



A HISTÓRIA NATURAL DE PORTO DO MANGUE E MACAU/RN: base para os estudos do Patrimônio Geomorfológico e Geodiversidade

Fernando Eduardo Borges da Silva ¹
Raiane Islane Araújo de Souza ²

RESUMO

Os estudos de Geodiversidade e Patrimônio geomorfológico, constituem uma recente área recente do conhecimento, todavia em seu madurecer emergiu princípios fundamentais para seu desenvolvimento, um dos quais correspondem a necessidade de um profundo conhecimento sobre o território qual se pretende analisar, subsidiando as etapas fundamentais de inventário (avaliação qualitativa) e quantificação (avaliação quantitativa). Fundamentados sobre essa necessidade, o presente texto, objetiva apresentar a história natural do território de Porto do Mangue e Macau/RN, com a finalidade de oferecer base para o desenvolvimento do inventário e quantificação dos Locais de Interesse da Geodiversidade (LIG's). No trabalho foi realizado uma contextualização das particularidades geológicas e geomorfológicas, além dos reflexos nas paisagens locais, possibilitando um conhecimento geral dos dois pilares centrais para a Geodiversidade, Geopatrimônio e Patrimônio Geomorfológico.

Palavras-chave: Geodiversidade; Patrimônio Geomorfológico; História natural.

RESUMEN

Los estudios de Geodiversidad y Patrimonio Geomorfológico son un área de conocimiento reciente, sin embargo en su maduración surgieron principios fundamentales para su desarrollo, uno de los cuales corresponde a la necesidad de un conocimiento profundo sobre el territorio que se pretende analizar, subvencionando los fundamentos Pasos de inventario (evaluación cualitativa) y cuantificación (evaluación cuantitativa). A partir de esta necesidad, este texto tiene como objetivo presentar la historia natural del territorio de Porto do Mangue y Macau/RN, con el fin de proporcionar una base para el desarrollo del inventario y cuantificación de Lugares de Interés Geodiversitario (LIG's). El trabajo llevó a cabo una contextualización de las particularidades geológicas y geomorfológicas, además de las reflexiones sobre los paisajes locales, posibilitando un conocimiento general de los dos pilares centrales de la Geodiversidad, Geopatrimonio y Patrimonio Geomorfológico.

Palabras clave: Geodiversidad, Patrimonio Geomorfológico, Historia natural.

1 INTRODUÇÃO

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGE da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, fernando100borges00.1@gmail.com; ² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia/GEOCERES da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, raianesouza.95@outlook.com



A conferência de Estocolmo realizada em 1972, desenvolvida pela Organização das Nações Unidas - ONU na Suécia, representou um importante marco na luta pela preservação do meio ambiente, sendo o primeiro encontro para tratar das questões ambientais e sobre as mudanças climáticas, pós Estocolmo sucederam várias outras conferências resultando em uma atenção global para o tema.

Os holofotes sempre estiveram voltados para as mudanças climáticas e proteção do meio biótico, com pouca ou nenhuma importância dada a preservação do meio abiótico que ano após ano apresentou uma exploração crescente dos seus recursos, de fato, uma proposta de conservação para o mesmo só veio a ter debate mais amplo após o surgimento/proposta do termo Geodiversidade e posteriormente da Geoconservação.

A ideia de fragilidade sempre esteve ligada a parte viva dos ecossistemas com pouca ou nenhuma atenção a porção não-viva, que fornece o suporte e provisão vital as mesmas. Segundo Brilha (2005, p.17) é apenas na década de 1990 que timidamente pesquisadores notadamente da área de geociências começam a atentar para o tema, devido aos cada vez mais visíveis impactos sobre os ambientes abióticos.

Como afirma Gray (2004; 2013) ocorre uma imprecisão quanto a origem do conceito de geodiversidade, hoje difundido, que busca aproximar-se do similar que acolhe os seres vivos (biodiversidade).

Esta noção de geodiversidade ao que tudo indica surge por volta dos anos 1990, ocorre a inexatidão quanto ao autor, local e ano em que foi proposta, com a definição mais aceita como pioneira, sendo oriunda da Tasmânia na Austrália, concebida por Sharples (1993), que em buscava a conservação geológica e geomorfológica. Gray (2013) destaca que à grande atenção gerada pelas convenções internacionais sobre mudanças climáticas e de proteção do meio biótico (biodiversidade) na década de 90, como exemplo a Rio - 92, ocultou de certa forma a propagação do equivalente abiótico a (geodiversidade).

Decorrente de sua curta trajetória nos ramos científicos, a geodiversidade assim como os conceitos pertinentes a mesma detém várias conceituações, que de certa forma a tornou cada vez mais abrangente, contudo, essa diversidade de conceitos ocasiona múltiplas interpretações sobre o mesmo tema, dificultando uma leitura mais clara, dependendo sempre da visão de mundo do pesquisador. Como afirma Panizza (2009 apud PIACENTE, 2005) “a frouxidão e indefinição em caracterizar este termo e os conceitos



por trás dele, no entanto, não pode ser considerado como um limite, mas sim como um estímulo para ter a mente aberta diante de uma série de perspectivas e interpretações”.

Para o presente texto será considerado o formulado por Gray (2013, p.12) que define Geodiversidade como “a faixa natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, topografia, processos físicos), solo e hidrológicas. Inclui seus conjuntos, estruturas, sistemas e contribuições para paisagens”.

Uma vertente forte nos estudos de geodiversidade é perspectiva patrimonial, a noção de patrimônio inserida no imaginário popular, pode ser traduzida como “herança” um conjunto de bens com algum valor, que são transmitidos de geração a geração. Expandindo a discussão sobre o mesmo, podemos notar que os bens, necessariamente não são apenas de valor econômico, podendo ter valores tangíveis e intangíveis como é o caso do patrimônio cultural, patrimônio artístico e histórico.

Outro ponto é a proteção, tendo essa o intuito manter o patrimônio, a fim de perpassá-lo a gerações futuras, sejam elas de uma localidade, região ou mundial. A perspectiva de herança fica evidente, em Borba (2011, p.07) em que “O termo Geopatrimônio designa a herança outorgada a esta e às futuras gerações pela evolução do planeta terra, a qual é digna de valorização e conservação”.

No patrimônio natural podemos distinguir alguns enfoques diferentes, debruçando-se sobre um determinado grupo de fatores naturais, buscando assim evidenciar por exemplo o uno, como o patrimônio geológico, patrimônio mineralógico, patrimônio paleontológico e etc.

O Patrimônio Geomorfológico ou Geomorfopatrimônio consiste na fração voltada as formas de relevo. Claudino-Sales (2018) evidência a necessidade de discursão do mesmo, pois segundo a autora no Geopatrimônio ou (geoheritage) e considerado na maioria das vezes apenas, devido a tradução literal como o patrimônio geológico, o que apresenta uma certa incoerência, pois as paisagens e formas de relevo não seriam parte do Patrimônio Geológico, mas sim de um Patrimônio Geomorfológico ou Geomorfopatrimônio.

Com 4,5 bilhões de anos, a Terra apresenta um complexo mosaico de formas e estruturas que se distribuem de modo tridimensional, resultando na diversidade de paisagens que conhecemos. Em Brilha (2005) podemos ver que nossa casa, dentre todos os outros planetas conhecidos até então, é que apresenta a maior diversidade, em termos

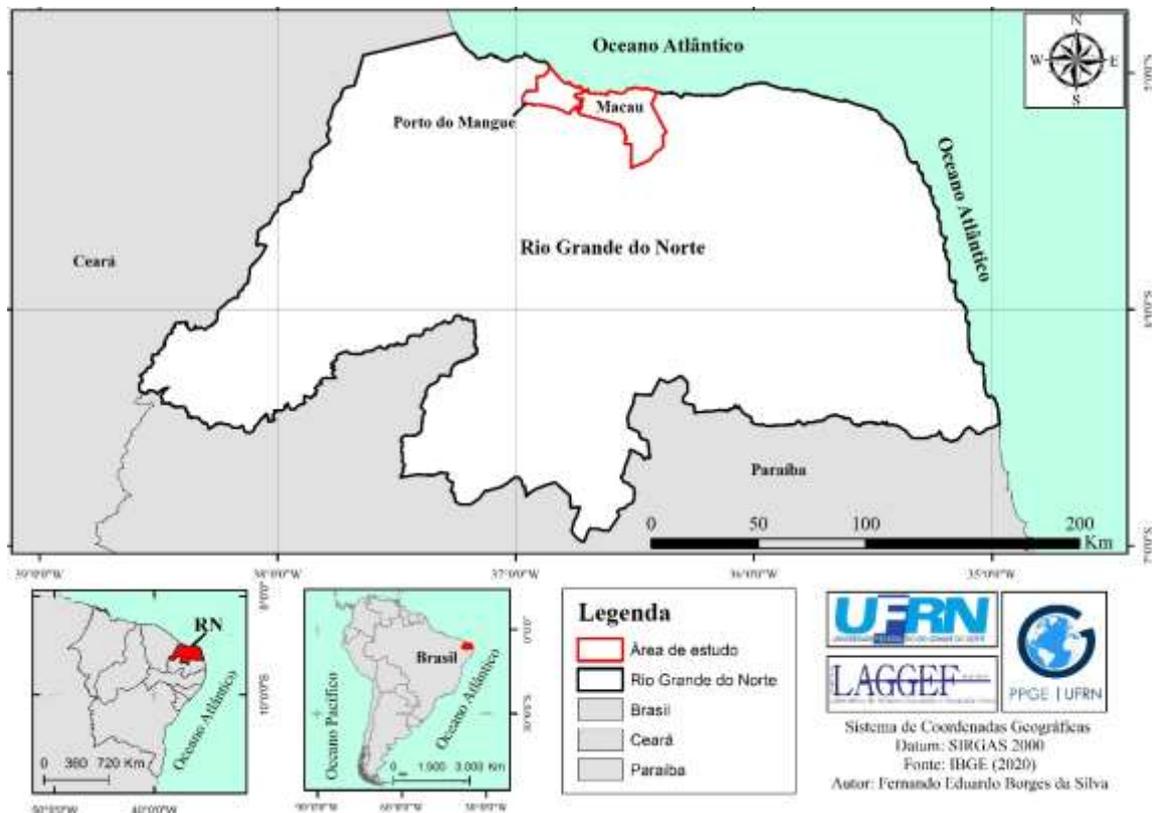


geológicos, mineralógicos e geomorfológicos, muito por causa da dinâmica entre as forças endógenas e exógenas e por vezes cósmicas, que moldam a litosfera terrena.

Os mastodônticos períodos de evolução terrestre foram produtores de uma história particular para cada zona, domínio, região, geocomplexo, geossistema e geótopo. Que começa a ser ameaçada devido a nossa interferência, colocando cheque boa parte dos exemplos e das amostras necessárias para entender a alguns processos que nem se quer temos conhecimento. Assim o que visualizamos hoje na paisagem pode ser o testemunho de um longo complexo e turbulento transcurso que carece ser conhecido, analisado, valorado e preservado de maneira técnica-científica, por representar um caso à parte (anomalia) temporal e espacial.

Nesse contexto, nos estudos de Geodiversidade existe a necessidade de um conhecimento aprofundado na área que se pretende analisar, não apenas as feições existentes, mas também dos eventos fisiográficos que condicionaram a existência da mesma. Partindo dessa conjuntura, firma-se como objetivo do presente texto “Apresentar a história natural, da área que hoje correspondem a Porto do Mangue e Macau, Rio Grande do Norte, Brasil figura 01.

Figura 01: mapa de localização da área de estudo.





Fonte: Elaboração própria (BORGES, 2021).

2 METODOLOGIA

Para a produção do texto foi necessário o levantamento bibliográfico e cartográfico, tangentes as características físicas e processos fisionômicos sobretudo os geológicos/geomorfológicos da área de estudo. Com os mesmos possibilitando uma contextualização e entendimento dos processos geradores das paisagens e formas de relevo locais, além de seu comportamento quanto a estabilidade da área.

Os dados e informações a respeito da geologia foram consultados segundo a folha geológica Macau (2009) nº SB.24-X-D-II escala de (1:100.000) produzido pela Companhia Brasileira de Recursos Minerais (CPRM), assim como o relatório constando as descrições e conclusões sobre o referido mapeamento Bezerra et al. (2009).

Para as diminutas áreas não incluídas na área mapeada da folha Macau, ocorreu a utilização de dados do Mapeamento Geológico do Rio Grande do Norte também produzido pela (CPRM), porém em escala menor (1:500.000) Angelim, Medeiros e Nesi, (2006), assim como os relatórios e textos referentes as mesmas, encontrados em Vital *et al.* (2014) e Morelatto e Fabianovicz (2015). Para a consulta, a respeito das feições geomorfológicas atuais, além das paisagens existentes na área, empregou-se os mapeamentos desenvolvidos respectivamente por Diniz *et al.* (2017) e Silva (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Porto do Mangue e Macau ocupam a porção central do litoral setentrional potiguar, região denominada popularmente de Costa Branca, compartimentada por Diniz e Oliveira (2016), como sendo a porção litorânea de aproximadamente 250 km que se estende da Ponta Grossa, em Icapuí/CE até o Cabo do Calcanhar em Touros/RN, sendo destes 60 km pertencentes aos supracitados. O trecho recebe a nomenclatura devido a suas características fisiográficas, principalmente as geomorfológicas e climáticas, que proporcionam uma elevada produção de sal marinho.

A área detém a maior concavidade do litoral do Nordeste Brasileiro, a Costa Branca apresenta um mosaico composto por grandes feições deltaicas, extensas e muito baixas planícies, expressando as atividades econômicas predominantes em suas



paisagens, os principais corpos hídricos principais são o Rio das Conchas, Rio Cavalos e o principal rio do estado, o Piranhas-Açu. A porção estuarina, apresenta devido a alguns fatores como sua menor profundidade, elevadas temperaturas médias anuais de 26,8°C, além de grandes taxas de evapotranspiração, fazendo com que a salinidade das águas estuarinas supere em muito a do mar, podendo, portanto, ser considerado um estuário invertido, já que as águas aumentam sua salinidade em direção ao oceano Diniz e Oliveira (2016); Costa et al., 2014).

De acordo com Diniz e Pereira (2015) o caráter côncavo da linha de costa que ocorre no sentido leste-oeste, somados a dinâmica dos ventos predominantemente alísios de sudeste e nordeste e brisa terrestre vindas de sul-sudeste, favorece a particularidade de ser o trecho mais seco do litoral brasileiro, possibilitando assim a superprodução do sal marinho potiguar, como visto em Diniz e Vasconcelos (2017, p.02):

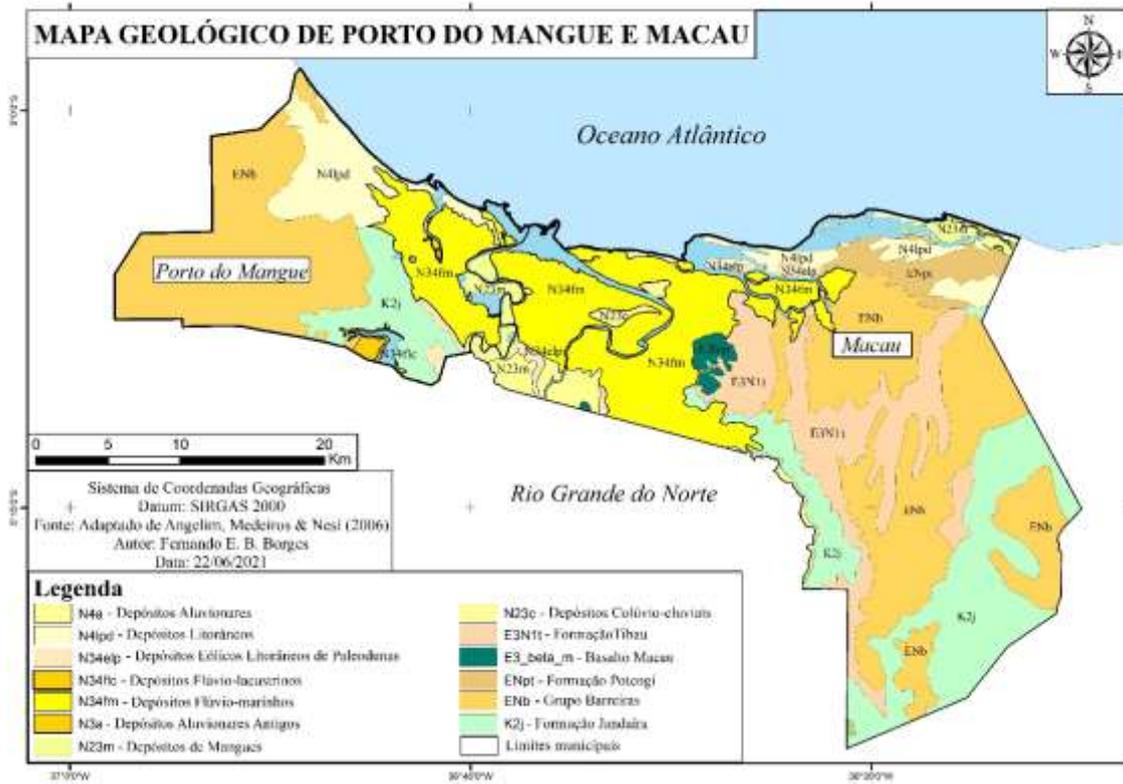
[...] existem outras três áreas com potencial produtivo para sal marinho no Rio Grande do Norte: duas em planícies flúvio-marinhas, dos rios Apodi- -Mossoró e Piranhas-Açu; a terceira área está localizada numa planície de maré entre os Municípios de Galinhos e Guamaré. No ano de 2014, essas áreas do litoral do Rio Grande do Norte responderam por aproximadamente de 95% da produção de sal marinho do Brasil.

A utilização das planícies hipersalinas é intensa, não somente utilizadas para a produção de sal marinho, mas também em decorrência do uso na aquicultura, notadamente para carcinicultura. De acordo com Barbosa *et al.* (2018) “Aproximadamente 80% das planícies de maré e manguezais foram substituídos por salinas e lagoas de aquicultura que ocupam 67,70 km² na região central do estuário.

4.1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DAS UNIDADES LITOLÓGICAS

No que tange a evolução natural da paisagem, a referida área apresenta um histórico bastante dinâmico, sobretudo na perspectiva geológico/geomorfológica, com a maior parte das unidades litológicas superficiais possuindo origem recente, com grande parte delas denotando datações inferiores a 20 milhões de anos, contrastando com as unidades predominantes da bacia potiguar, notadamente a formação Açu e formação Jandaíra.

Figura 02: Mapa geológico da área de estudo.



Fonte: Adaptada de Angelim, Medeiros, Nesi (2006).

Inicialmente é válido destacar as características referentes ao contexto sedimentar da região, que se encontra inserida na bacia potiguar, com essa sendo dividida em duas partes, uma emersa com uma área de 26.700 km² e outra submersa, sendo essa a maior parte da mesma 195.400 km² (MORELATTO E FABIANOVICZ, 2015).

Oriunda do cretáceo inferior (100,5 – 145 mi), teve início em decorrência da fragmentação do supercontinente Gondwana que atualmente corresponde aos territórios da América do sul e África. Os processos divergentes da crosta, decorrentes do afastamento das massas continentais (Sul americanas - Africanas) no período foram responsáveis por gerar as zonas de cisalhamento, que por sua vez originou os sistemas de falhas e o rifte-potiguar (MAIA E BEZERRA, 2014).

Como descreve Rocha (2010, p. 32) “A Bacia Potiguar [...] repousa discordante sobre um embasamento Proterozóico. Essas rochas sedimentares estão recobertas por rochas da formação barreiras e sedimentos Quaternários (dunas, rochas, praias, terraços marinhos e aluvionares, leques aluviais e etc.)”.



O preenchimento sedimentar da bacia é intimamente relacionado as diferentes fases de evolução tectônica, as duas fases de rifteamento a fase pós-rifte e a fase terminal, Rocha (2010); Pessoa Neto *et al.* (2007). Os processos de sedimentação e suas determinadas consequências geológico-geomorfológicas estão ligadas também aos processos de transgressão e regressão marinha e concomitante predomínio da origem sedimentar, Rocha (2010).

A exceção do basalto Macau, todo o restante dos grupos litológicos possui natureza sedimentar inseridos da bacia potiguar. A bacia potiguar concentra o maior grupo de rochas sedimentares do estado, sua abrangência limita-se a oeste com a bacia do Ceará através Alto de Fortaleza, a Leste com a Bacia Pernambuco-Paraíba no alto de Touros, a sul com o embasamento cristalino e a norte com o Oceano Atlântico, com Porto do Mangue e Macau inseridos completamente sobre a mesma (MORELATTO E FABIANOVICZ, 2015).

Seguindo uma trajetória cronológica evolutiva, a Formação Açú foi o primeiro grupo de rochas formado na bacia potiguar (encontrado em superfície) orienta-se no sentido Leste-Oeste, em contato direto com o embasamento cristalino, aflora na maior parte das vezes no interior do estado, mas fornece suporte a maioria das formações. Consiste em rochas formadas a partir de sedimentos grosseiros, formando arenitos de textura média a muito grossas, caracterizadas por suas tonalidades esbranquiçadas (BEZERRA *et al.* 2009)

A Formação Jandaíra, sua orientação mantém a direção leste-oeste, e disposição horizontal, com uma morfologia cuestasiforme, mantendo contato paralelo e sobreposto a Formação Açú, (VITAL *et al.*, 2014). É originária de sedimentos marinhos carbonáticos de origem Campiniana com idade entre (72 – 83 mi) de anos, nos afloramentos são encontrados calcários, dolomitos de coloração cinza a creme, os afloramentos encontrados apresentam fortes feições de dissecação e dissolução cárstica, Vital *et al.* (2014); Pessoa Neto *et al.* (2007). Ocorre na principalmente na porção sul da área de estudo.

Ocorrem outros grupos rochosos notáveis na área de estudo, com surgimento posterior aos supracitados, na era cenozoica, com idades próximas entre o Paleógeno e Neógeno, são as Formação Tibau, o Magmatismo Macau e a Formação Barreiras.

O magmatismo Macau corresponde a um grupo de rochas máficas de origem magmática, classificadas como basalto, oriundas de intrusões e extravasamentos de



magma na formação Tibau (Na área de estudo), Bezerra (2009). Segundo Menezes *et al.* (2003) para explicar o magmatismo Macau é preciso remeter-se entre as épocas do Eoceno e Mioceno, período qual a margem equatorial continental teria passado por um *hot spot*, o que teria gerado o magmatismo e concomitante formação.

A Formação Tibau é composta por arenitos finos e conglomerados, com colorações variando entre amarelo escuro e marrom, apresentando feições com aspecto vitrificado, devido a recristalização decorrente do processo de cozimento ocasionado pela ação hidrotermal do magmatismo Macau, os afloramentos ocorrem principalmente na porção nordeste continental BEZERRA *et al.* (2009, p.21).

As deposições que geraram o grupo barreiras tiveram início entre o fim do Oligoceno e início do Mioceno, aproximadamente (23 mi) de anos, os sedimentos tem origem predominantemente fluvial, sua ocorrência se dá em grande parte do litoral brasileiro, também presente em praticamente toda a costa potiguar, com os afloramentos ocorrendo na maioria das vezes na forma de falésias, no litoral por vezes são recobertas por depósitos sedimentares quaternários e campos de dunas, Vital *et al.* (2014).

O grupo Barreiras por sua vez é encontrado nas porções mais elevadas ao norte da área de estudo, compõe um mesclado de arenitos e conglomerados friáveis, cimentados por óxidos de ferro, que garantem uma coloração avermelhada características para os afloramentos mais recentes, mas em geral apresenta tonalidades muito variadas desde avermelhadas já mencionadas a como afirma Bezerra *et al.* (2009, p.34) “laranja com porções roxas, creme, amarela e esbranquiçada, com matriz argilosa e abundantes concreções lateríticas. Comumente tem-se a presença de níveis ou camadas de siltitos e argilitos, intercalados a níveis mais grossos.”

As deposições de sedimentares tentem a capear as unidades litológicas supracitadas, com os depósitos mais antigos recobertos por deposições recentes, um exemplo claro são as deposições eólicas de dunas, que se localizam sobre o Barreiras e outros depósitos colúvio-aluviais.

Os Depósitos Aluvionares Antigos, segundo Bezerra (2009, p.23) “também são chamados de terraços aluvionares Fonseca (1996); Paleocascalheiras DNPM (1998); Sedimentos Aluvionares Abandonados Ferreira *et al.* (2001)”. São depósitos de sedimentos oriundos dos canais fluviais antigos além do canal principal do próprio Piranhas-açu (BEZERRA, 2009). De acordo com a migração para leste do Piranhas-açu e concomitante rebaixamento do nível de base foram deixados os registros da



sedimentação, com os terraços mais longínquos dos atuais córregos relativamente mais antigos que os localizados mais próximos aos mesmos (ROCHA, 2010). Os sedimentos originaram conglomerados de matriz ferruginosa e arenitos de textura média a grossa ambas de coloração avermelhada.

Os Depósitos Flúvio-Marinhos são associados as planícies de marés, correspondem a áreas úmidas inundáveis, ocorrendo em locais protegidos da ação energética do oceano por esporões arenosos, ocorrendo principalmente na região estuarina entre o rio Piranhas-Açu e o rio Cavalos BEZERRA *et al.* (2009); ROCHA (2010). A presença de sedimentos areno-quartzosos de granulometria média a fina, intercalada com a presença de sedimentos siltito-argilosos, além de material biótico, sobretudo de origem vegetal das florestas de mangue, notasse a elevada presença de carbonatos, ostentam cores cinzentas esverdeadas e apresentam uma característica interessante a impermeabilidade, que impede a infiltração e possível contaminação do subsolo VITAL *et al.* (2014). A impermeabilidade também favorece algumas das atividades econômicas mais importantes da área de estudo, a carcinicultura e a atividade salineira, intensamente presente nas planícies Flúvio-Marinhas (DINIZ, 2013).

As deposições de natureza aluvial ocorrem de duas formas na área de estudo, sendo identificadas como Depósitos Aluvionares de Canal e os Depósitos Aluvionares de Planície de Inundação.

O primeiro como o nome deixa claro corresponde aos sedimentos depositados próximos as margens dos canais fluviais, sobretudo ao canal principal do rio Piranhas-Açu, são compostos por sedimentos pobremente selecionados, com a presença de cascalhos menores de 2 cm, areias quartzosas muito grossa, areia grossa, areias finas e argila, embora a maior parte dos sedimentos tenha cor clara a coloração apresentada é creme e por vezes escura, devido a forte presença de matéria orgânica VITAL *et al.* (2014); BEZERRA *et al.* (2009).

Os Depósitos Aluvionares de Planície/Flúvio-marinhos de Inundação por sua vez, constituem em deposições de areias finas, siltes e argilas, ao longo do leito maior das drenagens, ocorrendo principalmente no rio Piranhas-Açu, capeando as unidades litológicas mais antigas já citadas. Em decorrência da presença de matéria orgânica, apresenta tonalidades acinzentadas, marrom e esverdeadas BEZERRA *et al.* (2009).

Devido a baixa cota altimétrica na maior parte da área de estudo, durante as marés de sizígia ocorre inundações de águas marinhas, que devido a impermeabilidade do solo



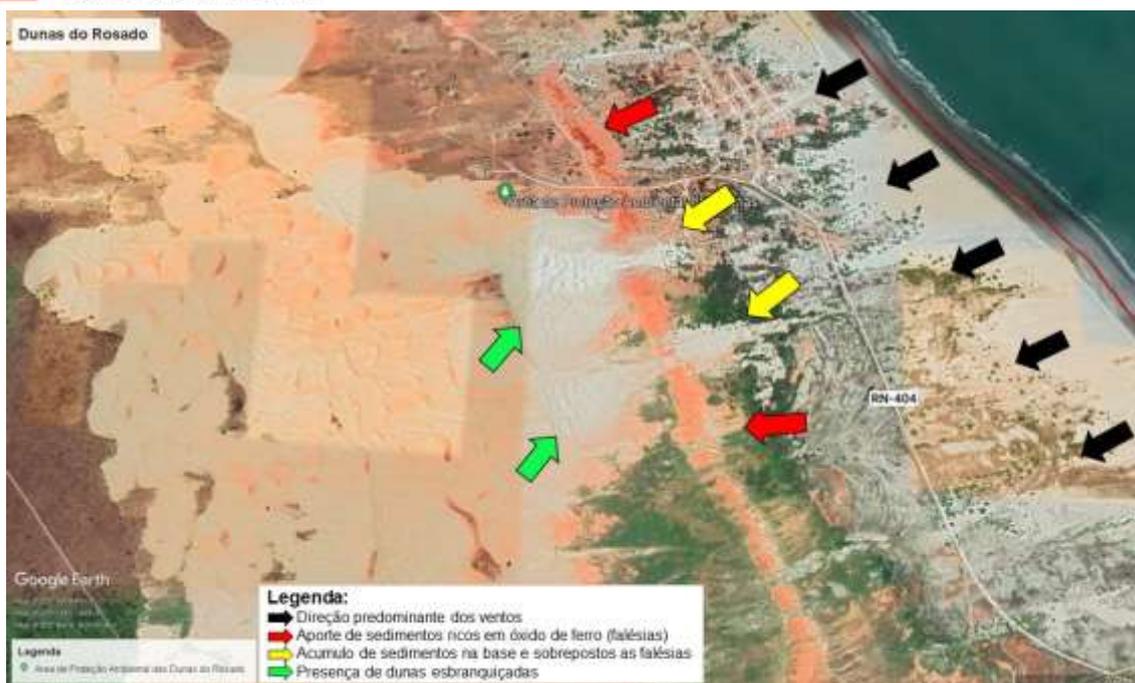
permanecem no continente durante um tempo maior, salinizando o solo, impedindo o nascimento de vegetação, garantindo uma feição desértica a paisagem. A nomenclatura Depósitos Aluvionares de Planícies foi dada em Bezerra (2009), porém devido a presença de fluxos de águas oceânicas torna-se um equívoco, decorrente a isso tensionou-se a adição ou substituição por Depósitos Flúvio-marinhos.

Os processos sedimentares de natureza eólica ocorrem em toda a porção litorânea originando dois grupos principais de depósitos, sendo estes os Depósitos Eólicos Litorâneos não Vegetados e Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados. As deposições apresentam uma granulometria fina bem selecionada BEZERRA *et al* (2009).

As feições originam-se a partir de um conjunto de fatores, primeiro a grande disponibilidade de sedimentos quartzoso na fração areia, sobretudo areia fina. O segundo as condições pluviométricas inerentes ao clima semiárido, com a baixa pluviometria dificultando a colonização e o crescimento da vegetação e concomitante fixação dos sedimentos. Por fim, as características dos ventos predominantes que são intensos e fortes na maior parte do ano.

As características gerais dos Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados são o predomínio de duas colorações principais, a esbranquiçada predominante na parte leste da área de estudo, principalmente próximo a Diogo Lopes com ocorrência em diversos locais. O tom rosado que nomeia o maior campo de dunas do estado, localiza-se principalmente na porção ocidental do município de Porto do Mangue (Dunas do Rosado) ocorrendo também em outras áreas. A tonalidade rosada deve-se a presença de óxido de ferro (vermelho) oriundo principalmente de sedimentos eólicos extraídos dos afloramentos de sedimentações pós-barreiras, que devido a erosão e transporte eólico tingem as dunas, ocasionando uma feição rosada na mesma, todavia a coloração não apresenta uniformidade, com frações alvas ocorrendo nos setores que não estão à sotavento das exposições dos depósitos pós-barreiras, ocorrendo dunas de areias brancas, provenientes diretamente do estirâncio.

Figura 03: Dinâmica dos fluxos de sedimentos.



Fonte: Google Earth.

Em suma a coloração rosada é presente em todos os setores encontrados a sotavento das falésias dos sedimentos pós-Barreiras, onde os sedimentos brancos oriundos do estirâncio são cobertos por sedimentos argilosos avermelhados das falésias ocasionando a cor rosada nas dunas. A presença de dunas brancas deve-se ao acumulo de sedimentos vindos estirâncio, que se acumulam na base das falésias, sobrepondo-se as mesmas, impedindo a contaminação dos óxidos nas dunas a sotavento. Na figura 03 é visualizada a presença de dunas brancas situadas em meio ao campo de dunas do rosadas.

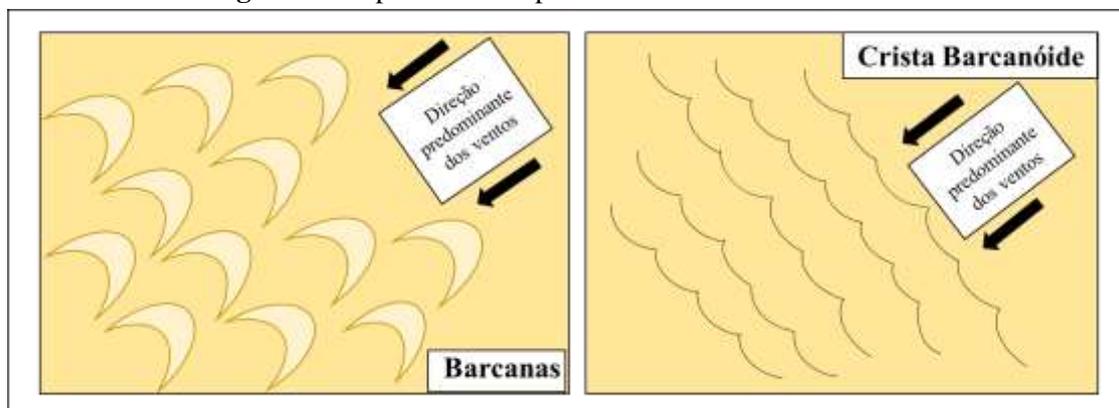
A ocorrência dos campos de dunas está intimamente ligada a orientação predominante da linha de costa, variando nas direções SE–NW e E–W, e da direção dos ventos, que ocorrem em 3 direções principais, vindas de S (brisa terrestre) de SE (alísios de sudeste) e NE (brisa marinha). Os ventos com maior intensidade ocorrem na brisa marinha de NE e quando encontram uma costa na direção oposta SE–NW atuam diretamente sobre os sedimentos da planície de deflação, formando os campos de dunas, essa máxima funciona em praticamente todo o litoral da costa branca (DINIZ; OLIVEIRA, 2016).

Os Depósitos Eólicos Vegetados, constituem em deposições na maior parte na forma de dunas, que passaram pelo processo de fixação, iniciados a partir de processos pedogenéticos, que viabilizam a presença espécies pioneiras, iniciando a colonização do ambiente, favorecendo a evolução da pedogênese e a criação de um microambiente, que

por sua vez facilita a presença de outras espécies, estabilizando pouco a pouco o corpo de sedimentos e assim minimizando a migração. A vegetação típica dos depósitos eólicos é a vegetação de restinga, caracterizada como por seu porte arbustivo inferior aos três metros de altitude (IBGE, 2012).

A direção predominante tanto dos campos de dunas, contemporâneos quanto das paleodunas corroboram com a direção NE, as paleodunas são responsáveis por pequenas elevações, encontradas por toda a porção litorânea. Por fim, as tipologias de dunas predominantes são as Barcanas e cristas Barcanóides, figura 04.

Figura 04: Tipos de dunas predominantes na área de estudo.



Fonte: Elaboração Própria, (BORGES, 2021).

Os Depósitos de Mangue se localizam em maioria abrigados em pontais arenosos e cordões litorâneos, concentram-se principalmente no delta do rio Piranhas-Açu e no sistema estuarino da ponta do tubarão. São caracterizadas pela elevada concentração de matéria orgânica, a mesma deve-se às diversas formas de vida que se adaptaram ao habitat. Se desenvolvem sobre sedimentos ricos em argilas, silte e por vezes areia fina, que apresentam bioturbação devido a ação mecânica das espécies (crustáceos e moluscos) além dos bivalvos sésseis (*Ostrea* e *Casostrea*) BEZERRA *et al.* (2009).

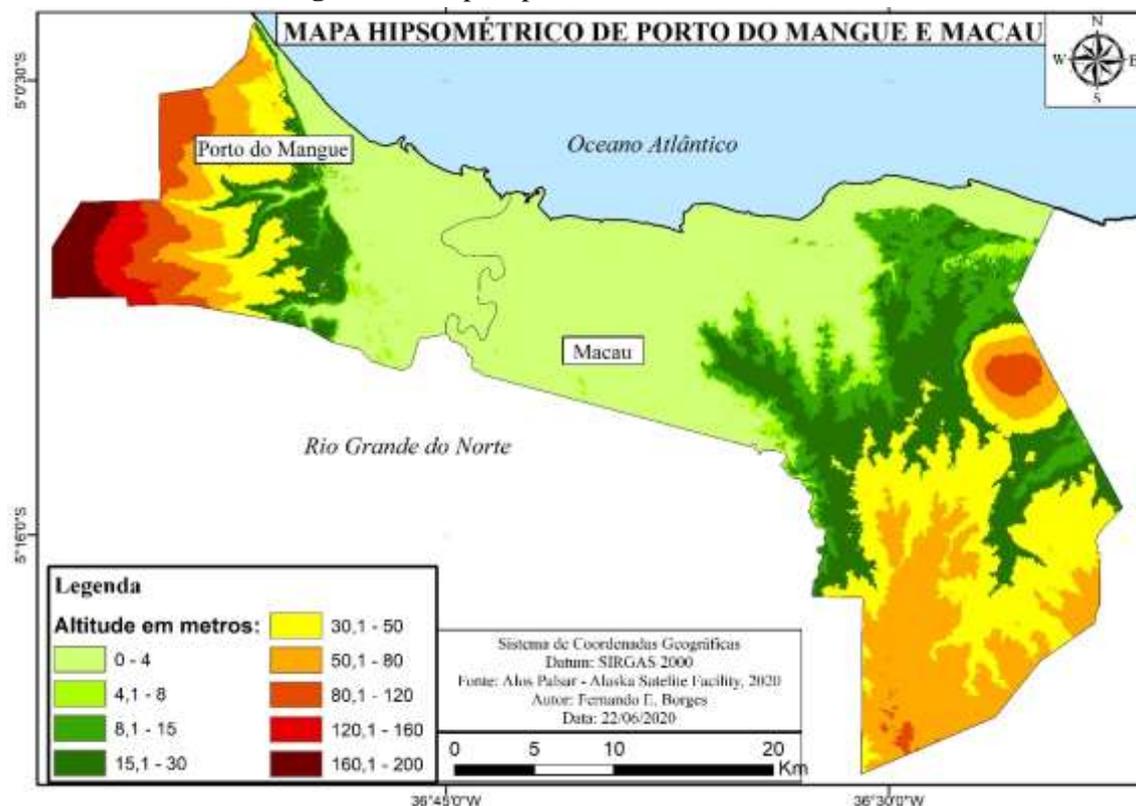
A dinâmica inerente a costa faz com que os Depósitos Litorâneos Praiais sejam as unidades mais propensas a mudanças, sendo também as mais recentes, são encontradas na área de estudo na forma de praias, bancos de areia e pontais arenosos, apresentam areia de granulometria bastante variada, bioclastos e por vezes metais pesados ROCHA (2010). Predominam na cor branca e por vezes acinzentada quando próximo dos córregos dos principais canais fluviais, circunjacentes a estes ocorre a contaminação do sedimento

quartzoso com a matéria orgânica e argilas oriundas do continente, em geral essas praias apresentam uma fração mais selecionada do sedimento quartzoso, na fração areia fina.

4.2 Formas e padrões geomorfológicos

Devido a localizar-se em um contexto tectônico de borda passiva, concomitante a uma faixa litorânea calma, dominada por processos de deposição sedimentares e aplainamento do relevo conta com uma topografia incrivelmente baixa, com altitudes medias inferiores a 30m, com as maiores elevações sendo encontradas em dois pontos como pode ser visto na figura 06, a Serra do Mel a oeste superando a cota dos 200 m, e o domo do mangue seco a leste com sua altitude ultrapassando os 100 m, a porção de terras elevadas a sudeste pertence aos tabuleiros costeiros onde predominam a forma tubuliforme com pequenos desníveis entre os contatos das unidades litológicas do grupo barreiras, Formação Jandaíra e da Formação Açú.

Figura 06: Mapa hipsométrico da área de estudo.



Fonte: Elaboração própria.

Para compreender a natureza dos mecanismos geradores das formas e processos presentes na paisagem é necessário o conhecimento de uma série de fatores, alguns já



mencionados nas supracitadas e outros que merecem a atenção, o primeiro se trata da gênese morfoestrutural, claramente observada nos relevos, com as maiores elevações ligadas intrinsecamente a mesma. O segundo das oscilações climáticas comuns ao longo do período posterior ao último máximo glacial e de suas concomitantes transgressões e regressões marinhas. Por fim, cabe ainda a contextualização dos eventos dissecativos que marcam algumas paisagens.

A gênese estrutural, a litoestratigrafia da área é dividida em três fazes sequenciais: a Rifte do Cretáceo inferior (145 – 125 Ma); Pós-rifte do Aptiano (125 – 113 M.a); e a Drifte do Albiano até o período recente (113 M.a ao presente) BARBOSA *et al* (2018). Segundo Barbosa (2018 *apud* SRIVASTAVA; CORSINO, 1984) “A evolução Cenozóica é marcada pela reativação dos sistemas de falhas de Afonso Bezerra (NW) e Carnaubais (NE), que influenciou na evolução do litoral entre Aracati/CE e Touros/RN”.

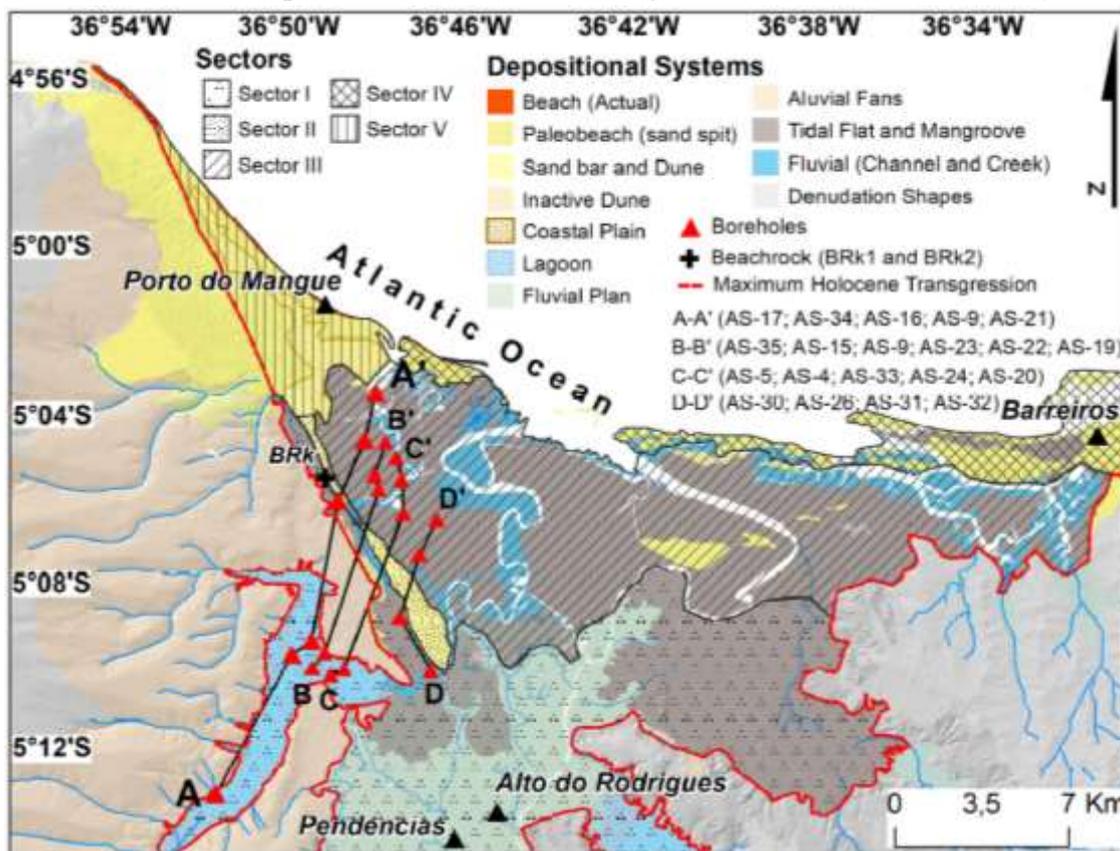
As principais elevações da área de estudo (Serra do Mel e Domo do Mangue Seco) estão intrinsecamente ligadas aos eventos estruturais. A Serra do Mel tem sua gênese ligada segundo Maia (2012) aos campos tensionares e sua concomitante orientação, que sofreram a bacia potiguar no Cenozóico, sendo classificada como uma macrodômo. Já a Serra do Mangue Seco e seu caráter dômico, tem sua origem ligada a eventos de vulcanismo, que muito provavelmente como supõe Bezerra *et al.* (2009) podem ser ligados aos acontecimentos do magmatismo Macau, por sua vez relacionados a um *hotspot*, que passou por sua subsuperfície.

O contexto geomorfológico também é marcado pelas oscilações no nível médio do mar e concomitante mudanças no nível de base BARBOSA *et al.* (2018). Tais mudanças ocorreram devido as constantes variações climáticas ao longo do Pleistoceno-Holoceno. Com base na bibliografia podemos constatar, em Caldas (2006) que a máxima regressão marinha, desde o último máximo glacial, ocorreu há 6350 anos a.p., com um rebaixamento do nível médio do mar de cerca de 4,2 metros abaixo do que é constatado hoje. Em contraponto o máximo em um evento de transgressão marinha como afirma Suguio *et al.* (1985) foi registrada a 5100 anos a.p., onde constatou-se uma elevação de 5 metros.

O processo de transgressão marinha e sua cota máxima atingida foi mapeada em Barbosa *et al.* (2018) figura 04, aproximando-se da cota dos 4 metros estabelecida no mapa hipsométrico figura 06, embora Barbosa *et al.* (2018) não realize as datações em seu trabalho, encontrou evidências do nível máximo alcançado na Lagoa do Queimado

onde foi identificada a presença de sedimentos flúvio-estuarinos, o que indica o máximo transgressivo Holoceno em uma altitude aproximada um pouco superior aos quatro metros. Podemos concluir que praticamente metade da área de estudo oscilou entre uma porção emersa e submersa (uma laguna rasa), com a planície hipersalina atual estabilizando nos últimos dois milênios.

Figura 07: Principais setores sedimentares da região estuarina do Rio Piranhas-Açu.



Fonte: Barbosa *et al.* (2018).

Um ponto interessante que podemos analisar, baseados em Caldas (2006) e Suguio *et al.* (1985) é o caráter repentino e brusco na mudança do nível do mar, entre um intervalo aproximado de 1250 anos o mar teria oscilado sua superfície em mais de 9 metros, dando uma ideia da volatilidade climática qual passou a terra há pouco tempo, do impactando gerado diretamente nos processos de deposições e nas formas e processos erosivos encontradas na área. Essa característica é evidenciada em Rubira e Perez Filho (2021 *apud* Railsback *et al.* 2015a; 2015b) “Todos estes eventos transgressivos associados a períodos interglaciais foram sucedidos por regressões marinhas caracterizadas por



distintos comportamentos eustáticos relacionados à velocidade, amplitude, intensidade, tendência contínua ou não uniforme”.

A região costeira, principalmente as áreas localizadas próximas a linha de costa, aos estuários dos principais corpos hídricos apresentam um clímax no que tange as trocas de matéria e energia, classificando quase sempre como um ambiente fortemente instável pela metodologia de Tricart (1977). Os eventos eustáticos de mudança do nível médio do mar, impactam diretamente sobre esses locais, maximizando ou neutralizando processos naturais de deposição ou erosão, em decorrência das alterações no nível de base geral e local (oceano e rios) RUBIRA e PEREZ FILHO (2021).

Uma submersão (transgressão marinha) de cinco metros seria suficiente para transformar o delta do Rio Piranhas-Açu em uma baía, como pode ser observado no mapa hipsométrico figura 06, grande parte da área de estudo encontra-se abaixo da cota de 4 metros, o que foi suficiente para transformá-la em uma baía rasa ao longo do Holoceno, esse avanço do nível do mar também foi responsável por diversas feições encontradas, como é o caso das falésias em sedimentos Quaternários figura 08, que foram modeladas nos últimos milênios. Outra feição pretérita que pode ser notada facilmente é a presença de diversos paleocordões litorâneos.

Figura 08: Falésias em depósitos sedimentares Quaternários.



Fonte: Acervo do autor.

Por outro lado, uma emersão (regressão marinha) de quatro metros seria suficiente para uma grande acreção de terras continentais devido a baixa profundidade do mar na



área. A estabilidade do nível médio do mar inicia aproximadamente nos últimos dois milênios, cerca de 2100 anos a.p., iniciou-se uma suave regressão, pondo fim as oscilações bruscas, com as variações eustáticas diminuindo sua intensidade, estabilizando-se, no nível médio do mar atual MARTIN, DOMINGUEZ E BITTENCOURT (2003).

Os eventos dissecativos, que modelam as paisagens, ficam omitidos em grande parte da área, devido à baixa declividade nas extensas das planícies fluvio-marinhas da área de estudo. Nos extremos (leste-oeste) é possível constatar algumas feições erosivas, na parte ocidental é notado as formas erosivas tabulares, com a presença de falésias inativas, na porção oriental é vista formas semiconvexas. A influência das falhas pode ser notada na distribuição dos corpos hídricos.

REFERÊNCIAS

ANGELIN, L. A. A., Medeiros, V.C., Nesi, J.R. Programa Geologia do Brasil –PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Escala. 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERN, 2006. 1mapa color.

BARBOSA, Maria Emanuella F.; BOSKI, Tomasz; BEZERRA, Francisco H.R.; LIMA-FILHO, Francisco P.; GOMES, Moab Praxedes; PEREIRA, Laura C.; MAIA, Rúbson P.. Late Quaternary infilling of the Assu River embayment and related sea level changes in NE Brazil. **Marine Geology**, [S.L.], v. 405, p. 23-37, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2018.07.014>.

BEZERRA *et al.*. **Geologia da folha Macau**: SB.24-X-D-II. Companhia Brasileira de Recursos Minerais (CPRM), Brasília, 2009.

BORBA, A. W. de. Geodiversidade e Geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 1, n. 38, p. 03-14, 2011.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico, geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.

CALDAS, L. H. O.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; MEDEIROS, W. E.; STATTEGGER, K.; VITAL, H. Geometry and evolution of Holocene transgressive and regressive barrier on semi-arid coast, NE Brazil. . **Geo-Marine Letters**, Amsterdam, 2006.

COSTA, D. F. S. et al. Análise dos serviços ambientais prestados pelas salinas solares. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 41, p. 206-220, 2014a.



CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strict sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 20, p. 3-12, 2018.

DINIZ, M. T. M. **Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil**: as particularidades da principal região produtora. 2013. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza. 2013.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento de Tipos de Clima. **Boletim Goiano de Geografia** (Online), v. 35, p. 488-506, 2015.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 565-590, 2016.

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**, v. 18, p. 689-701, 2017.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Wiley & Sons Ltd, 2004.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p, 2013.

LOPES, L. S. O. **ESTUDO METODOLÓGICO DE AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: APLICAÇÃO NO LITORAL DO ESTADO DO PIAUÍ**. 2017. 216 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MAIA, R. P.; **Geomorfologia e Neotectônica no Vale do Rio Apodi-Mossoró NE/Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica. PPGG – UFRN. Natal, RN, 2012

MAIA, R. P.; REGO BEZERRA, F. H. Inversão Neotectônica Do Relevo Na Bacia Potiguar, Nordeste Do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, 2014.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. **Journal of Coastal Research**, v. 19, n.1, p.101-124, 2003.

MORELATTO, R.; FABIANOVICZ, R. 13º Rounda da ANP (Bacia Potiguar): Sumário Geológico e Setores em Oferta. p. 22, 2015.



PESSOA NETO, O.C.; SOARES, U.M.; SILVA, J.G.F.; ROESNER, E.H.; FLORENCIO, C.P.; SOUZA, C.A.V. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 357-369, maio/nov. 2007.

SILVA, S. D. R. **Delimitação de unidades da paisagem do litoral setentrional potiguar e adjacências**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. Natal, RN, 2018. 131f.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUES, J. M. L.; FLEXOR, J.-M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, 1985.

ROCHA, Ana Karolina Rodrigues. **CARACTERIZAÇÃO MORFODINÂMICA DO ESTUÁRIO DO RIO AÇU, MACAU/RN**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. Regressão marinha que sucedeu o optimum climático holocênico. Brasília: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 3, 01 jul. 2021. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1843>. Acesso em: 28 set. 2021.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, FIBGE-SUPREN, 1977.