

ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE FORTIM, CEARÁ: CONTRIBUIÇÕES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA GEODIVERSIDADE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

FÁBIO SOARES GUERRA

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela
Universidade Federal do Ceará - UFC

Email: fabiosoaresguerra@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3633-6887>

CAMILA ESMERALDO BEZERRA

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela
Universidade Federal do Ceará-UFC

Email: camila.esmeraldo23@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7160-9636>

MARIA RITA VIDAL

Profa. Doutora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal do Ceará-UFC

Email: ritavidal@unifesspa.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3392-3624>

EDSON VICENTE DA SILVA

Prof. Doutor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal do Ceará-UFC

Email: cacauceara@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5688-750X>

Recebido:02/26 Avaliado:05/26 Publicado:07/26

RESUMO

O trabalho em exame teve por objetivo analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim, localizado na costa Leste do litoral cearense, com vistas ao entendimento de elementos fundantes da geodiversidade local, entendendo-a como aporte essencial para trabalhos de planejamento ambiental em contexto semiárido. A metodologia empregada pautou-se nos fundamentos teóricos e metodológicos delineados por Rodriguez e Silva (2018) para a análise ambiental integrada, valendo-se de trabalhos de campo, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Como resultados e discussão percebe-se que Fortim possui rico acervo paisagístico com sérios problemas de uso e ocupação resultando em impactos ambientais significativos. Os dados levantados possibilitaram a visualização do estado ambiental das unidades de paisagem, a realização do diagnóstico ambiental e a elaboração de diretrizes como contribuições para o planejamento ambiental que estabeleça os princípios da sustentabilidade na convivência com o semiárido. Conclui-se, portanto, que a multidisciplinaridade entre planejamento ambiental e geodiversidade são fundamentais para o ordenamento do território fortinense, como garantias para a proteção ambiental e o desenvolvimento local.

Palavras-chave: Análise Ambiental; Planejamento ambiental; Geodiversidade, Semiárido; Fortim-Ce.

GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE MUNICIPALITY OF FORTIM, CEARÁ: CONTRIBUTIONS TO THE ENVIRONMENTAL PLANNING OF GEODIVERSITY IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID REGION

ABSTRACT

This study aimed to analyze the geological and geomorphological aspects of the municipality of Fortim, located on the eastern coast of Ceará, with a view to understanding the fundamentals of local geodiversity, considering it an essential contribution to environmental planning. The methodology employed was based on the theoretical and methodological foundations outlined by Rodriguez and Silva (2018) for integrated environmental analysis, using fieldwork, remote sensing techniques, and geoprocessing. The results and discussion show that Fortim possesses a rich landscape heritage with serious problems of land use and occupation, resulting in significant

environmental impacts. The data collected allowed for the visualization of the environmental state of the landscape units and the realization of a proactive environmental diagnosis as contributions to environmental planning that establishes the principles of sustainability in coexistence with the semi-arid region. It is concluded, therefore, that the multidisciplinary approach between environmental planning and geodiversity is fundamental for the territorial planning of Fortim, as a guarantee for environmental protection and local development.

Keywords: Environmental Analysis; Environmental Planning; Geodiversity; Semi-arid region; Fortim-Ce.

ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DEL MUNICIPIO DE FORTIM, CEARÁ: CONTRIBUCIONES PARA LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA GEODIVERSIDAD EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los aspectos geológicos y geomorfológicos del municipio de Fortim, ubicado en la costa oriental del litoral del estado de Ceará, con el propósito de comprender los elementos fundamentales de la geodiversidad local, considerándola como un aporte esencial para los estudios de planificación ambiental en un contexto semiárido. La metodología empleada se basó en los fundamentos teóricos y metodológicos propuestos por Rodríguez y Silva (2018) para el análisis ambiental integrado, utilizando trabajos de campo, técnicas de teledetección y herramientas de geoprocésamiento. Como resultados y discusión, se observa que Fortim posee un rico patrimonio paisajístico, aunque presenta serios problemas relacionados con el uso y la ocupación del territorio, generando impactos ambientales significativos. Los datos obtenidos permitieron identificar el estado ambiental de las unidades de paisaje, realizar el diagnóstico ambiental y elaborar directrices como contribuciones para una planificación ambiental que establezca principios de sostenibilidad en la convivencia con el semiárido. Se concluye, por lo tanto, que la multidisciplinariedad entre la planificación ambiental y la geodiversidad resulta fundamental para la ordenación territorial del municipio de Fortim, garantizando la protección ambiental y el desarrollo local.

Palabras clave: Análisis ambiental; Planificación ambiental; Geodiversidad; Semiárido; Fortim-Ceará.

INTRODUÇÃO

O planejamento ambiental necessita de uma análise profunda dos elementos que compõem a geodiversidade, para poder responder às demandas ambientais contemporâneas. A geodiversidade engloba o substrato geológico e as feições geomorfológicas correspondentes como elementos constituintes basilares, já que estes condicionam os demais: pedologia e hidrografia. Por esse viés, analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim, localizado na costa Leste do litoral cearense, apresenta-se como uma necessidade urgente para identificação das vulnerabilidades e potencialidades da área de estudo.

A geologia revela a memória e a composição do substrato terrestre, evidenciando a variedade e variabilidade de materiais, os registros processuais históricos e a disponibilidade dos recursos abióticos. A geomorfologia, por seu turno, revela a fisiografia da paisagem, as resultantes formas de relevo, por meio das quais é possível se apreender a complexidade da dinâmica ambiental, os fluxos de conectividade, o estado ambiental e a delimitação das unidades de paisagens. Daí a importância de se analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos como condicionantes da geodiversidade e entendê-la como subsídio indispensável para trabalhos de planejamento ambiental.

Fortim, por ser um município litorâneo e por estar encravado entre as desembocaduras de dois rios importantes, Pirangi e Jaguaribe, dissocia-se das imagens típicas do sertão semiárido. Contudo, segundo as diretrizes mais recentes da SUDENE (2021), baseadas em critérios de aridez ou balanço hídrico, regime pluviométrico e risco de déficit hídrico, Fortim passou a integrar oficialmente a delimitação do semiárido brasileiro. Fortim afigura-se, portanto, como município de destaque no litoral semiárido cearense.

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos de Fortim, de modo a apresentar os fundamentos da geodiversidade local,

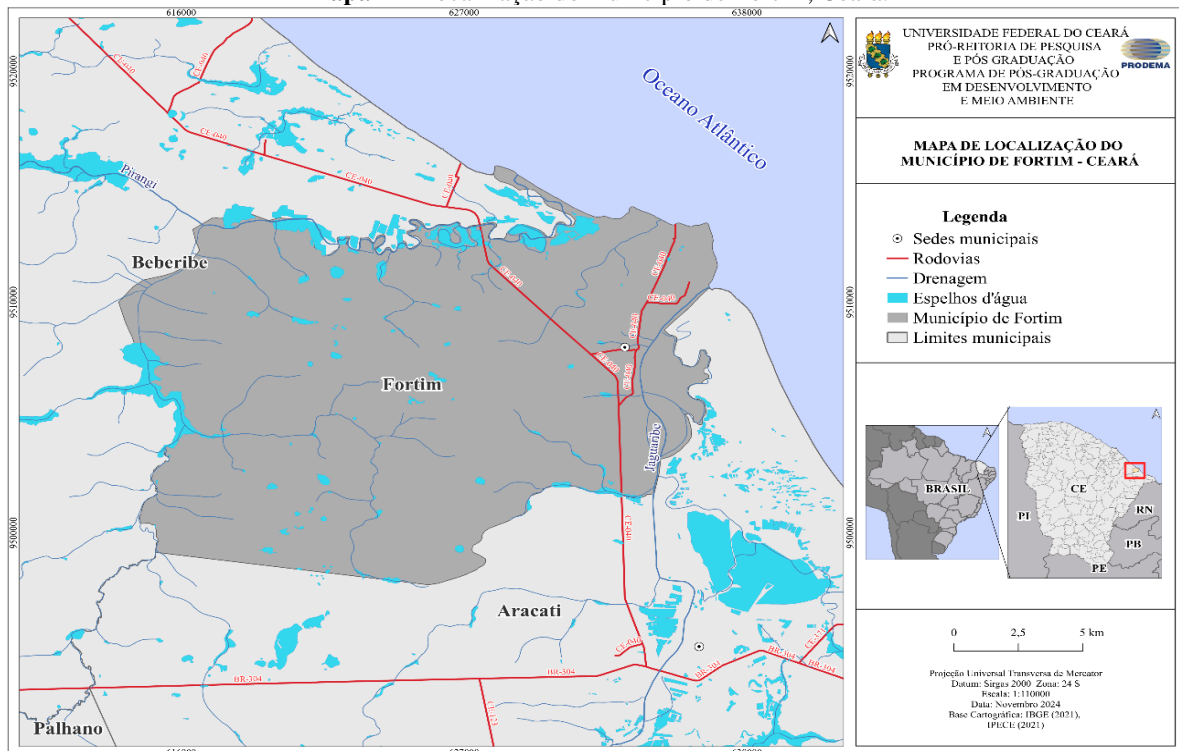
por meios dos quais foram realizados o diagnóstico ambiental e o desenvolvimento de diretrizes propositivas como subsídios para trabalhos de planejamento ambiental. Desta forma, viabiliza-se a integração dos conceitos de geodiversidade e planejamento ambiental às estratégias de convivência com o semiárido, reforçando o entendimento que o patrimônio abiótico é o suporte físico para a vida e para a paisagem.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O município de Fortim localiza-se na zona costeira do estado do Ceará (Mapa 1), em seu setor Leste, a uma distância de 130 km da capital Fortaleza. Ao Norte limita-se como oceano atlântico, ao Leste e ao Sul limita-se com o município de Aracati e ao Oeste limita-se com o município de Beberibe. No limite com Aracati ao Leste, a delimitação ocorre pela foz e planície fluviomarina do rio Jaguaribe. Por outro lado, no limite com Beberibe, a delimitação se faz pela foz e planície fluviomarina do rio Pirangi. A localização geográfica de Fortim privilegia o município com um mosaico rico de paisagens e recursos naturais resultando em expressiva beleza cênica. Fortim é constituído política e administrativamente em seis distritos: Fortim (distrito sede), Campestre, Barra, Viçosa, Maceió e Guajiru. Apresenta uma área total de 285,024 km² e uma população estimada em torno de 17.294 habitantes, com uma economia pautada no turismo, na agropecuária e, em maior medida, na pesca (IPECE, 2017; IBGE, 2022).

Mapa 1 – Localização do município de Fortim, Ceará.



Fonte: elaborado pelo autor.

Em termos climáticos, em Fortim evidencia-se o tipo climático Tropical Quente Semiárido, com médias de temperatura variando entre 26°C e 28°C e índice pluviométrico em torno de 1.435,4 mm, quadro este justificado pela aproximação com o mar o que eleva as taxas de umidade e regula as médias térmicas reduzindo a amplitude térmica.

A quadra chuvosa compreende os meses de janeiro a maio, enquanto o restante do ano é marcado pela escassez pluviométrica, isso explica o balanço hídrico por vezes deficitário, sendo um dos critérios que coloca Fortim dentro do semiárido cearense. O município em questão está inserido na interseção da bacia hidrográfica metropolitana e a bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe. Como resultado, verifica-se importantes drenagens superficiais e subterrâneas que tem a configuração e armazenamento facilitados pelo embasamento geológico sedimentar (IPECE, 2017).

O substrato geológico de Fortim é constituído por coberturas sedimentares cenozoicas recentes, que ao longo do território se dividem em depósitos aluvionares e os depósitos eólicos litorâneos. A formação barreiras de origem mais antiga, constitui o conjunto de sedimentos cenozoicos mais antigos. A morfologia do embasamento geológico exibe-se por meio das unidades geomorfológicas a seguir: praia e pós-praia, campos de dunas, planícies fluviais, planícies fluviomarinhas e/ou fluviolacustres e o tabuleiro pré-litorâneo (CEARÁ, 2021).

O quadro pedológico de Fortim apresenta as seguintes classes de solos: neossolos quartzarênicos, planossolos e gleissolos. Em relação ao quadro fitogeográfico tem-se os seguintes tipos vegetacionais: vegetação pioneira psamófila, vegetação subperenefólia de dunas, vegetação subcaducifólia de tabuleiro, vegetação paludosa marítima de mangue e vegetação de várzea (EMBRAPA, 2019; CEARÁ, 2021).

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS

Os procedimentos técnicos e metodológicos adotados pela pesquisa foram orientados pelos preceitos de Rodriguez e Silva (2018) para análise ambiental com vistas ao planejamento e gestão ambiental. Desta forma, a pesquisa teve as seguintes fases: Organização e Inventário, Análise, Diagnóstico e Proposição.

Fase de Organização e Inventário: foi feito um levantamento da base cartográfica disponibilizadas pelos órgãos públicos e pelos trabalhos científicos já publicados, bem como o levantamento de dados secundários por meio da análise bibliográfica e documental. Os trabalhos de campo foram realizados ao longo de 2022 ao início de 2026 para marcação de pontos com GPS, coleta de material para análise, verificação e comparação da realidade terrestre com o material cartográfico, registros fotográficos e observação sistemática. O trabalho de campo foi orientado pelo mapa básico de localização. Os dados adquiridos e produzidos nessa fase constituem um panorama ambiental inicial sobre o território de Fortim.

Fase de Análise: o material organizado e inventariado na fase metodológica anterior foi averiguado e analisado com acuidade, de modo a permitir identificar, cartografar e caracterizar o substrato geológico e as unidades geomorfológicas da área de estudo. Essa estratégia foi fundamental para a visualização das potencialidades paisagísticas de Fortim.

Fase de Diagnóstico e de Proposição: com os resultados obtidos na fase de análise foi possível determinar o uso e ocupação empreendidos, os impactos ambientais resultantes, possibilitando compreender o estado ambiental do território. Por conseguinte, foi possível elaborar diretrizes para subsidiar o planejamento ambiental na perspectiva da geodiversidade contextualizada em ambiente semiárido.

O trabalho cartográfico da pesquisa foi sendo construído ao longo de todas as fases metodológicas supracitadas, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, fazendo-se uso, entre outras ferramentas, do *software* livre QGIS 3.22.9 com a utilização de Sistema de Informação Geográfica subsidiada pela Projeção Universal de Mercator (UTM), em seu fuso 24S e Datum SIRGAS 2000. Os dados espaciais da CPRM (2014), IBGE (2019), IPECE (2019) e Ceará (2021) foram essenciais para a seleção e tratamento dos shapefile mais adequados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim, Ceará.

A correlação entre a litoestratigrafia e os aspectos morfoestruturais de um dado território permite compreender a dinâmica estabelecida entre as estruturas, formas e funções das unidades de paisagens. De tal modo que, viabiliza-se a elaboração de estratégias de preservação, conservação e manejo fincados nas diretrizes de um planejamento ambiental adequado. Nesse sentido, considerar os aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim é fundamental para a compreensão da geodiversidade deste setor do litoral semiárido cearense, para fins de ordenamento territorial.

Do ponto de vista geológico, o território de Fortim é formado predominantemente por coberturas sedimentares cenozoicas, que podem ser divididas em dois grupos: coberturas sedimentares cenozoicas recentes e cobertura sedimentar mais antigas. As coberturas sedimentares cenozoicas recentes englobam os depósitos eólicos litorâneos e os depósitos aluvionares. Por seu turno, a cobertura cenozoica mais antiga integra o Grupo Barreiras que é constituído por sedimentos da formação barreiras (CPRM, 2014). A estrutura geológica do município de Fortim pode ser esquematizada segundo o Quadro 1.

Quadro 1 – Estrutura geológica de Fortim

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	COMPOSIÇÃO GEOLÓGICA CORRESPONDENTE
COBERTURAS SEDIMENTARES CENOZOICAS RECENTES	<ul style="list-style-type: none">• Depósitos Eólicos Litorâneos (Holoceno).• Depósitos Aluvionares (Pleistoceno).
GRUPO BARREIRAS (CENOZOICO MAIS ANTIGO)	<ul style="list-style-type: none">• Sedimentos da Formação Barreiras (Mio-Pleistoceno)

Fonte: (CPRM, 2014).

É necessário posicionar Fortim no contexto estrutural cearense para se compreender os aspectos geológicos e geomorfológicos do município. Nesse interim, é preciso frisar que a maior parte do território estadual é alicerçada pelo embasamento cristalino, originado por eventos tectônicos durante o pré-cambriano. No bojo de tais eventos, surge a Província Borborema, na qual o Ceará está inserido localizando-se em seu setor norte (CPRM, 2014; Leite 2016).

Por conseguinte, um sistema de rifteamentos passa a ocorrer separando a placa sul-americana da placa africana, provocando uma ruptura a partir do Sul para o Norte, viabilizando a formação de bacias sedimentares durante o mesozoico. Essa conjuntura de eventos favoreceu o surgimento da Bacia Potiguar, que é uma bacia costeira, a partir da qual originou-se a formação do Nordeste brasileiro. É na Bacia Potiguar que está localizado o município de Fortim (Maia, 1993; CPRM, 2014, Leite, 2016).

A Província Borborema ocupa cerca de 380.000 km² da região Nordeste, apresentando-se com uma faixa de dobramentos neoproterozoicos de grande magnitude estrutural, abrigando a sobreposição de eventos tectônicos com expressivo magmatismo

(Basto, 2018). A Bacia Potiguar localiza-se entre as zonas costeiras do Ceará e do Rio Grande do Norte ocupando uma área de 48.000 km². É integralizada por sedimentos neocretácicos e terciários, sendo formada por rochas sedimentares originadas sobre o embasamento pré-cambriano da Província Borborema (Reis, 2012; CPRM, 2014). Fortim, em especial sua zona costeira, está localizado no setor Norte da Bacia Potiguar, evidenciando representantes da geologia cretácea, a exemplo dos afloramentos areníticos da Formação Tibau, conforme destaca Leite (2016).

Tendo em vista o contexto estrutural no qual o território fortinense está inserido, destacam-se os depósitos eólicos litorâneos, formados por processos de sedimentação recente, entre o quaternário e o terciário, com granulometria variando de fina à média, e sedimentos bem selecionados pela atividade eólica intensa. Os depósitos eólicos litorâneos apresentam estruturação inconsolidada, entretanto, em Fortim, nessa unidade litoestratigráfica são encontrados arenitos da Formação Tibau, estes sustentam o promontório chamado Pontal de Maceió (Maia, 1993; CPRM, 2014, Leite, 2016). Em fortim, os depósitos eólicos litorâneos apresentam-se com as seguintes feições geomorfológicas: as faixas de praia e pós-praia e os campos de dunas.

Na conjuntura geológica fortinense, os depósitos aluvionares revelam-se como unidade litoestratigráfica importante, sua granulometria varia de fina à grossa, com material mal selecionado e litologia de constituição areno-argilosa. Datando do pleistoceno, os depósitos aluvionares apresentam sedimentação quaternária, fato esse que justifica uma topografia plana com baixas altitudes (Marino, Freire, Horn Filho, 2012; CPRM, 2014). No município de Fortim, os depósitos aluvionares apresentam as seguintes feições geomorfológicas: planícies fluviais, fluviomarinhas e fluviolacustres.

A formação barreiras, que data do cenozoico mais antigo, apresenta sedimentação mio-pleistocênica, com granulometria variando de média à grossa, de coloração clara (variando entre amarelo, vermelho e cinza) indicando baixo teor de matéria orgânica. Os sedimentos da formação barreiras formam solos de caráter areno-argiloso e consolidação baixa ou moderada (Leite, 2016). Intrusões significativas de partículas de argila são evidentes nos pacotes de sedimentos arenosos na área de estudo, isso sugere que o pacote sedimentar aflorante possa manter associação com os afloramentos da Formação Tibau que apresenta constituição areno-argilosa. Isso também pode explicar a constituição arenosa e argilosa da estrutura pedológica deste setor. Os componentes litoestratigráficos da formação barreiras estruturam a feição geomorfológica denominado tabuleiro pré-litorâneo.

O arcabouço geológico de Fortim estrutura as diversas feições geomorfológicas do território. Do ponto de vista geomorfológico, em escala macro, destacam-se duas grandes unidades: a planície litorânea e o tabuleiro pré-litorâneo. A planície litorânea abrange as seguintes unidades de relevo: praia e pós praia, campo de dunas, planície fluviomarina, planície fluvial e ou fluviolacustre. Já o Tabuleiro pré litorâneo apresenta-se escarpado por falésias, inserido na zona de transição entre a planície litorânea e a superfície de aplanamento cristalino (IPECE, 2017, 2019).

Com granulometria e genética variadas, a planície litorânea é formada por sedimentos holocênicos de neoformação, sua superfície apresenta gradiente reduzido o que justifica seu caráter deposicional (Souza, 2003). Parte significativa de seu aporte sedimentar é proveniente da erosão ocorrida nas escarpas do tabuleiro pré-litorâneo, ou seja, a erosão marinha e fluvial ataca as falésias produzindo sedimentação que se dispersa e se aloca ao longo da planície litorânea (Freire; Cavalcanti, 1998). A flutuação do nível do mar é outra fonte de sedimentos para a planície litorânea, por meio das variações eustáticas ocorridas principalmente durante o quaternário (Claudino-Sales, 2007; Meireles, 2014). Vale ressaltar, que nesse tipo de relevo a sedimentação tem caráter subaquoso em função dos fluxos fluviais, marinhos e oceânicos.

Os tabuleiros pré-litorâneos apresentam um formato tabular, sendo constituído por sedimentação mais antiga do Grupo Barreiras e de viés denudacional, com topos planos extensos onde a morfogênese é superada pela pedogênese, o que explica a estabilidade ecodinâmica desta forma de relevo. Os solos são espessos com composição físico-química variada, esta característica facilita a percolação hídrica, conseqüentemente, ocorre armazenamento de água no subsolo e a formação de drenagens subterrâneas e superficiais de densidade baixa devido ao gradiente reduzido (Ceará, 2006; CPRM 2014).

O município de Fortim destaca-se por ostentar um conjunto de falésias de grande relevância socioambiental e de exuberante beleza cênica. As falésias são escarpas que margeiam as bordas do tabuleiro pré-litorâneo, são um desnivelamento abrupto da referida forma de relevo, estando expostas aos fluxos eólicos, fluviais e marinhos. Logo, as falésias são típicas das regiões costeiras e são classificadas em falésias ativas e falésias inativas. As falésias ativas estão expostas à erosão de sua base em virtude do impacto das ondas e da flutuação dos níveis de maré. As falésias inativas não são afetadas pelos fluxos marinhos e fluviais, estando expostas aos efeitos da erosão eólica (Leite, 2026).

Em fortim, as falésias estão situadas no setor Norte de caráter arenoso, no setor Nordeste encontram-se as falésias relacionadas a Formação Tibau e no setor Leste as falésias vinculadas ao Grupo Barreiras. Na área de estudo, as falésias evidenciam desgastes devido a dinâmica costeira com a erosão diferencial, além do uso e ocupação inadequados pelos agentes sociais atuantes. São evidentes ao logo do conjunto de falésias de Fortim o recuo das escarpas, a fragmentação e colapso de blocos, ravinamentos e voçorocamentos (Leite, 2016).

A correlação entre os aspectos geológicos e geomorfológicos de Fortim está sintetizada no Quadro 2, a seguir!

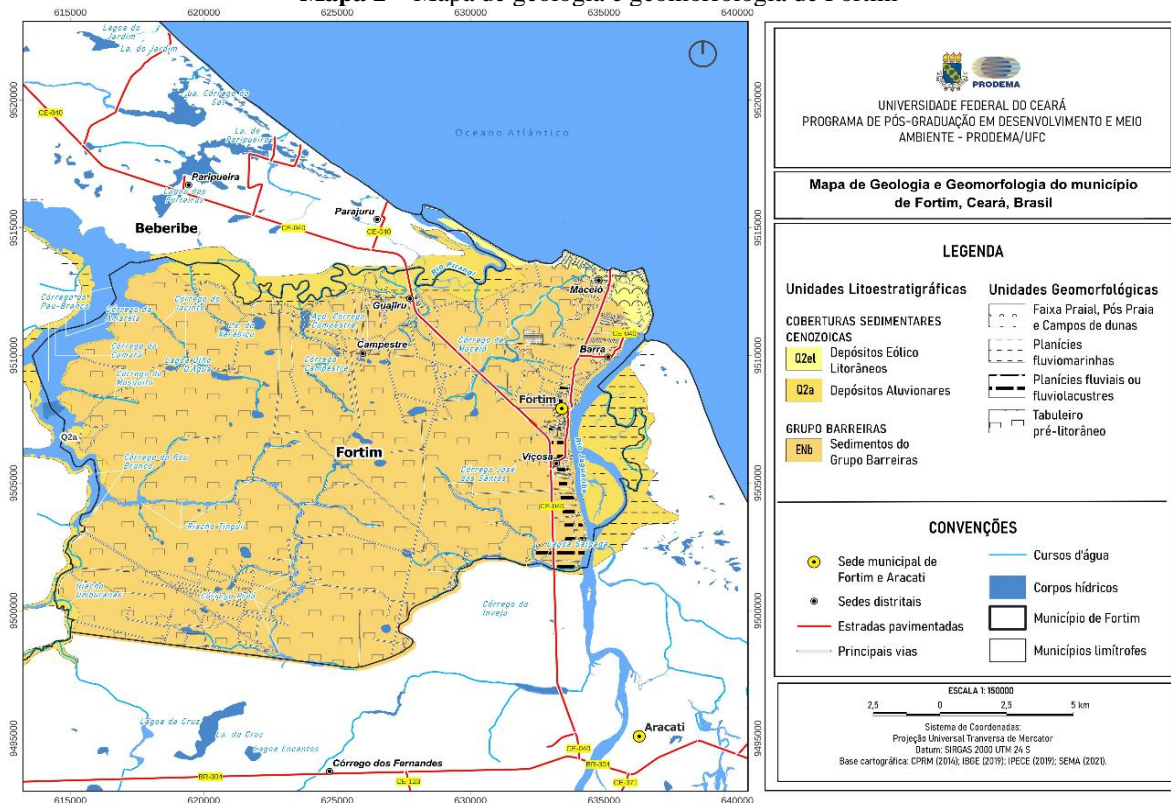
Quadro 2 – Correlação entre geologia e geomorfologia de Fortim

SUBSTRATO GEOLÓGICO	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS RESULTANTES
Depósitos Eólicos Litorâneos (Holoceno).	<ul style="list-style-type: none">• Praia• Pós-praia• Campo de dunas
Depósitos Aluvionares (Pleistoceno).	<ul style="list-style-type: none">• Planície Fluvial• Planície Fluviomarinha• Planície Fluviolacustre
Sedimentos da Formação Barreiras (Mio-Pleistoceno)	<ul style="list-style-type: none">• Tabuleiro pré-litorâneo

Fonte: elaborado pelo autor

A correlação entre os aspectos geológicos e geomorfológicos correspondentes foram espacializadas e podem ser visualizadas no Mapa 2.

Mapa 2 – Mapa de geologia e geomorfologia de Fortim



Fonte: elaborado pelo autor

A identificação, caracterização e análise do patrimônio geológico e de suas resultantes geomorfológicas nos permitem compreender a estruturação e funcionalidade das unidades de paisagens. Desta feita, é possível perceber a dinâmica geossistêmica de sua constituição e funcionamento dentro da relação sociedade e natureza, sendo possível gerar diretrizes para o ordenamento territorial e o uso e ocupação que tenham como viés a sustentabilidade socioambiental.

A análise dos aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim subsidiaram a identificação das unidades de paisagens, a elaboração do diagnóstico de uso e ocupação do território, bem como a identificação dos impactos ambientais resultantes. Tais informações constituem contribuições importantes para o planejamento da geodiversidade no contexto semiárido brasileiro.

Contribuições para o planejamento ambiental da geodiversidade no semiárido brasileiro – um estudo de caso no município de Fortim, Ceará

O planejamento ambiental e a geodiversidade são temáticas que devem se inter cruzar quando o objetivo é implementar uma proposta de desenvolvimento sustentável em um determinado território. A geodiversidade pode ser compreendida como o substrato físico (geologia, geomorfologia, pedologia e hidrografia) que sustenta a vida em suas mais diferentes formas (Brilha, 2005). De acordo com Meira e Silva (2019), a geodiversidade possui uma abordagem integrativa dando enfoque nos aspectos abióticos, contudo, sem negligenciar as interações estabelecidas entre a dimensão físico-ambiental e os variados organismos. Desta forma, a geodiversidade não pode ser negligenciada em trabalhos de planejamento ambiental. A Figura 1 retrata aspectos da geodiversidade de Fortim.

Figura 1 - Aspectos da geodiversidade de Fortim

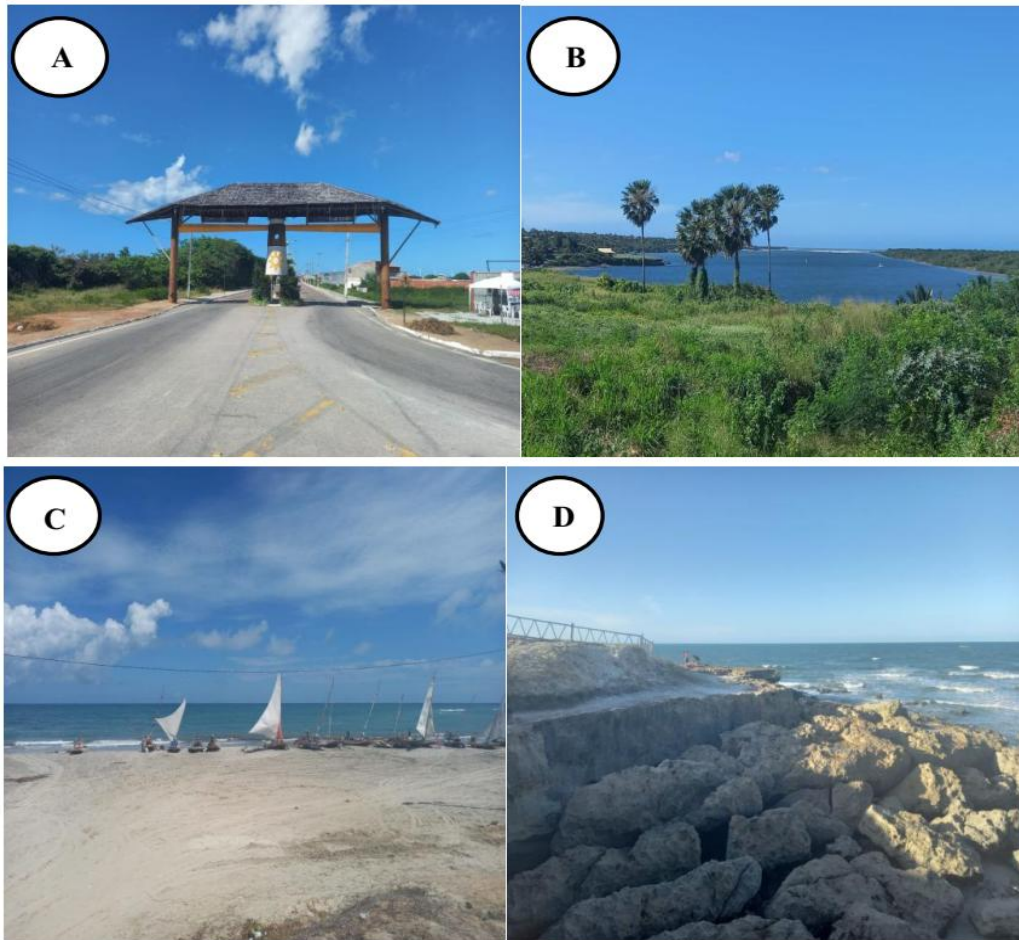


Figura 1 Mosaico de imagens contendo em (A) Tabuleiro pré-litorâneo (Elaborado pelo autor); (B) Planície fluviomarinha do rio Jaguaribe (Elaborado pelo autor); (C) Praia e pós-praia (Elaborado pelo autor); (D) Falésias erodidas (Elaborado pelo autor).

O planejamento ambiental, por sua vez, pode ser compreendido como um conjunto de procedimentos que visa compatibilizar as atividades humanas com a capacidade de carga, suporte e regeneração dos sistemas ambientais. É por meio do planejamento ambiental que se pode garantir organização funcional e estrutural dos recursos naturais diante dos impactos antrópicos, o que justifica a análise das características físicas e sociais do território para que as atividades humanas possam respeitar os limites e potencialidades dos sistemas ambientais por meio do diagnóstico ambiental (Rodrigues; Silva, 2018).

Com base nos pressupostos acima assumidos, realizou-se o diagnóstico ambiental de Fortim tomando como unidade de paisagem cada unidade geomorfológica identificada, cartografada e caracterizada. Utilizar critérios geomorfológicos para a delimitação das unidades de paisagem é uma estratégia metodológica importante, pois estes aglutinam os variados componentes geoambientais, individualizando as áreas com homogeneidade relativa. Ademais, os critérios geomorfológicos levam em conta as propriedades de diferenciação paisagística, isso permite a distinção entre as unidades de paisagens dentro de um recorte espacial mais amplo, além de viabilizar a percepção humana da compartimentação

topográfica em perspectiva (Souza, 2003; Ross, 2009). Nesse interim, o diagnóstico ambiental de Fortim apresentou os resultados a seguir.

Na faixa de praia e pós-praia o uso e ocupação são marcados pelas práticas de lazer, pelas estruturas turísticas bem consolidadas, pelo número crescente de residências e segundas residências como consequência da expansão urbana para áreas de fragilidade ambiental. Tal dinâmica acaba por fomentar o comércio e a prestação de serviços, o que gera a movimentação cada vez mais intensa de pessoas e veículos. Na praia e pós-praia, em função do uso e ocupação, observa-se como resultantes impactos ambientais significativos, tais como: a desestruturação dos sistemas paisagísticos, a modificação dos fluxos litorâneos, a diminuição da faixa de praia pela erosão eólica e marinha, a diminuição das atividades tradicionais, entre outras.

No campo de dunas percebe-se a intensificação da instalação de equipamentos turísticos, de residências e segundas residências, como marcas da expansão urbana e da especulação imobiliária que avançam para esta unidade sem ordenamento. O estabelecimento e estruturação de trilhas de bugues têm se consolidado nos últimos anos, viabilizando e orientando o acesso para setores de grande fragilidade ambiental. Verifica-se também a exploração irracional do potencial hidrológico subterrâneo, principalmente por setores da iniciativa privada, visto que o campo de dunas funciona com um grande depósito natural de água. Como impactos ambientais resultantes, observa-se no campo de dunas a fragmentação paisagística, o assoreamento de lagoas e lagunas interdunares, a supressão da vegetação subperenefólia e a redução do aporte sedimentar.

Nas planícies fluviomarinhas são verificadas as práticas da pesca artesanal e industrial, bem como a atividade de mariscagem. Nesta unidade, o descarte incorreto de efluentes, principalmente os oriundos das práticas de carcinicultura empreendidas pelas fazendas de camarão, tem poluído e contaminado os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A expansão urbana para esta unidade se evidencia pela presença de residências, pelo veraneio e pela exploração turística. O uso e ocupação empreendidos têm resultado nos seguintes impactos ambientais: comprometimento da estrutura e funcionalidade dos ecossistemas manguezais, impactos pedológicos que condicionam processos erosivos diversos (a exemplo de voçorocas e ravinas); nesta unidade nota-se também alterações no fluxo eólico, com consequente mobilização inadequada de sedimentos, e a remoção da vegetação de várzea.

O uso e ocupação das planícies fluviais e/ou fluviolacustres, em boa medida, seguem a lógica empregada nas planícies fluviomarinhas. A presença das fazendas de camarão é marcante, assim como o lançamento de efluentes. A prática de açudagem tem sido utilizada para a privatização da água e do acesso aos recursos hídricos. A agropecuária é utilizada de forma extensiva e sem a devida assistência técnica, comprometendo os solos, a vegetação, a disponibilidade e qualidade hídrica. Nas planícies fluviais e/ou fluviolacustres, os impactos ambientais resultantes são: alteração dos fluxos hídricos, degradação dos solos e da paisagem; poluição, contaminação e assoreamento dos recursos hídricos; diminuição significativa da vegetação de várzea.

No tabuleiro pré-litorâneo constata-se o núcleo central da expansão da mancha urbana, sendo marcado pela ocupação das infraestruturas correspondentes. Os loteamentos enumeram-se a cada ano, como marca latente da especulação imobiliária, diferenciando o espaço segundo as classes econômicas envolvidas. Esta unidade é marcada também pela exploração do potencial eólico e por práticas agropecuárias extensivas e sem assessoramento técnico que o contexto demanda. Como consequência, os impactos ambientais resultantes são: tendência à extinção das espécies da fauna e da flora; processos erosivos que têm provocado o recuo de falésias e a degradação da paisagem; a emissão de resíduos tem

ocasionado a redução, poluição e contaminação do lençol freático; redução evidente da vegetação subcaducifólia de tabuleiro pela expansão urbana, pelas infraestruturas turísticas e pela atividade industrial.

Um panorama do diagnóstico ambiental acima mencionado é sintetizado no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Diagnóstico ambiental de Fortim.

Unidade de Paisagem	Uso e ocupação	Impactos ambientais resultantes
Faixa de Praia e pós-praia	Práticas de lazer Estruturas turísticas Residências Segundas residências Comércio e serviços	Desestruturação paisagística Poluição por de resíduos sólidos Modificação dos fluxos litorâneos Diminuição da faixa praial (erosão eólica e marinha) Potencial extinção de atividades tradicionais.
Campo de dunas	Equipamentos turísticos Residências e segundas residências Trilhas de bugues Uso irracional das águas subterrâneas	Fragmentação da paisagem Sedimentação das lagoas e lagunas interdunares Remoção da vegetação subperene-fólia Diminuição do aporte sedimentar
Planície fluviomarinha	Pesca artesanal, industrial e mariscagem Descarte de efluentes Práticas de carcinicultura Residências e segundas residências Empreendimentos turísticos	Comprometimento do ecossistema manguezal Impactos pedológicos e processos erosivos Poluição, contaminação e assoreamento dos recursos hídricos Alteração do fluxo eólico e mobilização inadequada de dunas Remoção da vegetação de várzea
Planície fluvial e/ou fluviolacustre	Fazendas de camarão Lançamento de efluentes Açudagem Agropecuária	Alteração dos fluxos hídricos Degradação do solo e da paisagem Poluição, contaminação e assoreamento dos recursos hídricos Supressão da vegetação várzea
Tabuleiro pré-litorâneo	Expansão urbana Loteamentos Exploração do potencial eólico Práticas agropecuária	Tendência à extinção das espécies da fauna e da flora Processos erosivos / recuo de falésias / degradação da paisagem Emissão de resíduos / redução e contaminação do lençol freático Redução da vegetação subcaducifólia de tabuleiro

Fonte: elaborado pelo autor.

Com base na análise dos aspectos geológicos e geomorfológicos e no diagnóstico ambiental realizado no município de Fortim, foi possível visualizar o estado ambiental de cada unidade de paisagem. Os resultados obtidos com o diagnóstico ambiental de Fortim serviram como base para elaboração de diretrizes visando subsidiar trabalhos de planejamento ambiental tendo a geodiversidade como norte em contexto semiárido. As proposições seguem conforme a seguir!

Para a praia e pós-praia propõe-se a recomposição da vegetação pioneira psamófila, que constitui uma das primeiras linhas de defesa da zona costeira, fixando o estirâncio e o campo de dunas, impedindo o avanço da erosão eólica e marinha. Para tanto, faz-se necessário o plantio de espécies nativas e o cercamento dos setores de maior fragilidade. O intuito é diminuir a perda de sedimentos e criar um corredor ecológico para manutenção da fauna local.

Na praia e pós-praia é preciso estabelecer o controle e o reordenamento da ocupação humana, com a implantação de passarelas/decks elevadas em alguns trechos para o acesso à praia e a remoção de estruturas fixas em áreas de preservação permanente. O objetivo é preservar a morfologia da praia e pós-praia, isso contribuirá com uma melhor experiência estética e ambiental por parte dos visitantes.

Um sistema de monitoramento a implementação de programas de Educação Ambiental são fundamentais para o litoral fortinense, visando a mudança de comportamento e a transparência de dados ambientais contínuos. Assim sendo, sugere-se a instalação de placas informativas ao longo da orla, além de lixeiras seletivas e monitoramento constante das variações da linha de costa e da qualidade dos recursos hídricos. A finalidade é viabilizar o engajamento da população local e de turistas com agentes ambientalmente comprometidos.

Para o campo de dunas propõe-se estratégias que visam a estabilidade geomorfológica e a manutenção dos fluxos hídricos. Desta feita, sugere-se o estabelecimento de áreas de proteção integral para os setores mais comprometidos e áreas de uso controlado para os setores mais estabilizados e fixados por vegetação. Nos topos e sopés das dunas não deve haver infraestrutura, evitando-se a impermeabilização do solo. O propósito é garantir a estabilidade morfodinâmica e o ciclo natural do transporte de sedimentos por meio de um zoneamento ambiental para o ordenamento dos usos.

É preciso realizar a recuperação da vegetação fixadora do campo de dunas, pois esta é um impeditivo para que os sedimentos fujam para os demais sistemas ambientais. Mantendo os sedimentos, garante-se a funcionalidade protetiva desta unidade de paisagem. Logo, é preciso remover as espécies invasoras e garantir a implementação de espécies herbáceas e arbustivas com raízes profundas. O intento é aumentar a coesão dos sedimentos, restringir o impacto da erosão eólica e gerar um habitat adequado para biodiversidade.

O campo de dunas funciona como um grade aquífero, como uma grande esponja que armazena e filtra a água doce proveniente da pluviosidade, alimentando o sistema hídrico subterrâneo. Por isso a gestão e o manejo do lençol freático são de suma importância. De modo que é preciso proibir a o uso de fossas sépticas e a extração da água para fins comerciais, assim evita-se a contaminação e o rebaixamento da superfície. O escopo é preservar a qualidade da água doce e impossibilitar a entrada de água salgada no lençol freático (intrusão salina).

Devido a sua dinâmica e fragilidade, no campo de dunas é preciso ser realizado o controle das práticas turísticas e esportivas. O trânsito de veículos e de pessoas é preocupante nesta unidade, sendo necessário a implementação de trilhas sinalizadas, evitando-se os setores críticos, e proibir o tráfego de veículos motorizados no top das dunas, nas vertentes íngremes e nas áreas de reprodução faunística. A meta é reduzir a compactação pedológica e garantir o equilíbrio ecológico das aves e reptéis que majoritariamente habitam o campo de dunas.

As planícies fluviomarinhas (do rio Pirangi e do rio Jaguaribe) em Fortim destacam-se como ambientes de transição com dinâmica intensa e complexa, sendo o local onde a descarga fluvial choca-se com a força das marés. Para esta unidade de paisagem propõe-se a proteção e restauração dos ecossistemas manguezal, compreendendo que estes são uma barreira natural contra a erosão costeira e atuam como filtros biológicos por constituir um grande berçário para reprodução marinha. Por conseguinte, sugere-se o estabelecimento de zonas de uso sustentável e zonas de preservação integral. Verifica-se a necessidade de se restaurar as espécies nativas, principalmente o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) que se apresenta intensamente degradada pelas práticas relacionadas à carcinicultura e pela expansão da malha urbana. O objetivo é gerar uma proteção natural contra a transgressão marinha, o que contribui para a estabilização da linha de costa, fomentar o estoque de pescados e contribuir para o sequestro de carbono azul.

O monitoramento da qualidade da água e das cargas de sedimentos das planícies fluviomarinhas também são propostos. É preciso equalizar a proporcionalidade entre água doce e água marinha dentro do leito, além da proporcionalidade entre o aporte sedimentar e a capacidade de carga e suporte deste ambiente. Sugere-se o monitoramento constante das propriedades físico-químicas da água, atrelada a essa proposta indica-se ordenamento e monitoramento das práticas de açudagem ao longo da bacia hidrográfica. O intuito é evitar o processo de eutrofização, causado pelo excesso de matéria orgânica e material particulado suspensos ou dissolvidos na água, que compromete a ictiofauna. Além disso, busca-se evitar o assoreamento do canal, o que causaria a redução de sua amplitude e a perda de sua funcionalidade.

As planícies fluvio marinhas apresentam baixa energia hidrodinâmica, resultando em calmaria em boa parte de seu canal, o que provoca o acúmulo de poluentes diversos. Tal quadro justifica a necessidade de gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes. Sugere-se, portanto, a criação e o estabelecimento de um sistema de saneamento integrado para as populações do entorno, além de barreiras ecológicas no canal principal e nos tributários. O objetivo é proteger a ictiofauna contra a contaminação e garantir o potencial turístico e de balneabilidade dessa unidade de paisagem.

As planícies fluvio marinhas em Fortim apresentam usos e ocupações estritamente vinculados à pesca artesanal e industrial, mariscagem, carcinicultura e práticas turística. Dessa maneira, são propostas o desenvolvimento de zonas de uso sustentável e zonas de uso restrito. É preciso disciplinar a pesagem, quantidade e velocidade das embarcações, para se respeitar a capacidade de carga e suporte desta unidade. É necessário delimitar os setores propícios para pesca artesanal e a mariscagem, sendo estas atividades destinadas às comunidades tradicionais. Sugere-se a criação de legislação específica e mecanismos mais rigorosos de fiscalização para a carcinicultura, agropecuária e turismo nessa unidade de paisagem. A perspectiva é aliar conservação/preservação ambiental com as práticas econômicas, visando a economia de base local.

As planícies fluviais e/ou fluviolacustres têm sua morfologia e dinâmica associada majoritariamente pelo fluxo dos rios e seus processos correlatos. São marcadas pela grande capacidade deposicional, atuando fortemente na manutenção dos sedimentos, o que lhes confere a capacidade de controle de cheias e recarga do sistema hídrico subterrâneo. Assim, sugere-se a recuperação e manutenção da vegetação de várzea, isso é de suma importância para evitar o desgaste das bordas do canal e assoreamento do leito do rio. Para tanto, propõe-se o plantio de espécies adaptadas aos solos inundáveis (hidrófilas), de forma a criar um corredor ecológico interligando fragmentos de vegetação e funcionando como habitat para espécies da fauna. O objetivo é proporcionar a fixação das margens, barrar o fluxo de poluentes, manter as características do microclima e fomentar a biodiversidade.

As planícies fluviais e/ou fluviolacustres são ambientes de inundação, em que o transbordamento é uma característica intrínseca do sistema, o que inviabiliza a ocupação urbana e práticas agropecuárias intensivas. Logo, faz-se necessário a realização de um mapeamento hidrológico para o registro das cotas de inundação e a partir disso estabelecer as zonas de risco restringindo a instalação de estruturas fixas. Essa proposta pretende prevenir perdas econômicas e sociais e fomentar a capacidade de armazenamento hídrico dessa unidade de paisagem.

Todo o material produzido no setores a montante são carreados e depositados nas planícies fluviais e/ou fluviolacustres, gerando riscos de assoreamento e poluição/contaminação dos recursos hídricos. Consequentemente, é preciso gerenciar o manejo do solos nos setores a montante da bacia hidrográfica, fiscalizar as atividades extrativistas e a emissão de efluentes no canal principal, a implementação de bacias de retenção e curvas de nível nos setores mais altos também são estratégias fundamentais. O objetivo é reduzir os risco de transbordamento de grande magnitude e proporcionar água potável para o consumo e atividades sustentáveis.

O tabuleiros pré-litorâneo apresenta-se como setor de transição entre a zona costeira e a superfície de aplainamento, sendo formados por sedimentos friáveis da formação barreiras (areno-argilosa), é uma unidade de paisagem susceptível aos processos erosivos. Indica-se, portanto, a proibição do desmatamento das bordas (topo de falésias) e a instalação de galerias pluviais para dissipação das águas das chuvas ou das água servidas. O objetivo é reduzir o risco de ravinamentos, voçorocas, deslizamento/desmoronamento, assoreamento dos leitos fluviais e a desconfiguração paisagística das falésias.

Devido a sua constituição estrutural-funcional, o tabuleiro pré-litorâneo favorece a infiltração da água alimentando todo o sistema hídrico subterrâneo. Esse quadro exige o estabelecimento de planos que limitem a impermeabilização pedológica, o uso de agrotóxicos, a remoção da vegetação, a instalação de fossas sépticas. O intuito é evitar a contaminação e garantir a disponibilidade hídrica.

Por ser uma unidade de transição e em função da expansão urbana, o tabuleiro pré-litorâneo apresenta fragmentação da vegetação, o que coloca em risco espécies da fauna e da flora. À vista disso, sugere-se a implementação de zonas de preservação vegetacional e o estabelecimento de corredores ecológicos interligando o tabuleiro pré-litorâneo aos diversos setores das unidades de paisagens adjacentes. O propósito é garantir os serviços ambientais, as características inerentes ao microclima e a preservação da fauna e flora.

O ordenamento da expansão urbana no tabuleiro pré-litorâneo é fundamental para equalizar o desenvolvimento local com a proteção/conservação dos recursos naturais. A fisiografia dessa unidade de paisagem a torna setor preferencial para a fixação de núcleos residenciais, loteamentos, construção de rodovias, extração mineral, entre outras. Sugere-se a criação de uma zona de ocupação urbana exigindo percentuais específicos de permeabilidade do solo, taxas de áreas verdes, a indicação de áreas de risco com proibição de ocupação, setores para atividades industriais compatíveis e setores de uso agropecuário sustentável. Desta forma, busca-se garantir o crescimento urbano ambientalmente compatível.

As diretrizes propostas como contribuição ao planejamento ambiental de Fortim estão sintetizadas no Quadro 4!

Quadro 4 – Diretrizes propositivas para o planejamento ambiental

UNIDADES DE PAISAGEM	DIRETRIZES PROPOSITIVAS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL
Paia e pós-praia	<ul style="list-style-type: none">• Recomposição da vegetação pioneira psamófila• Criação de corredores ecológicos• Implementação de passarelas/decks• Remoção de estruturas fixas em APPs• Sistemas de monitoramento e programas de Educação ambiental
Campo de dunas	<ul style="list-style-type: none">• Zoneamento ambiental/ordenamento de usos• Recomposição da vegetação subperenifolia• Preservação do lençol freático• Ordenamento das práticas turísticas e esportivas
Planícies fluviomarinhas	<ul style="list-style-type: none">• Recuperação do ecossistema manguezal• Monitoramento do aporte de sedimentos• Fiscalização da qualidade da água• Gestão dos resíduos sólidos e efluentes• Zonas de uso sustentável e zonas de uso restrito
Planície fluvial e/ou fluviolacustres	<ul style="list-style-type: none">• Recomposição da vegetação de várzea• Mapeamento hidrológico/identificação das cotas de inundação• Monitoramento do fluxo de sedimentos e controle da poluição• Planos de uso sustentável do solo e a fiscalização de atividades extrativistas
Tabuleiro pré-litorâneo	<ul style="list-style-type: none">• Preservação de encostas/falésias• Monitoramento das águas superficiais e subterrâneas• Disciplinamento da expansão urbana• Conservação/preservação da vegetação subcaducifolia

Fonte: elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Fortim evidencia uma geodiversidade rica e complexa, que torna a área de estudo um lugar singular no litoral semiárido cearense. Os resultados obtidos permitiram identificar as unidades litoestratigráficas que, por sua vez, determinaram as unidades geomorfológicas, evidenciando a estrutura e funcionalidade de ambas. As unidades geomorfológicas determinaram, então, as unidades de paisagem que serviram como setorização para o diagnóstico ambiental.

O diagnóstico ambiental realizado expôs que a geodiversidade local enfrenta pressões antrópicas significativas, que exigem o monitoramento constante e elaboração de diretrizes propositivas para subsidiar o planejamento ambiental do município. O diagnóstico ambiental revelou que as praias e pós-praias, o campo de dunas, as planícies fluviomarinhas, as planícies fluviais e/ou fluviolacustres são as unidades de paisagens de maior fragilidade ambiental e as mais impactadas pelos usos e ocupações empreendidas. O tabuleiro pré-litorâneo, embora apresente estabilidade ecodinâmica maior, também é marcado por impactos expressivos, principalmente nas bordas escarpadas por falésias.

Os resultados obtidos pelo diagnóstico ambiental revelaram que a geodiversidade local não deve ser tratada apenas como recurso economicamente valorado, mas como um ponto de partida para se compreender as implicações do binômio natureza-sociedade e a busca do equilíbrio geocológico e a resistência ambiental do município. As diretrizes propositivas elaboradas, a partir do diagnóstico ambiental, servem com subsídio para o planejamento ambiental, possibilitando a correlação dos saberes relacionados à geodiversidade com as políticas públicas de ordenamento territorial.

Portanto, a presente pesquisa destacou que a valorização da geodiversidade é um norte possível para o planejamento ambiental em zonas costeiras semiáridas, sendo uma possibilidade para proteção ambiental e o desenvolvimento local. Os resultados obtidos podem fundamentar novos estudos científicos e orientar os gestores públicos e a sociedade civil organizada para o registro da memória geológica e a manutenção da integridade geomorfológica de Fortim, em que a geodiversidade local seja garantida para as gerações atuais e futuras.

REFERÊNCIAS

BASTO, Camila Franco. **Evolução Geológica da Sequência Metavulcanossedimentar Ipuirinha, Província Borborema, Piauí**: Petrografia, Geoquímica e Geocronologia. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará**: Zona Costeira. Fortaleza: SEMACE, 2006.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará. **Diagnóstico Geoambiental. Uso e Ocupação do Solo. Diagnóstico Consolidado**. Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará (ZEEC). Fortaleza: SEMA, 2021.

CLAUDINO-SALES, Vanda. Os litorais cearenses. In: SILVA, José Borzacchiello; CAVALCANTE, Tércia; DANTAS, Eustógio (Orgs). **Ceará, um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, p. 231-260, 2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FREIRE, George Satander Sá; CAVALCANTI, Vanessa Maria Mamede. **A cobertura sedimentar Quaternária da Plataforma Continental do Estado do Ceará**. Fortaleza: DNPM 10º Distrito/UFC. Departamento de Geologia. Laboratório de Geologia Marinha Aplicada, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases cartográficas contínuas Brasil**. [S.l.]: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico – Primeiros resultados**. [S.l.]: IBGE, 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal – Fortim**. Fortim: IPECE, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas**: arquivos georreferenciados. IPECE, 2019.

LEITE, Nicolly Santos. **Zoneamento paisagístico das falésias do litoral de Fortim/Ceará: subsídios ao planejamento e à gestão ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2016.

MAIA, Luís Parente. **Controle tectônico e evolução geológica, sedimentológica da região da desembocadura do rio Jaguaribe**. 1993. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1993.

MARINO, Márcia Thelma Rios Donato; FREIRE, George Satander Sá; HORN FILHO, Norberto Olmiro Horn. Aspectos geológicos e geomorfológicos da zona costeira entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, região metropolitana de Fortaleza, (RMF), Ceará, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 25, n. 1, p. 77 – 96, 2012.

MEIRA, Suedio Alves; SILVA, Edson Vicente da. Geodiversidade, Geossistema e Planejamento Ambiental: Abordagens Geográficas. In: Lidriana de Souza Pinheiro; Adryane Gorayeb. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. 1ed. Fortaleza: Editora UFC, 2019, v. 1, p. 13-25.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. Fortaleza: Edições UFC, 2014.

REIS, Álvaro Francisco Campassi. **Orientação e Magnitude de Tensões na Bacia Potiguar**: implicações para evolução de bacias em margens passivas. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. **Planejamento e gestão ambiental**: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Diagnóstico Geoambiental: Unidades Geoambientais. In: **A Zona Costeira do Ceará**: Diagnóstico para Gestão Integrada. Coordenadores Alberto Alves Campos... [et al.]. Fortaleza: AQUASIS, 2003.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 150/2021**. SUDENE, 2021.