WILLIAM MORRIS DAVIS
Revista de Geomorfologia

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PORTINHO, PIAUÍ

ALYSON MOTA SOUSA
Mestrando em Geografia, Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Email: alyson.mota@ufpi.edu.br ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4188-4925

RONEIDE DOS SANTOS SOUSA
Doutora em Geografia, Docente do Curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Email: roneide.sousa@ufpi.edu.br ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6850-573X

Recebido:08/26 Avaliado:09/26 Publicado:10/26

RESUMO
O presente estudo realizou a compartimentação geomorfológica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, localizada no litoral do Piauí, com o objetivo de delimitar unidades geomorfológicas a partir da análise do relevo. A metodologia baseou-se na abordagem da Geoecologia da Paisagem, utilizando o Modelo Digital de Elevação (FABDEM), elaboração cartográfica em ambiente SIG e validação em campo. A integração das informações altimétricas e geomorfológicas permitiu identificar cinco unidades: planície de deflação eólica, campo de dunas móveis, planície fluvial-lacustre, tabuleiros litorâneos e patamares do Parnaíba. Os resultados evidenciam a organização do relevo da bacia e a transição entre ambientes deposicionais costeiros, superfícies tabulares e áreas mais elevadas e dissecadas, contribuindo para a compreensão da compartimentação geomorfológica da paisagem.
Palavras-chave: Geomorfologia; Compartimentação da Paisagem; Bacia Hidrográfica; Litoral do Piauí; Geoecologia.

GEOMORPHOLOGICAL COMPARTMENTALIZATION OF THE PORTINHO RIVER BASIN LANDSCAPES, PIAUÍ, BRAZIL

ABSTRACT
This study carried out the geomorphological compartmentalization of the landscape of the Portinho River Watershed, located on the coast of the state of Piauí, Brazil, with the aim of delimiting geomorphological units based on landform analysis. The methodology was grounded in the Landscape Geoecology approach, using the FABDEM Digital Elevation Model, GIS-based cartographic analysis, and field validation. The integration of altimetric and geomorphological data enabled the identification of five geomorphological units: aeolian deflation plain, active dune field, fluvial-lacustrine plain, coastal tablelands, and Parnaíba stepped uplands. The results reveal the geomorphological organization of the watershed and the transition between coastal depositional environments, tabular surfaces, and higher, more dissected terrains, contributing to a better understanding of the geomorphological compartmentalization of the landscape.
Keywords: Geomorphology; Landscape Compartmentalization; Watershed; Piauí Coast; Geoecology.

COMPARTIMENTACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS PAISAJES DE LA CUENCA DEL RÍO PORTINHO, PIAUÍ, BRASIL

RESUMEN
El presente estudio realizó la compartimentación geomorfológica del paisaje de la cuenca hidrográfica del río Portinho, ubicada en la costa del estado de Piauí, Brasil, con el objetivo de delimitar unidades geomorfológicas a partir del análisis del relieve. La metodología se basó en el enfoque de la Geoecología del Paisaje, utilizando el Modelo Digital de Elevación (FABDEM), la elaboración cartográfica en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la validación en campo. La integración de la información altimétrica y geomorfológica permitió identificar cinco unidades: llanura de deflación eólica, campo de dunas móviles, llanura fluvio-lacustre, tableros costeros y escalones del Parnaíba. Los resultados evidencian la organización del relieve de la cuenca y la

transición entre ambientes deposicionales costeros, superficies tabulares y áreas más elevadas y disectadas, contribuyendo a una mejor comprensión de la compartimentación geomorfológica del paisaje.
Palabras Clave: Geomorfología; Compartimentación Del Paisaje; Cuenca Hidrográfica; Litoral De Piauí; Geoecología.

COMPARTIMENTATION GÉOMORPHOLOGIQUE DES PAYSAGES DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE PORTINHO, PIAUÍ

RÉSUMÉ
Cette étude a réalisé la compartimentation géomorphologique du paysage du bassin versant de la rivière Portinho, situé sur le littoral de l'État du Piauí, au Brésil, dans le but de délimiter des unités géomorphologiques à partir de l'analyse du relief. La méthodologie s'est appuyée sur l'approche de la Géoécologie du Paysage, en utilisant le Modèle Numérique d'Élévation (FABDEM), l'élaboration cartographique dans un environnement de Système d'Information Géographique (SIG) et la validation sur le terrain. L'intégration des données altimétriques et géomorphologiques a permis d'identifier cinq unités : la plaine de déflation éolienne, le champ de dunes mobiles, la plaine fluvio-lacustre, les plateaux littoraux et les gradins du Parnaíba. Les résultats mettent en évidence l'organisation du relief du bassin versant ainsi que la transition entre les environnements de dépôt côtiers, les surfaces tabulaires et les zones plus élevées et disséquées, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de la compartimentation géomorphologique du paysage.
Mots-clés: Géomorphologie; Compartimentation du paysage; Bassin versant; Littoral du Piauí; Géoécologie.

INTRODUÇÃO

A zona costeira do estado do Piauí possui aproximadamente 66 km de extensão, configurando-se como a menor faixa litorânea do Brasil. Apesar de sua pequena dimensão territorial, essa área abriga um conjunto diversificado de unidades geoambientais, resultantes da interação entre processos continentais e marinhos responsáveis pela modelagem das paisagens físico-naturais. Nesse contexto, destaca-se a Bacia Hidrográfica do Rio Portinho (BHRP), que se insere entre as seis sub-bacias presentes no litoral piauiense (Lima, 2017). Diferentemente das demais bacias consideradas difusas, conforme definição de Lima (2017), a BHRP encontra-se inserida na mesorregião do Baixo Parnaíba e na microrregião do Litoral Piauiense, integrando-se à bacia hidrográfica do rio Parnaíba (ANA, 2024).

As bacias hidrográficas são compreendidas como áreas da superfície terrestre delimitadas pelos divisores topográficos, nas quais o escoamento superficial e subsuperficial das águas pluviais é direcionado pela gravidade para as porções mais baixas do relevo, por meio de ravinas, canais, córregos e tributários, até alcançar o canal principal (Piroli, 2022). Essa configuração natural torna as bacias unidades territoriais adequadas para estudos ambientais, especialmente aqueles voltados à compreensão da dinâmica do relevo e sua influência sobre a organização espacial da paisagem. Nesse sentido, Carvalho (2020) e Sousa e Rocha (2024) ressaltam que as bacias hidrográficas constituem importantes unidades de planejamento ambiental, pois possibilitam a análise integrada dos impactos ambientais, da gestão dos recursos hídricos e da preservação dos ecossistemas.

O relevo constitui um dos principais elementos estruturadores da paisagem, pois condiciona a drenagem, a distribuição dos sedimentos, os processos erosivos e deposicionais e a organização espacial dos demais componentes ambientais. De acordo com Christofoletti (1980), o estudo geomorfológico permite compreender a evolução das formas do relevo e sua dinâmica, sendo fundamental para a análise integrada dos sistemas naturais. Nessa mesma perspectiva, Ross (1992) destaca que a compartimentação do relevo possibilita a individualização de unidades relativamente homogêneas, constituindo importante base para a interpretação da paisagem e para o planejamento ambiental. Assim, a análise geomorfológica contribui para a identificação das unidades de paisagem, especialmente em áreas costeiras onde predominam ambientes deposicionais e forte influência da dinâmica eólica e fluvial.

Diversos estudos têm destacado a importância da compartimentação da paisagem como ferramenta para compreensão da organização espacial dos ambientes naturais, evidenciando o papel do relevo como elemento estruturador (Alves et al., 2024; Borges et al., 2024; Lima; Faria, 2024; Medeiros et al., 2023; Lyra, 2022; Oliveira, 2022; Rosa; Ferreira, 2022; Rodrigues Neto; Ferreira; Messias, 2021; Robaina; Trentin, 2020; Mesquita, 2017). Autores como Lyra (2022), Oliveira (2022) e Rosa e Ferreira (2022) ressaltam que a compartimentação geomorfológica permite identificar unidades com relativa homogeneidade morfológica, facilitando a compreensão da dinâmica ambiental e das relações entre os componentes da paisagem.

A presente pesquisa fundamenta-se na abordagem da Geoecologia da Paisagem proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), utilizada como suporte metodológico para a interpretação integrada das unidades geomorfológicas. Essa abordagem considera o relevo como elemento-chave na diferenciação das paisagens, permitindo identificar compartimentos espaciais com características morfológicas semelhantes (Farias, 2020). Nesse sentido, Bacelar, Sousa e Sousa (2024) destacam que a análise geomorfológica, associada à interpretação altimétrica e à observação de campo, constitui base importante para a delimitação de unidades da paisagem em bacias hidrográficas.

Frente à exploração dos ambientes costeiros e à intensificação das pressões antrópicas sobre os recursos naturais, torna-se fundamental a realização de estudos voltados à compartimentação geomorfológica e à compreensão da dinâmica do relevo. Essas análises fornecem subsídios para o planejamento territorial e a gestão ambiental, especialmente em áreas litorâneas que apresentam elevada sensibilidade dos seus sistemas naturais.

A Bacia Hidrográfica do Rio Portinho apresenta elevada complexidade geomorfológica, decorrente da interação entre processos marinhos, fluviais e eólicos que atuam continuamente na evolução da paisagem costeira. Em sua área ocorrem diferentes compartimentos morfológicos, como campos de dunas móveis, fixas e semi-fixas, planícies de deflação eólica, planícies flúvio-lacustres, tabuleiros costeiros e superfícies mais elevadas associadas aos Patamares do Parnaíba, configurando um mosaico de ambientes naturais com distintas características geomorfológicas. A dinâmica desses compartimentos influencia diretamente o comportamento da drenagem, a mobilidade dos sedimentos, a distribuição da cobertura vegetal e a vulnerabilidade ambiental, evidenciando a necessidade de estudos que permitam compreender a organização espacial dessas unidades e sua relação com os processos responsáveis pela evolução da paisagem.

Embora o litoral piauiense tenha sido objeto de diversas pesquisas voltadas à dinâmica costeira, ao uso e cobertura da terra, à fragilidade ambiental e aos sistemas ambientais, ainda são limitados os estudos que realizam a compartimentação geomorfológica em escala de bacia hidrográfica, especialmente fundamentados na abordagem da Geoecologia da Paisagem. A delimitação de unidades geomorfológicas constitui uma importante etapa para o entendimento da estrutura e do funcionamento da paisagem, fornecendo uma base técnico-científica para estudos ambientais, monitoramento de mudanças, planejamento territorial e gestão dos recursos naturais. Dessa forma, a presente pesquisa busca preencher essa lacuna ao propor uma compartimentação geomorfológica integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a geomorfologia costeira do estado do Piauí.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo realizar a compartimentação geomorfológica das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, Piauí, a partir da análise das unidades de relevo. De forma específica, busca-se delimitar e caracterizar as unidades geomorfológicas da bacia, estabelecendo relações entre as formas do relevo e a organização espacial da paisagem, bem como descrever os principais compartimentos identificados durante as atividades de campo. O estudo apresenta ainda a finalidade de contribuir para o

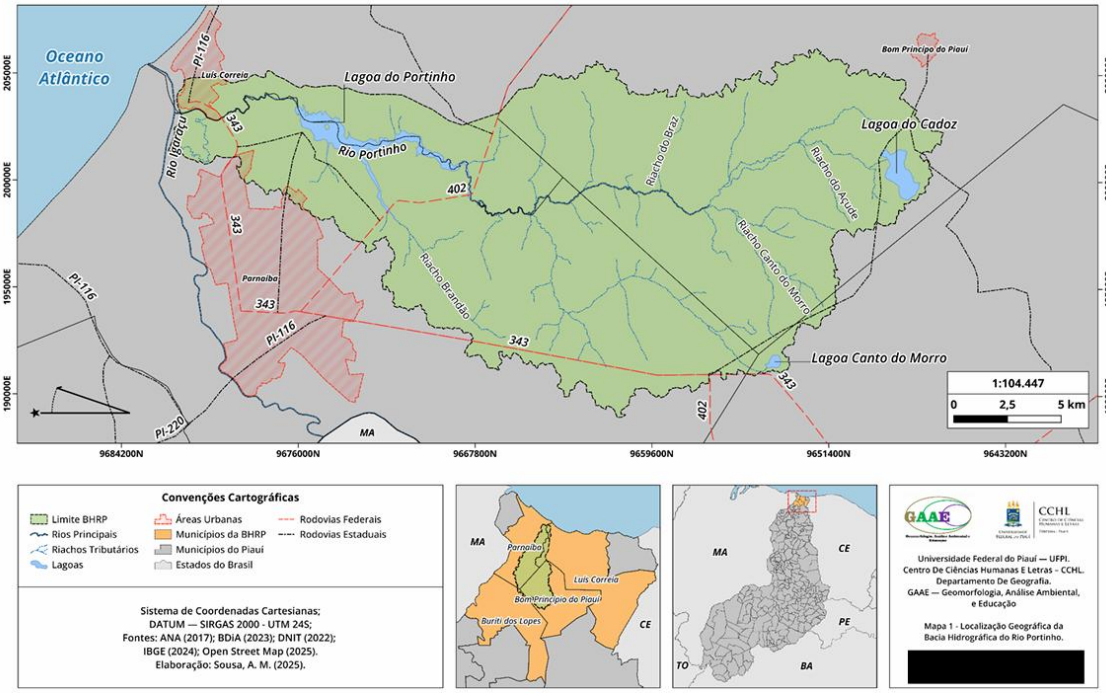
conhecimento geomorfológico do litoral piauiense, fornecendo informações que possam subsidiar futuras pesquisas e auxiliar na gestão ambiental da BHRP.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Portinho (BHRP) está inserida no Território de Desenvolvimento Planície Litorânea do estado do Piauí (Pereira; Nascimento; Rodrigues, 2017), abrangendo os municípios de Bom Princípio do Piauí (≈ 155,97 km²), Parnaíba (≈ 149,44 km²), Luís Correia (≈ 36,82 km²) e uma pequena porção do município de Buriti dos Lopes (≈ 3,55 km²), totalizando uma área aproximada de 345 km² (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do rio Portinho



Fonte: Autores (2025)

A BHRP apresenta características geoambientais distintas ao longo de sua extensão, refletindo a interação entre os sistemas litorâneos e continentais, bem como a influência da ocupação urbana no baixo curso da bacia. Em sua porção norte, observa-se forte influência do sistema costeiro, com predominância de ambientes deposicionais associados à dinâmica eólica e à atuação das marés, que contribuem para a formação e remodelação das feições geomorfológicas. Nessa área, destaca-se também a maior concentração da estrutura urbana, especialmente nos municípios de Parnaíba e Luís Correia, evidenciada pela presença da malha viária, expansão urbana e ocupação no entorno da Lagoa do Portinho e do baixo curso do rio Portinho, elementos que exercem pressão sobre a dinâmica natural da paisagem.

Já na porção sul da bacia, predominam os sistemas continentais, marcados por processos erosivos, rede de drenagem mais ramificada e maior diversidade de ambientes físico-naturais, evidenciando a transição entre as unidades morfoestruturais interiores e a planície costeira. Essa diferenciação espacial reforça o contraste entre o setor norte, mais influenciado pela dinâmica litorânea e pela ocupação urbana, e o setor sul, onde predominam características naturais associadas aos sistemas continentais.

Destaca-se ainda que, conforme o Decreto Estadual nº 18.346/2019, a Lagoa do Portinho é reconhecida como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), abrangendo

aproximadamente 5,4 km² (Piauí, 2019). Essa unidade de conservação reforça a importância ambiental da bacia hidrográfica, especialmente pela presença de ecossistemas associados a ambientes lacustres costeiros, dunas, áreas úmidas e sistemas flúvio-lagunares, que desempenham papel fundamental na dinâmica paisagística e na manutenção dos recursos hídricos regionais.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da pesquisa baseou-se em abordagem quali-quantitativa, com caráter exploratório, aliada à realização de atividades de campo na área da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho (BHRP), realizadas entre os dias 21 e 23 de junho de 2024. A adoção do recorte de bacia hidrográfica como unidade de análise fundamenta-se em sua ampla utilização em estudos geomorfológicos e ambientais, permitindo a compreensão da organização do relevo e da dinâmica da paisagem, além de constituir importante unidade para o planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Com base nos pressupostos da Geoecologia da Paisagem proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), a pesquisa foi estruturada em duas etapas principais: (i) fase de organização e inventário e (ii) fase de análise. Essas etapas foram desenvolvidas por meio de investigação sistemática, levantamento e interpretação de materiais bibliográficos e cartográficos, além da realização de atividades de campo com a finalidade de validação empírica das informações obtidas em gabinete. Ressalta-se que, em consonância com os objetivos desta pesquisa, foram priorizados os condicionantes geomorfológicos, com ênfase na compartimentação do relevo da BHRP.

Fase de organização e inventário

A fase inicial consistiu na revisão bibliográfica e na aquisição de dados geoespaciais necessários à caracterização geomorfológica da área de estudo. O levantamento teórico foi realizado a partir de artigos científicos, capítulos de livros, dissertações e demais publicações relacionadas à geoecologia da paisagem, geomorfologia e análise do relevo em bacias hidrográficas. As bases bibliográficas foram obtidas por meio de plataformas como SciELO, ResearchGate e Google Scholar.

Os dados geomorfológicos foram adquiridos em bases oficiais, incluindo o Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Modelo Digital de Elevação do projeto FABDEM. Esses dados subsidiaram a elaboração dos mapas temáticos e a interpretação geomorfológica da bacia.

Para a operacionalização dos dados, foram utilizadas técnicas de Sistema de Informações Geográficas – SIG (Câmara; Davis, 2001) e Sensoriamento Remoto (Crosta, 1992; Florenzano, 2008; Jensen, 2009), que possibilitam a análise espacial das formas de relevo e a produção cartográfica. O processamento e a elaboração dos mapas foram realizados no software livre QGIS versão 3.44, adotando-se o sistema de referência SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 24S. O trabalho de campo foi realizado com o objetivo de reconhecer as unidades geomorfológicas, observar feições do relevo e validar os dados cartográficos obtidos em ambiente SIG.

Fase de análise

A fase de análise consistiu na integração dos dados geomorfológicos da BHRP em ambiente SIG, com a finalidade de identificar e delimitar as unidades geomorfológicas da paisagem. Para isso, foram elaborados mapas temáticos de geomorfologia e hipsometria, que serviram de base para a compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica.

A delimitação da BHRP foi realizada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto FABDEM, com resolução espacial de 30 m, complementado pela interpretação de cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) na escala 1:100.000, seguindo a metodologia proposta por Strahler (1957).

O mapa hipsométrico foi gerado a partir do MDE FABDEM, permitindo a análise da variação altimétrica e sua relação com as formas de relevo. A compartimentação geomorfológica foi realizada por meio da integração entre a hipsometria, a morfologia do terreno, a dissecação do relevo e a interpretação visual do MDE, considerando ainda os padrões morfoestruturais da área. A delimitação das unidades foi realizada por vetorização manual em ambiente SIG, com base na homogeneidade morfológica e na continuidade espacial das formas de relevo.

Para a definição das unidades geomorfológicas da paisagem, realizou-se a integração entre o mapeamento geomorfológico de referência e os critérios morfológicos e altimétricos obtidos a partir do Modelo Digital de Elevação (FABDEM), considerando-se ainda a dinâmica morfogenética, a continuidade espacial das formas e as observações realizadas em campo. Esse procedimento permitiu detalhar e reorganizar os compartimentos geomorfológicos de acordo com as características identificadas na escala da BHRP. O Quadro 1 apresenta a correspondência entre as unidades geomorfológicas utilizadas como base, os principais critérios empregados em sua diferenciação e as unidades da paisagem resultantes da compartimentação.

Quadro 1 – Critérios para definição das unidades geomorfológicas da paisagem da BHRP

Base geomorfológica	Critérios de diferenciação	Unidade geomorfológica
Planície Litorânea	Baixa altitude, superfícies arenosas planas, dinâmica eólica e validação em campo	Planície de deflação eólica
Planície Litorânea	Morfologia dunar, depósitos eólicos, presença de lagoas interdunares e validação em campo	Campo de dunas móveis associadas a lagoas interdunares
Planície Litorânea / Terraço Fluviomarinho e setores associados à drenagem	Baixa declividade, dinâmica fluvial e lacustre, áreas sazonalmente inundáveis e observações de campo	Planície fluvial-lacustre
Tabuleiros Costeiros	Superfícies planas a suavemente onduladas, baixa dissecação, continuidade morfológica e associação ao Grupo Barreiras	Tabuleiros litorâneos
Patamares do Parnaíba / Superfície Dissecada de Chaval	Maiores cotas altimétricas, maior dissecação do relevo, presença de morrotes e afloramentos rochosos e continuidade espacial	Patamares do Parnaíba

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

As atividades de campo foram utilizadas para reconhecimento das unidades delimitadas, observação das feições geomorfológicas, identificação dos contatos entre compartimentos e validação dos resultados cartográficos. A partir dessas análises, foi possível realizar a

compartimentação geomorfológica das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, conforme os objetivos propostos pela pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho constitui base fundamental para a compreensão da organização espacial da paisagem, uma vez que o relevo condiciona a dinâmica hidrológica, a distribuição dos sedimentos e a atuação dos processos morfogenéticos. Conforme expõe Lyra (2022), a compreensão da paisagem exige a análise integrada de seus componentes, considerando a relação dinâmica entre os elementos naturais. Nesse sentido, Oliveira (2022) destaca que a análise sistêmica das características físico-naturais é essencial para a interpretação ambiental de uma área. No presente estudo, essa abordagem foi aplicada com ênfase na compartimentação geomorfológica da BHRP.

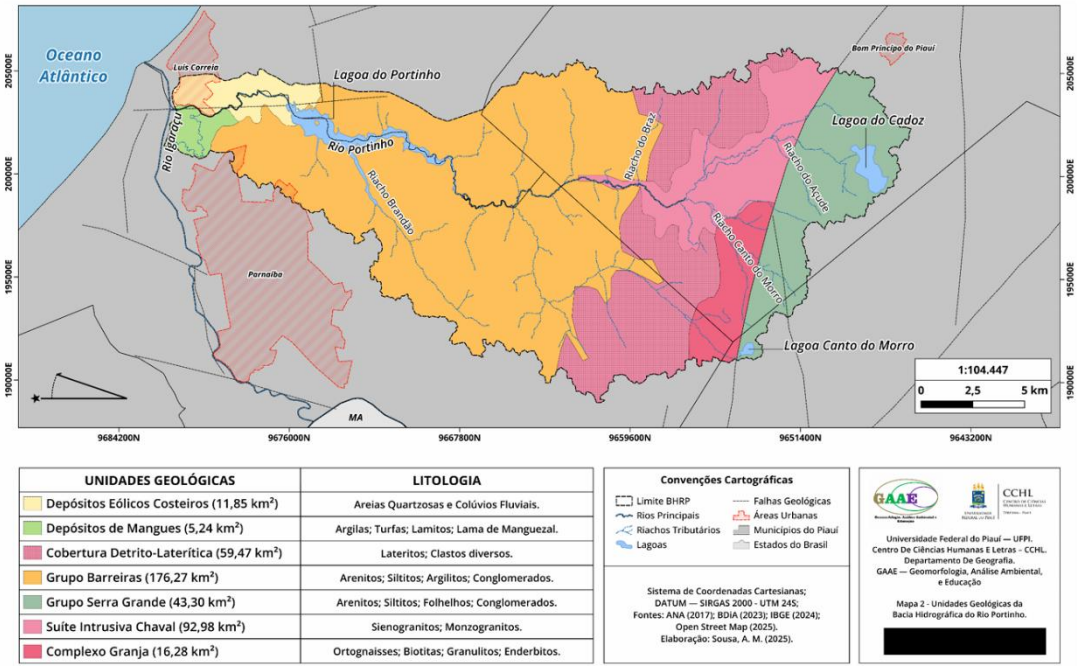
Caracterização geomorfológica da BHRP

Inserida em um contexto tanto litorâneo quanto continental, a Bacia Hidrográfica do Rio Portinho apresenta diversidade geológica significativa, com variações cronológicas que vão do Proterozoico ao Cenozoico. Conforme o mapeamento geológico adaptado do BDiA (IBGE, 2023), a área é composta pelas seguintes unidades geológicas: Complexo Granja, Suíte Intrusiva Chaval, Grupo Serra Grande, Grupo Barreiras, Coberturas Detrito-lateríticas, Depósitos Eólicos Costeiros e Depósitos de Mangues (Figura 2).

O Complexo Granja e a Suíte Intrusiva Chaval, localizados ao sul da BHRP, apresentam direcionamento geral das estruturas com tendência oeste-leste. Essas unidades também apresentam afloramentos rochosos em diferentes pontos da bacia. Datado do Paleoproterozoico, período Sideriano, o Complexo Granja (≈ 16,28 km²) é constituído por ortognaisses tonalíticos e granodioríticos, biotita e sillimanita, granulitos máficos, enderbitos e raros charnockitos, além de quartzitos diversos, formações ferríferas bandadas e anfibolitos (Gorayeb; Lima, 2014).

De maior expressividade espacial, a Suíte Intrusiva Chaval (≈ 92,98 km²), datada do Neoproterozoico, período Ediacarano, encontra-se próxima à zona costeira atlântica, tendo como localidades de referência as cidades de Chaval (CE) e Bom Princípio do Piauí (PI) (Gorayeb; Lima, 2014). Parte dessa unidade encontra-se recoberta por depósitos cenozoicos e por rochas paleozoicas da Província Parnaíba, o que dificulta a definição precisa de sua extensão regional (Gorayeb; Lima, 2014). Tanto a Suíte Intrusiva Chaval quanto o Complexo Granja são modificados pela Zona de Cisalhamento Santa Rosa, que estabelece limite entre essas unidades e o Grupo Serra Grande. A litologia predominante da Suíte Intrusiva Chaval é composta por sienogranitos e monzogranitos (Gorayeb; Lima, 2014), sendo observados afloramentos rochosos próximos aos canais de drenagem durante as atividades de campo.

Figura 2 – Unidades geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho



UNIDADES GEOLÓGICAS	LITOLOGIA
Depósitos Eólicos Costeiros (11,85 km²)	Areias Quartzosas e Colúvios Fluviais.
Depósitos de Mangues (5,24 km²)	Argilas; Turfas; Lamitos; Lama de Manguezal.
Cobertura Detrito-Laterítica (59,47 km²)	Lateritos; Clastos diversos.
Grupo Barreiras (176,27 km²)	Arenitos; Siltitos; Argilitos; Conglomerados.
Grupo Serra Grande (43,30 km²)	Arenitos; Siltitos; Folhelhos; Conglomerados.
Suíte Intrusiva Chaval (92,98 km²)	Sienogranitos; Monzogranitos.
Complexo Granja (16,28 km²)	Ortognaisses; Biotitas; Granulitos; Enderbitos.

Fonte: Autores (2025)

O Grupo Serra Grande, datado do Paleozoico, período Siluriano, ocorre no extremo sul da bacia hidrográfica e constitui o marco inicial da sedimentação da Bacia do Parnaíba (Lima; Brandão, 2010). Essa unidade engloba as formações Ipu, Tianguá e Jaicós, correlatas por suas características sedimentares (Lima; Brandão, 2010). No contexto da BHRP, essa unidade atua como importante divisor topográfico, com direção geral leste-oeste, delimitando parte da rede de drenagem regional (Lima, 2017). Sua litologia é composta predominantemente por arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos e argilitos (Lima; Brandão, 2010).

O Grupo Barreiras (≈ 176,27 km²), que ocupa grande parte da porção central da BHRP, é datado do Cenozoico (Neógeno) e caracteriza-se pela presença de sedimentos arenoargilosos, níveis conglomeráticos e horizontes lateríticos (Lima; Brandão, 2010). Essa unidade está associada aos tabuleiros pré-litorâneos e ocorre em ampla faixa à retaguarda dos depósitos quaternários costeiros (Meireles, 2014; Lima; Brandão, 2010). As Coberturas Detrito-lateríticas Neogênicas (≈ 59,47 km²) apresentam-se intercaladas entre as unidades sedimentares e cristalinas da bacia. Essas coberturas são compostas majoritariamente por lateritos e clastos diversos, representando depósitos inconsolidados de origem cenozoica.

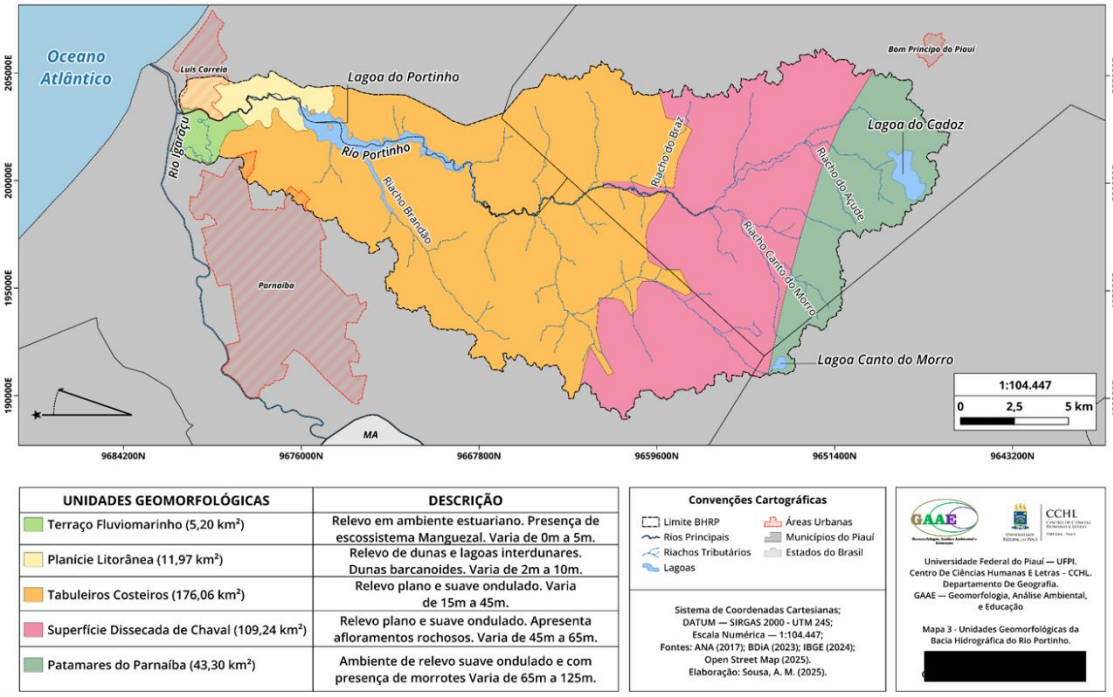
Na planície costeira da BHRP ocorrem os Depósitos Eólicos Costeiros e os Depósitos de Mangue. Os depósitos eólicos (≈ 11,85 km²) datam do Pleistoceno-Holoceno e correspondem aos campos de dunas móveis e semifixas, compostos por areias quartzosas inconsolidadas, com granulometria média a fina e grãos arredondados (Lima; Brandão, 2010). Essas dunas apresentam morfologia do tipo barcana e orientação associada à direção predominante dos ventos NE–SO.

Os Depósitos de Mangue (≈ 5,24 km²) correspondem a ambientes de sedimentação recente localizados na desembocadura do rio Portinho com o rio Igaraçu. Esses ambientes são caracterizados como zonas transicionais entre sistemas continentais e marinhos, favorecendo o desenvolvimento de ecossistemas manguezais (Lima; Brandão, 2010).

A geomorfologia da BHRP apresenta associação direta com as unidades geológicas, refletindo a influência da estrutura litológica na modelagem do relevo. Conforme Scheren (2021), o estudo geomorfológico constitui uma das principais vertentes para a caracterização

física de uma área, permitindo compreender o relevo em diferentes escalas e níveis taxonômicos. As unidades geomorfológicas mapeadas na BHRP foram: Patamares do Parnaíba, Superfície Dissecada de Chaval, Tabuleiros Costeiros, Planície Litorânea e Terraço Fluviomarinho (Figura 3).

Figura 3 – Unidades geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	DESCRIÇÃO
Terraço Fluviomarinho (5,20 km²)	Relevo em ambiente estuariano. Presença de escossistema Manguezal. Varia de 0m a 5m.
Planície Litorânea (11,97 km²)	Relevo de dunas e lagoas interdunares. Dunas barcanoides. Varia de 2m a 10m.
Tabuleiros Costeiros (176,06 km²)	Relevo plano e suave ondulado. Varia de 15m a 45m.
Superfície Dissecada de Chaval (109,24 km²)	Relevo plano e suave ondulado. Apresenta afloramentos rochosos. Varia de 45m a 65m.
Patamares do Parnaíba (43,30 km²)	Ambiente de relevo suave ondulado e com presença de morrotes Varia de 65m a 125m.

Fonte: Autores (2025)

Os Patamares do Parnaíba (≈ 43,30 km²), associados ao Grupo Serra Grande, ocorrem na porção sul da bacia e apresentam relevo suave ondulado com presença de morrotes, com altitudes variando entre aproximadamente 65 e 128 m. Essa unidade configura importante divisor topográfico regional (Lima, 2017). Segundo Ferreira e Dantas (2010), trata-se de superfícies resultantes de processos erosivos generalizados, caracterizadas por relevo de degradação em rochas sedimentares com colinas tabulares e superfícies aplainadas.

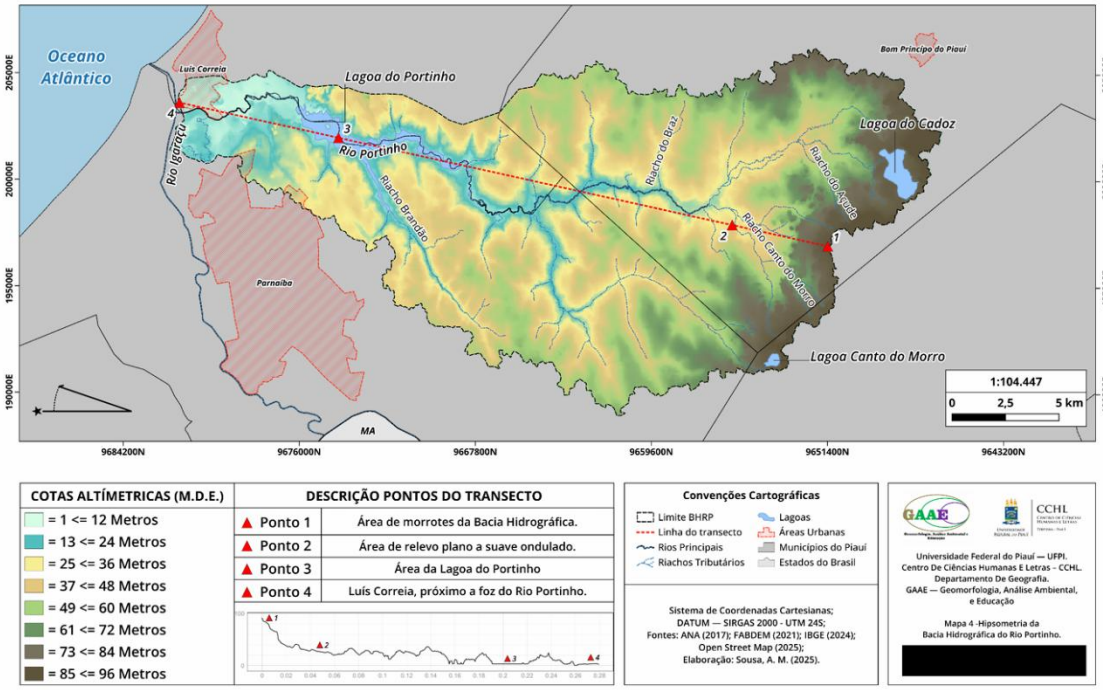
A Superfície Dissecada de Chaval (≈ 109,24 km²), desenvolvida sobre a Suíte Intrusiva Chaval e o Complexo Granja, apresenta relevo predominantemente plano a suave ondulado, com variações mais acentuadas próximas aos vales fluviais. As altitudes variam entre aproximadamente 45 e 65 m. Diferentemente das feições de inselbergs observadas na região de Chaval (CE), essa unidade apresenta formas relativamente homogêneas, com ocorrência de afloramentos rochosos dispersos (Cordeiro et al., 2023).

Os Tabuleiros Costeiros (≈ 176,06 km²), associados ao Grupo Barreiras, apresentam relevo plano a suave ondulado, com dissecação moderada pela rede de drenagem e altitudes entre aproximadamente 15 e 45 m. Ferreira e Dantas (2010) descrevem esses tabuleiros como relevos tabulares em rochas sedimentares, com colinas alongadas e vertentes retilíneas resultantes da dissecação fluvial recente.

A Planície Litorânea (≈ 11,97 km²) apresenta as menores altitudes da bacia, variando entre aproximadamente 2 e 15 m. Essa unidade é caracterizada pela presença de campos de dunas móveis e semifixas e lagoas interdunares, com sedimentos arenoquartzosos inconsolidados moldados pela dinâmica eólica (Ferreira; Dantas, 2010). O Terraço Fluviomarinho (≈ 5,20 km²) corresponde à área ocupada pelo ecossistema manguezal na

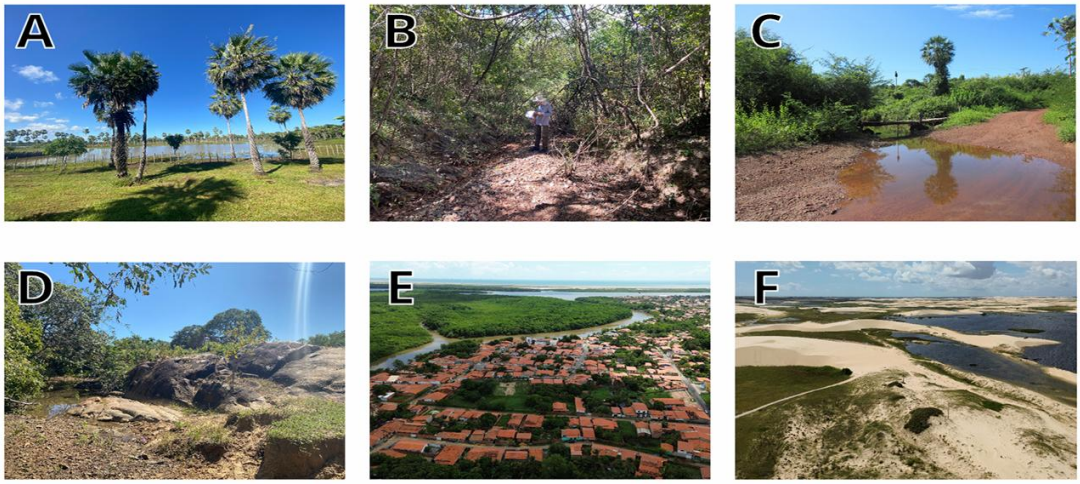
desembocadura do rio Portinho. Essa unidade apresenta variação altimétrica próxima ao nível do mar e caracteriza-se como ambiente deposicional sujeito à influência das marés, com terrenos mal drenados e periodicamente inundáveis (Ferreira; Dantas, 2010).As paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho apresentam diversidade geomorfológica associada à interação entre ambientes continentais e costeiros. (Figura 5).

Figura 4 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho



Fonte: Autores (2025)

Figura 5 – Paisagem geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho: A – Área de planície fluvial associada à lagoa e vegetação arbórea esparsa; B – Superfície dissecada com cobertura vegetal arbustiva e relevo suave ondulado; C – Planície fluvial sazonalmente inundável com canal de drenagem intermitente; D – Afloramento rochoso em área de superfície dissecada do embasamento cristalino; E – Planície fluviomarinha com ocupação urbana e vegetação de manguezal no baixo curso; F – Campo de dunas móveis e lagoas interdunares na planície litorânea.



Fonte: Autores (2025)

Observam-se áreas com relevo suavemente ondulado e cobertura vegetal arbustiva a arbórea, típicas dos tabuleiros litorâneos, além de superfícies dissecadas com presença de afloramentos rochosos vinculados ao embasamento cristalino. Nas porções mais baixas da bacia, destacam-se ambientes fluviais e flúvio-lacustres, com ocorrência de planícies sazonalmente inundáveis, cursos d'água de baixa declividade e áreas úmidas associadas. No setor costeiro, predominam campos de dunas e lagoas interdunares moldadas pela dinâmica eólica, enquanto na desembocadura dos rios ocorrem áreas estuarinas com vegetação adaptada a ambientes mal drenados. Essas diferentes feições evidenciam a compartimentação geomorfológica da bacia, marcada pela transição entre patamares mais elevados, superfícies dissecadas, tabuleiros litorâneos e planícies deposicionais associadas à dinâmica fluvial e costeira.

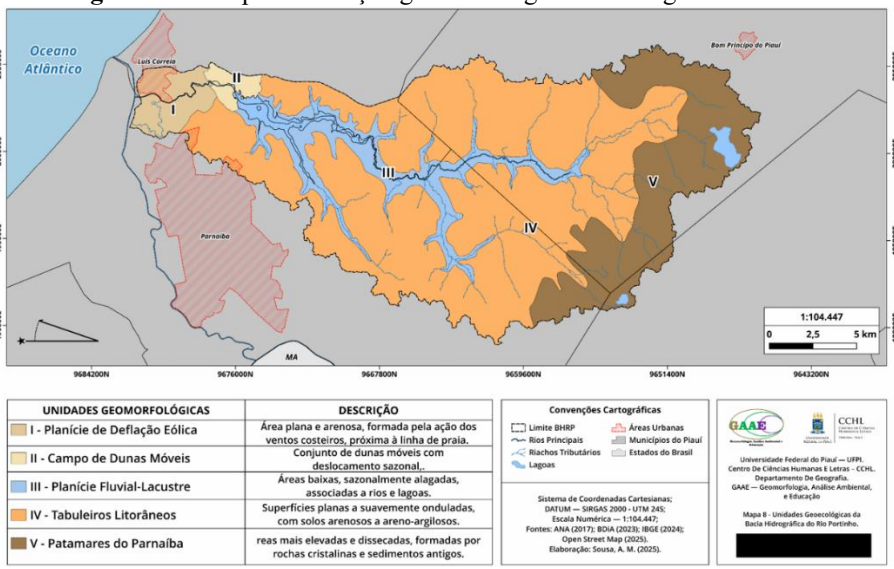
Compartimentação geomorfológica da paisagem da BHRP

A compartimentação geomorfológica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho (BHRP) foi realizada a partir da análise integrada das formas de relevo, variação altimétrica e dinâmica morfogenética, permitindo a individualização de unidades com relativa homogeneidade morfológica. Conforme destacam Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), em escala local o relevo constitui um dos principais fatores geoecológicos para distinção das unidades de paisagem.

A compartimentação teve como base a interpretação do Modelo Digital de Elevação (FABDEM), associada à análise geomorfológica previamente apresentada. Foram considerados critérios morfológicos como variação altimétrica, dissecação do relevo, padrões deposicionais e continuidade espacial das formas. Essa abordagem possibilitou identificar setores com diferenças altimétricas e padrões geomorfológicos distintos.

A partir dessa análise, foram definidas cinco unidades geomorfológicas da paisagem na BHRP (Figura 6): I – Planície de deflação eólica; II – Campo de dunas móveis associadas a lagoas interdunares; III – Planície fluvial-lacustre; IV – Tabuleiros litorâneos; V – Patamares do Parnaíba. Essas unidades refletem a organização espacial do relevo da bacia, evidenciando a transição entre ambientes deposicionais costeiros, superfícies tabulares e áreas mais elevadas e dissecadas no setor sul da bacia. A distribuição dessas unidades demonstra o controle geomorfológico sobre a dinâmica hidrológica e a compartimentação da paisagem da BHRP.

Figura 6 – Compartimentação geomorfológica da Paisagem da BHRP

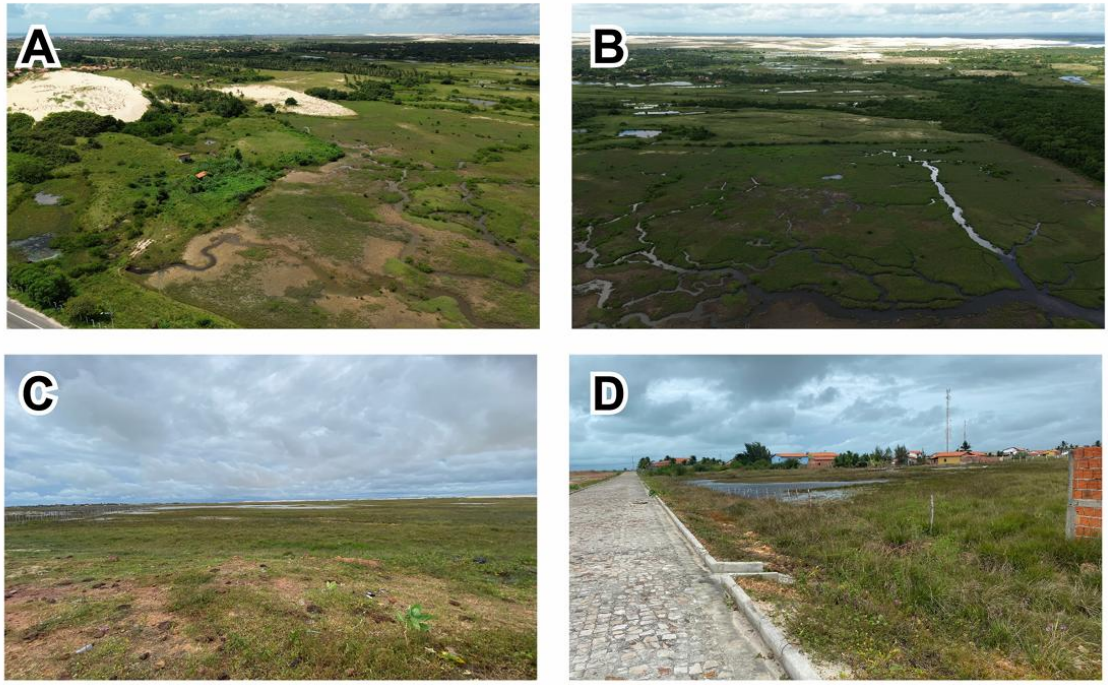


Fonte: Autores (2025)

Planície de deflação eólica

Localizada na porção altimétrica mais baixa da BHRP, com variações entre 0 e 16 m, a planície de deflação eólica (Figura 7) caracteriza-se como uma área plana e arenosa modelada pela ação dos ventos costeiros. Essa unidade ocorre próxima à linha de praia e estende-se pela porção norte da bacia, abrangendo áreas do município de Luís Correia. Os depósitos superficiais são constituídos predominantemente por sedimentos arenosos inconsolidados associados aos depósitos eólicos quaternários. A vegetação apresenta porte herbáceo e arbustivo, típica de ambientes de restinga, adaptada à baixa retenção hídrica e à mobilidade sedimentar.

Figura 7 – Paisagens do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho. (A) e (B) planície deposicional do rio Portinho com dunas ao fundo; (C) e (D) planície de deflação eólica com ocupação humana próxima a ambientes lacustres.



Fonte: Autores (2025)

Os registros de campo evidenciam superfícies arenosas planas, áreas com mananciais rasos e setores sujeitos à salinização, além de ocupações humanas dispersas e uso turístico. Essa unidade apresenta elevada fragilidade ambiental, principalmente devido à suscetibilidade à erosão eólica e à instabilidade sedimentar. As imagens obtidas em campo (Figura 7) evidenciam a estreita relação entre a planície de deflação eólica e os demais sistemas geomorfológicos do baixo curso da BHRP. Nas fotografias A e B observa-se a transição entre a planície deposicional associada ao rio Portinho e os campos de dunas localizados ao fundo da paisagem, demonstrando a interação entre os processos fluviais e eólicos na configuração desse setor costeiro. A superfície apresenta relevo essencialmente plano, baixa amplitude altimétrica e presença de áreas úmidas e canais de drenagem de pequena profundidade, características que refletem a influência do nível freático e da dinâmica sazonal de inundação. Essa organização espacial evidencia um ambiente de elevada conectividade entre os compartimentos deposicionais da bacia, onde a circulação de sedimentos ocorre de forma contínua em resposta às condições hidrológicas e eólicas.

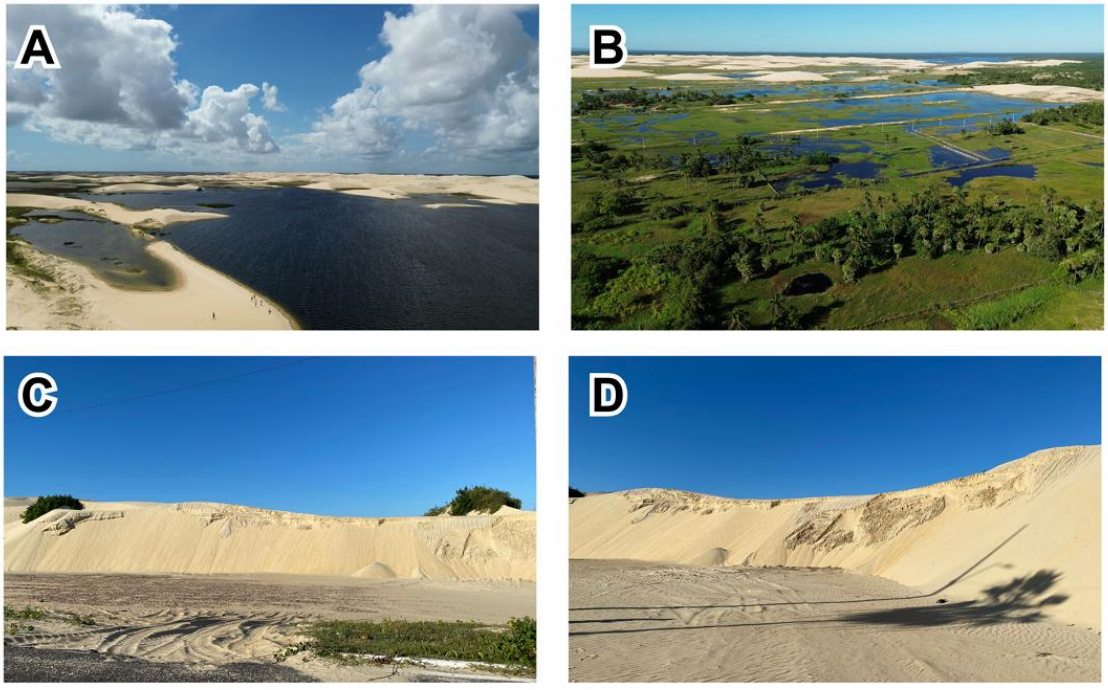
As fotografias C e D destacam a ampla extensão da planície de deflação, marcada pela predominância de cobertura herbácea típica de ambientes de restinga e por superfícies arenosas

estabilizadas por vegetação de pequeno porte. Observa-se ainda a expansão da ocupação urbana nas proximidades dessa unidade, com implantação de vias pavimentadas e edificações junto aos ambientes lacustres e às áreas periodicamente alagáveis. Essa ocupação modifica a dinâmica natural da planície ao reduzir áreas de infiltração, alterar o escoamento superficial e aumentar a pressão sobre um ambiente naturalmente frágil. Dessa forma, a planície de deflação eólica representa um compartimento de elevada sensibilidade geomorfológica, cuja conservação é fundamental para a manutenção do equilíbrio sedimentar, da conectividade entre os sistemas costeiros e da funcionalidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho.

Campo de dunas móveis associadas a lagoas interdunares

O campo de dunas móveis (Figura 8) localiza-se em cotas altimétricas entre 16 e 21 m e constitui um dos ambientes geomorfológicos mais dinâmicos da BHRP. Essa unidade é formada por dunas móveis com deslocamento sazonal e áreas deprimidas ocupadas por lagoas interdunares associadas ao afloramento do lençol freático. Os sedimentos são predominantemente arenosos, inconsolidados e de origem eólica, com vegetação esparsa composta por gramíneas e espécies adaptadas à fixação de areia. As fotografias de campo evidenciam dunas com declividades acentuadas, lagoas interdunares e marcas de intervenção antrópica, especialmente relacionadas ao turismo e circulação de veículos off-road. Essa unidade apresenta elevada mobilidade geomorfológica, com mudanças sazonais na configuração das dunas e suscetibilidade ao assoreamento das lagoas interdunares.

Figura 8 - Campo de dunas móveis da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho. (A) e (B) vista aérea das dunas e lagoas interdunares; (C) e (D) dunas móveis com marcas de circulação de veículos e extração de areia.



Fonte: Autores (2025)

As imagens da Figura 8 evidenciam a elevada dinâmica geomorfológica do campo de dunas móveis e sua estreita relação com os ambientes interdunares. Nas fotografias A e B observa-se o contraste entre as dunas arenosas e as lagoas interdunares, cuja formação está associada ao afloramento do lençol freático nas depressões existentes entre os cordões dunares. Esses ambientes apresentam elevada variabilidade espacial e temporal, respondendo às

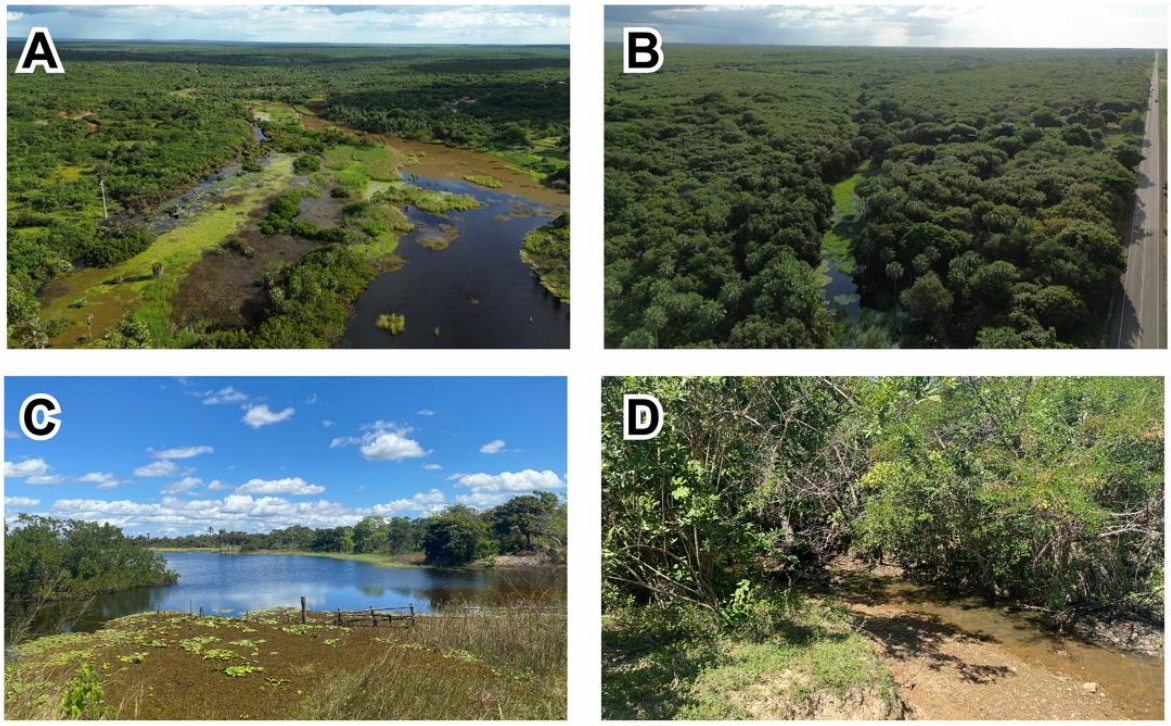
oscilações sazonais da precipitação, da dinâmica eólica e da disponibilidade hídrica. A migração das dunas, impulsionada pela ação predominante dos ventos alísios, promove contínuo retrabalhamento dos sedimentos e modifica periodicamente a configuração das lagoas, conferindo elevada mobilidade à paisagem costeira.

As fotografias C e D evidenciam intervenções antrópicas que alteram a dinâmica natural desse compartimento geomorfológico, destacando-se as marcas da circulação de veículos sobre os depósitos arenosos e indícios de extração de areia nas encostas dunares. Essas atividades favorecem a desestabilização das formas de relevo, reduzem a cobertura vegetal responsável pela fixação parcial dos sedimentos e potencializam os processos erosivos e de remobilização eólica. Considerando que os campos de dunas desempenham importante função na manutenção do equilíbrio sedimentar da planície costeira e na recarga dos sistemas lacustres interdunares, torna-se indispensável a adoção de medidas de ordenamento territorial que conciliem o uso turístico com a conservação da dinâmica geomorfológica e dos ecossistemas associados.

Planície fluvial-lacustre

A unidade de planície fluvial-lacustre (Figura 9) acompanha o rio Portinho, seus tributários e a Lagoa do Portinho, ocupando áreas com altitudes variando aproximadamente entre 4 e 26 m. Trata-se de ambiente deposicional associado à dinâmica fluvial e lacustre, caracterizado por superfícies planas e sazonalmente inundáveis. Os depósitos são constituídos por sedimentos aluviais recentes, com solos argilosos e orgânicos. A vegetação é composta por mata ciliar, áreas úmidas e buritizais, associados à elevada disponibilidade hídrica. As imagens de campo evidenciam canais fluviais, lagoas marginais, áreas inundáveis e drenagens de baixa declividade. Essa unidade representa o principal corredor hidrológico da bacia e apresenta dinâmica sazonal associada às cheias fluviais.

Figura 9 - Paisagens da unidade geomorfológica planície fluvial-lacustre da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho. (A) e (B) Vista aérea das áreas alagadas associadas ao rio Portinho e vegetação ciliar; (C) lagoa associada à planície fluvial; (D) leito de riacho com drenagem de baixa declividade e vegetação ripária.



Fonte: Autores (2025)

As imagens da Figura 9 evidenciam a elevada conectividade entre o rio Portinho, os corpos lacustres e a vegetação ciliar que compõem a planície fluvial-lacustre. Nas fotografias A e B observa-se a ampla extensão das áreas úmidas associadas ao canal principal, onde a baixa declividade favorece a expansão lateral das águas durante o período chuvoso, formando ambientes temporária ou permanentemente inundados. A presença de mata ciliar bem desenvolvida acompanha a rede de drenagem e desempenha papel fundamental na estabilidade das margens, na retenção de sedimentos e na manutenção da qualidade hídrica. Essa configuração demonstra que a dinâmica fluvial constitui o principal agente responsável pela organização espacial dessa unidade geomorfológica.

As fotografias C e D complementam essa interpretação ao evidenciar ambientes lacustres e canais de drenagem de baixa energia, caracterizados por reduzida velocidade de escoamento e elevada deposição de sedimentos finos. Esses ambientes funcionam como áreas naturais de armazenamento de água e de amortecimento das cheias, contribuindo para a recarga hídrica e para a manutenção da biodiversidade local. Sob a perspectiva da Geoecologia da Paisagem, a planície fluvial-lacustre representa um compartimento estratégico na integração entre os sistemas continentais e costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, desempenhando importante papel na conectividade hidrológica, no equilíbrio ecológico e na regulação dos processos sedimentares. Entretanto, alterações decorrentes da ocupação antrópica das margens, da supressão da vegetação ripária e do assoreamento dos canais podem comprometer a funcionalidade desse ambiente e modificar sua dinâmica geomorfológica.

Tabuleiros litorâneos

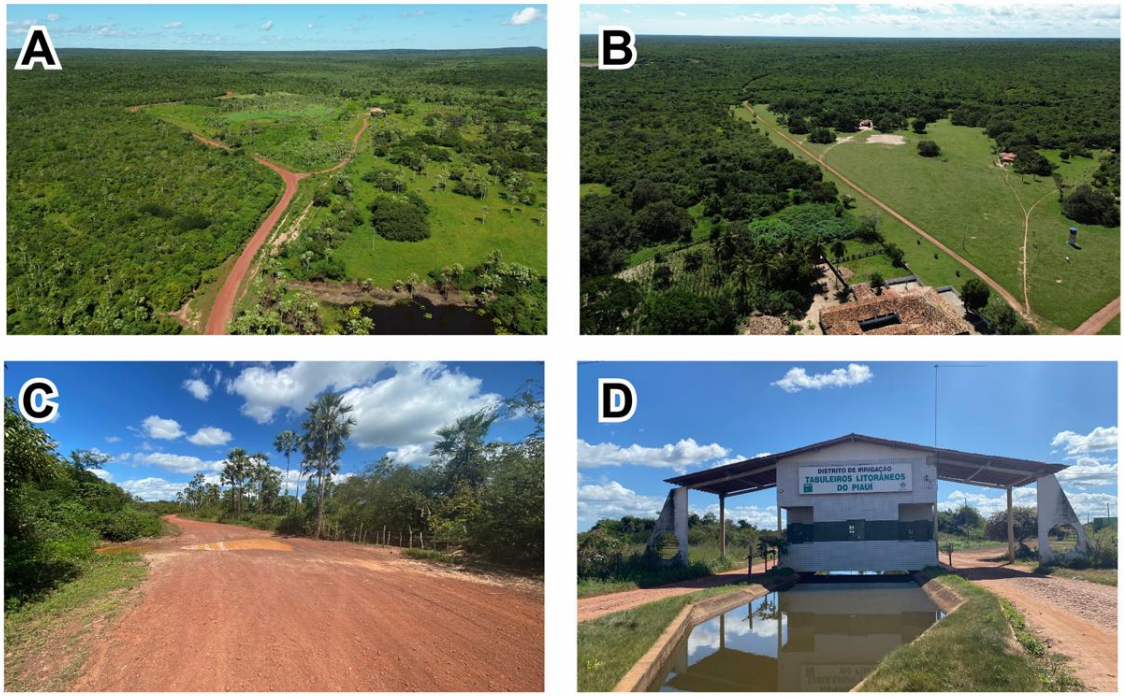
Os tabuleiros litorâneos (Figura 10) correspondem à unidade de maior extensão na BHRP, caracterizando-se por superfícies planas a suavemente onduladas com altitudes entre aproximadamente 21 e 52 m. Essa unidade está associada aos sedimentos do Grupo Barreiras e apresenta relevo suavemente dissecado pela rede de drenagem. Os solos são predominantemente arenosos a areno-argilosos, com boa drenagem. A vegetação apresenta fisionomia aberta, com áreas de cerrado, capoeiras e superfícies parcialmente antropizadas. As imagens de campo mostram superfícies amplas, estradas vicinais e áreas agrícolas dispersas. Essa unidade representa a superfície intermediária da bacia e funciona como zona de transição entre a planície fluvial-lacustre e os patamares mais elevados.

As imagens da Figura 10 evidenciam a expressiva extensão dos tabuleiros litorâneos na BHRP e sua importância como superfície intermediária entre as áreas elevadas do interior e as planícies deposicionais costeiras. As fotografias A e B revelam superfícies predominantemente planas a suavemente onduladas, interrompidas apenas pela dissecação promovida pela rede de drenagem, característica típica dos depósitos sedimentares do Grupo Barreiras. Observa-se ainda a presença de cobertura vegetal relativamente contínua, intercalada por clareiras destinadas às atividades agropecuárias, evidenciando a crescente substituição da vegetação nativa por usos antrópicos. Essa configuração demonstra que os tabuleiros constituem importante compartimento de transição geomorfológica, influenciando a distribuição da drenagem superficial e o direcionamento dos fluxos hidrossedimentares em direção às porções mais baixas da bacia.

As fotografias C e D evidenciam a intensificação do uso antrópico dessa unidade, destacando a implantação de estradas vicinais e da infraestrutura do Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI). Essas intervenções refletem a aptidão dos tabuleiros para atividades agropecuárias em função da baixa declividade do relevo e das condições favoráveis à mecanização agrícola. Entretanto, a expansão dessas atividades pode intensificar processos erosivos, sobretudo quando associada à remoção da cobertura vegetal e

ao manejo inadequado do solo. Sob a perspectiva da Geoecologia da Paisagem, os tabuleiros litorâneos desempenham papel estratégico na conectividade entre os compartimentos continentais e costeiros, constituindo importante área de recarga hídrica e de controle da dinâmica superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho

Figura 10 - Paisagens da unidade geomorfológica tabuleiros litorâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho. (A) e (B) Vista aérea das superfícies planas a suavemente onduladas dos tabuleiros litorâneos; (C) vegetação predominante e estrada vicinal sobre superfície tabular; (D) infraestrutura do Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI).



Fonte: Autores (2025)

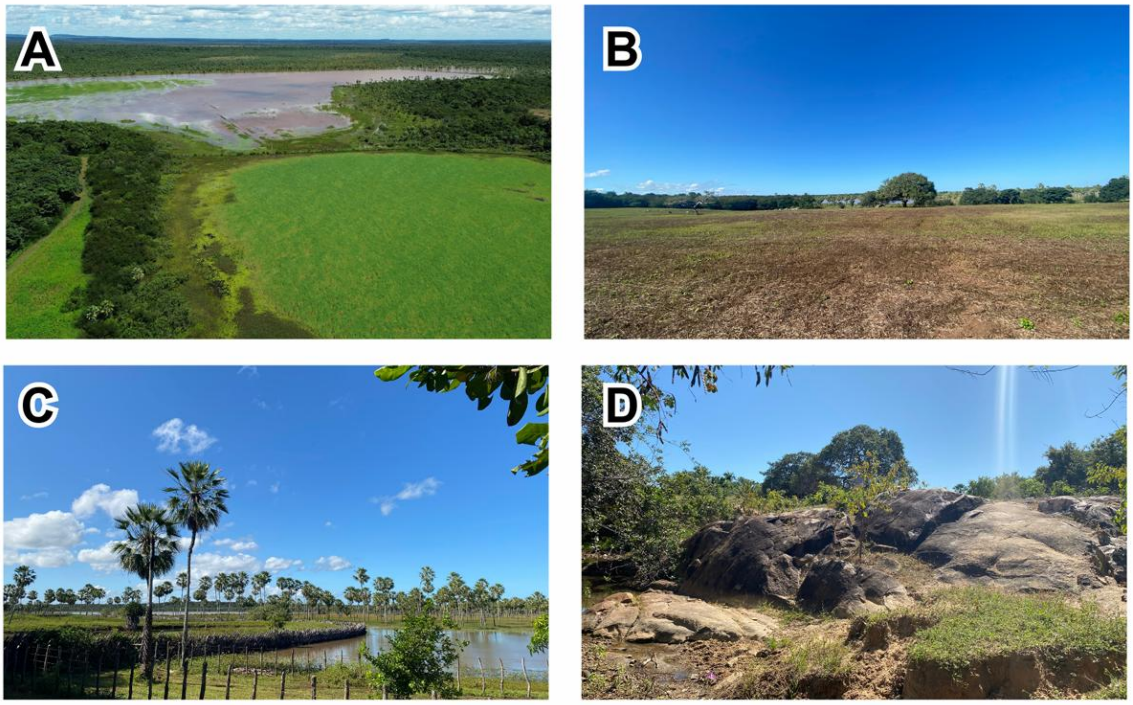
Patamares do Parnaíba

Os Patamares do Parnaíba (Figura 11) localizam-se na porção sul da BHRP, correspondendo às áreas mais elevadas da bacia, com altitudes variando aproximadamente entre 52 e 128 m. Essa unidade apresenta relevo mais dissecado, com presença de morrotes, vertentes e afloramentos rochosos. Geologicamente, está associada ao Grupo Serra Grande, à Suíte Intrusiva Chaval e ao Complexo Granja. A vegetação apresenta maior densidade, com formações arbóreas e áreas de cerrado mais conservado. As fotografias evidenciam superfícies elevadas, afloramentos rochosos e áreas de cabeceira de drenagem. Essa unidade representa o setor fonte da bacia hidrográfica, onde se localizam as cabeceiras dos principais cursos d'água e onde predominam processos erosivos mais intensos.

As imagens da Figura 11 demonstram que os Patamares do Parnaíba representam o compartimento geomorfológico de maior altitude da BHRP, caracterizado por relevo suavemente ondulado a dissecado e pela ocorrência de feições estruturais associadas ao embasamento geológico. As fotografias A e C evidenciam a presença de lagoas e áreas úmidas situadas próximas às cabeceiras de drenagem, indicando a importância dessa unidade na captação, armazenamento temporário e distribuição das águas superficiais para os demais setores da bacia. Essas feições reforçam o papel dos patamares como área fonte dos principais cursos d'água, influenciando diretamente a dinâmica hidrológica e sedimentar da BHRP.

As fotografias B e D revelam aspectos marcantes da evolução geomorfológica desse compartimento, como superfícies utilizadas para pecuária extensiva e afloramentos rochosos que refletem a resistência diferencial das litologias presentes na região. Esses afloramentos condicionam o desenvolvimento da drenagem, a formação dos solos e a distribuição da cobertura vegetal, constituindo importantes indicadores da evolução do relevo regional. Apesar de apresentar menor intensidade de ocupação quando comparado às unidades costeiras, esse compartimento também sofre influência das atividades agropecuárias, tornando necessária a adoção de práticas conservacionistas voltadas à proteção das áreas de cabeceira e ao controle dos processos erosivos, fundamentais para a manutenção do equilíbrio geomorfológico e hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho.

Figura 11 - Paisagens da unidade geomorfológica Patamares do Parnaíba na Bacia Hidrográfica do Rio Portinho. (A) Vista aérea de lagoa associada às áreas de cabeceira de drenagem; (B) superfície suavemente ondulada utilizada para pecuária; (C) vegetação predominante da unidade com lagoa associada à distribuição hídrica local; (D) afloramentos rochosos característicos das áreas mais elevadas e dissecadas.



Fonte: Autores (2025)

CONCLUSÃO

O presente trabalho realizou a compartimentação geomorfológica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, contribuindo para a compreensão da organização espacial do relevo e da dinâmica geomorfológica da área. A partir da integração de dados altimétricos, geomorfológicos e observações de campo, foi possível identificar cinco unidades geomorfológicas principais: planície de deflação eólica, campo de dunas móveis, planície fluvial-lacustre, tabuleiros litorâneos e patamares do Parnaíba. Essas unidades refletem a diversidade morfológica da bacia e evidenciam a influência conjunta da dinâmica eólica, fluvial e estrutural na configuração da paisagem.

Os resultados demonstram que a bacia apresenta compartimentos com diferentes características geomorfológicas, variando desde ambientes deposicionais costeiros de baixa altitude até áreas mais elevadas e dissecadas no setor sul. A planície fluvial-lacustre configura-se como eixo estruturador da drenagem, enquanto os tabuleiros litorâneos representam a

superfície dominante da bacia. Já os patamares do Parnaíba correspondem às áreas de maior altitude e dissecação do relevo, onde se localizam as principais cabeceiras de drenagem.

A compartimentação geomorfológica permitiu ainda reconhecer a transição entre ambientes costeiros e continentais, evidenciando a importância dos processos deposicionais associados à dinâmica eólica e fluvial na construção da paisagem da BHRP. Essa organização espacial do relevo constitui base fundamental para estudos geoambientais, planejamento territorial e gestão de bacias hidrográficas em ambientes costeiros.

Dessa forma, a presente pesquisa contribui para o conhecimento geomorfológico do litoral do Piauí, fornecendo subsídios para futuras investigações voltadas ao planejamento ambiental e à conservação das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Portinho, especialmente em áreas com maior fragilidade geomorfológica associadas às planícies deposicionais e aos campos de dunas móveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PIBIC/CNPq pelo apoio financeiro e ao Grupo de Pesquisa em Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAAE) pelo suporte ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA**. Divisão Hidrográfica Nacional** – Micro Hidrográfica. 2024. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/069c1166b81c4ec1b234b57025ff3927_3/explore?location=-3.087871%2C-41.568338%2C9.89. Acesso em: 23 jan. 2024.

ALVES, V. C.; SOBRINHO FALCÃO, J.; DINIZ, S. F.; CARVALHO, B. L.; SOUSA, R. M. L.; FERNANDES, N. Mapping and Characterization of Physical-Natural Units in the Municipality of Massapê, Ceará. **Global Journal of Human-Social Science**, v. 24, n. B1, p. 1–22, 2024.

BACELAR, F. K. R.; SOUSA, A. M.; SOUSA, R. S. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Camurupim, litoral do Piauí. **Anais** do XX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2024.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução ao geoprocessamento. In: CÂMARA, G. (Org.). **Fundamentos de Geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 42, n. 1, p. 140-161, 2020.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 1992.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FARIAS, J. F. Aporte teórico e metodológico da geoecologia das paisagens para os estudos em bacias hidrográficas. **Revista Equador**, v. 9, n. 2, p. 19–33, 2020.

FERREIRA, R. V.; DANTAS, M. E. Relevo. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (org.). **Geodiversidade do Estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de Dados de Informações Ambientais** (BDiA). Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente***: uma perspectiva em recursos terrestres*. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LIMA, R. O.; FARIA, K. M. S. Compartimentação de unidades geoecológicas da paisagem da bacia hidrográfica do rio Piracanjuba (Goiás, Brasil). **OKARA: Geografia em debate**, v. 18, n. 3, p. 929-948, 2024.
DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2024v18n3.72624

MEDEIROS, R. B.; SANTOS, L. C.; BEZERRA, J. F. R.; SILVA, Q. D.; MELO, S. L. Vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Buriticupu, Maranhão – Brasil: o relevo como elemento chave. **Sociedade & Natureza**, v. 35, 2023.
DOI: https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-66679

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia costeira***: funções ambientais e sociais*. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2014.

MESQUITA, T. K. S. **Dinâmica hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Portinho e seus reflexos na Lagoa do Portinho**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

PAULA, J. E. A. **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e variação da linha de costa**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, 2013.

PIROLI, E. L. Bacias hidrográficas: definições e representação. In: PIROLI, E. L. (org.). **Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo.** São Paulo: UNESP, 2022.
DOI: https://doi.org/10.7476/9786557142981.0004

ROSS, J. L. S**.** Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Definição das unidades fisiográficas do município de São Francisco de Assis com aplicações de SIG. **Geo UERJ**, n. 37, 2020.
DOI: https://doi.org/10.12957/geouerj.2020.33549

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 6. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. Compartimentação paisagística multiescalar da bacia hidrográfica do rio Uberabinha (Minas Gerais, Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022.
DOI: https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63507

ROSS, J. L. S. (1992). O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, *6*, 17-29. https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002

STRAHLER, A. ***Quantitative analysis of watershed geomorphology.*** **Transactions American Geophysical Union**, v. 38, p. 913–920, 1957. DOI: https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913