Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms. **Geomorphology**, v. 248, p. 273-295, 2015.

ZANELLA, Maria Elisa. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do Semiárido Nordeste. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, (volume especial), p.126-142, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 – Ficha de campo para classificação dos estilos fluviais

Proposto por Brierley e Fryirs (2005), adaptado por Magalhães Júnior e Barros (2020)

FICHA DE CAMPO Nº

Data da observação:

Município:

Coordenadas do ponto:

Segmento do Trecho fluvial (Marcar com X)

	Superior		Médio		Inferior
--	-----------------	--	--------------	--	-----------------

Confinamento dos vales (Marcar com X)

Vale confinado	Vale Parcialmente confinado	Vale Não Confinado

Forma em planta do canal (Marcar com X)

Sinuoso	Meandrante	Retilíneo

Morfologia do Leito (Marcar com X)

	Leito coluvial		Leito rochoso		Leito plano
--	-----------------------	--	----------------------	--	--------------------

Unidades geomorfológicas

	Planície de inundação		Barras		Ilhas vegetadas
--	------------------------------	--	---------------	--	------------------------

Demais feições existentes (se houver):

Barras de Canal (Marcar com X)

	Ausente			De areia			De cascalho		
Posição:		Lateral		Longitudinal			Transversal		Diagonal

Processos ocorrentes no canal (Marcar com X)

	Ausente		Erosão		Transporte		Deposição
--	----------------	--	---------------	--	-------------------	--	------------------

Representação do leito em planta:

Outras Observações:

- .
- .
- .
- .
- .
- .