Geodiversidade do município de Lucena, Paraíba, visando a geoconservação

Luciano Schaefer Pereira [1]

Thiago da Silva Farias[2]

RESUMO

O município costeiro de Lucena tem passado por inúmeras transformações nas últimas décadas, em decorrência de um crescimento urbano acelerado e de um fluxo sazonal no período do verão, que pressionam o meio natural, típico de zonas costeiras com sua beleza paisagística- belas praias, falésias, recifes, bancos de areia, um estuário de grandes proporções, entre outras. Esta beleza natural ímpar, entrelaçada a uma cultura secular resultou em bens de inegável importância histórica, científica, pedagógica, turística, entre outros valores, o que lhe imprime um caráter patrimonial. O aumento da demanda turística e da ocupação humana sobre o patrimônio requer práticas que visem sua preservação, a geoconservação pois ambos apresentam vulnerabilidade, em decorrência da pressão demográfica imposta. Este artigo apresenta a geodiversidade presente em Lucena, litoral norte do Estado da Paraíba, de modo a identificar locais de interesse à geoconservação que apresentem riscos iminentes de degradação. Para tanto, um mapeamento desta geodiversidade e seu geopatrimônio foi executado através do inventário de locais com relevantes valores. Enquanto percurso metodológico, foi necessário um estudo detalhado da literatura quanto às informações geocientíficas e históricas da área e um minucioso trabalho de campo. Foram inventariados e avaliados qualitativamente 5 locais de interesse a foz do Rio Paraíba, a Praia de Gameleira, os terraços marinhos holocênicos, os arenitos praiais e a falésia inativa. Vivemos em um mundo onde a exploração sem limites dos recursos naturais tem causados danos irreversíveis à geodiversidade, e a inserção de uma consciência ambientalista, voltada especificamente ao patrimônio abiótico é emergente e necessária.

Palavras- chave: Geopatrimônio; Geoconservação; Lucena; Litoral Urbano

Geodiversity of the municipality of Lucena, Paraiba, aiming the geoconservation

ABSTRACT

The coastal municipality of Lucena has undergone numerous transformations in recent decades, as a result of accelerated urban growth and a seasonal flow in the summer period, which put pressure on the natural environment, typical of coastal areas with their scenic beauty - beautiful beaches, cliffs, reefs, sandbanks , a large estuary, among others. This unique natural beauty, intertwined with a secular culture, resulted in assets of undeniable historical, scientific, pedagogical, tourist importance, among other values, which give it a heritage character. The increase in tourist demand and human occupation of the heritage requires practices that aim at its preservation, geoconservation, as both are vulnerable, due to the imposed demographic pressure. This article presents the geodiversity present in Lucena, north coast of the State of Paraíba, in order to identify places of interest for geoconservation that present imminent risks of degradation. For this, a mapping of this geodiversity and its geoheritage was carried out through the inventory of places with relevant values. As a methodological approach, a detailed study of the literature on the geoscientific and historical information of the area and a thorough fieldwork were necessary. Five sites of interest were inventoried and qualitatively evaluated: the mouth of the Paraíba River, Praia de Gameleira, the Holocene marine terraces, the beach sandstones and the inactive cliff. We live in a world where the unlimited exploitation of natural resources has caused irreversible damage to geodiversity, and the insertion of an environmental conscience, specifically focused on the abiotic heritage, is emerging and necessary.

Keywords: Geoheritage; Geoconservation; Lucena; Urban Coast.

[1] Professor de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus João Pessoa, Brasil. Mestre em Geociências (2000) pela UFRN e doutor em Geografia Física pela Universidade de Coimbra. E-mail: lschaefer2@gmail.com

[2] É técnico em Controle Ambiental, formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (2014) e graduado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB, 2018). Mestre em Geografia na Universidade Federal da Paraíba, no campus João Pessoa. E-mail: thfarias@gmail.com

Introdução

A geodiversidade refere-se a variedades de estruturas e materiais que compõem o substrato físico natural que sustenta a biodiversidade. Portanto, corresponde aos elementos abióticos (BRILHA, 2005), tendo uma variabilidade de elementos e processos geológicos que contribuem para o desenvolvimento da Terra, os quais deram origem ao planeta e continuam em transformação. Os conceitos da geodiversidade têm a sua aplicação com enfoque principal a conservação da natureza em suas características abióticas, no aspecto de proporcionar o consumo sustentável dos recursos naturais (NASCIMENTO et al., 2008), nas quais as ações de proteção ambiental estão ligadas a descrição de valores que categorizam os lugares que sejam indispensáveis à proteção. Os recursos abióticos da Terra abrangem o conhecimento sobre o passado e o presente da Terra, assim considera-se que é primordial a sua conservação. Para esta pesquisa, será considerada a definição de geodiversidade proposta por Serrano e RuizFlaño (2007, p. 144, tradução livre), que consiste na

> variabilidade da natureza abiótica, incluindo elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológico, topográfico e os processos físicos sobre a superfície da Terra e nos mares e oceanos, juntos com os sistemas gerados pelos processos naturais, endógenos, exógenos e antrópicos, os quais cobrem a diversidade das partículas, elementos e lugares.

O Geopatrimônio, por sua vez, refere-se ao conjunto do bem natural abiótico, renovável ou não, que seja característico da geodiversidade e que tenha direito a um cuidado especial por possuir uma grande relevância. Os elementos da geodiversidade abordados são

> os recursos hídricos (superficiais e subsuperficiais), as estruturas geológicas em afloramento (in situ) ou em parte recolhidas (ex situ), que refletem a história do planeta (rochas, fósseis, minerais, sequências estratigráficas, minérios etc.), os solos e as formas de relevo atuais, depósitos correlatos, seus processos associados e a geoarqueologia, numa mistura de elementos culturais e geomórficos (PEREIRA, 2019, p. 36).

Desse modo, para este trabalho, o Geopatrimônio será separado em Patrimônio Geológico, Geomorfológico, Hidrológico e Pedológico, embora as formas de relevo tornarem-se os elementos da paisagem, mas constituído em sua imagem, e geralmente as primeiras a serem observadas pelo observador, tornando sujeito outras componentes (ALMEIDA, 1997).

A maioria dos esforços da comunidade internacional, há um certo tempo, é voltado à preservação dos seres vivos, principalmente aqueles em extinção, relegando a segundo plano o meio abiótico. No início dos anos 1990, quando os elementos da geodiversidade são inseridos na pauta das discussões ambientalistas, a escolha de sítios para a implantação de regimes de conservação ainda levava em consideração, basicamente, os fatores bióticos

A partir daí, entretanto, a comunidade geocientífica tem centralizado esforços para a disseminação de uma consciência de que os elementos abióticos também podem se esgotar, e a implementação de valores a estes recursos, aqui patrimonializados, servem de divulgação aos gestores públicos que iniciativas de geoconservação são pertinentes.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma visão preliminar da geodiversidade do município de Lucena (figura 1), etapa inicial para o futuro monitoramento da necessidade de proteção destes locais. A produção destas informações,

> levada a uma grande gama de pesquisadores, cientistas, estudantes e turistas, entre outros, é uma peça importante para a construção de uma cultura que seja capaz de compreender que a região em que vivemos é muito mais complexa que a dos nossos antepassados e que a geodiversidade tem um papel importante na compreensão desta complexidade (PEREIRA e PEREIRA, 2018, p. 44).

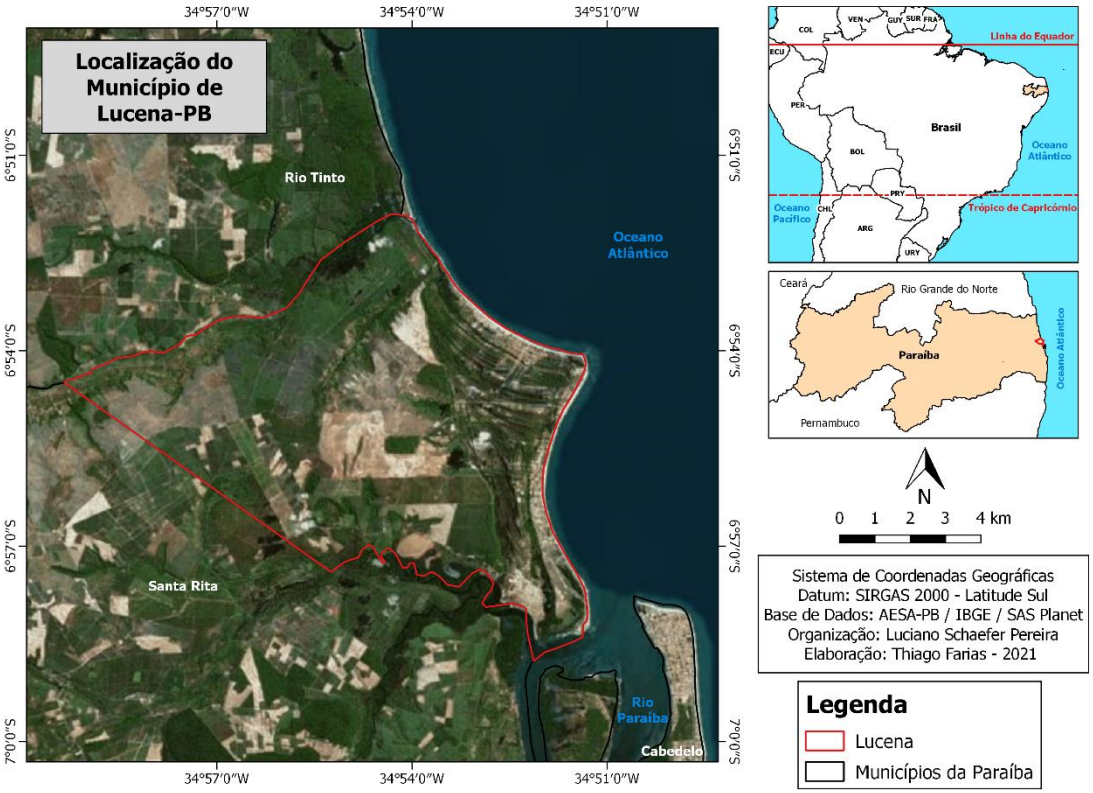


Figura 1 - Mapa de localização da área de trabalho.

Materiais e métodos

O estudo iniciou-se com a fase da pesquisa bibliográfica, com o intuito de se conhecer profundamente a história, geologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia do ambiente físico da atual Lucena. Realizou-se, assim, uma pesquisa da produção bibliográfica presente em fontes primárias, como livros, teses de doutoramento, dissertações de mestrado e em artigos científicos publicados no Brasil e no exterior, assim como periódicos eletrônicos a partir, também, de sites específicos, como o da Organização das Nações Unidas para a Cultura, Ciência e Educação (UNESCO),

Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério das Minas e Energia (MME), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), prefeituras, entre outros órgãos públicos em suas três esferas, acerca dos aspectos naturais da área, notadamente a geologia, geomorfologia, hidrologia e pedologia. Procurou-se, também, estar a par das publicações mais atualizadas sobre o trinômio 'Geodiversidade – Geopatrimônio - Geoconservação', escopo principal desse trabalho.

Para o entendimento do valor cultural, econômico e funcional da geodiversidade, quando relacionada com a fixação do colonizador e a evolução urbana do município, foi necessário recorrer a publicações de cronistas, viajantes e historiadores do período colonial, especialmente nos séculos XVI e XVII, na forma de diários de viagens, livros, iconografia (pinturas, mapas etc.) e documentos históricos (provisões, alvarás e cartas régias) presentes em vários arquivos do Brasil e Portugal.

Na fase de campo, realizado em agosto de 2020, executou-se um mapeamento geológico, pedológico e dos recursos hídricos, em uma escala 1: 25.000, com o intuito de reconhecer os potenciais locais de interesse geológico, geomorfológico, pedológico e hidrológico no campo, a partir da identificação de valores geopatrimoniais, que os converteram, ou não, em efetivos recursos passíveis de geoconservação. Foram utilizadas a cartas Cabedelo SB.25-Y-A-VI-3-SE e Rio Soé SB.25-Y-A-VI-3-SO, ambas na escala de 1: 25.000, além de fotografias áreas na escala 1:8000 e imagens orbitais, como Imagens do sensor ASTER/TERRA, bandas VNIR, com resolução espacial de 15m e das cartas I-11, I-12, J-11 e J-12, na escala de 1:40.000, disponíveis no Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Os elementos da geodiversidade, mapeados numa escala local, de área e de paisagem, foram inventariados através do preenchimento de uma ficha de identificação apresentado por Pereira (2019).

Nesta ficha constou um enquadramento (nome do local, suas coordenadas geográficas, data de observação e localização na carta topográfica), descrição do local (modo e meios de acesso, a escala do objeto, uma síntese das características físicas e registro fotográfico), sua importância enquanto elemento da geodiversidade (justificando sua escolha ao demarcar os valores estético, cientifico, cultural, functional/ecológico e econômico entre inexistente a excepcional, com uma breve descrição da potencialidade geoturística) e ameaças (analisam-se as antrópicas e naturais que vulnerabilizam o local, sugerindo medidas que as minimizem ou evitem, assim como o regime de proteção existente).

A demarcação destes valores é o principal critério que diferencia o bem enquanto elemento da geodiversidade, denominado puramente de local de interesse ou se elevado ao *status* de bem

geopatrimonial, ao possuir excepcionalidade em pelo menos um dos valores. Neste caso, o local será considerado um geossítio, geomorfossítio e/ou hidrossítio.

Geologia e geomorfologia da área

O litoral urbano do município de Lucena está inserido nas folhas Cabedelo e Rio Soé ambas com escala 1:25.000. Lucena possui como coordenadas geográficas -6:54:00 e -34:52:08 e a proximidade do Equador proporciona muita insolação durante todo o ano e, portanto, temperaturas elevadas (média térmica anual de 26ºC). O município possui uma área de 93,800 km^2 e uma população de 13.214 habitantes (IBGE, 2019), resultando em uma densidade demográfica de 131,88 hab./km^2, sendo a vigésima sexta mais alta do Estado.

O município de Lucena está inserido na unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de todo o nordeste e apresenta altitude média de 50 a 100 metros (CPRM, 2005). Genericamente, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural, representados pelos Latossolos e Podzólicos nos topos de chapadas e topos residuais; pelos Podzólicos com Fregipan, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos Concrecionários em áreas dissecadas e encostas e Gleissolos e Solos Aluviais nas áreas de várzeas (CPRM,2005)

As características físicas do município de Lucena, especialmente a geologia e geomorfologia, podem ser visualizadas na figura 2, que retrata as unidades litoestratigráficas presentes e principais feições estruturais mapeadas, assim como identifica as formas de relevo presentes.

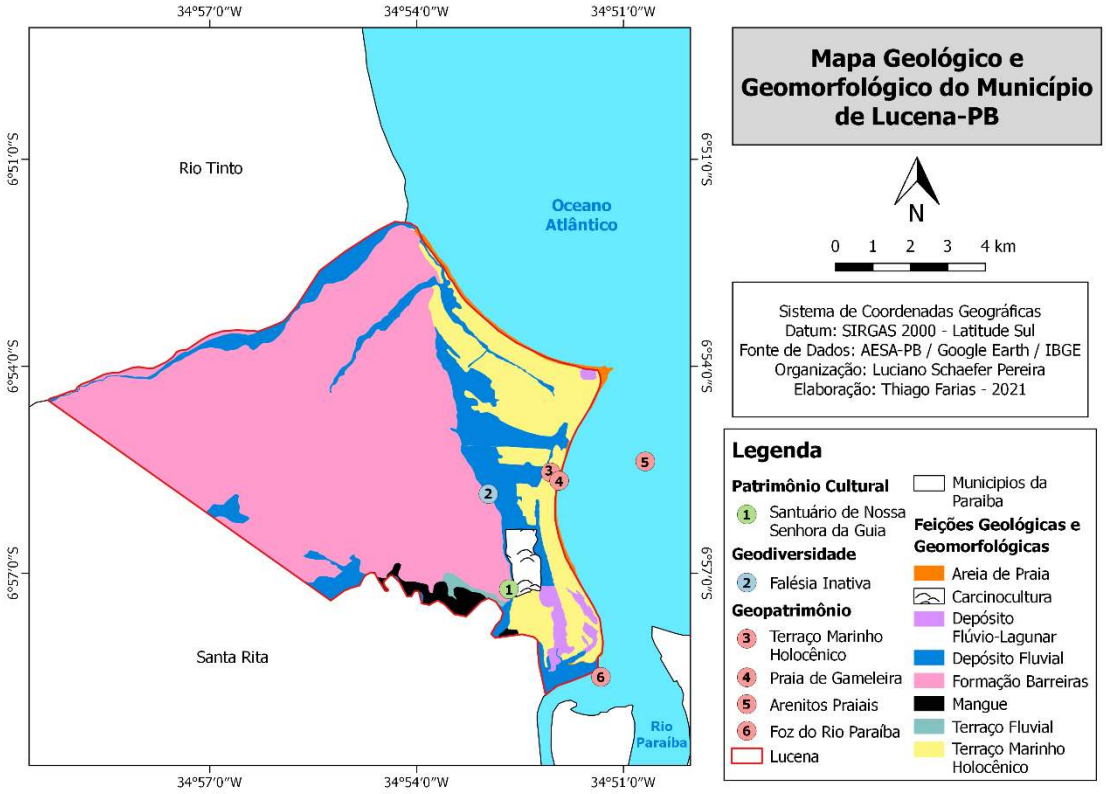


Figura 2- Mapa geológico-geomorfológico da área, com a discriminação dos principais elementos da geodiversidade presentes.

Do ponto de vista geológico, a Bacia Sedimentar da Paraíba, que inclui o município de Lucena, possui um interesse científico por ter sido o último elo entre a África e a América do Sul, entre 83 e 66 milhões de anos (RAND e MABESOONE, 1982) quando da separação do Pangéia. A partir daí esta bacia passou a ser preenchida por uma sequência de sedimentos, pertencente ao Grupo Paraíba, que variam sua origem, desde continentais (Formação Beberibe e Itamaracá, não presentes na área do projeto, de idade Campaniana – 83 a 72 milhões de anos) a marinhos, não aflorantes na área (Formação Gramame e Maria Farinha, de idade Maastrichtiana – 72 a 66 milhões de anos e Daniana – 66 a 61 milhões de anos, respectivamente, segundo Barbosa, 2004 e Souza, 2006).

Posteriormente, os sedimentos da Formação Barreiras recobrem discordantemente o Grupo Paraíba, representando uma cobertura plataformal e predominam na área mapeada, juntamente com uma sedimentação inconsolidada quaternária que a sobrepõe, na forma de depósitos fluviais (aluvionais) e depósitos fluviolagunares (manguezais).

As rochas da Formação Barreiras, de idade Plio-pleistocênica (entre 22 e 3 milhões de anos, segundo Alheiros e Lima Filho, 1991) são representadas na área por arenitos finos, cimentados por óxido de ferro, com grãos de quartzo e K-feldspato, de granulometria predominantemente arenosa e coloração viva (rosa a avermelhada).

As áreas de mangue situadas às margens do Rio Paraíba estão diretamente vinculadas às planícies de maré e estuários presentes na respectiva área, o qual pode vir a apresentar sedimentos pelíticos inconsolidados, e frações de areia fina. Este pode expressar riqueza em matéria orgânica, comprovada pela coloração escura de si. Tal área encontra-se exposta aos fluxos e refluxos da maré local, fenômeno este que gera tanto um nível considerável de salinidade, quanto uma baixa concentração de oxigênio (FURRIER, 2007).

Do ponto de vista geomorfológico, pode-se identificar três compartimentos morfoesculturais na área: os baixos planaltos costeiros (ou tabuleiros litorâneos), a planície costeira e as planícies aluviais, subdivididas em fluviais e fluviomarinhas. O topo dos baixos planaltos é unido às planícies aluviais por vertente relativamente íngremes, denominadas falésias.

Os tabuleiros, representados pelas rochas da Formação Barreiras, correspondem a uma porção mais elevada do terreno, suavemente inclinados, com topos geralmente planos e basculados para leste, em resultado da ação de eventos tectônicos, e moldados pelos agentes exógenos que esculpiram a Formação Barreiras (PEREIRA e CUNHA, 2015). Segundo Rossetti et al. (2012), estes baixos planaltos foram resultado de amplos arqueamentos e de uma sucessão de pediplanos escalonados para o interior, subordinados ao paleoclima, cuja estrutura tipo graben-horst controlou sua morfologia. Reativações de zonas de cisalhamento do embasamento, com direção E-W e NE-SW, a partir do EoCretáceo, atingiram os sedimentos da Formação Barreiras, formando escarpas de falha que foram, depois, preenchidas por terraços aluviais, dunas arenosas, detritos coluviais, solo e vegetação, e que serviram como delimitadoras do leito dos rios, enquanto as porções soerguidas foram dissecadas (Lima et al., 1990).

A planície costeira é resultante da variação do nível eustático do mar, datada do Quaternário, resultado de condições paleoclimáticas e de fatores hidrodinâmicos costeiros, a exemplo do vento, marés, ondas e correntes marítimas, ocorrentes a partir do Pleistoceno. Este sistema está representado por terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos fluviolagunares, depósitos de mangues em pântanos, depósitos eólicos, recifes de corais, areias praiais e arenitos praiais. Foi influenciada pelas variações relativas do nível do mar durante este período, em episódios de regressão e transgressão marinha e pelo espaço cedido para ser preenchido, após a reativação de falhas no Neógeno e Quaternário, com a subsidência do terreno no Mioceno (ROSSETTI, 2008), que interrompeu a planura dos tabuleiros referentes à Formação Barreiras (BEZERRA; VITA- FINZI, 2000).

As planícies fluviais são formadas por depósitos fluviais/aluviais**,** como os do Rio Paraíba, ocupando os baixos cursos dos vários rios e riachos que depositam seus sedimentos no oceano, com

sedimentos de fração fina a grossa, síltico-argilosos, cascalho e matéria orgânica que se acumularam em rios, canais, deltas e estuários, e em suas planícies de inundação. Os sedimentos são mais arenosos ao longo de canais mais retilíneos, apresentando um predomínio de fração silte-argila com matéria orgânica quando depositados nas planícies de inundação durante o transbordamento dos canais fluviais (SOUZA, 2006).

Resultados – uma visão da geodiversidade da área

De acordo com os valores estético, cultural, científico, econômico e ecológico, foram selecionados cinco locais necessários à geoconservação em Lucena.

Foz do Rio Paraíba

O Rio Paraíba do Norte é o mais importante rio da Paraíba. Com aproximadamente 300 km de extensão, nasce na Serra Jabitacá, no Município de Monteiro, com o nome de rio do Meio, sendo sua mais alta vertente originária do Pico da Bolandeira, a 1.079 metros de altitude (SILVA, 2003).

A partir desse Local de Interesse tem-se uma visão panorâmica da planície fluviomarinha do Rio Paraíba, a maior do Estado, seus depósitos paludiais que ocupam as margens do rio, atingindo 20 km estuário adentro e os terraços fluviais da margem esquerda. Destaca-se o papel exercido pelo controle tectônico sobre o curso inferior do rio.

O Rio Paraíba percorre o estado da Paraíba, sendo um dos mais importantes corpos d'água devido a sua extensão e interesse econômico. A sua nascente está localizada na Serra Jabitacá, em Monteiro e a sua foz entre os municípios de Cabedelo e Lucena (SILVA, 2003), desaguando no oceano atlântico (figura 3), cujo acesso se dá através das rodovias estaduais PB-008, PB-025 e PB-019, via Lucena ou pela rodovia federal BR-230, via Cabedelo. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a sua bacia hidrográfica é composta por uma área de 20.071,83 km², a qual corresponde a 38% do território estadual.



Figura 3 - Foz do Rio Paraíba. Fonte: Google Earth (extraído em fevereiro de 2022).

O contexto geomorfológico é do tipo depósito de mangue, também chamada de alagadas e/ou alagáveis, devido à oscilação diária do nível do mar. São formados por sedimentos pelíticos juntos a restos vegetais e matéria orgânica em decomposição, e pela interação do ciclo de marés possui cotas altimétricas baixas. Apresenta vegetação típica adaptada a variação de água salgada e salobra (GUEDES, 2002).

De acordo com Dantas et al. (2012), o Rio Paraíba através da sua desembocadura, apresentou maior densidade de resíduos plásticos e orgânicos nas praias mais próximas localizadas no município de Lucena. A presença de fragmentos de embalagens e itens relativos à limpeza doméstica confirma que o rio é a causa poluidora primária de resíduos nas áreas amostradas da pesquisa.

Assim, o local de interesse representa um elemento geopatrimonial do ponto de vista geomorfológico/hidrológico, cujo excepcional ecológico relaciona-se a presença do riquíssimo ecossistema de mangues, além de terem um papel fundamental como agentes reguladores da dinâmica fluviomarinha e a importância da participação do rio no ciclo hidrológico e como suporte por ser o habitat de peixes e crustáceos. O extrativismo nos mangues e a pesca, somado à cultura canavieira nos terraços fluviais justifica o valor econômico e funcional (suporte para a agricultura). O encaixe do rio em uma falha de direção norte-sul, formando uma planície fluviomarinha bem desenvolvida no fundo de um vale em V, justifica sua importância científica como uma ferramenta para se entender a dinâmica da tectônica regional e suas consequências na evolução da paisagem. Por fim, a ocupação dos terraços fluviais data dos primórdios da conquista da capitania, sendo

registrado, conjuntamente com todo o estuário, na iconografia e documentação histórica da época colonial, o que justifica o alto valor cultural. Seu valor cultural também se justifica pela importância da área como um eixo de deslocamento para o interior, culminando com a conquista e colonização da capitania, assim como na toponímia da palavra 'Paraíba' que, do tupi-guarani, significa 'rio ruim/impraticável', denotando a importância deste elemento da geodiversidade para os indígenas. Desse modo, seu excepcional valor ecológico, aliado ao alto valor funcional, cultural, econômico e científico possibilita inferir que se trata de um exemplar geopatrimonial na área.

Mesmo com a criação de uma série de leis que estimulam a proteção das áreas de manguezais por parte, especialmente, do Governo Federal e o Código Florestal, através do MMA, a área ainda tem sofrido a depredação constante, direta e indiretamente. Uma fiscalização mais eficaz faz-se necessária. A retirada das palafitas foi uma medida sensata por parte dos gestores, mas ainda há problemas da ocupação das margens e grande navegabilidade do rio, principalmente devido à poluição (lixo e esgoto), o que requer cuidados por parte do governo. Como propostas para a geoconservação tem-se elaborar projeto de ocupação sustentável e de reordenamento local, realizar campanha de educação ambiental aos locais e turistas, remover invasores das áreas de mangue e orientar a conduta de moradores e comerciantes e elaborar projeto de diagnóstico patrimonial e/ou ambiental.

Terraço marinho holocênico

O local de interesse corresponde a um ponto com escala de área a partir da praia de Gameleira. O terraço marinho abrange boa parte do município de Lucena. No ano de 1970 o espaço urbano, segundo o IBGE (1972) tinha aproximadamente 0,4 km² de área total e abrigava 699 pessoas em 180 domicílios.

Corresponde a depósitos arenosos, com não mais do que 4m acima do nível de preamar atual, que foram formados durante a regressão marinha subsequente à Última Transgressão (BITTENCOURT et al., 1983) ou Transgressão Santos (SUGUIO & MARTIN, 1978), entre 5 e 7 Ka AP, segundo estudos acerca da deposição quaternária do litoral entre o Rio de Janeiro e o Estado de Alagoas.

Na zona urbana costeira de Lucena, os terraços apresentam características físicas que possibilitaram que fossem selecionados como um importante local de interesse a ser analisado: são densamente ocupados por bairros populosos; representam a planície costeira, sendo separados dos tabuleiros por uma linha contínua de falésias inativas florestadas (outro local de interesse selecionado), que podem ser visualizadas a uma longa distância, possibilitando discriminar com facilidade seus limites; e são importantes indicadores da dinâmica costeira, especialmente nos últimos 7 Ka (figura 4).



Figura 4 - Terraço marinho de idade holocênica e sua ocupação humana.

Em uma datação pelo método C-14, ocorrida em sedimentos lagunares no litoral norte do Estado de Sergipe resultou em idade de 7,2 ± 200 ka AP (BITTENCOURT et al., 1983), enquanto conchas inclusas nesses terraços na costa alagoana apresentaram em idades entre 2,57 ± 170 ka AP e 3,69 ± 180 ka AP (BARBOSA et al., 1986).

Sua forma, localização e características físicas tornam os terraços marinhos holocênicos uma das feições mais importantes da área de estudo, em especial aquelas localizadas na orla urbana de Lucena. Sua forma plana, na retaguarda da costa, tornou-a susceptível de ocupação antrópica, especialmente após os anos de 1970 a 1980, motivada pelas transformações socioespaciais que decorreram nos terraços devido ao Proálcool, que empurrou parte dos agricultores para a planície costeira na expectativa de melhores condições de vida. E em segundo momento, que se deu a uma velocidade nunca vista, aconteceu a partir do início dos anos de 1990 com o incentivo do poder público que implementou algumas infraestruturas, particularmente de transporte, como as rodovias estaduais e o ferry-boat que veio facilitar a ligação com cidades vizinhas e abrir o espaço para prática do turismo e para a segunda residência.

No aspecto utilitário é um depósito importantíssimo para o entendimento da dinâmica costeira e da regressão do mar nos últimos 5 a 7 mil anos, o que justifica seu alto valor científico; sua forma, que possibilitou a ocupação antrópica justifica o alto valor funcional; a diversidade da fauna e a flora justifica o importante valor ecológico.

Assim, seu excepcional valor científico, aliado ao alto valor funcional e ecológico possibilitam inferir que se trata de um exemplar geopatrimonial na área.

Do ponto de vista biótico, atualmente, a proteção pública da área está restrita às matas ciliares, em especial do Rio Miriri, o principal rio urbano, e algumas áreas de manguezais na foz de rios, o que já

colabora para a redução de seu assoreamento. É necessário que o poder público se torne mais rigoroso na contenção das ocupações irregulares, especialmente às associadas às margens dos rios ou no sopé das falésias, que são áreas de riscos. Como ações de geoconservação, propõe-se recuperar áreas degradadas, elaborar projeto de ocupação sustentável e de reordenamento local, realizar campanha de educação ambiental e remover invasores das áreas de mangue.

Praia de Gameleira

O município de Lucena possui uma extensão de cerca de 15 km de litoral, com 5 praias, do sul para norte, respectivamente, Costinha, Fagundes, Gameleira, Ponta de Lucena e Lucena (DANTAS *et al*., 2012). O local de interesse corresponde a um ponto com visão de área na Praia de Gameleira (figura 5).



Figura 5 - Praia de Gameleira.

No geral, estas praias flexionam-se para o NW em seu eixo maior, apresentando duas características principais: i) toda a antepraia é ocupada por linhas retilíneas de arenitos praiais, que servem como substrato, pontualmente, para o florescimento de recifes algálicos-coralinos, de formas irregulares e; ii) as praias possuem um formato de enseadas, separadas por dois grandes pontões (Praia de Costinha e Praia de Ponta de Lucena). A dinâmica costeira é resultado da interação de processo físicos, como as ondas, marés e as correntes, que agem conjuntamente com a ação antrópica, considerando que a densidade demográfica do litoral paraibano é a mais alta do Estado, e que é responsável por feições geomorfológicas e recortes costeiros susceptíveis a serem selecionados como Locais de Interesse. Entretanto, é pertinente inserir alguns conceitos que envolvem o ambiente praial, visto que a paisagem costeira atual é consequência de uma série de fatores que

atuaram conjuntamente e que serão 22 caracterizados a seguir, em processo constante, pelo que a atual configuração desta paisagem é permutável e dinâmica.

A figura 6 simplifica as unidades morfológicas presentes no ambiente praial. À porção exposta à incidência das ondas, da deriva litorânea e das marés, dá-se o nome de praia ou estirâncio, dividida em face da praia e pós-praia. A partir do limite das marés altas, ou preamar, inicia-se a área de pós-praia, com a presença, ou não, da linha de berma até uma escarpa que pode ser representada pelas dunas frontais ou pelas falésias, na ausência de uma berma de tempestade. Esta escarpa indica o fim do domínio marinho e o início do terrestre, delimitadas pela linha de costa. Estas escarpas são importantes fornecedoras de sedimentos a serem transportados pelas correntes, que só chegam até elas em ocasiões especiais, como em ressacas e marés extraordinariamente altas. Convém salientar que estes setores são dinâmicos no tempo e no espaço. Na área de estudo há porções em que a pós-praia é extremamente estreita e inexistem falésias ativas; em outras, muito larga, formando uma planície costeira de grandes proporções, podendo haver ou não uma vegetação de berma.

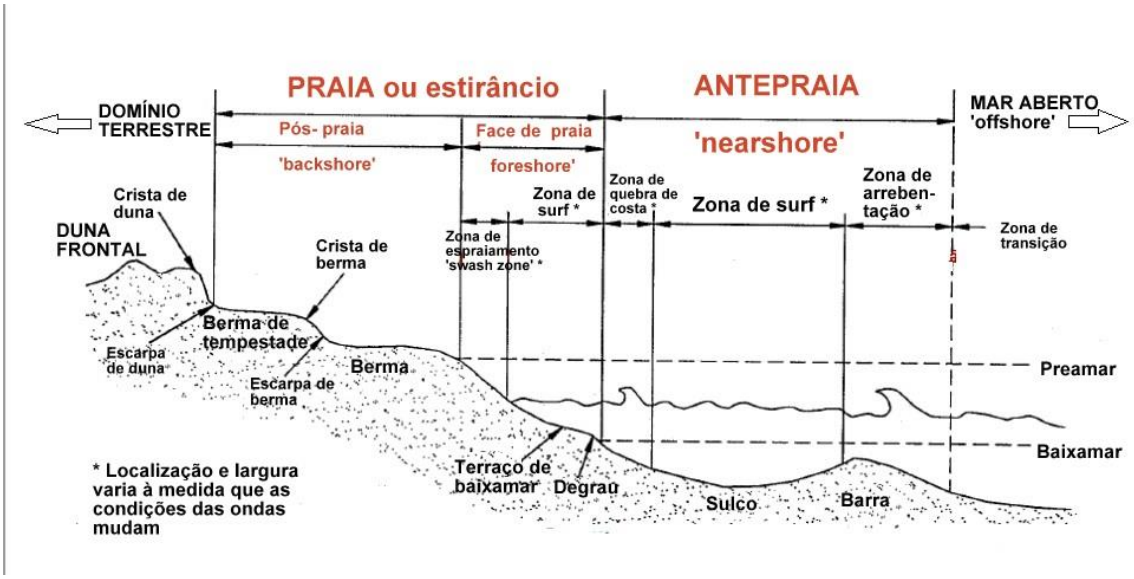


Figura 6 - Terminologia usada para descrever um perfil praial, constando os processos das ondas e correntes na costa. Fonte: com tradução livre baseada em Komar (1998).

A zona costeira da área de estudo corresponde à parte da massa terrestre próxima ao mar, que sofre influência direta deste. A praia de Gameleira apresenta largura variável e são compostas por material arenoso, o que indica seu estado de equilíbrio dinâmico (PICKARD e EMERY, 1982) entre a complexa influência mútua dos processos de sedimentação e de erosão, relacionados à ação das ondas, marés e correntes litorâneas (ROSSETI, 2008), apesar desta areia poder migrar para outras zonas costeiras.

Segundo Neves (2003), a plataforma continental do litoral paraibano é relativamente estreita, com águas quentes e alta salinidade, predominando sedimentação carbonática. Na área de estudo, a plataforma se estende até 35 Km da costa, a uma profundidade de 50-60 m, sendo mais estreita no litoral norte do Estado. Segundo Komar (1998), as praias com o formato de enseadas tendem a encontrar o equilíbrio sedimentar, sem ou com pequena entrada ou saída de sedimentos. Elas dependem do padrão das ondas que refratam por entre as barras formadas pelos arenitos rochosos e recifes algálico-coralinos, cuja costa tende a se paralelizar às cristas do trem de ondas, ou formar um ângulo muito pequeno, o que possibilita que muito pouco sedimento seja depositado ou transportado dessas praias. Esse modelo de equilíbrio dinâmico se confirma, pois a maior parte da linha de costa das praias de Lucena está estável. Nos pontões, a erosão libertará os sedimentos que serão carregados para norte pela deriva litorânea.

Ao longo dos pontões que separam a enseada, todos associados a recifes algálico-coralinos muito próximos, que possibilitam a geração da 'zona de 'sombra', os índices de erosão são extremos, onde o papel da urbanização é crucial, ao substituir o pós-praia por atividades antrópicas, com presença de estruturas de contenção, o que resulta em uma forte tendência erosiva, com déficit sedimentar.

O fator econômico da praia é muito importante, pois dela que se vem o sustento de várias famílias, através da pesca artesanal. A pesca artesanal em Lucena vem sendo por muito tempo, juntamente com a agricultura, a base econômica do município (MADRUGA, 1985).

A beleza de sua paisagem justifica o importante valor estético; seu alto valor econômico se justifica nas atividades pesqueiras artesanais; o importante valor científico está relacionado a sua influência no processo de sedimentação e erosão relacionado a ação das ondas, marés e correntes litorâneas como anteriormente citado; a importância do valor ecológico está na abundante e diversificada fauna e na flora.

Considerando a importância dos valores citados acima, conclui-se que o local de interesse em questão foi classificado como geopatrimônio.

É uma praia relativamente deserta, pouco urbanizada. Apesar de suas lindas praias e seu clima quente, Lucena recebe turistas em uma frequência sazonal, tendo um pico no carnaval. É neste período que se tem o maior número de pessoas nas praias, chegando assim a triplicar o número de usuários no município (15 mil habitantes). Segundo Dantas et. al. (2012) durante o carnaval a quantidade de lixo gerada pelos usuários nas praias, causando impacto na quantidade de lixo deixado nas praias em que ocorrem os festejos.

É preciso que os gestores públicos do município de Lucena, associados ao IBAMA, se unam na fiscalização desta área, para evitar impactos ambientais, como o desmatamento das matas ciliares,

poluição do rio e dos manguezais e instalação de bares clandestinos, entre outros problemas. A educação ambiental dos barraqueiros e moradores, para que usem e ocupem este espaço público de maneira sustentável também se faz necessária. Como propostas para a geoconservação tem-se recuperar áreas degradadas, elaborar projeto de ocupação sustentável e de reordenamento local, realizar campanha de educação ambiental aos locais e turistas, coleta regular de lixo e elaborar projeto de diagnóstico patrimonial e/ou ambiental.

Arenitos praiais

Os arenitos de praia ou beachrocks estão localizados na ante-praia da Praia de Gameleira, a cerca de 1.700 metros da faixa de areia (figura 7), possuindo aproximadamente 2.300 metros de comprimento, a qual temos como ponto de observação a quebra das ondas em alto mar e confirmado sua existência por relatos de pescadores do local. É um local de difícil acesso, podendo chegar lá apenas por transporte hidroviário.



Figura 7 - Arenitos praiais visíveis na maré baixa. Fonte: Google Earth (extraído em fevereiro de 2022).

De acordo com Ferreira Júnior (2005), os arenitos praiais são sedimentos litificados na zona intermaré e cimentados por carbonato de cálcio. Estão dispostos paralelamente à linha de costa e apresentam uma forma alongada e estreita". Porém, a cimentação vai depender das particularidades químicas e físicas das águas, de acordo com que ele foi precipitado (MOORE,1973). Otavio et. al. (2017) descreve a importância do estudo sobre os arenitos:

> O estudo da formação e diagênese do arenito de praia são relevantes pois possibilita o entendimento de como as rochas sedimentares detríticas são geradas, além de reconhecer como a variação do nível do mar se comportou durante o Holoceno, permitindo a gênese destas feições que se constituem em relevantes elementos de resguardo das linhas de costas em ambientes majoritariamente tropicais.

Os arenitos de praia são de suma importância pois são agentes de proteção contra a erosão marinha, que dispersam a energia das ondas e proporcionam a captura de sedimentos no estirâncio (OTAVIO et. al., 2017).

Segundo Coutinho e Farias (1979), o processo de cimentação dos arenitos é supostamente em decorrência à precipitação de carbonatos da água do mar, a partir da evaporação da água contida no sedimento, através do processo físico-químicos ou entre avanço microbiológico, a qual gera a calcita magnesiana e aragonita (JONES et al., 1997).

Apesar de encontrarmos diversos trabalhos sobre o assunto, ainda não se existe unanimidade em relação ao processo de cimentação dos arenitos: se advém da mistura de água doce e marinha, se unido tão somente à água do mar ou sob ação da água doce subterrânea, ou está além da natureza biogênica (FEREIRA JUNIOR, 2011).

Parte dos arenitos de praia se formaram em um ambiente com nível do mar mais elevado que o atual, o que explica o fato de aflorarem em baixamar atualmente. Em Pernambuco e Paraíba, algumas amostras de gastrópodes vermitídeos inclusos nesses arenitos praiais foram datados pelo método de radioacarbono, resultando em idades entre 6,9 Ka-2,8 Ka AP, onde cinco das seis amostras resultaram em idades superiores a 5,5 Ka (BARRETO et al, 2010 e SUGUIO et al., 2013), mais altas que a idade de 4,83 ± 210 Ka, proposta por Dominguez et al. (1990). Duas amostras de conchas de bivalve, datadas da Paraíba, localizadas no litoral norte do Estado, fronteira com o Rio Grande do Norte, resultaram em idades em torno de 6,0 Ka. Se os arenitos praiais de Lucena possuírem similaridade temporal com os arenitos do litoral norte, pode-se concluir, portanto, que a litificação que deu origem ocorreu num momento evolutivo que marca uma transgressão marinha após a sua formação, visto que, considerando a curva de mudança relativa do nível do mar obtida nessas datações, entre 5 Ka e 4 Ka AP o nível do mar subiu ao seu máximo, chegando a quase 3 metros acima do atual.

Os arenitos praiais afloram ao longo da costa em toda a Bacia da Paraíba, às vezes diretamente na praia, formando feições lineares de maneira contínua ou não, por até vários quilômetros, normalmente paralelos à costa. Em geral estão submersos, podendo aflorar na baixamar ou, quando de maiores proporções, mantém-se emersos ao nível médio do mar. Na área possuem uma geometria linear, com extensão máxima em torno de 3 km, largura variando entre 150 e 300 metros e espessuras entre 0,5 e 1,5 metros. A superfície é plana, com mergulho inferior a 8-10º, em direção ao oceano.

Ao formar linhas contínuas que podem, ou não, aflorar nas marés baixas, acabam por ser responsáveis pela dissipação parcial dos trens de onda que incidem sobre a costa, tendo papel crucial em seu traçado e favorecendo a navegabilidade dos navios.

Nesse contexto, foi produzida uma imensa gama de mapas e documentos históricos datados dos séculos XVII e XVIII, com os arenitos sendo denominados de 'barreta'. Nieuhof (1942) descreveu esses corpos como sendo

> [...] recifes ou rochedos que, em sua maioria, se alinham a cerca de meia milha da praia. Isto faz com que as águas situadas entre êles e a terra seja muito calma e permita o tráfego marítimo mesmo em época tempestuosa, quando a navegação se torna quase impossível para fora dêsses escolhos, devido à violência da corrente procedente do norte e ao vento sul que lá sopra continuamente (NIEUHOF, 1942, p. 52.

Curiosamente, pela sua distância da costa, não foram utilizados como georecurso para os monumentos construídos durante o período colonial, no litoral, a exemplo da Igreja da Guia ou da Fortaleza de Cabedelo e a Igreja de Almagre, a outra margem do rio, diferentemente do que ocorreu em Recife e Natal, para citar duas capitais próximas, onde os afloramentos são mais próximos da costa. Entretanto, tiveram um papel fundamental como barreiras para a ancoragem de navios de grande porte, dificultando também o acesso à desembocadura do Rio Paraíba, o que a tornava resguardada, conforme o documento previamente citado.

Pelo seu excepcional valor funcional, aliado aos altíssimos valores estético, científico e cultural, os arenitos praiais configuram-se em um importante representante do geopatrimônio costeiro da área do trabalho.

Falésia inativa

O local de interesse corresponde a um ponto com escala de área situado na Rua Júlio de Carvalho, uma das mais extensas transversais à praia, variando entre 20 e 40 metros de altura, podendo estar recuada até aproximadamente 1,8 Km da praia. Por ser florestada em toda a sua extensão, facilmente pode ser identificada como uma tênue linha verde a partir da praia (figura 8).



Figura 8 - Falésia inativa coberta pela vegetação.

Todo o litoral paraibano apresenta falésias que podem sofrer abrasão marinha ou não. As falésias ativas, ou vivas, continuam recebendo o impacto das ondas nas marés de águas vivas e, portanto, o risco de desabamento, a exemplo da falésia do Cabo Branco, que teve parte desabada em janeiro de 2018, é iminente, merecendo cuidados especiais e atitudes mais drásticas das autoridades.

As falésias inativas, ou mortas, apresentam-se mais recuadas no continente, não sofrendo mais o solapamento marinho e são importantes indicadores da transgressão marinha pretérita, o que é o caso do local selecionado. A falésia inativa apresenta cicatrizes de erosão pluvial, formando voçorocas e ravinas, sendo tomada por vegetação na sua base, recobrindo sedimentos que formaram depósitos coluviais.

Representa um relevante elemento da geodiversidade do ponto de vista geomorfológico. As falésias inativas, especialmente aquelas tão recuadas, são relativamente escassas no território paraibano, sendo importantes paleoindicadores da linha de costa, o que lhe justifica o alto valor científico. Serve, ademais, como um elemento delimitador topográfico, sendo que a Igreja da Guia foi construída em seu alto por apresentar uma visão panorâmica de toda a orla e foz do Rio Paraíba.

Mesmo que a vegetação de Mata Atlântica esteja protegida por lei, cujas diretrizes estão contidas no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente de Lucena em outubro de 2010, o contato com a população e a descarga de gases dos veículos pode afetar o bioma, que possui papel fundamental na estabilidade do talude da falésia. Portanto, o monitoramento exaustivo deste bioma torna-se fundamental para sua preservação. Como medidas voltadas à geoconservação, propõe-se elaborar projeto de ocupação sustentável e de reordenamento local e coibir o desmatamento.

Conclusões

O relevo que forma o litoral nordestino é resultado da ação de agentes endógenos e exógenos que atuaram em conjunto, mas com proporções diferentes. A tectônica e, principalmente, a neotectônica tiveram papel fundamental na configuração do relevo costeiro, enquanto os agentes exógenos, como regressões e transgressões marinhas, ventos, os climas atuais e passados, os rios, agentes biológicos e antropogênicos, entre outros, moldaram e formaram as belas geoformas existentes. No momento em que estas geoformas começam a ser pressionadas pelo avanço da urbanização, turismo, entre outras atividades, o ser humano inicia um processo de avaliação de suas características, com o intuito de identificar valor patrimonial e salvaguardá-los para as gerações futuras, o que é um dos princípios da geoconservação.

A partir de estudos prévios sobre a história, geomorfologia e geologia da área e utilizando critérios pré-estabelecidos, como a identificação de valores científicos, estéticos, culturais, econômicos e ecológicos, assim como a necessidade de proteção, foram identificados 5 locais de interesses, em várias escalas, voltados à geoconservação. Este trabalho teve como objetivo divulgar estes locais, apresentando suas características físicas e os riscos que estão sofrendo, como consequência da pressão antrópica sobre eles, assim como propor medidas para mitigar estes riscos, diminuindo sua vulnerabilidade.

Conclui-se que o município de Lucena possui uma rica mas vulnerável geodiversidade, sendo necessário um olhar mais acurado sobre os riscos que esta geodiversidade está sofrendo. O inventário deste geopatrimônio se faz necessário, assim como sua divulgação, sendo necessário e importante para a gestão e planejamento urbano.

Referências

ALHEIROS, M.; LIMA FILHO, M., 1991. Formação Barreiras. Revisão da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. Recife: DEGEO. *Estudos Geológicos*, 10: 77-78.

ALMEIDA A.C. *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*: uma abordagem ecológica da paisagem. Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1997.

BARBOSA, J. *Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtano- Paleoceno:* formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

BARBOSA, L. M.; BITTENCOURT, A.; DOMINGUEZ, J.; MARTIN, L., 1986. The Quaternary coastal deposits of the State of Alagoas: influence of the relative sealevel changes. In: RABASSA, J. (ed): *Quaternary of South America and Antartic Peninsula*: 269-290, Balkema Publ., v. 4.

BARRETO, A.; ASSIS, H.; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K. Arrecifes, a calçada do mar de Recife. Publicado online em 27 de outubro de 2010. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitio040/sitio040_impresso.pdf. Acesso em 26 abril 2021.

BEZERRA, F. H.; VITA-FINZI, C., 2000. How active is a passive margin? Paleosismicity in Northeastern Brazil. *Geology*, 28: 591- 594.
BRILHA, J. *Património Geológico e Geoconservação*. A Conservação da Natureza na sua vertente Geológica. Palimage Editores, Viseu, 2005.
BITTENCOURT, A.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.; FERREIRA, Y., 1983. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. *Rev. Bras. Geoc.* 13 (2): 94- 95.
DANTAS, V. C.; MORAIS, E. C.; BEZERRA, K. B. Impacto do carnaval na quantidade de resíduos sólidos em praias de Lucena-PB. Congresso Brasileiro de Oceanografia. Associação Brasileira de Oceanografia. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:http://www.globalgarbage.org/praia/downloads/V-CBO-2012/0810.pdf. Acesso em: 2 set. 2020.
DOMINGUEZ, J. M., BITTENCOURT, A. C., LEÃO, Z. M., AZEVEDO, A. E. Geologia do quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. *Rev. Bras. Geoc*., v. 20, n. 1, p. 208- 215, 1990.
FURRIER, M. *Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha de João Pessoa- 1: 100.000*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Recenseamentos gerais e estatísticas populacionais no Brasil.* Disponível em
http://memoria.ibge.gov.br/sinteses-historicas/historicos-dos-censos/censos
demograficos#_ftn11. Acesso em 13 abril 2020.
JONES, B.; ROSSEN, M.R.; RENAULT, R.W. Silicacemented beachrock from lake Taupo, North Island, New Zealand. *Journal of Sedimentary Research*, v. 67, p. 805-814, 1997.
KOMAR, P.D. *Beach process and sedimentation*. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 417 p., 1976.
FERREIRA JUNIOR, A. V. *Mapeamento da zona costeira protegida por arenito de praia (beachrocks) em Nísia Floresta – RN*. 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2005.
GUEDES, L. S. Monitoramento geoambiental do estuário do Rio Paraíba do Norte-PB por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto. 2002. 77 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 5 jun. 2002. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18745. Acesso em: 10 out. 2020.
LIMA, C. C., VIVIERS, M. C., MOURA, J. R. S., SANTO, A. M., CARMO, I. O., 1990. O Grupo Barreiras no Bacia Potiguar: relações entre o padrão de afloramento, estruturas pré-brasilianas e neotectonismo. Cong. Bras. Geol., 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal: SBG, vol. 2, p. 607- 620.
MADRUGA, A. G. C. *Mudança de vento: redistribuição das funções no espaço de uma comunidade pesqueira Lucena- Paraíba.* Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1985.
CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Diagnóstico do Município de Lucena*. Recife: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2005. (Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea).
MOORE, C.H. JR. Intertidal carbonate cimentation, Grand Cayman, West Indies. *Journal of Sedimentary Petrology,* v. 43, p. 591-602, 1973.
NASCIMENTO, M. A.; RUCHKYS, U. A; MANTESSO- NETO, V., 2008. *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo*: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. Ed. Sociedade Brasileira de Geologia.
NEVES, S. *Erosão costeira no Estado da Paraíba*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.
NIEUHOF, J. *Memorável viagem marítima e terrestre ao Brasil*. São Paulo: Livraria Martins, 1942.
OTAVIO, J. M.; HOLANDA, T. F.; SILVA, W. S. A. FORMAÇÃO E DIAGÊNESE DE ARENITOS DE PRAIA: Uma Revisão Conceitual. Clio Arqueológica. Universidade Federal de Pernambuco. v. 32, n. 3, p. 88-

106, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/clioarqueologica/article/view/246390/35500. Acesso em: 22 nov. 2020.

PEREIRA, L. S., 2019. *Mapeamento do geopatrimônio e do patrimônio cultural da região de João Pessoa (Paraíba) para fins de geoturismo urbano e costeiro.* 2019. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

PEREIRA, L. S; CUNHA, L. S. Patrimônio geomorfológico de João Pessoa, Paraíba: uma visão preliminar. Cong. Nac. de Geomorfologia., 7, 2015, Lisboa. *Anais...,* Lisboa: APG, p. 325-331, 2015.

PEREIRA, L. S.; PEREIRA, I. P. S. (2018). Inventário do Geopatrimônio de Joao Pessoa e Cabedelo (Paraíba), Nordeste do Brasil. *Iberografias*, *14*, 43-59.

PICKARD, G. L; EMERY, W. *Physical Oceanography*. London: Pergamon Press, 1982.

RAND, H.; MABESOONE, J. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. *Paleogeograpgy, Paleoclimatology, Paleoecology*, 38, p. 163- 183, 1982.

ROSSETTI, D.; GÓES, A.; BEZERRA, F. H.; VALERIANO, M.; BRITO NEVES, B. B.; OCHOA, F., 2012.Contribution to the stratigraphy of the onshore Paraíba Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências***,** 84: 313- 333.

ROSSETI, D. De F. in FLORENZANO, T. G. (org.). *Geomorfologia:* conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: oficina de textos, 2008.

SERRANO, E.; RUIZ- FLAÑO, P. Geodiversity. A theorical and applied concept. *Geog. Helv*., n. 62, p. 140- 147, 2007.

SILVA, Lígia M.T., 2003. Nas margens do rio Paraíba do Norte. Geociências, UFPB. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/handle/tede/5820. Acesso em: 22 dez. 2020.

SOUZA, E. *Estratigrafia da sequência clástica inferior (andares Coniaciano- Maastrichtiano inferior) da Bacia da paraíba e suas implicações paleogeográfica*. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SUGUIO, K., MARTIN, L., 1978. Quaternary marine formations of the State of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, 1, 1978. São Paulo*. Special Publication*, v. 1, 55 p.

SUGUIO, K.; BARRETO, A. M. F.; OLIVEIRA, P. E. de; BEZERRA, F. H. R.; VILELA, M. C. S. H. Indicadores de variações holocênicas do nível do mar ao longo da costa dos estados de Pernambuco e Paraíba, Brasil. *Geologia USP*. Série Científica, *[S. l.]*, v. 13, n. 4, p. 141-152, 2013.