

MORFOLOGIAS FLUVIAIS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ, BRASIL

RIVER MORPHOLOGIES IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT: A CASE STUDY IN THE SERIDÓ RIVER BASIN, BRAZIL

MORFOLOGÍAS DEL RÍO EN UN AMBIENTE SEMIÁRIDO: UN ESTUDIO DE CASO EN LA CUENCA DEL RÍO SERIDÓ, BRASIL

MAYKON JONATA MEDEIROS DA SILVA ¹
DÊNIS DOS SANTOS HILÁRIO ²
SARA FERNANDES FLOR DE SOUZA ³
JOSE YURE GOMES DOS SANTOS ⁴
DAVÍ DO VALE LOPES ⁵

¹ Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
E-mail: maykon.medeiros.704@ufrn.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5488-5954>

² Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
E-mail: dhilario76@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7308>

³ Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
E-mail: sara.flor@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6829-3434>

⁴ Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
E-mail: jose.yure.santos@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9840-8132>

⁵ Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
E-mail: davi.lopes@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3336-7397>

RESUMO

A transferência de sedimentos através dos sistemas fluviais é cada vez mais compreendida com abordagens integradas, porém a maior parte dos estudos concentram-se em ambientes tropicais úmidos. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e mapeamento geomorfológico do ambiente fluvial em um trecho do Rio Seridó, no semiárido brasileiro. Utilizou-se o software QGIS, com uso de imagens do Google Earth, dados da CPRM, IBGE e ANA. O trecho analisado foi classificado como regime hidrológico intermitente, com vale aluvial com trechos rochosos (com feições de dissolução e fraturas), leito plano, não confinado, canais múltiplos, com presença de vegetação arbustiva e plantio. O entendimento da morfologia dos ambientes fluviais e da sua dinâmica, tem muito a contribuir com o planejamento ambiental e questões associadas ao uso e ocupação.

Palavras-chave: Hidrogeomorfologia. Semiárido. Depósitos Quaternários. Rios intermitentes.

ABSTRACT

The transfer of sediments through river systems is increasingly understood with integrated approaches, but most studies focus on humid tropical environments. The objective of this work was to carry out the characterization and geomorphological mapping of the fluvial environment of the Seridó River Basin, in the Brazilian semi-arid region. The QGIS software was used, using images from Google Earth, data from CPRM, IBGE and ANA. The section analyzed was classified as an intermittent hydrological regime, with an alluvial valley with rocky sections (with features of dissolution and fractures), flat bed, not confined, multiple channels, with the presence of shrubby vegetation and plantation. Understanding the morphology of river environments and their dynamics has much to contribute to environmental planning and issues associated with use and occupation.

Palavras-chave: Hydrogeomorphology. Semi-arid. Quaternary deposits. intermittent rivers.

RESUMEN

La transferencia de sedimentos a través de los sistemas fluviales se entiende cada vez más con enfoques integrados, pero la mayoría de los estudios se centran en ambientes tropicales húmedos. El objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización y mapeo geomorfológico del ambiente fluvial de la cuenca del río Seridó, en la región del semiárido brasileño. Se utilizó el software QGIS, utilizando imágenes de Google Earth, datos de CPRM, IBGE y ANA. La sección analizada se clasificó como de régimen hidrológico intermitente, con un valle aluvial con secciones rocosas (con características de disolución y fracturas), lecho plano, no confinado, canales múltiples, con presencia de vegetación arbustiva y plantaciones. El conocimiento de la

morfología de los ambientes fluviales y su dinámica tiene mucho que aportar a la planificación ambiental ya las cuestiones asociadas al uso y ocupación.

Palavras-chave: Hidrogeomorfología. Semi árido. Depósitos Cuaternarios. Ríos intermitentes

INTRODUÇÃO

A partir da valorização dos estudos interdisciplinares na ciência moderna tornou-se imprescindível abordagens sistêmicas, muito associadas às análises em bacias hidrográficas (SOCHAVA, 1977; SOUZA e CORRÊA, 2012). A análise integrada da paisagem tem forte aplicação ao planejamento ambiental, potencialidades dos recursos naturais e fragilidades dos ambientes (CHRISTOFOLETTI, 2002; ROSS, 2009; SOUZA e CORRÊA, 2012; SALES et al., 2022). Nessa perspectiva, é importante conhecer os fatores condicionantes da configuração ambiental e o papel de cada variável, pois, estas são interdependentes (ROSS, 2009; SALES et al., 2022; SOUZA et al., 2023). Seguindo esta concepção, feita sob enfoque da Teoria dos Sistemas, considera-se que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações de equilíbrio dinâmico, que podem ser alteradas naturalmente ou por ações antrópicas (SOCHAVA, 1977).

Diversos recursos naturais, sua disponibilidade, qualidade e limitações estão diretamente ligados à dinâmica condicionada pelo relevo. A disponibilidade de água para consumo é um exemplo, considerando que a formação de reservatórios e/ou de corpos d'água em ambientes terrestres depende não somente das condições climáticas, mas também dos processos ligados à dinâmica físico-hídrica nas encostas e fundos de vales (RABELO et al., 2023). Esse entendimento tem aplicações imediatas na preservação e conservação dos ecossistemas, subsidiando medidas intervencionistas de recuperação de áreas degradadas e de planejamento ambiental (ROSS, 2009).

Globalmente, os ambientes fluviais estão sob considerável e crescente ameaça de múltiplas tensões antropogênicas, sofrendo impactos humanos diversos de maneira direta, como, por exemplo, engenharia de canais e lançamento de resíduos, e indireta, como, alteração da cobertura da terra e mudanças no uso da terra na bacia, que acabam por alterar a dinâmica da água e dos sedimentos (THOMS, 2003; SOUZA; BARROS; CORREA, 2016; POEPPL et al., 2020; RODRIGUES e SOUZA, 2021; RABELO et al., 2023). A transferência de sedimentos através dos sistemas fluviais é cada vez mais compreendida com abordagens integradas em bacias hidrográficas (POEPPL et al., 2020; RABELO et al., 2023), porém a maior parte dos estudos concentram-se em ambientes tropicais úmidos.

Ao longo das últimas décadas, esforços vêm sendo realizados para melhor compreensão dos processos fluviais em ambientes semiáridos brasileiros (MOLINAS, 1996; CORRÊA et al., 2009; SOUZA e CORRÊA, 2012; SOUZA; BARROS; CORREA, 2016; LIMA e LUPINACCI, 2019; RABELO et al., 2023). Apesar dos avanços alcançados, os ambientes associados às planícies fluviais do semiárido ainda carecem de estudos integrados, apesar de toda sua importância, como fonte de recursos hídricos, plantio, ocupação humana, pastagem, entre outras (LIMA e LUPINACCI, 2019).

O estudo das formações aluviais é uma ferramenta metodológica importante para a compreensão dos processos de esculturação dos vales fluviais, da configuração espaço-temporal da rede hidrográfica e do modelado do relevo (SCHUMM, 1977; SOUZA e CORREA, 2012; OLIVEIRA et al., 2014; LIMA e LUPINACCI, 2019; RABELO et al., 2023). Os rios podem possuir diferentes estilos fluviais. Essas informações podem ser analisadas e oferecem um modelo geomórfico sobre o qual envolve ligações espaciais e temporais do contexto de uma bacia hidrográfica (BRIERLEY et al., 2000; 2002; RABELO et al., 2023). Os

estilos fluviais registram o caráter e o comportamento do rio frente aos processos envolvidos na área, que oferece informações que podem ser relevantes para futuras tomadas de decisões sobre o uso e ocupação (CHRISTOFOLETTI, 2002; BRIERLEY et al., 2000; 2002).

A questão hídrica é um forte limitante para os sertanejos, Ab'Saber (1999) aborda que o funcionamento hidrológico de todos os rios que nascem e correm dentro dos limites da área nuclear do domínio dos sertões depende do ritmo das estações de seca e de chuvas, o que torna seus cursos d'água intermitentes e sazonais. Os fundos de vales são espaços ímpares para os sertanejos, é importante que se tenha um profundo conhecimento dessas áreas e de suas dinâmicas, e que se alerte quanto à proteção desses locais evitando-se o uso desordenado, o que pode acarretar em danos aos preciosos recursos hídricos superficiais e/ou subsuperficiais (AB'SABER, 1999).

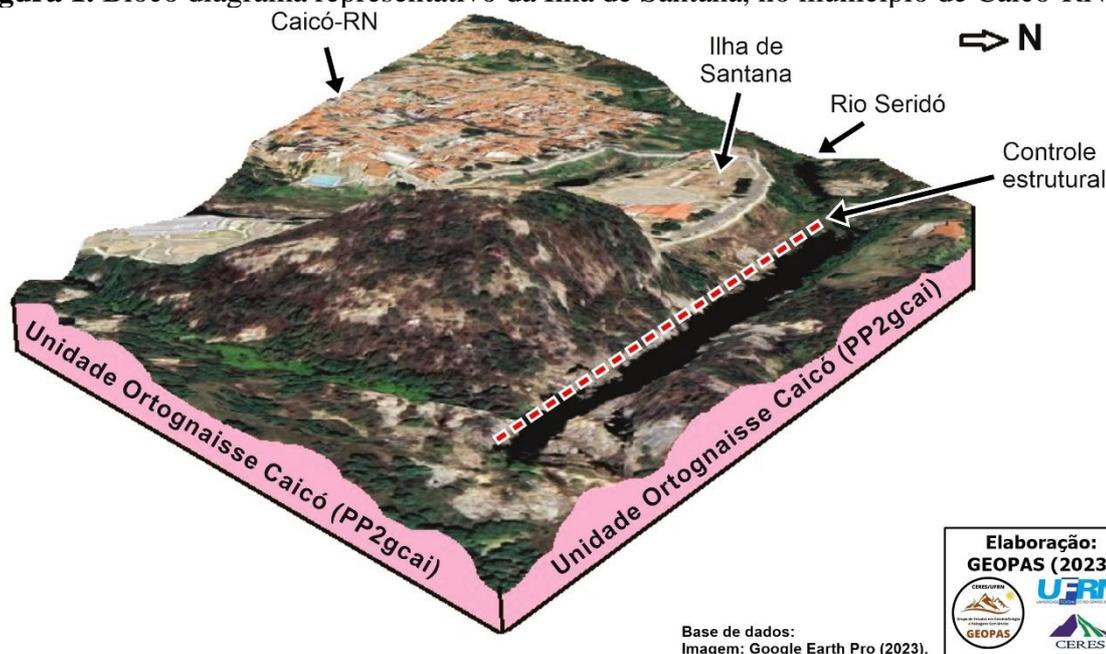
Nessa conjuntura, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e mapeamento geomorfológico do ambiente fluvial em um trecho do Rio Seridó, no semiárido brasileiro. Este estudo favorece a geração de informações de interesse científico e ambiental, buscando-se compreender a organização das formas dos fundos de vale em ambiente semiárido, os processos responsáveis por sua gênese e dinâmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um trecho do Rio Seridó na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó (BHRS), importante sub-bacia do Rio Piranhas-Açú. Na BHRS, o recorte da área de estudo foi feito no município de Caicó-RN, na Ilha de Santana (Figura 1). A área é um importante atrativo turístico e cultural do município e da região do Seridó. Do ponto de vista científico, a área se destaca pela sua diversidade de morfologias fluviais.

Figura 1. Bloco diagrama representativo da Ilha de Santana, no município de Caicó-RN.

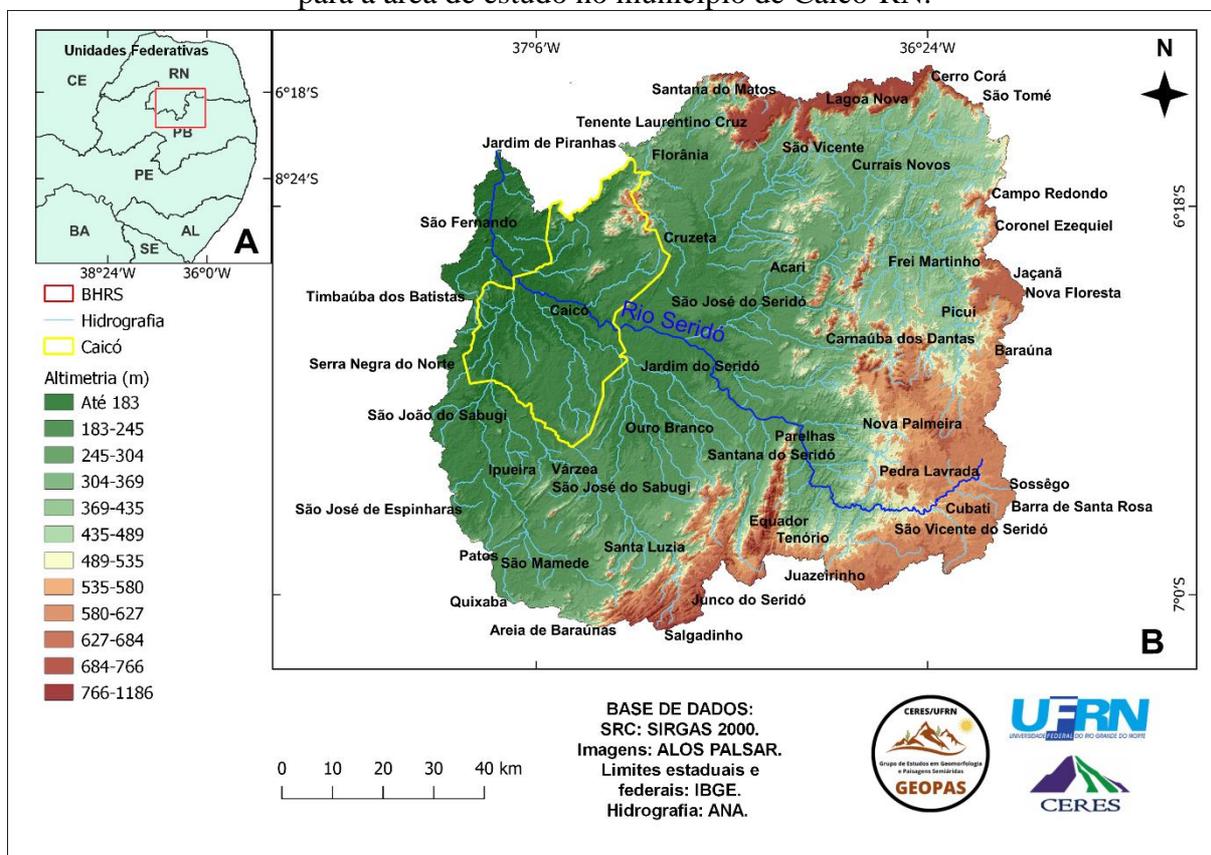


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A BHRS localiza-se na região nordeste do Brasil, banhando os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Sua delimitação é, aproximadamente, de 10.386 km², englobando 20 municípios potiguares e 13 paraibanos (Figura 2). Os principais tipos de solos que ocorrem na região são Luvisolos Crômicos e Neossolos Litólicos (ANA, 2016). A vegetação predominante é a Caatinga aberta (ANA, 2016). A região do Seridó ainda é marcada por ser uma das quatro áreas caracterizadas como de alto risco à desertificação conhecidas como Núcleos de Desertificação, junto com Gilbués (PI), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE) (MMA, 2007).

Figura 2. Representação altimétrica da Bacia Hidrográfica do Rio Seridó (BHRS), abrangendo os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba.

A – Localização da BHRS nos estados do RN e PB; B – Altimetria da Bacia, com destaque para a área de estudo no município de Caicó-RN.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A área de estudo está localizada na depressão sertaneja (Figura 3), com rochas associadas ao embasamento cristalino paleoproterozóico, mais especificamente do Complexo Caicó (Unidade Ortognaisse Caicó – PP2gcai) (ANGELIM et al., 2006). O Complexo Caicó é representado por duas associações litoestratigráficas distintas: i) unidade inferior metavulcanossedimentar (PP2caivs); ii) unidade de ortognaises (PPg2cai) mais jovem correspondente aos granitóides (ANGELIM et al., 2006). A Unidade de ortognaisse (PPg2cai) é predominante no subdomínio do embasamento do Rio Piranhas, trata-se de uma suíte magmática com composição tonalítico-granítico, em que as rochas granitóides apresentam coloração cinza-esbranquiçada (Figura 5B), granulação média a grossa, com textura augen

microporfirítica, contendo biotita e/ou hornblenda, e também apresentam migmatitos (ANGELIM et al., 2006).

Figura 3. Visão panorâmica do Rio Seridó com o seu leito rochoso em Caicó-RN.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Trabalhos de campo e mapeamento geomorfológico

Neste estudo, previamente realizou-se revisão bibliográfica e cartográfica sobre a região em análise. Para a caracterização da área, foram elaborados produtos cartográficos em ambiente SIG. O geoprocessamento foi realizado com uso do *software* QGIS 3.16.13. Utilizou-se informações sobre a geologia segundo Angelim et al. (2006), dados dos limites e divisas disponibilizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e dados da rede hidrográfica da ANA (Agência Nacional de Águas). Utilizou-se como base para o mapeamento geomorfológico imagens do Google Earth e adotou-se as convenções e os procedimentos básicos do IBGE (2009).

Realizou-se atividade de campo com a finalidade de coletar amostras, caracterizar as unidades geomorfológicas, identificar as feições e marcar pontos estratégicos com utilização de um receptor portátil de dados do *Global Positioning System* (GPS). Também foi realizado levantamento fotográfico e a validação do mapeamento a partir de trabalhos de campo. Essa etapa foi essencial para conferência do mapeamento, em que foi possível averiguar os aspectos interpretados e mapeados.

Tipologia Fluvial

Para caracterização dos ambientes fluviais adotou-se adaptações e integração de metodologias diversas. Considerou-se sete (7) níveis hierárquicos: 1º regime hidrológico

(perene, intermitente ou efêmero); 2º Segmento do vale (aluvial, coluvial, leito rochoso ou antrópico), seguindo adaptações de Montgomery e Buffington (1997); 3º Morfologia do canal (cascata, degrau-poço, leito plano, poço-corredeira, duna ondulada e/ou canal rochoso) seguindo Montgomery e Buffington (1997); 4º Confinamento do vale (confinado, parcialmente confinado ou não confinado) seguindo Schumm (2005); 5º padrão dos canais em planta (retilíneo, entrelaçado, meandrante, divagante, anastomosado ou artificial) seguindo Stevaux e Latrubesse (2017); 6º caracterização das feições, das coberturas superficiais e da granulometria seguindo Almeida et al. (2012); e 7º tipo de vegetação (arbórea, arbustiva, herbácea, plantio ou ausente).

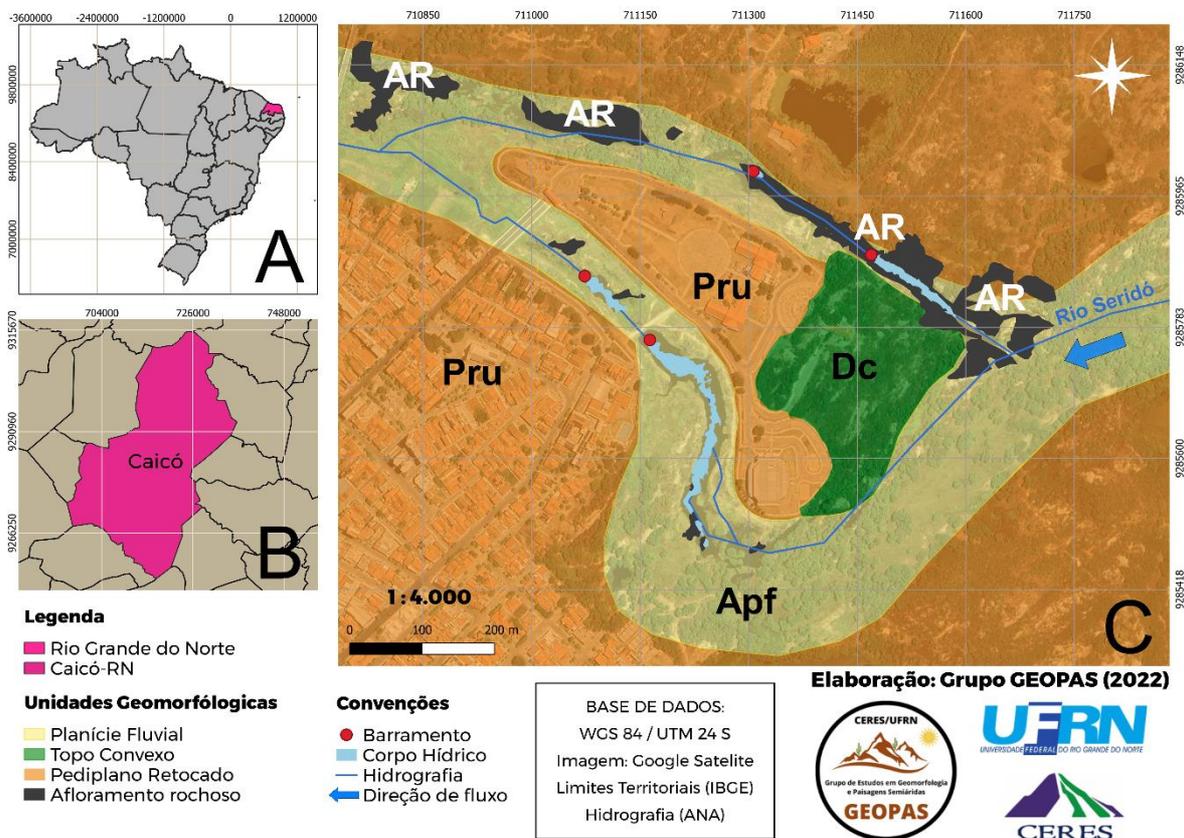
RESULTADOS

Mapeamento Geomorfológico

No trecho analisado na Ilha de Santana em Caicó-RN foram mapeadas as seguintes unidades: pediplano retocado (Pru); morrote com topo convexo (Dc); planície fluvial (Apf); e afloramentos rochosos (AR) (Figura 4). Ainda foram mapeados barramentos antrópicos e corpos hídricos no leito fluvial (Figura 4).

Figura 4. Mapeamento das unidades geomorfológicas no trecho do Rio Seridó, Ilha de Santana, Caicó-RN.

A – Localização do Rio Grande do Norte no Brasil. B – Localização do município de Caicó-RN. C – Mapa Geomorfológico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A área de estudo está inserida na depressão sertaneja, com predomínio do pediplano retocado (Pru), com modelado de aplanamento (Tabela 1). O setor mais elevado da área foi caracterizado como um morrote, com topo convexo (Dc), onde registrou-se muitos afloramentos das rochas da Unidade Ortognaisse Caicó (Tabela 1). A planície fluvial (Apf) apresenta sedimentos quaternários arenosos e abundância de afloramentos das rochas acinzentadas da Unidade Ortognaisse, as quais apresentam fraturas e feições dissolução (Tabela 1). Dentro da planície fluvial intermitente, registrou-se barramentos antrópicos, formando alguns corpos hídricos e uso/ocupação com plantio de capineira, principalmente no leito maior. A área de estudo apresenta poucos terraços fluviais.

Tabela 1. Unidades de relevo e caracterização geral.

Unidade de relevo	Modelado	Sigla	Geologia	Descrição
Planície fluvial	Acumulação	Apf	Depósitos quaternários	Os sedimentos inconsolidados são predominantemente arenosos. Registrou-se presença marcante de afloramentos rochosos no leito fluvial, expondo as rochas acinzentadas da Unidade Ortognaisse Caicó. Também destaca-se as diversas interferências antrópicas, como os barramentos e uso dessa unidade para o plantio, principalmente com capineira. A altitude do ponto mais baixo chegou a 149 m em um leito vazante. A formação de terraços fluviais é incipiente ou pouco expressiva.
Pediaplano retocado	Aplanamento	Pru	Ortognaisse Caicó	Setor mais plano da área de estudo e apresenta uso e ocupação mais intensivo. A altitude varia entre 155 e 158 m. Topo plano. Não foram identificados processos erosivos expressivos.
Morrote com topo convexo	Dissecação	Dc	Ortognaisse Caicó	Área mais elevada com altitude chegando a 171 m. Topo convexo. Baixa amplitude altimétrica (< 20m). Presença de muitos afloramentos expondo as rochas da Unidade Ortognaisse Caicó.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Classificação do subsistema fluvial

Para o trecho do canal analisado na Ilha de Santana o subsistema fluvial foi classificado como regime hidrológico intermitente (1º nível), segmento de vale predominantemente com leito rochoso e com trechos aluviais (2º nível), morfologia plana, com canais rochosos (3º nível), em alguns setores o vale apresenta-se como não confinado, porém, também registrou-se confinamento associado ao controle litológico (4º nível), padrão em planta com canais múltiplos (5º nível), presença de vegetação arbórea e arbustiva e trechos com plantio (6º nível). presença de feições de dissolução no leito rochoso com marmitas e fraturas (7º nível) (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis taxonômicos do sistema fluvial e sua caracterização geral.

Táxons	Tipo	Ordens	Classificação da área de estudo	Descrição
1ª	Regime hidrológico	i) perene; ii) intermitente; iii) efêmero	ii) intermitente	O rio Seridó localiza-se no semiárido, na região do Seridó, onde tem-se forte escassez hídrica e alta variabilidade interanual de precipitações, resultando no regime hidrológico intermitente.
2ª	Segmento do vale	i) aluvial; ii) coluvial; iii) leito rochoso; iv) antrópico.	iii) leito rochoso	O leito do rio Seridó no trecho analisado apresenta sedimentos aluviais inconsolidados, porém, tem-se predomínio de leitos rochosos.
3ª	Morfologia do canal	i) cascata; ii) degrau-poço; iii) leito plano (aluvial); iv) poço-corredeira; v) duna ondulada; vi) canal rochoso	iii) leito plano (aluvial); vi) canal rochoso	Registrou-se canais rochosos e em alguns trechos com leito plano (aluvial). Provavelmente a existência de barramentos influencia no transporte de sedimentos e diminui a ocorrência de leitos planos. Nos locais com mais afloramentos rochosos tem-se maior confinamento das paredes do vale.
4ª	Confinamento do vale	i) confinado; ii) parcialmente confinado; iii) não confinado	i) confinado; iii) não confinado	Registrou-se predominância de vale não confinado, porém, tem-se um trecho de vale confinado, sugerindo controle litológico.
5ª	Padrão dos canais em planta	i) retilíneo; ii) entrelaçado; iii) meandrante; iv) divagante; v) anastomosado; vi) canais múltiplos; vii) artificial	vi) Canais múltiplos	Identificou-se predomínio de canais múltiplos, com formação de ilhas, porém, também registrou-se trechos retilíneos.
6ª	Caracterização das feições e das coberturas superficiais	Presença de fraturas, feições de dissolução, granulometria	Fraturas e feições de dissolução com marmitas.	Os afloramentos rochosos no leito fluvial possuem muitas fraturas, e feições de dissolução. Registrou-se marmitas orientadas no sentido das fraturas.
7ª	Cobertura vegetal	i) arbórea; ii) arbustiva; iii) herbácea; iv) plantio; v) ausente	Destaque para: ii) arbustiva; iv) plantio	Registrou-se muitos arbustos na planície fluvial e também plantio, com destaque para capineira.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A planície fluvial da área de estudo encontra-se fortemente antropizada. Em vários trechos observa-se presença de plantio (destaque para capineira) (Figura 5A) e também utilização da área com pecuária. Ainda registrou-se a ocorrência de vários barramentos antrópicos, os quais influenciam na dinâmica hídrica e sedimentológica do trecho analisado (Figura 5B e 5D).

Figura 5. Representação dos ambientes da fluviais do Rio Seridó no trecho da Ilha de Santana, Caicó-RN.

A – Plantio em área de leito maior. B – local popularmente conhecida como canyons do Rio Seridó; C - vegetação estabilizando os depósitos aluviais em área de canais múltiplos. D – barramento hídrico e sedimentológico no canal fluvial da Ilha de Santana.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na área de estudo, destaca-se a ocorrência de muitos afloramentos de rochas acinzentadas da Unidade Ortognaisse Caicó (Figura 6E e 6F). Registrou-se presença de fraturas, feições de dissolução (Figura 6F) e marmitas, as quais estão majoritariamente orientadas no sentido das fraturas.

Figura 6. Representação dos tipos de leitos fluviais do Rio Seridó no trecho da Ilha de Santana, Caicó – RN.



A – Leito intermitente do Rio Seridó na ponte da Ilha de Santana. B – leito vazante com água corrente. C e D – bancos de areias no Rio Seridó. E – ortognaisse da área de estudo. F – feições de dissolução orientadas no sentido das fraturas.

Fonte: Elaborados pelos autores (2023).

DISCUSSÕES

Condicionantes ambientais dos sistemas fluviais

As depressões interplanálticas brasileiras com caatingas são os espaços mais típicos e representativos do domínio semiárido nordestino, área caracterizada como excepcionalidade pelo contexto climático e hidrológico do território nacional (AB'SABER, 2003). Essas paisagens são heranças de uma longa história fisiográfica (tercio-quadernária), comportando-se como remanescentes de uma vasta superfície de erosão (AB'SABER, 1999; SOUZA et al., 2023).

As superfícies aplainadas dos sertões brasileiros (Figura 1) foram rebaixadas por intensos processos denudacionais, sendo que as grandes massas de detritos removidos foram transportadas pelas águas e posteriormente depositadas (AB'SABER, 1999; SOUZA et al., 2023). Os aplainamentos se fizeram por mecanismos agressivos de arrasamento das coberturas (pediplanação), as vastas áreas colinosas são interrompidas somente por rochas mais resistentes, que formam inselbergs e cristas alongadas, algumas das quais cruzadas por gargantas (“boqueirões”) (AB'SABER, 1999).

Na área de estudo, o pediplano retocado (Pru) é justamente interrompido por um morrote (o qual, também, poderia ser denominado “serrote”), provavelmente influenciado pela maior resistência litológica (Figura 4). A análise geomorfológica da Ilha de Santana, também demonstra que o rio Seridó individualizou dois morrotes na área, onde provavelmente o rio Seridó aproveitou áreas de fraqueza para cortar a paisagem de maneira retilínea, demonstrando um controle estrutural (Figura 1). Esse setor supracitado, onde o rio encontra-se confinado é conhecido popularmente como “canyons do Rio Seridó” (Figura 5B).

A maior parte dos rios do semiárido nordestino surgem das bordas das chapadas ou do Planalto da Borborema, percorrem as extensas depressões interplanálticas, quentes e secas, e possuem ligação com o mar (drenagem exorréica) ou engrossando as águas dos poucos rios perenes (AB'SABER, 1999). Diferentemente de outros semiáridos do planeta, em que muitos rios correm para depressões fechadas (drenagem endorréica) (AB'SABER, 2003), a drenagem exorréica do nordeste brasileiro tem a importância ambiental de favorecer a evacuação de sais dissolvidos na estação chuvosa. Mesmo assim, os impactos da salinização ainda podem ser sentidos, associado às águas represadas em açudes, áreas irrigadas e porção setentrional do Nordeste (AB'SABER, 1999). Entre os impactos antrópicos, destaca-se associado aos barramentos, a modificação da dinâmica hidrológica e sedimentar das bacias hidrográficas (SOUZA e CORRÊA, 2012). Na Ilha de Santana também é possível observar vários barramentos, os quais em conjunto com outros tantos represamentos ao longo da bacia hidrográfica, modificam toda a dinâmica hidrológica e sedimentológica do Rio Seridó (Figura 5B e 5D).

O funcionamento hidrológico é um forte limitante para os sertanejos, os rios que nascem e correm dentro dos limites da área nuclear do domínio dos sertões dependem do ritmo estacional, o que torna seus cursos d'água intermitentes e sazonais, vários canais permanecem secos por cinco a sete meses do ano (Figura 6A) (AB'SABER, 1999).

As planícies fluviais são tidas como ecótonos entre ambientes terrestres e aquáticos (THOMS, 2003). Os materiais transportados nas vertentes se acumulam nos fundos dos vales, deixando registros das dinâmicas paisagísticas e ainda enriquecendo vazantes, e entranhando bancos de areia existentes no leito dos cursos d'água (Figuras 6C e 6D), propiciando o uso com lavouras anuais (AB'SABER, 1999). Os próprios leitos dos rios quando secam são utilizados para plantio agrícola (Figura 5A) (AB'SABER, 2003). As conexões hidrológicas promovem

trocas de nutrientes entre o canal e as planícies inundáveis, acarretando na influência da produtividade de todo o sistema fluvial (THOMS, 2003).

As características do fluxo e da carga sedimentar dos canais nas terras secas, associadas aos solos, geologia e à vegetação, são condicionantes das morfologias fluviais (SOUZA e CORRÊA, 2012). A escassez de umidade e a pouca permanência, ao longo do ano, das águas no subsolo produzem alterações químicas incipientes, com mantos de alteração descontínuos, alternados por afloramentos rochosos (“lajedos”) e eventuais manchas de terrenos pedregosos (AB’SABER, 1999). Na área de estudo, registrou-se muitos afloramentos rochosos, associados a incipiente atuação dos processos de intemperismo químico, a resistência litológica e também ao processo de lavagem de sedimentos em alguns trechos do canal fluvial. Segundo Lima e Lupinacci (2019), no semiárido, é comum a ocorrência de canais onde a razão entre largura e profundidade é típica de ambientes secos, sendo que as soleiras evidenciam o baixo potencial de incisão dos fluxos frente à sua efemeridade e à resistência das rochas cristalinas (Figuras 3 e 6A).

Análise do ambiente fluvial na Ilha de Santana

As tipologias do ambiente fluvial da Ilha de Santana apresentam no primeiro nível, quanto a natureza do tipo de regime hidrológico, regime intermitente (Tabela 2). Dessa forma, como a área fica livre de fluxo hídrico durante boa parte do ano, é comum que se tenha à ampliação do uso e ocupação (Figura 5A). Souza e Correa (2012) apresentaram que no semiárido, eventos de precipitação extrema podem acarretar em prejuízos diversos, tanto pela utilização da planície fluvial, quanto pelas enchentes nas áreas urbanas e com episódios de rompimentos de barragens. No cenário atual de mudanças climáticas, com maior tendência em ocorrer eventos extremos é fundamental a ampliação do monitoramento dos ambientes fluviais.

Na área de estudo, o vale é um misto de materiais aluviais e rochosos (2º nível) (Tabela 2). Montgomery e Buffington (1997) apresentaram que canais rochosos em porções de baixo gradiente de uma bacia hidrográfica podem refletir alta capacidade de transporte em relação a deposição de sedimentos. No Rio Seridó, a grande quantidade de barramentos existentes ao longo de toda a bacia hidrográfica, certamente restringem a carga aluvial nos leitos.

As litologias são importantes na análise hidrogeomorfológica, os diferentes tipos de rochas com suas propriedades físicas e químicas distintas fornecem, em consonância aos agentes de erosão e intemperismo, importantes respostas para entender o comportamento dinâmico hidrológico e geomorfológico dos canais fluviais ao longo do tempo (MONTGOMERY e BUFFINGTON, 1997; SOUZA e CORRÊA, 2012). A área de estudo situada sobre o embasamento cristalino proterozóico, apresenta baixa incisão fluvial. Essas áreas com afloramentos rochosos comumente sofrem com o impacto abrasivo gerado feições de polimento das superfícies das rochas (Figura 6F).

Ainda sobre as avaliações acerca da morfologia do canal, a área analisada apresenta canais rochosos e em alguns trechos com leito plano (aluvial). Nos locais com mais afloramentos rochosos tem-se maior confinamento das paredes do vale (Tabela 2). Em estudo no alto curso do Rio Piranhas, no semiárido brasileiro, Rodrigues e Souza (2021) abordaram que os canais confinados apresentaram predominantemente processos erosivos e indícios de alta competência e capacidade de transporte fluviais, com vales relativamente estreitos.

Na Ilha de Santana, também registrou-se canais não confinados que decorrem da pouca expressividade dos terraços fluviais (SCHUMM, 2005). Esses trechos não confinados, possuem maior probabilidade de extravasamento nos períodos de cheia, por não ter controles nas margens (RODRIGUES e SOUZA, 2021).

Em relação ao padrão dos canais (em planta) (5° nível), registrou-se a existência de canais múltiplos (Tabela 2). Essa configuração está associada a existência de afloramentos rochosos, a existência de depósitos aluviais (muitos destes estabilizados pela vegetação) (Figura 6C e 6D). Em alguns pontos, áreas de fraqueza parecem favorecer a existência de canais retilíneos, demonstrando um controle estrutural na drenagem (Figura 1).

Em relação as feições identificadas na área (6° nível), registrou-se fraturas, feições de dissoluções e marmitas no leito rochoso, observou-se que essas estavam orientadas no sentido das fraturas. Por fim, o 7° nível utilizado como critério de vegetação, observamos a presença da mesma sendo arbórea e arbustiva e trechos com plantio. O regime intermitente, favorece o crescimento vegetal no leito. A vegetação é importante, pois, passa a atuar como um agente de consolidação/estruturação dos sedimentos, muitas vezes minimizando os impactos erosivos (SCHUMM, 1977; 2005; SOUZA e CORRÊA, 2012).

CONCLUSÃO

O trecho do canal do Rio Seridó analisado na Ilha de Santana em Caicó-RN foi classificado como regime hidrológico intermitente (1° nível), segmento de vale predominantemente com leito rochoso e com trechos aluviais (2° nível), morfologia plana, com canais rochosos (3° nível), em alguns setores o vale apresenta-se como não confinado, porém, também registrou-se confinamento associado ao controle litológico (4° nível), o padrão em planta possui canais múltiplos (5° nível), com presença de vegetação arbustiva e trechos com plantio (6° nível), e ainda tem-se presença de rochas muito fraturadas e com feições de dissolução no leito rochoso (7° nível).

O presente trabalho pode oferecer contribuições para as atuais tentativas de criação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), dentro do eixo de ambientes fluviais, considerando principalmente a escassez de trabalhos existentes no ambiente semiárido.

O entendimento da morfologia dos ambientes fluviais e da sua dinâmica tem muito a contribuir com o planejamento ambiental e questões associadas ao uso e ocupação, haja vista que o crescimento das cidades muitas vezes ocorre em direção aos canais fluviais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFRN (PROPESQ) pela concessão das bolsas PIBIC para o primeiro e segundo autor. Agradecemos pela colaboração da equipe do GEOPAS/UFRN (Grupo de Estudo em Geomorfologia e Paisagens Semiáridas) pelo apoio nas atividades de campo e na elaboração do trabalho. Agradecemos ao LABESA/UFRN (Laboratório de Ecologia do Semiárido) e LADGEO/UFRN (Laboratório Didático de Geociências) pela infraestrutura oferecida. Por fim, agradecemos também os revisores e editores pelas sugestões e melhorias no trabalho.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: Uma Geografia Humana Sofrida. In: Dossiê Nordeste Seco. São Paulo/SP, **Revista Estudos Avançados/USP**. v. 13, nº36 – Maio/Agosto, 1999.

AB'SABER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil, potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALMEIDA, B. G. D. E., DONAGEMMA, G. K., RUIZ, H. A., BRAIDA, J. A., VIANA, J. H. M., REICHERT, J. M. M., OLIVEIRA, L. B., CEDDIA, M. B., WADT, P. S., FERNANDES, R. B. A., PASSOS, R. R., DECHEN, S. C. F., KLEIN, V. A., TEIXEIRA, W. G. Comunicado Técnico 66: **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Embrapa. Rio de Janeiro, 2012, 11p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu**: Resumo Executivo. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2016.

ANGELIM, L.A.A.; NESI, J.R.; TORRES, H.H.F.; MEDEIROS, V.C.; SANTOS, C.A.; JUNIOR, J.P.V.; MENDES, V.A. **Geologia e Recursos Minerais do Estado Do Rio Grande Do Norte**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil** / MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, organizador. Brasília: MMA, Coordenação Técnica de Combate à Desertificação, 2007.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. River Styles a Geomorphic Approach to Catchment Characterization Implications for River Rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia. **Environmental Management**. v. 25, n° 6, p. 661-679, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002670010052>

BRIERLEY, G.; FRYIRS, K.; OUTHT, D.; MASSEY, C. Application of the river styles framework as a basis for river management in new South Wales, Australia. **Applied Geography**, 22, 2002. p. 91 -122.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 236p.

CORRÊA, A. C. B., MACIEL, F., SOUZA, J. O. P., AZAMBUJA, R.N. & ARAÚJO, M. S. B. Estilos fluviais de uma bacia de drenagem no submédio São Francisco. **Revista de Geografia** - Recife, 26 (1), 2009. p. 181-215.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M. Morfologias fluviais em ambiente semiárido: questões teóricas aplicadas a um estudo de caso. **Rev. Bras. Geomorfol.** (Online), São Paulo, v.20, n.3, (Jul-Set) p.475-490, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i3.1597>

MOLINAS, P. A. A gestão dos recursos hídricos no semiárido nordestino: a experiência cearense. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 1, 1996. P. 67-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v1n1.p68-88>

MONTGOMERY, D. R.; BUFFINGTON, J. M. Channel reach morphology in mountain drainage basins. **GSA Bulletin**. v. 109, n° 5, p. 596-611, 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1997\)109%3C0596:CRMIMD%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)109%3C0596:CRMIMD%3E2.3.CO;2)

OLIVEIRA, L. A. F.; MAGALHÃES JR, A. P.; LIMA, L. B. S.; CARVALHO, A. Fatores condicionantes da configuração de fundos de vale colmatados na bacia do Alto-Médio Rio Pomba, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 639-657, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i4.494>

POEPPL, R. E.; FRYIRS, K. A.; TUNNICLIFFE, J.; BRIERLEY, G. J. Managing sediment (dis)connectivity in fluvial systems. **Science of the Total Environment**, 736 (2020) 139627, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139627>

RABELO, D. R.; CAVALCANTE, A. A.; ARAÚJO, J. C. Sediment yield in a basin in Brazilian Semiarid Regions: A discussion on positive allometry. **Catena**, Volume 221, Part A, February 2023, 106749, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106749>

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo, Oficina de textos, 2009.

RODRIGUES, J. M.; SOUZA, J. O. Estilos fluviais do alto curso do Rio Piranhas, ambiente semiárido (PB). **Revista de Geografia** (Recife) V. 38, No. 1, 2021.

SALES, E.L.V., LOPES, D.V., SOUZA, S.F., REIS, J.S. Análise integrada da geodiversidade no município de Acari-RN, semiárido brasileiro. **International Journal Semiarid**, Ano 5, Vol. 5 ISSN: 2764-6203. p. 418 – 428, 2022. DOI: https://doi.org/10.56346/Journal_Semiarid_ijsa.v5i5.143

SCHUMM, S. A **The Fluvial System**. New York, Wiley, 1977, 338 p.

SCHUMM, S. **River Variability and Complexity**. Cambridge, 2005. 220 p

SOCHAVA, V. B. **Métodos em questão: o estudo de geossistemas**. São Paulo, v.16. IG-USP, n° 16, p. 1-50, 1977.

SOUZA, J. O. P.; CORRÊA, A. C. B. Sistema fluvial e planejamento local no semiárido. **Mercator**, 11, 2012. p.149 -168.

SOUZA, J. O. P.; BARROS, A.C.M.; CORRÊA, A. C. B. Estilos fluviais num ambiente semiárido, Bacia do Riacho do Saco, Pernambuco. **Finisterra**, LI, 102, 2016, pp. 3-23
DOI: 10.18055/finis3737.

SOUZA, D.V., SPINOLA, D., SANTOS, J.C., TATUMI, S.H., YEE, M., OLIVEIRA, R.A.P., ELTINK, E., LOPES, D.V., SPÖLT, C., CHERKINSKY, A., REIS, H.F., SILVA, J.O., AULER, A., CRUZ, F.W. Relict soil features in cave sediments record periods of wet climate and dense vegetation over the last 100 kyr in a resente-day semiarid region of northeast Brazil. **Catena**, v. 226, p. 107092, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2023.107092>

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017, 336 p.

THOMS, M. Floodplain-river ecosystems: lateral connections and implications of human interference. **Geomorphology**, v. 56, p. 335-349, 2003.