

Mapeamento geomorfológico em unidades de conservação: experiência no nordeste brasileiro

Jânio Carlos Fernandes Guedes^{ORCID}

Universidade Estadual da Paraíba
Campina Grande, Paraíba, Brasil
janiacf.guedes@gmail.com

Valéria Raquel Porto de Lima^{ORCID}

Universidade Estadual da Paraíba
Campina Grande, Paraíba, Brasil
valeriaraquelportodelima@servidor.uepb.edu.br

RESUMO

O mapeamento geomorfológico se apresenta como uma ferramenta com grande importância para o planejamento e ordenamento territorial. Considerando-se os recentes avanços do sensoriamento remoto, novas dimensões de mapeamento das características estruturais do relevo têm sido abordadas. A presente pesquisa buscou realizar um mapeamento geomorfológico de uma unidade de conservação no município de Areia, na Paraíba. O mapeamento se baseou em levantamentos bibliográficos e cartográficos, além de técnicas de geoprocessamento e produtos de sensoriamento remoto. Após os procedimentos, a unidade de conservação está inserida dentro dos domínios morfoestruturais do Planalto e Piemonte da Borborema, evidenciados por características estruturais e topográficas distintas. A área apresenta também sub-unidades morfoestruturais. Dessa forma, compreende-se que os resultados obtidos podem auxiliar na gestão e planejamento ambiental do parque, constituindo-se como ferramenta importante no que se refere à resolução dos problemas socioambientais.

PALAVRAS-CHAVE: geomorfologia estrutural; brejo de altitude; Parque Estadual Mata do Pau Ferro.

INTRODUÇÃO

A paisagem se concebe como um sistema de conceitos formado pelo trinômio: paisagem natural, paisagem social e paisagem cultura (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022). Ela é uma categoria do geossistema, fruto das relações e integração entre homem-sociedade, biota-ambiente, dentre outras que formam esse sistema (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2013; 2017).

No entanto, com o advento da temática ambiental e da necessidade de inter-relacionar sociedade e natureza emergiu, pautada no geossistema, a análise ambiental (Teixeira; Silva; Farias, 2017). E no atual cenário dos estudos ambientais, o Brasil é um dos países do mundo onde o meio ambiente mais merece atenção (Fearnside, 2016; Gibbs *et al.*, 2016; Azevedo-Ramos; Moutinho, 2018). Já que se trata do país com maior biodiversidade do mundo, e lar das maiores florestas tropicais e rios do planeta (Fearnside, 2016). E é diante desse cenário que a Lei nº 9.985 de 2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e, respectivamente, as Unidades de Conservação (UC).

Essas UCs foram legalmente constituídas como áreas de proteção ambiental, com características naturais relevantes (Rudke *et al.*, 2020). Sendo delimitadas pelo poder público como áreas de elevada importância ambiental sob proteção (Marques *et al.*, 2019a). E devem atuar não somente na preservação dos recursos naturais, mas também como locais de aprendizagem e sensibilização da comunidade em geral acerca da problemática ambiental (Brasil, 2000).

No estado da Paraíba, por sua vez, dentre as Unidades de Conservação do bioma Mata Atlântica, o Parque Estadual Mata do Pau Ferro (PEMPF) se evidencia como um dos fragmentos mais representativos (Oliveira-Campos; Lima, 2020; Lima, Oliveira-Campos, 2022). O parque abriga um remanescente de Mata Atlântica, configurando-se como um Refúgio Florestal, propiciado pelas características físico-naturais dos brejos de altitude que pontilham as áreas de Caatinga no Nordeste (Ab'Saber, 1992).

Por sua vez, a gestão do PEMPf é realizada pela SUDEMA desde sua criação em 1992, ainda naquela época, caracterizada como Reserva Ecológica (Paraíba, 1992). E desde então, não foi estabelecido um quadro efetivo de funcionários do Governo do Estado para gerenciar a UC (Farias-Silva; Santos; Mendonça, 2020). Segundo esses autores, essa ausência impossibilita ao gestor solucionar problemas históricos existente na UC, como é o caso do desmatamento para retirada de madeira de lei, invasão das terras pú-

blicas com atividades agropecuárias e, mais recentemente, a ocupação por criminosos que se abrigam na floresta após realização de crimes (dados coletados com a população local). E com isso o Plano de Manejo da referida unidade encontra dificuldades em sua implantação, especialmente em decorrência da escassez de recursos financeiros e disponibilidade de pessoas, dificultando uma gestão voltada aos objetivos da política de Proteção Integral (Santos *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o mapeamento geomorfológico, quando contém conteúdo sobre a dinâmica da paisagem, apresenta-se como uma ferramenta de grande importância para o zoneamento e planejamento do uso da terra (Santos *et al.*, 2006; Marques-Neto *et al.*, 2015) e subsídios ao ordenamento territorial (Diniz *et al.*, 2017), pois permite o entendimento das formas do relevo e sua dinâmica, fornecendo uma compreensão multidisciplinar do relevo em análise (Santos *et al.*, 2012).

A partir dos avanços do sensoriamento remoto, novas dimensões de mapeamento dessas características geomorfológicas têm sido abordadas (Bishop *et al.*, 2012; Walsh; Butler; Malanson, 1998), bem como no mapeamento geológico. Novos dados e métodos permitem aos cientistas da Terra irem além do mapeamento tradicional, para uma espacialização envolvendo a avaliação e modelagem da superfície da Terra, obtendo uma melhor compreensão da escala, padrões e processos de recursos e sistemas (James; Walsh; Bishop, 2012), em que classificar e dividir áreas em geomorfologia é a base para um correto planejamento do território (Melelli *et al.*, 2017).

Com base nessa discussão, o presente artigo tem por objetivo realizar um mapeamento do relevo em uma unidade de conservação com vistas a atualização da base geomorfológica da área.

Ressalta-se que não se vislumbra respostas absolutas e prontas, mas sim, entender as possibilidades diante das dinâmicas atuantes na área de estudo, que é processual e susceptível a mudanças.

E embora haja um número considerável de pesquisas para esta área, como os estudos desenvolvidos por Aquino (2012), Marques *et al.* (2019a; 2019b), Pereira *et al.* (2019), Oliveira-Campos e Lima (2020), Santos *et al.* (2020), Oliveira-Campos (2022), Lima e Oliveira-Campos (2022), Cavalcanti *et al.* (2023) dentre outros, ainda existe um grande potencial a ser explorado, contribuindo com novos conhecimentos, técnicas e metodologias, principalmente no que diz respeito à geomorfologia.

MATERIAIS E MÉTODOS

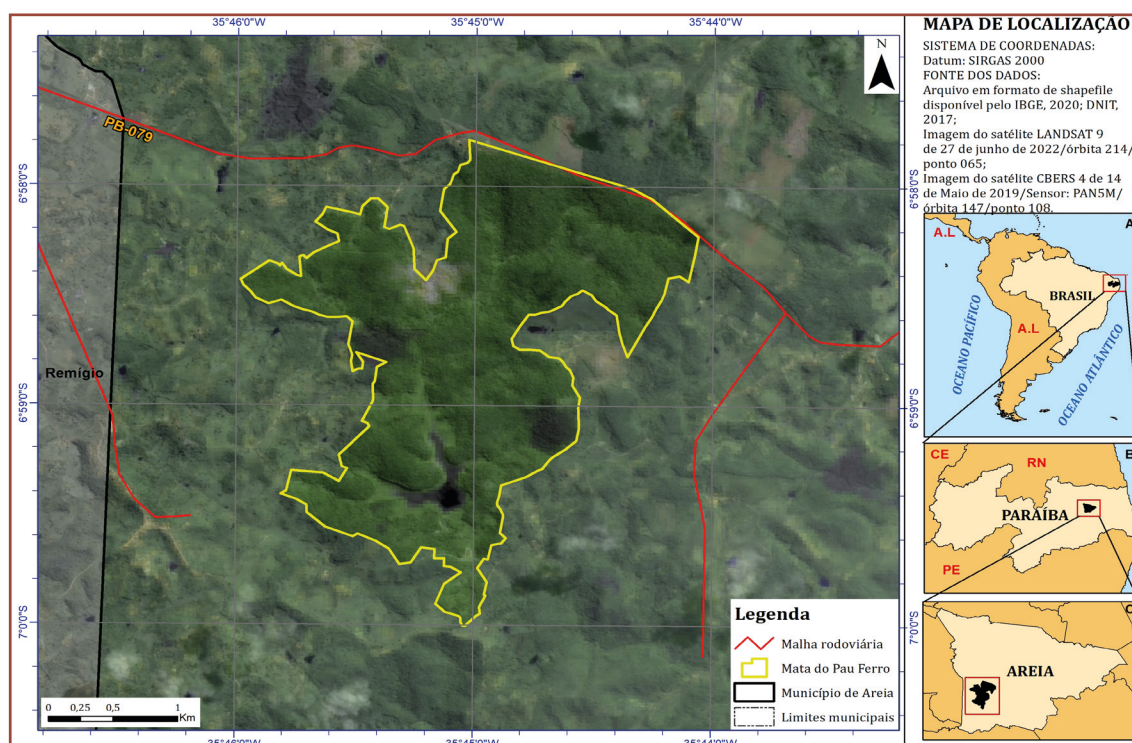
Área de estudo

Tendo em vista o Parque Estadual Mata do Pau Ferro como um sistema processo-resposta, em que os *inputs* e *outputs* ao longo dela são responsáveis por gerar diversos ambientes em que os processos pedogenéticos e morfo-genéticos predominam entre si em níveis distintos, será utilizada a orientação metodológica de análise sistêmica da paisagem (Souza, 2000).

Situado na porção oeste, na comunidade Chã do Jardim, entres as latitudes 06°57'48" e 06°59'43"S e as longitudes 35°44'03" e 35°45'59"W (Pereira *et al.*, 2019), a presente pesquisa será realizada no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (PEMPF), Unidade de Conservação (UC) situada a 9 km da sede municipal do município de Areia, mesorregião do Agreste e na microrregião do Brejo Paraibano, Nordeste do Brasil (Figura 1). Podendo ser acessada através da BR-104 e PB-079, a qual liga o município de Areia ao município de Remígio.

Figura 1 – Mapa de localização do Parque Estadual Mata do Pau Ferro

Em **A)** Localização do Brasil na América Latina com destaque para o estado da Paraíba; em **B)** Localização do estado da Paraíba e seus estados vizinhos (Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN) e Pernambuco (PE) com destaque para o município de Areia (PB)); em **C)** Localização do município de Areia, com destaque para o Parque estadual Mata do Pau Ferro.



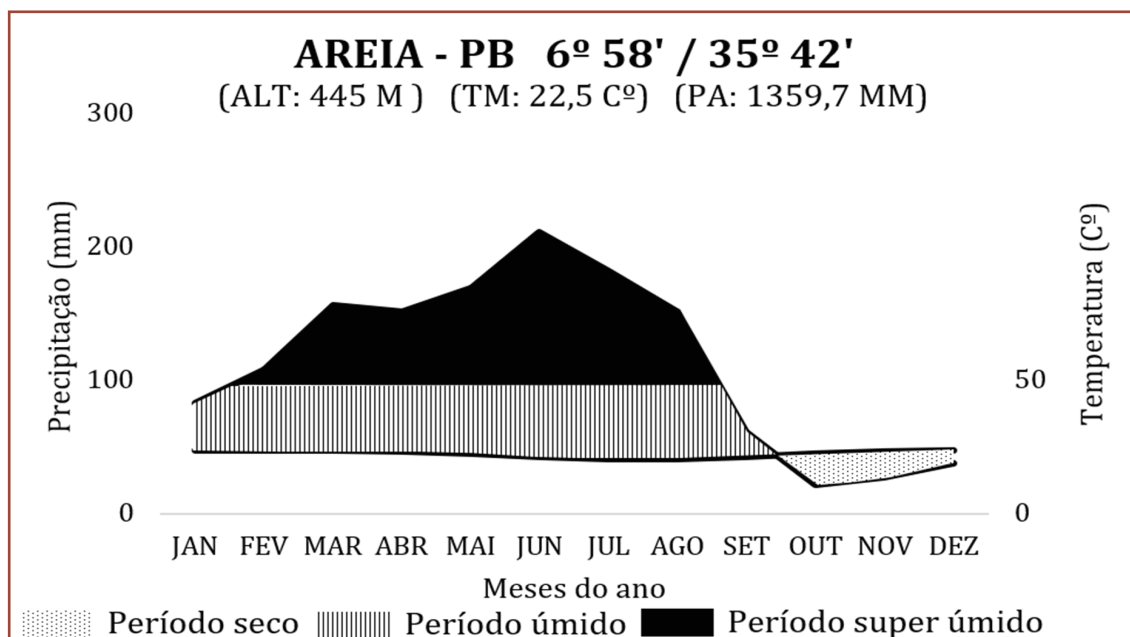
Fonte: Elaboração própria.

Vale frisar que o parque estadual fica situado na borda úmida do Planalto da Borborema, no qual é considerado como uma área de refúgio florestal (Andrade; Lins, 1964; Ab'Saber, 2003; Medeiros; Cestaro, 2019).

Sendo um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica do Nordeste, representando 1% da floresta dos brejos de altitude ainda existente no estado da Paraíba, essa UC apresenta uma área de aproximadamente 615 hectares e foi adquirida pelo estado da Paraíba em 1937, através do Decreto 14.832, de 1º de outubro de 1992, onde passou a ser uma unidade de conservação de domínio estadual. Posteriormente, tornou-se uma Reserva Ecológica e foi recategorizada como Parque Estadual através do decreto nº 2.098, de 04 de agosto de 2005 (Pereira *et al.*, 2019).

O Parque Estadual Mata do Pau-Ferro corresponde à mata de brejo mais representativa do estado da Paraíba (Barbosa *et al.*, 2004), com rica diversidade florística (Barbosa *et al.*, 2004) e faunística (Gusmão; Creão-Duarte, 2004) se comparada a outros brejos nordestinos.

Figura 2 – Diagrama Climático de Walter para a sede do município de Areia/PB. Onde ALT = Altimetria; TM = Temperatura média; PA = Precipitação acumulada.



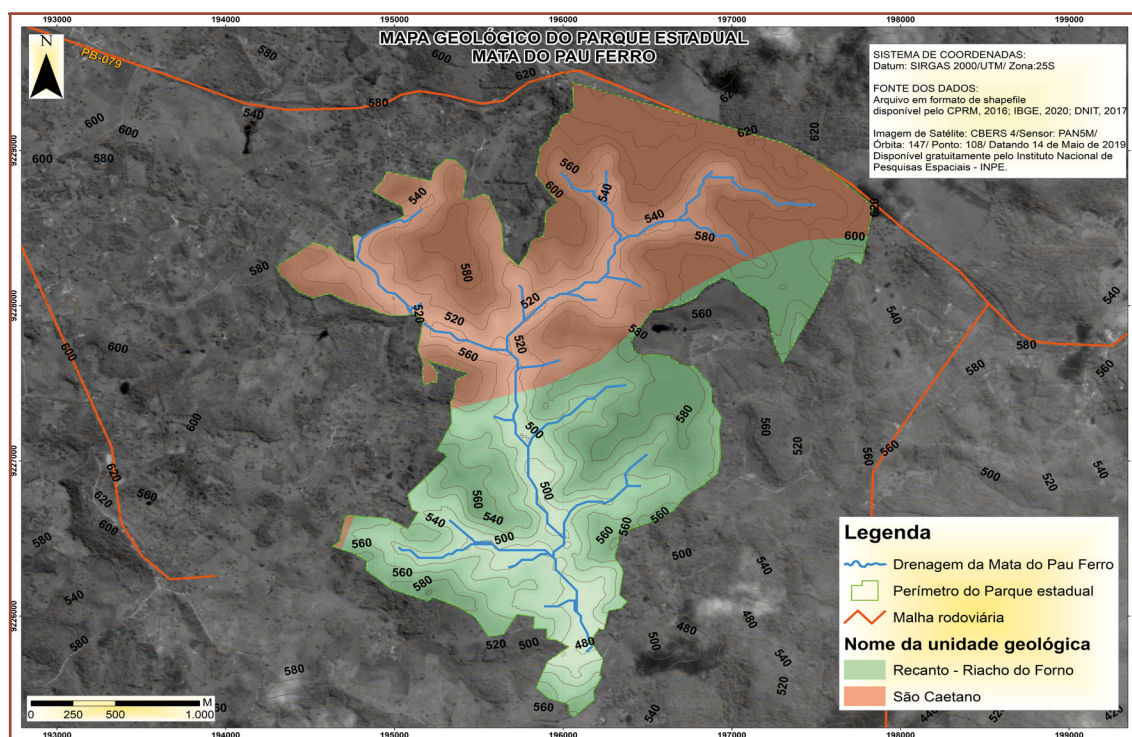
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de temperatura média mensal e precipitação acumulada mensal 1981 – 2010. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>.

Segundo a classificação climática de Köppen a região é climatologicamente classificada como As - tropical quente e úmido, caracterizado por chuvas durante o outono e inverno, com índice pluviométrico anual em torno de 1 200 mm e temperatura média de aproximadamente 23,5°C (Alvarez *et al.*, 2013; Francisco; Santos, 2017). Seu período chuvoso, ocorre de março a agos-

to, ao passo que o período seco abrange os meses de setembro a fevereiro (Nascimento; Bandeira; Araújo, 2019) (Figura 2).

Os aspectos geológicos da área de estudo dispõem de unidades litoestratigráficas que genericamente variam de granitoides, migmatitos, xistos, quartzitos, mármore, arenitos e conglomerados, estruturalmente sob zonas de cisalhamento e lineamentos (CPRM, 2005). E sua matriz rochosa é marcada por rochas do Complexo São Caetano e a Suíte intrusiva recanto – Riacho do Forno (Figura 3).

Figura 3 – Geologia do Parque Estadual Mata do Pau Ferro



Fonte: Elaboração própria.

A *Suíte Intrusiva Recanto* é marcada pelo predomínio de gnaisses ortoderivados podendo conter porções migmatíticas (Torres *et al.*, 2016). De acordo com Santos (1995), essa suíte é a distinção de dois metagranitoides Cariris Velhos compostos por leucogranitos e migmatitos de fonte crustal. Constitui um metagranitoide cuja formação se deu por meio da fusão parcial do protólito sedimentar ou Vulcano sedimentar durante o processo de orogênese dos Cariris Velhos, no qual são encontradas muscovita ortognaisses, monzogranítico porfiroclástico, sienogranítico e alcalifeldspato granítico e migmatito peraluminosos (Alves, 2020).

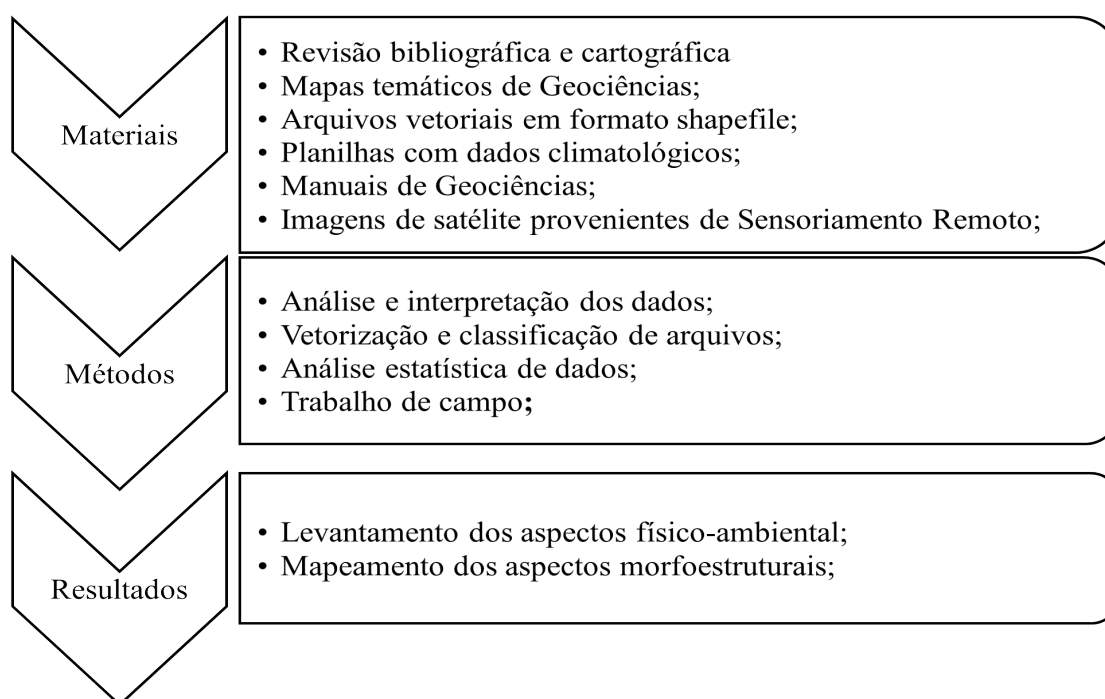
Destaca-se, também, o *complexo São Caetano*, no qual compreende uma sequência metassedimentar e metavulcanoclástica intermediária a félsica com

uma componente menor máfica, com os micaxistos, paragnaisses, gnaisses a duas micas e quartzitos tendo pelitos/psamitos, grauvacas e rochas vulcanoclásticas como protólitos (Santos, 1995; Santos *et al.*, 1999; 2002; 2010).

Procedimentos técnicos

Os procedimentos metodológicos da presente pesquisa científica foram divididos em três etapas: a aquisição de materiais, os métodos que serão trabalhados (em campo e gabinete) para a obtenção dos respectivos resultados, com a descrição detalhada logo a seguir (Figura 4).

Figura 4 – Fluxograma simplificado das etapas metodológicas adotadas para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro



Fonte: Elaboração própria.

Para atingir os objetivos propostos, serão utilizados os mapas temáticos de geociências do estado da Paraíba (geomorfologia, geologia e o geoambiental) elaborados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) na escala de 1:250.000 (Torres *et al.*, 2016). Esses servirão de direcionamento para os primeiros níveis de mapeamento, evitando-se conflitos de legenda, já que irão servir de referência para a análise prévia da região.

Para a realização dos Modelos Digitais de Elevação (MDE), será utilizada a carta topográfica do Satélite ALOS/PALSAR de resolução espacial de 12,5 metros (Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/?dataset=ALOS>). Essa carta será processada em ambiente de SIG (*Sistema de Informação Geográfica*).

ca) para a obtenção das informações de altitude, sombreamento do relevo, declividade e morfologia do relevo. Onde, a hipsometria ou altimetria seria a detecção de pontos notáveis (mínimos e máximos) de transectos topográficos; o relevo sombreado da superfície produz uma estrutura com realce de canais de drenagem e divisores de água; a declividade pode ser definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal; o MDE corresponde a um modelo tridimensional da superfície (Valeriano, 2004).

Os valores da declividade podem variar de 0° a 90°, porém pode ser expressa em porcentagem. Para essa pesquisa foi considerada a interpretação da declividade proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2025), que orienta a interpretação da superfície conforme a (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição das classes de declividade

CDR – Classes de relevo; D – Declividade

CDR	D (%)	CARACTERÍSTICAS
Plano	0 – 3	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
Suave-ondulado	3 – 8	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída de conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50m e de 50 a 100m, respectivamente), apresentando declives suaves.
Ondulado	8 – 20	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída de conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados.
Forte-ondulado	20 – 45	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de altitudes relativas de 50 a 100m e de 100 a 200m, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes.
Montanhoso	45 – 75	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas de morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
Escarpado	> 75	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Embrapa (2025).

Para a delimitação dos diferentes compartimentos geomorfológicos da área de estudo, a presente pesquisa buscou suporte no Manual Técnico de Geomorfologia, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), associada ao tratamento e interpretação de dados extraídos das imagens de radar do satélite ALOS, sensor PALSAR, além de consultas a produtos cartográficos pré-existentes e realização de trabalhos de campo.

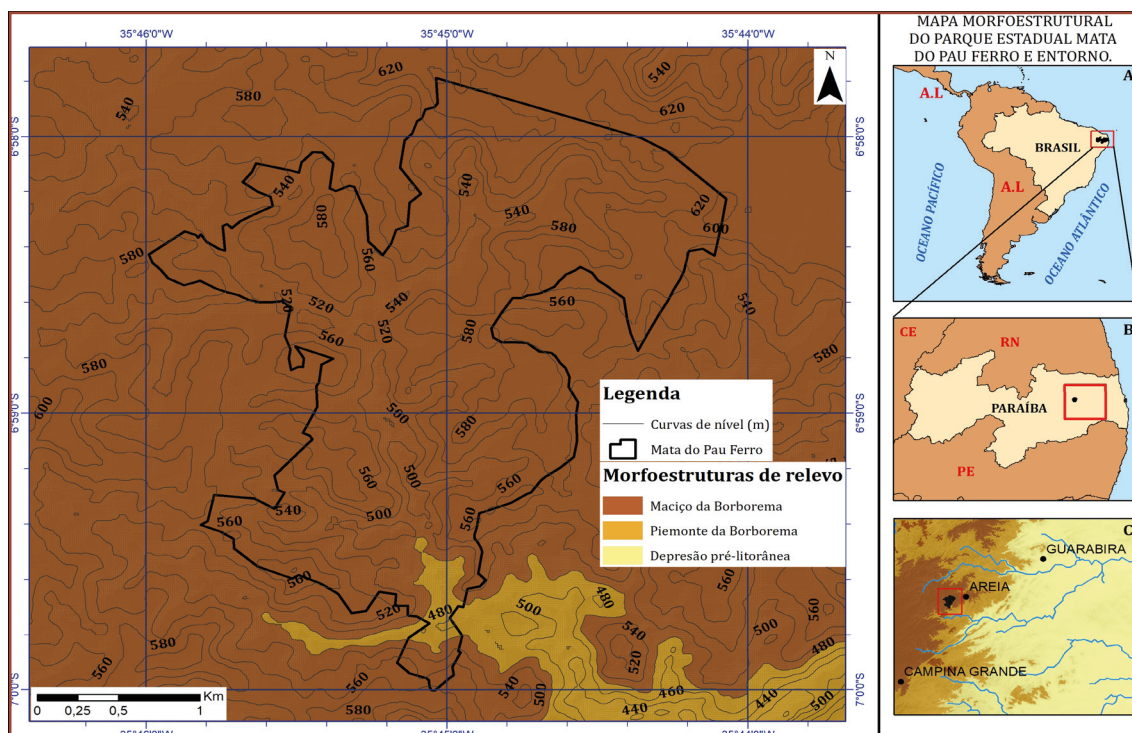
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos morfoestruturais do Parque Estadual Mata do Pau Ferro

Os compartimentos morfoestruturais correspondem às áreas contíguas, cujas principais características demonstram a existência de um nítido controle exercido pelo arcabouço litológico e/ou estrutural (Saadi, 1991; Soares *et al.*, 1982). Portanto, a compartimentação morfoestrutural proposta está baseada no princípio de que o relevo tende a desenvolver padrões específicos em função de fatores litológicos e estruturais, sendo que os critérios para estabelecer as unidades morfoestruturais foram: similaridade litológica, morfológica, topografia predominante e densidade ou ausência de lineamentos estruturais.

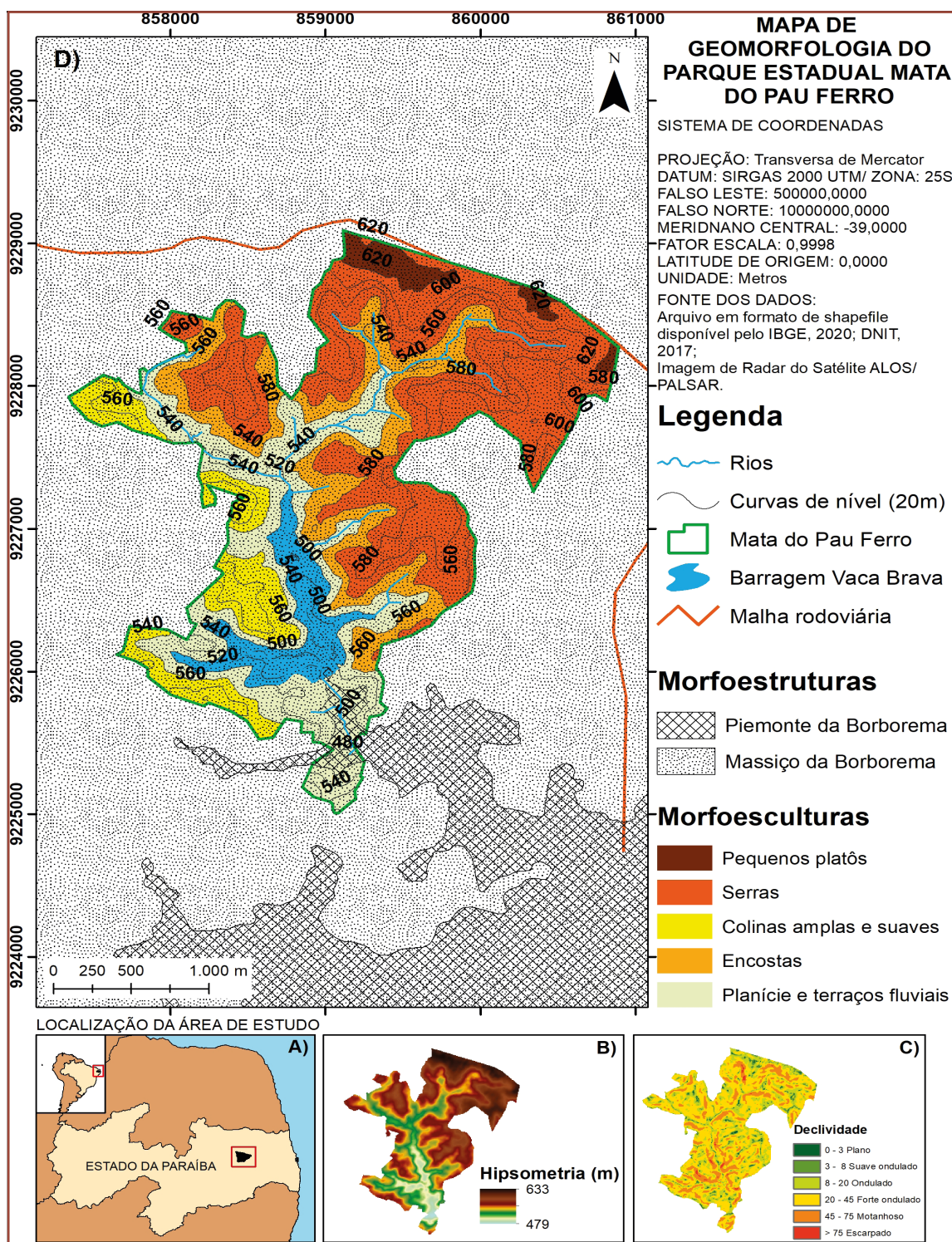
A análise dos dados obtidos, para área de estudo, compreende parte de um fragmento da porção setentrional do Nordeste Brasileiro e está inserida no domínio oriental da província Borborema, apresentando diversos compartimentos geomorfológicos derivados de importantes eventos tectônicos, como o Ciclo Brasileiro e a reativação cretácea (Maia; Bezerra, 2014). Estando inserido em quase toda sua totalidade na unidade geoambiental do Maciço da Borborema e, em menor proporção, no Piemonte da Borborema (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de Morfoestruturas de relevo do entorno do Parque Estadual Mata do Pau Ferro



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6 – Mapa de geomorfologia do Parque estadual Mata do Pau Ferro. Onde em **A)** Localização do estado da Paraíba na região nordeste do Brasil; em **B)** Mapa hipsométrico; em **C)** Mapa de declividade; e em **D)** Mapeamento do relevo do parque.



Fonte: Elaboração própria.

Analisando em maior escala (mais detalhada) (Figura 6), a UC apresenta uma hipsometria (Figura 6.b) que varia entre 480 e pouco mais de 630 me-

tros, sendo esta última a cota máxima do terreno ao passo que a declividade varia entre de 0 – 45 graus de inclinação (Figura 6.c).

Assim, perante a chave de declividade para classificação de terrenos proposta pela Embrapa (2025) (Tabela 1), o PEMPF apresenta terrenos com morfologias onduladas, onde a superfície apresenta topografia pouco movimentada, constituída por um conjunto de colinas com declives moderados. Além de terrenos fortes ondulados, onde a superfície apresenta topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros com declives fortes.

Vale frisar que a declividade e a orientação de vertentes controlam respectivamente a intensidade e a direção de fluxos de matéria e de insolação, exercendo efeitos locais sobre os regimes hídricos e de energia (Valeriano, 2008).

Entendendo os movimentos de massa enquanto processos naturais de evolução das encostas, esses se caracterizam enquanto o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, no qual a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água (Guerra; Marçal, 2006). Em outros termos, a relação entre a declividade da encosta e sua susceptibilidade aos movimentos de massa ocorre de modo diretamente proporcional, desse modo quanto mais íngreme for a vertente, mais favorável à ocorrência desses movimentos (Sidle *et al.*, 1985).

Fato esse observado por Oliveira-Campos e Lima (2020), que em vista do gradiente entre as cotas, tais áreas necessitam estar inseridas em zonas de maior proteção, no intuito de evitar a intensificação de processos erosivos. Além disso, se faz necessária atenção com a manutenção da cobertura vegetal, para promover a estabilidade do terreno, principalmente nas áreas de transição de cotas.

O parque estadual Mata do Pau Ferro está inserida dentro de dois domínios morfoestruturais, evidenciados por características estruturais e topográficas distintas. A área apresenta também sub-unidades morfoestruturais, sendo elas: pequenos platôs; serras; escosta; colinas amplas e suaves; e planícies e terraços fluviais (Figura 6).

O Maciço da Borborema corresponde ao conjunto de terras altas que se distribuem ao longo da fachada do NE oriental do Brasil, ao norte do rio São Francisco, acima da cota de 200 m, cujos limites são marcados por uma série de desnivelamentos topográficos (Correa *et al.*, 2010), sendo sua gênese epirogênica associada à tectônica cretácea que culminou com a separação do megacontinente Pangea e ao magmatismo intraplaca, atuante ao longo do Cenozoico (Maia; Bezerra, 2014).

De acordo com a compartimentação geomorfológica do Planalto da Borborema produzida por Correa *et al.* (2010), o Parque Estadual Mata do Pau Ferro (PEMPF), que fica no município de Areia/PB está situado no compartimento da cimeira estrutural São José do Campestre. Ainda conforme Correa *et al.* (2010), esse setor apresenta pequenos *horsts*, às vezes encimados por sedimentos terciários (Formação Serra dos Martins).

É importante destacar que a superfície do município apresenta compartimentos do nível basal do Gondwana (~900Ma), que foram alçadas por movimentos epirogenéticos do Cretáceo ao Cenozoico (145,5 Ma – 11,5 Ma) (Correa *et al.*, 2010). Além de compartimentos de metamorfismo regional e superfícies somitais planares (chãs), sob modelado de aplanamento. Na área de estudo, essa área corresponde o relevo com hipsometrias que ultrapassam os 500 metros de altura.

No Maciço da Borborema, ainda foram identificadas as seguintes subunidades morfoestruturais: *pequenos platôs, serras, encosta, colinas amplas e suaves, e planície e terraços fluviais*.

Planície e terraços fluviais – de acordo com Christofolletti (1974), terraços fluviais representam antigas planícies de inundação que foram abandonadas e, morfologicamente, surgem como patamares aplainados, de largura variada, limitados por uma escarpa em direção ao curso d'água. É originada pela migração de um canal fluvial sobre o fundo de vale (Press *et al.*, 2006). E assim como no trabalho de Xavier *et al.* (2022), devido à escala do mapa, não foi possível separar as planícies de inundação dos terraços fluviais, uma vez que os terraços fluviais encontrados são de pouca espessura e, principalmente, não apresentam, de forma clara, na maioria dos casos, o degrau que o separa da planície de inundação. Dessa maneira, o modelado de acumulação foi mapeado como planície e terraço.

A área de inundação do PEMPf ocupa uma extensão de aproximadamente 148,9 hectares, com altitude que varia de 500-520 metros e declividade em sua maioria variando de 0-8 %, tendo a Barragem Vaca Brava como área de recepção fluvial da unidade de conservação. A Barragem Vaca Brava possui uma capacidade máxima de aproximadamente 3.783.556 m³ (AESa, 2025), abastecendo municípios localizados no Agreste paraibano, tais como Areia, Esperança e Remígio, garantindo uso e consumo de água potável de aproximadamente 80.000 pessoas daquela localidade (Santos *et al.*, 2020).

Escosta – ocupando uma área de aproximadamente 100 hectares, as áreas de encosta estão localizadas entre as áreas de morros e a área de inundação

(*planície e terraços fluviais*), são caracterizadas como áreas de declives acentuado 20-45 %) e apresentam uma altimetria dentro da área de estudo que varia de 520-560 metros.

Segundo Christofolletti (1980), essas áreas de encosta “apresentam alta complexidade em seu funcionamento”, podemos citar o conceito de balanço morfogenético de Alfred Jahn (1954), no qual estabelece a relação entre os componentes perpendicular e paralelo. Ou seja, o componente perpendicular demonstra a ação da infiltração, favorecida pela cobertura vegetal, o que resulta em alteração de natureza bioquímica e decomposição responsável pela pedogênese. E o componente paralelo caracteriza os efeitos da erosão, havendo retirada da cobertura vegetal, favorecendo a tendência da ação direta dos elementos do clima.

Colinas amplas e suaves – está localizada na parte oeste do parque entre as áreas de serras e a área de inundação (*planície e terraços fluviais*) e são caracterizadas como áreas de declives que vão de ondulado a forte ondulado (~8-45 %) e apresentam uma altimetria dentro da área de estudo que varia de 520-560 metros aproximadamente e ocupam cerca de 65,4 hectares.

Área de morros – localizada em uma altitude superior a 540 metros, apresenta uma declividade que varia de 8-20 % e está localizado em sua maioria na parte norte e nordeste da unidade de conservação, ocupando uma área de aproximadamente 269 hectares.

Pequenos platôs – está localizada na parte norte do parque, mais precisamente sobre as *áreas de morros* e são caracterizadas como áreas que apresentam declividades que variam de 0-3%. Ou seja, apresenta um relevo plano e com altimetria dentro da área de estudo superior aos 620 metros e ocupam uma área em torno 18,7 hectares.

Por sua vez, o Piemonte da Borborema é a morfoestrutura do contato entre a encosta do Maciço da Borborema e os patamares dos Baixos Planaltos Costeiros (Leste), formado a partir da tectônica originada na Antéclise da Borborema, há configuração de mar de morros (Marques *et al.*, 2019b). Em outros termos, se constitui por degraus de transição entre a Planície Costeira e o Maciço da Borborema (Ferreira; Dantas; Shinzato, 2014).

Dentro da área em estudo, a unidade morfoestrutural, Piemonte da Borborema, está presente em uma pequena porção de aproximadamente 13 hectares, localizada na parte sul da unidade de conservação, caracterizando-se por apresentar uma superfície dissecada, com relevo pouco movimentado a movimentado, topo arredondado e possuindo cerca de 480 m e declividade

variando de 0-3 %. Verifica-se também *planície e terraços fluviais*, porém essa morfoescultura se encontram em um patamar altimétrico um pouco menor (cerca de 480-500 metros) em comparação com o Maciço da Borborema.

De acordo com Jardim de Sá *et al.* (1999), a evolução da Província Borborema iniciasse durante o Cenozóico; o primeiro evento de soerguimento teria ocorrido em 90 Ma ou 75 Ma (discordâncias erosivas no Turoniano Médio e no Campaniano Superior).

A epirogênese (movimentos de arqueamentos lentos) está ocorrendo na província Borborema desde o Cretáceo; as principais estruturas desses eventos são: o Planalto da Borborema com o Piemonte da Borborema, a Depressão Sertaneja, a Chapada do Araripe, e os platôs, anteriormente assentados na superfície que soergueu (Mabessone; Castro, 1975).

No Nordeste brasileiro, o Piemonte da Borborema corresponde a uma formação geomorfológica caracterizada por um conjunto de serras (esporões), que se estende no sentido norte-sul entre a Depressão Sublitorânea e a encosta oriental do planalto da Borborema (Carvalho, 1982). Essa região apresenta um soerguimento de aproximadamente 400 metros em relação a suas áreas vizinhas, o que propicia uma maior umidade favorecida pelos ventos alísios de sudeste (Feliciano; Melo, 2003).

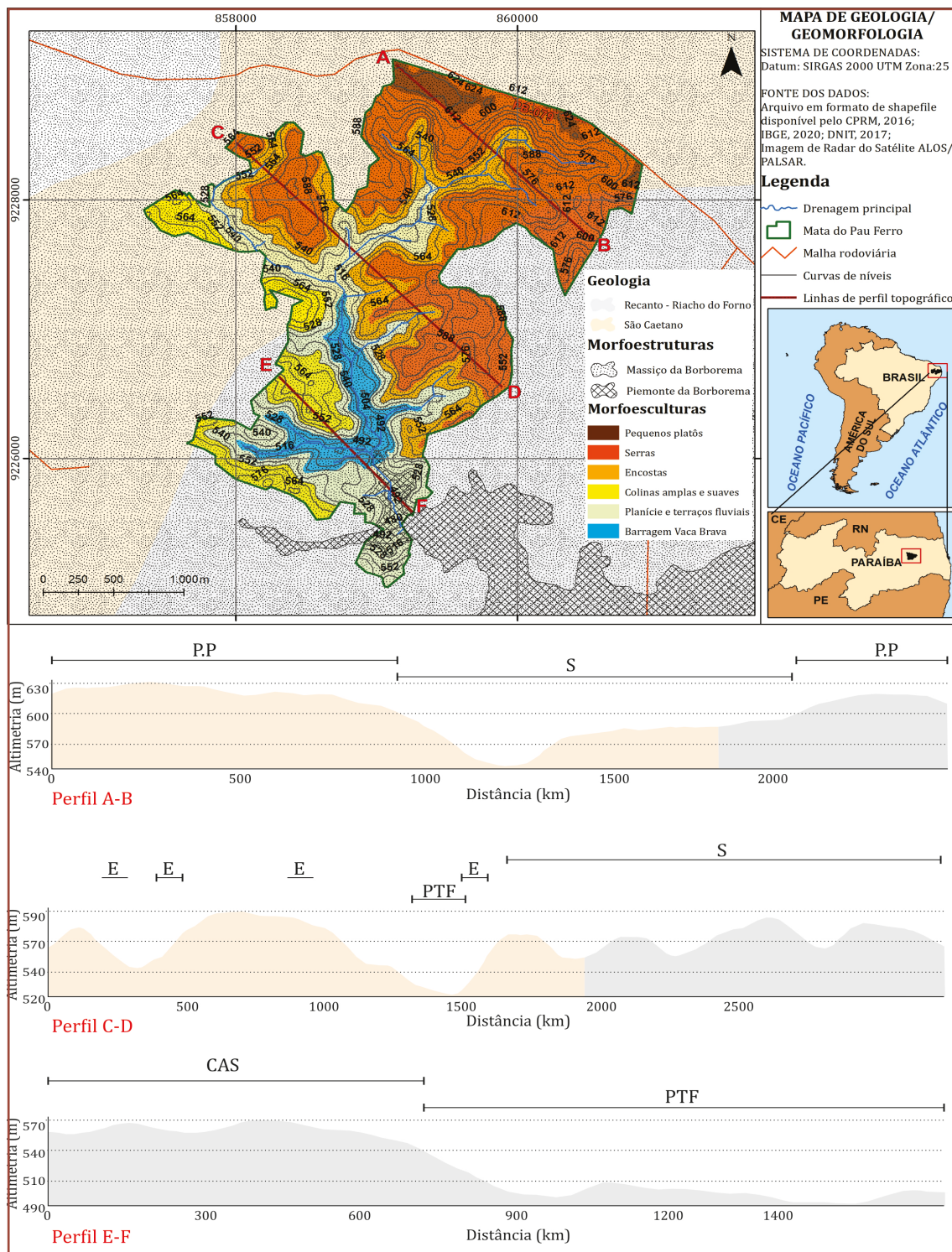
Ainda sobre o Piemonte da Borborema, embora em menor expressão na Mata do Pau Ferro, em um estudo realizado por Tavares *et al.* (2015) mais precisamente no Gráben do Cariatá, no estado da Paraíba, os autores explicam que esse compartimento apresenta restos de um capeamento sedimentar, medianamente dissecado, que se expressa sob a forma de superfícies tabuliformes e baixos tabuleiros. Essas se trata de estruturas recentes de acumulação e denudação resultantes da ação morfogenética neoceno-zóica sobre a elaboração do modelado à mercê de controles climáticos e tectônicos recursivos.

A paisagem geomorfológica no setor de Piemonte do Planalto da Borborema apresenta formas atreladas à reativação de zonas de cisalhamento e instalação de grábens e horsts, como já razoavelmente bem estabelecido por Brito-Neves *et al.* (2004) e Lima-Filho *et al.* (2006). Constituem, assim, unidades morfoestratigráficas contemporâneas, de acordo com a cronologia geomórfica da região (Corrêa *et al.*, 2005).

O quadro 1 traz uma síntese das unidades e subunidades morfoestruturais delimitadas na área de estudo e, para uma melhor compreensão, a figura 7 traz um perfil representativo dos aspectos geomorfológicos nos diferentes setores do parque.

Figura 7 – Mapa das unidades Litoestratigráficas do Parque Estadual Mata do Pau Ferro e suas sub-unidades morfoestruturais

Onde PP – Pequenos platôs; S – Serras; E – Encostas; CAS – Colunas amplas e suaves; PTF – Planície e terraços fluviais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 1 – Taxonomia e compartimentação geomorfológica do Parque Estadual Mata do Pau Ferro

U.M – Unidade Morfoestrutural; A – Altimetria; S.U.M – Sub-Unidade Morfoestrutural; D – Declividade; A.T (ha) – Área total em hectares.

U.M	A (m)	S.U.M	A (m)	D (%)	A.T (ha)
Maciço da Borborema	>500	Pequenos Platôs	600 – 620	0 – 3	18,7
		Área de morros	540 – 600	8 – 20	269,2
		Encosta	520 – 560	20 – 45	99,8
		Colinas amplas e suaves	520 – 560	3 – 20	65,4
		Planícies e terraços fluviais	500 – 520	0 – 8	148,9
Piemonte da Borborema	<500	Planícies e terraços fluviais	480 – 500	0 – 8	13
Área total					615

Fonte - Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos aqui uma revisão geral sobre a geomorfologia do Parque Estadual Mata do Pau Ferro. Diante da metodologia abordada para efetuação desse trabalho, podemos apresentar aqui considerações finais resultantes do desenvolvimento da pesquisa.

Dessa forma, apresentamos, em um primeiro momento, uma revisão geral sobre a geomorfologia do Parque Estadual Mata do Pau Ferro, em que a identificação dos diferentes padrões de organização do relevo através do mapeamento assume grande importância nas ciências geomorfológicas.

A metodologia proposta neste trabalho se mostrou eficaz a partir da modelagem em SIG, sendo possível fazer uma espacialização e distinção dos diferentes aspectos ambientais da Unidade de Conservação (UC).

Em outros termos, as técnicas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) possibilitaram alcançar respostas de modo mais rápido e eficaz sobre a paisagem. Dessa forma, as Geotecnologias têm fundamentado a análise espacial das características físicas da paisagem, ao pressupor a interdisciplinaridade no seu manuseio, contudo, esse trabalho também atua como instrumento para o planejamento ambiental fornecendo um importante documento de compreensão da geomorfologia local.

Sendo assim, compreende-se que os resultados obtidos podem auxiliar na gestão e planejamento ambiental do parque, pois esses se constituem como ferramentas que oferecem subsídios com base nos elementos físicos, sendo importante no que se refere à resolução dos problemas socioambientais, apoiando, assim, a alta demanda por uma representação mais detalhada da superfície da Terra, que é essencial para o mapeamento e desenvolvimento de uma região. ●

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. A Teoria dos Refúgios: origem e significado. *In*: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 29-34.

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial. 2003.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2025. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaGraficos&codAcude=3273>. Acesso em: 06 de setembro de 2025.

ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C; GONÇALVES, J. L. M; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ALVES, J. S. **Zoneamento socioambiental da bacia hidrográfica do Taperoá/PB**: fragilidades, potencialidades e classificação das unidades de paisagem. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba PPGG/UFPB. João Pessoa/PB, 2020.

ANDRADE, G. O; LINS, R. C. Introdução ao estudo dos “Brejos” Pernambucanos. **Arquivos do Instituto de Ciências da Terra da Universidade de Recife**, 2, 21–34. 1964.

AQUINO, M. T. B. **Educação ambiental em unidades de conservação**: vivências educativas em escolas do entorno do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (Areia/PB). Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento

e Meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa/PB. 2012. 145p.

AZEVEDO-RAMOS, C; MOUTINHO, P. Land use policy No man's land in the Brazilian Amazon: could undesignated public forests slow Amazon deforestation? **Land Use Policy**. 73, p.125-127, 2018.

BARBOSA, M. R. V. *et al.* Diversidade Florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (orgs). **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 111-121.

BISHOP, M. P; ALLAN-JAMES, L; SHRODER-JR, J. F; WALSH, S. J. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. **Geomorphology**, v. 137, n. 1, p. 5-26, 2012.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), 2000.

BRITO-NEVES, B. B; RICCOMINI, C; FERNANDES, T. M. G; SANT'ANA, L. G. O Sistema Tafrogênico Terciário do Saliente Oriental Nordeste na Paraíba: um legado Proterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 1, p. 127-134, 2004.

CARVALHO, M. G. **Classificação geomorfológica do estado da Paraíba**. João Pessoa: Universitária/FUNAP, 1982.

CAVALCANTE, M. B; GUERRA, A. J. T; LIMA, E. R. V; OLIVEIRA-CAMPOS, J; ALCÂNTARA, A. P. Identificação e caracterização das feições geomorfológicas e ações de geoconservação do Parque Estadual da Pedra da Boca, Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.17, n.1, p. 109-122, 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP. 1974. 149p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980, 188p.

CORRÊA, A. C; BARRETO, A. M. F; BEZERRA, F. H. R; BRITO-NEVES, B. B; SUGUIO, K. Análise geomorfológica e sedimentológica do gráben de Cariatá, Paraíba. In: X Congresso da Abequa. **Anais de Trabalhos Completos**. Guarapari, p.41- 47. 2005.

CORREA, A. C. B; TAVARES, B. A. C; MONTEIRO, K. A; CAVALCANTI, L. C. S; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), p. 35-52, 2010.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Areia, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. 6. ed, Brasília/DF, 2025. 393 p.

FARIAS-SILVA, T. C; SANTOS, H. A; MENDONÇA, J. D. L. Gestão do Parque Estadual Mata do Pau Ferro: desafios e perspectivas. In: SANTOS, H. A; COSTA, E. G; ARAÚJO, H. F; MENDONÇA, J. D. L; SILVA, T. C. F. (orgs). **Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro**. Cabedelo, PB: Editora UNIESP, 2020.

FEARNSIDE, P. M. Brazilian politics threaten environmental policies. **Science** 353(6301), p.746-748, 2016.

FELICIANO, M. L. M; MELO, R. B. **Atlas do Estado da Paraíba**: informações para gestão do patrimônio natural. SEPLAN/IDEME/APAN/UFPB, João Pessoa, 2003.

FERREIRA, R. V; DANTAS, M. E; SHINZATO, E. Origens das Paisagens. In: TORRES, F. S. M; PFALTZGRAFF, P. A. S. (Eds.). **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, p. 51-71. 2014.

FRANCISCO, P. R. M; SANTOS, D. **Climatologia do Estado da Paraíba**. Campina Grande: EDUEFCG, 2017.

GIBBS, H. K; MUNGER, J; ROE, J. L; BARRETO, P; PEREIRA, R; CHRISTIE, M; AMARAL, T; WALKER, N. F. Did ranchers and slaughterhouses respond to zero-deforestation agreements in the Brazilian Amazon? **Conservation Letters**. 9(1), p.32-42, 2016.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUSMÃO, M. A. B; CREÃO-DUARTE, A. J. Diversidade e Análise Faunística de Sphingidae (Insecta, Lepidoptera) na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil, com Vista ao Monitoramento. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. P TABARELLI, M. (Orgs.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 179-152. 2004.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coord. De Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

JAHN, A. **Denudational balance of slope**. Polônia, Geogr. 1954.

JAMES, L. A; WALSH, S. J; BISHOP, M. P. Geospatial technologies and geomorphological mapping. **Geomorphology**, v. 137, n. 1, p. 1-4, 2012.

JARDIM DE SÁ, E. F; MATOS, R. M. D; MORAIS-NETO, J. M; SAADI, A; PESSOA NETO, O. C. Epirogenia cenozóica na Província Borborema: síntese e discussão sobre os modelos de deformação associados. *In*: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, **Anais...** Lençóis-BA, p. 58-61, 1999.

LIMA-FILHO, M. F; BARBOSA, J. A; SOUZA, E. M. Eventos Tectônicos e Sedimentares nas Bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações no quebraamento de Gondwana e correlação com a Bacia do Rio Muni. **Geociências**, v. 25, n. 1, p. 117-126, 2006.

LIMA, V. R. P; OLIVEIRA-CAMPOS, J. Classificação do sistema de trilhas da unidade de conservação Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil. **Revista de Estudios Andaluces**, 43, p. 51-70, 2022.

MABESOONE, J. M; CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste Brasileiro. **Boletim do Núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia**. Recife, 3: 5-35, 1975.

MAIA, R. P; BEZERRA, H. H. R. Structural control of the relief in Northeastern Brazil. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MARQUES, A. L; COSTA, C. R. G; MOURA, D. C. Parque estadual Mata do Pau Ferro (Areia-Paraíba): zona de amortecimento e espaços de conflitos. **Geoambiente**, 34. 2019a.

MARQUES, A. L; BARBOSA-SILVA, J; MOURA, D. C. GOMES-SILVA, D. Delineamento geomorfológico da Formação Serra dos Martins no estado da Paraíba (Brasil): aplanamentos iniciais. **ACTA Geográfica**, v.13, n.32, mai/ago. de 2019b.

MARQUES-NETO, R; ZAIDAN, R. T; MENON JR, W. Mapeamento Geomorfológico do Município de Lima Duarte (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v.16, n.1, 2015.

MEDEIROS, J. F; CESTARO, L. A. As diferentes abordagens utilizadas para definir brejos de altitude, áreas de exceção do Nordeste brasileiro. **Sociedade e Território**, 31(2), 97-119. 2019.

MELELLI, VERGARI, F; LIUCCI, L, DEL MONTE, M. Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape. **Science of The Total Environment**, v. 584–585, p. 701–714, 2017.

NASCIMENTO, M. B; BANDEIRA, M. M; ARAÚJO, L. E. Variabilidade climática da precipitação do município de Areia no estado da Paraíba, Brasil. *Gaia Scientia*, v. 13, n. 3, p. 24–37, 2019.

OLIVEIRA-CAMPOS, J; LIMA, V. R. P. Proposta de Zoneamento Ambiental para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Paraíba, Brasil. **Physis Terrae – Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 19–46, 2020.

OLIVEIRA-CAMPOS, J. **Serviços ecossistêmicos e fragmentação da paisagem no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba-UFPB. João Pessoa/PB. 2022. 223p.

PARAÍBA. **Decreto Estadual Nº 14.832, de 19 de outubro de 1992**. Cria a Reserva Ecológica “Mata do Pau Ferro” e dá outras providências. 1pg.

PEREIRA, T. F; CAMPOS, J. O; PEREIRA, M. R. S; LIMA, V. R. P. Ecoturismo e os impactos ambientais no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. **GEOTemas**, v. 9, n. 1, 2019.

PRESS, F; SIEVER, R; JORDAN, T. H; GROETZINGER, J. **Para entender a Terra**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 656p.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. (orgs.). **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 4 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. (orgs.). **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. (orgs.). **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 6 ed. Ebook. Fortaleza: Edições UFC, 2022.

RUDKE, A. P; SIKORA-SOUZA, V. A; SANTOS, A. M; FREITAS-XAVIER, A. C; ROTUNNO-FILHO, O. C; MARTINS, J. A. Impact of mining activities on areas of environmental

protection in the southwest of the Amazon: A GIS and remote sensing-based assessment. **Journal of Environmental Management**, 263, 2020.

SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: Esboço de Interpretação preliminar. **Geonomos**, MG, v. 1, p. 1-15, 1993.

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA-JÚNIOR, J. M. F. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**: texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do Estado da Paraíba. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. CPRM. Recife/PE. 2002. 142 p.

SANTOS, E. J. **O complexo granítico Lagoa das Pedras**: acreção e colisão na Região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema. Tese (Doutorado em Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 1995.

SANTOS, E. J.; MEDEIROS, V. C. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the transverse zone, Borborema Province, NE Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.29, n.1. 1999.

SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R.; KOZUCH, M.; BRITO NEVES, B. B. The Cariris Velhos tectonic event in Northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.29, p.61-76, 2010.

SANTOS, H. A.; COSTA, E. G.; ARAÚJO, H. F.; MENDONÇA, J. D. L.; SILVA, T. C. F. **Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro**. Cabedelo, PB: Editora UNIESP, 2020.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 7, nº 2, 2006.

SANTOS, S. L. M.; JUSTINA, E. E. D.; FERREIRA, M. M. Mapeamento geomorfológico da bacia do Igarapé Belmont Porto Velho – Rondônia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.3, 2012.

SIDLE, R. C.; PEARCE, A. J.; O'LOUGHLIN C. L. Hillslope Stability and Land Use. **Water Resources Monograph**, Series no. 11. 1985.

SOARES, P. C.; BARCELLOS, P. E.; CSORDAS, S. M.; MATTOS, J. T.; BALIEIRO, M. G.; MENESES, P. R. Lineamentos em imagens de Landsat e Radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. p. 143-156. In: II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. Brasília, **Anais...** v.1, Brasília: Distrito

Federal, CNPQ, 1982.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará *in*: LIMA, L. C; SOUZA, M. J. N; MORAES, J. O. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

TAVARES, B. A. C; CORRÊA, A. C. B; LIRA, D. R; CAVALCANTI, L. C. S. Compartimentação geomorfológica e morfotectônica do Gráben do Cariatá, Paraíba, a partir de imageamento remoto. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. 15, nº 4. 2014.

TEIXEIRA, N. F. F; SILVA, E. V; FARIAS, J. F. Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. n. 9, p. 147-158, 2017.

TORRES, F. S. M. **Geodiversidade do estado da Paraíba**: Programa Geologia do Brasil, Levantamento da Geodiversidade. Organização Fernanda Soares de Miranda Torres [e]. Edlene Pereira da Silva. Recife, PE: CPRM, 2016. 124 p.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 2004.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA**: guia de utilização de dados geomorfométricos locais. Márcio de Morisson Valeriano. São José dos Campos: INPE, 2008.

XAVIER, R. A; SOUZA, B. I; CARDOSO, E. C. M; SEABRA, V. S. Padrões de relevo da área de proteção ambiental do Cariri paraibano: uma contribuição à cartografia geomorfológica semiárida. **Revista Ciência Geográfica**, v. 26, p. 34-50, 2022.

WALSH, S. J; BUTLER, D. R; MALANSON, G. P. An overview of scale, pattern, process relationships in geomorphology: a remote sensing and GIS perspective. **Geomorphology**, v. 21, n. 3-4, p. 183-205, jan. 1998.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Jânio Carlos Fernandes Guedes: Responsável pela concepção e delineamento do estudo, revisão da literatura e redação da versão inicial do manuscrito. Participou da coleta e organização dos dados, bem como da realização das análises estatísticas e cartográficas. Atuou também na análise crítica do conteúdo intelectual.

Valéria Raquel Porto de Lima: Colaborou na discussão dos resultados e na revisão técnica do manuscrito, assegurando a precisão e integridade do conteúdo científico.

Contribuiu ainda para a interpretação dos resultados e revisão final do artigo.

EDITOR DO ARTIGO

Cláudio Luiz Zanotelli

Universidade Federal do Espírito Santo

Vitória, Espírito Santo, Brasil

claudio.zanotelli@ufes.br

Artigo recebido em: 09/10/2025

Artigo aprovado em: 11/12/2025

Artigo publicado em: 15/12/2025