

# Geodiversidade da Folha Nossa Senhora da Penha, município de João Pessoa, Paraíba, Brasil

## Geodiversity of the Nossa Senhora da Penha Chart, João Pessoa, Paraíba, Brazil

Luciano Schaefer Pereira<sup>I</sup>  | Thiago da Silva Farias<sup>II</sup> 

<sup>I</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Campus João Pessoa. João Pessoa, Paraíba, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal da Paraíba. Campus João Pessoa. João Pessoa, Paraíba, Brasil

**Resumo:** Este artigo apresenta a geodiversidade presente na Folha Nossa Senhora da Penha (SB.25-Y-C-III-1-SE), escala 1: 25.000, no município de João Pessoa, Paraíba, de modo a inserir locais de interesse em rotas geoturísticas costeiras. Para tanto, um mapeamento desta geodiversidade e de seu geopatrimônio foi executado através do inventário de locais com relevantes valores. É pertinente, assim, interconectar o patrimônio costeiro ao turismo da área, de modo a incrementar o interesse dos turistas, agora sob o viés da litosfera e da hidrosfera. Geomorfologicamente, o relevo apresenta-se fragmentado em três unidades morfoesculturais: planícies costeiras, planícies aluviais e baixos planaltos, além das vertentes que articulam os baixos planaltos às planícies. 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 sete sítios: Foz Primitiva do Rio Jaguaribe, Falésia Inativa Urbana, Terraços Marinheiros Holocênicos Urbanos, Falésia do Cabo Branco, Paleodunas do Altiplano, Arenitos Ferruginosos do Jacarapé e Barra do Gramame. A área mapeada possui potencial para o geoturismo, com conexão à história geológica da Bacia da Paraíba, a última a se separar da África durante a fragmentação do Gondwana, apresentando valiosas feições geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

**Palavras-chave:** Geopatrimônio. Geoturismo costeiro. Roteiros geoturísticos. Litoral urbano. João Pessoa.

**Abstract:** This article presents the vision of geodiversity in the Nossa Senhora da Penha Chart (SB.25-Y-C-III-1-SE), scale 1: 25.000, in João Pessoa, Paraíba, in order to insert places of interest on coastal geotouristic routes. A mapping of this geodiversity and its Geoheritage was performed through the inventory of places with relevant values. It is appropriate to interconnect the coastal heritage with tourism in the area, in order to increase the interest of tourists. Geomorphologically, the terrain is divided into three large morpho-sculptural units: coastal plains, alluvial plains and tablelands, in addition to the slopes that link the tablelands with the plains. As a methodological path, a detailed study of the literature regarding the geoscientific and historical information of the area and thorough fieldwork were necessary. Seven sites were inventoried and qualitatively evaluated: Ferruginous Sandstones of Jacarapé, Altiplano Paleodunes, Urban Holocene Marine Terraces, Cabo Branco Cliff, Urban Inactive Cliff, Gramame River Mouth and Primitive Mouth of Jaguaribe River, developed at different scales. The mapped area has potential for geotourism, in connection to the geological story of the Paraíba Basin, the last part to separate from Africa during the Pangeia fragmentation, presenting geologically, geomorphologically and hydrologically valuable features.

**Keywords:** Geoheritage. Coastal geotourism. Geotouristic routes. Urban coast. João Pessoa.

---

Pereira, L. S., & Farias, T. S. (2021). Geodiversidade da Folha Nossa Senhora da Penha, município de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 16(2), 259-280. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i2.337>.

Autor para correspondência: Luciano Schaefer Pereira. Av. Primeiro de Maio, 720 – Jaguaribe. João Pessoa, PB, Brasil. CEP 58135-000 (lschaefer2@gmail.com).

Recebido em 26/07/2020

Aprovado em 19/10/2020

Responsabilidade editorial: Milena Marília Nogueira de Andrade



## INTRODUÇÃO

O geopatrímônio corresponde à porção abiótica do patrimônio natural. Numa visão muito ampla, consideram-se do patrimônio natural todos os elementos do meio físico, entre eles os solos, os rios, os mares, as formas de relevo, as rochas e os recursos minerais e energéticos, bem como as plantas e os animais, que, pelo seu significado científico, econômico, cultural e social, entre outros, merecem ser estudados e preservados para as gerações vindouras, ou seja, ser integrados às estratégias de desenvolvimento sustentável. Grandgirard (1997) fundamenta o conceito em questões culturais, considerando essencialmente o valor científico, pois o meio natural é fonte de riquezas, de energia e recursos ao ser humano, com a sua complexidade, dinâmica e sensibilidade, ou seja, é patrimônio da sociedade. Todo patrimônio tem conotação de bem protegido ou que, pelas suas características e valor, merece proteção.

Neste artigo, propõe-se a subdivisão do patrimônio natural em biótico – o qual inclui os elementos da fauna e da flora que, por seu valor intrínseco ou por estarem em risco de extinção, merecem ser protegidos, seja de qual ecossistema estas formas de vida façam parte – e abiótico – onde se inserem os elementos da geodiversidade, a citar os recursos hídricos, as formas de relevo, dos elementos geológicos e do solo, cada qual com seus subelementos.

O termo ‘geodiversidade’ surgiu na literatura geocientífica em contraposição à conceituação de ‘biodiversidade’, cujo papel dos biólogos, e particularmente dos ecólogos, foi fundamental para sua disseminação e consolidação (Nieto, 2001). Embora o conceito de biodiversidade esteja perfeitamente consolidado nos meios científicos, principalmente após a Conferência Rio-1992, o aporte de materiais elaborados sobre o tema é desigual quando comparado ao da geodiversidade, até mesmo porque sua conceitualização e sistematização são anteriores.

A utilização generalizada do termo ‘geodiversidade’, de cunho naturalista, inicia-se bastante mais tarde, na década de 1990.

Burek e Potter (2002 citados em Panizza & Piacente, 2009) sugerem o ano de 1991, durante um congresso internacional sobre geoconservação. Segundo Gray (2008), esse termo teria surgido a partir da Convenção da Biodiversidade, evento paralelo à Conferência Rio-1992. Para Nieto (2001), sua provável origem teria acontecido por ocasião da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, em 1993 (L. Pereira & Farias, 2016, p. 144).

A divulgação da geodiversidade do território brasileiro ascendeu no início desse milênio, a partir do projeto denominado “Caminhos geológicos”, desenvolvido pelo Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro (DRM/RJ), desde 2001 (Mansur & Silva, 2011), e, posteriormente, por meio do Serviço Geológico do Paraná (MINEROPAR), em 2003, com o “Programa sítios geológicos e paleontológicos do Paraná” (Piekarz & Liccardo, 2006), e que acabou se espalhando para outros estados brasileiros (Rio Grande do Norte, Bahia, São Paulo, Minas Gerais etc., *sensu* Nascimento et al., 2007, 2008; Mansur, 2010). Em 2005, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) iniciou um projeto denominado “Série de estudos sobre a geodiversidade do Brasil”, com a elaboração de cartilhas e coleções de minerais e rochas (Nascimento et al., 2008). Na área acadêmica, vários trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e publicações em periódicos nacionais e internacionais têm trabalhado o tema em suas várias vertentes, a exemplo de Covello (2011), Santos (2016), entre outros. Na Paraíba, estudos acerca da geodiversidade costeira são escassos.

Durante a fase da avaliação qualitativa da geodiversidade (inventariação), sobressaem-se os valores que elevam determinados elementos da geodiversidade ao *status* de geopatrímônio, propostos por Sharples (1993, 2002) e Gray (2004, 2013). Assim, o geopatrímônio refere-se àqueles elementos da geodiversidade que possuem valores excepcionais (Rodrigues & Fonseca, 2008) e, portanto, merecem ser preservados.

Segundo Sharples (1993) e Gray (2004), os principais valores são o econômico – associado às necessidades de exploração pelo ser humano, seja por meio da mineração,

agricultura ou construção civil, proporcionando uma visão patrimonial sobre eles, geralmente vinculados a solos, formas de relevo e rochas (pode-se acrescentar os recursos hídricos, subterrâneos e superficiais, necessários à vida, tanto hoje, quanto no passado) –, cultural – diz respeito ao valor que o ambiente físico abiótico possui para determinadas sociedades, em razão de seu significado social ou comunitário –, estético – relacionado com o apelo visual, sendo um conceito intangível da geodiversidade, variando da escala do afloramento ou do elemento isolado à das paisagens gigantescas –, ecológico – a geodiversidade funciona como palco de atuação da vida humana e de suas atividades e obras, como substrato para a sustentação do sistema ecológico ou como peça de um complexo geossistêmico – e científico –

a geodiversidade é um laboratório, onde as aulas teóricas são postas em prática, tendo um poder educativo formal ou informal.

O objetivo deste artigo é apresentar uma visão preliminar da geodiversidade da Folha Nossa Senhora da Penha (Figura 1), etapa inicial para a futura inserção destes locais em um roteiro geoturístico costeiro. A produção dessas 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 do que a dos nossos antepassados e que a geodiversidade tem um papel importante na compreensão desta complexidade (L. Pereira & I. Pereira, 2018, p. 44).

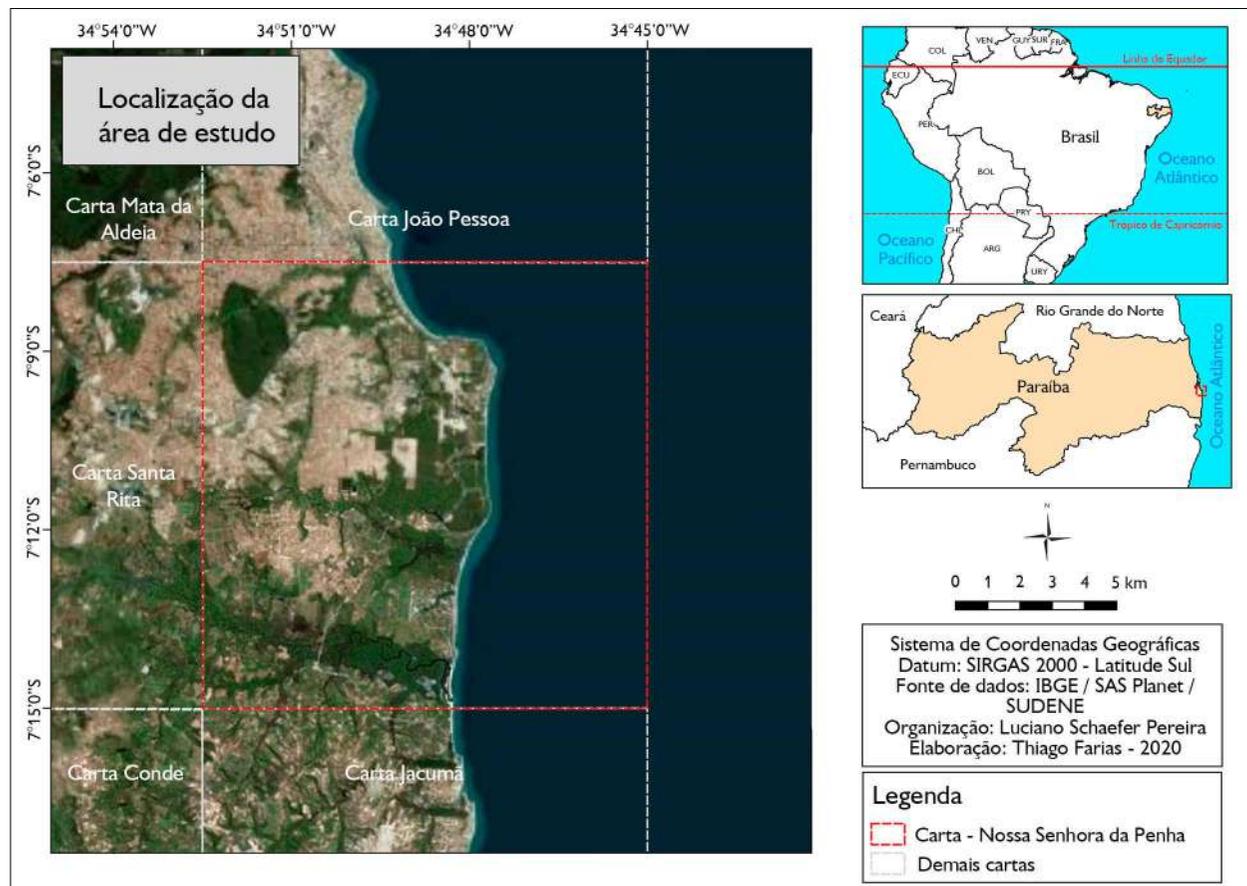


Figura 1. Localização da Carta Nossa Senhora da Penha. Mapa: Luciano S. Pereira (2019).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo iniciou-se com a fase da pesquisa bibliográfica, com o intuito de se conhecer profundamente a história, a geologia, a geomorfologia, a pedologia e a hidrologia do ambiente físico da atual João Pessoa. Realizou-se, assim, uma pesquisa da produção bibliográfica presente em fontes primárias, como livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado e artigos científicos publicados no Brasil e no exterior, assim como periódicos eletrônicos, a partir também de sites específicos, como o da Empresa Brasileira de Turismo (EMBRATUR), da Organização Mundial do Turismo (OMT), da Organização das Nações Unidas para a Cultura, Ciência e Educação (UNESCO), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Ministério das Minas e Energia (MME), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de prefeituras, entre outros órgãos públicos, em suas três esferas, acerca dos aspectos naturais da área, notadamente a geologia, a geomorfologia, a hidrologia e a pedologia. Procurou-se também estar a par das publicações mais atualizadas sobre o trinômio 'geodiversidade-geopatrimônio-geoturismo', escopo principal deste trabalho.

Para o entendimento dos valores 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 de Portugal.

Na fase de campo, realizada entre janeiro e maio de 2016, 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 geoturísticos. Foi utilizada a carta topográfica Nossa Senhora da Penha (SB.25-Y-C-III-1-SE), na escala de 1:25.000, além de fotografias aéreas na escala 1:8000 e imagens orbitais, como imagens do sensor ASTER/TERRA, bandas VNIR, com resolução espacial de 15 m, 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).

O estudo petrográfico foi realizado no Laboratório de Mineralogia e Petrologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em seções delgadas, em um microscópio polarizante do tipo Leica DMLP, com contador de pontos eletrônicos acoplado, controlado via computador pelo aplicativo PETROG v. 2.45, da *Conwy Valley Systems* Ltda. Ao todo, foram confeccionadas oito lâminas delgadas, abrangendo os litotipos de algumas fácies da Formação Barreiras. Esta análise objetivou classificar as rochas amostradas, assim como reconhecer suas mineralogia e texturas, possibilitando classificá-las com mais precisão. Desse modo, optou-se pela elaboração de lâminas daquelas que apresentavam o mínimo de alteração intempérica. Para a classificação, foi utilizada a proposta de Folk (1974), que considera, basicamente, a granulometria dos sedimentos.

Os elementos da geodiversidade, mapeados numa escala local, de área e de paisagem, foram inventariados através do preenchimento de uma ficha de identificação apresentada por L. Pereira (2019). Nessa 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, científico, cultural, funcional/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, termo utilizado neste artigo, 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.

## CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO DA FOLHA NOSSA SENHORA DA PENHA

A Folha Nossa Senhora da Penha abrange parte do litoral urbano do município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba e município mais oriental do Brasil. Aliás, João Pessoa é conhecida mundialmente como o 'extremo oriental das Américas', o que, só por si, já lhe reserva um potencial turístico. Suas coordenadas geográficas

são 7° 7' S e 34° 53' W (Figura 1); a proximidade com o Equador proporciona muita insolação durante todo o ano e, portanto, temperaturas elevadas (média térmica anual de 26 °C). O município possui área de 211,5 km<sup>2</sup> e população de 809.015 habitantes (IBGE, 2019), resultando em densidade demográfica de 3.825 hab/km<sup>2</sup>, a mais alta do estado.

A geologia de onde atualmente assenta a Folha Nossa Senhora da Penha está associada à bacia sedimentar marginal da Paraíba, sedimentos que foram depositados à medida que o continente sul-americano se afastava do africano (Szatmari et al., 1987), sobre um embasamento cristalino, deformado por zonas de cisalhamento (Jardim de Sá, 1994). Esta bacia pode ser subdivida em três sub-bacias: Olinda, Alhandra e Miriri. A área da carta insere-se na sub-bacia Alhandra, delimitada, ao norte, pela falha de Itabaiana e, ao sul, pela falha de Goiana (Figura 2).

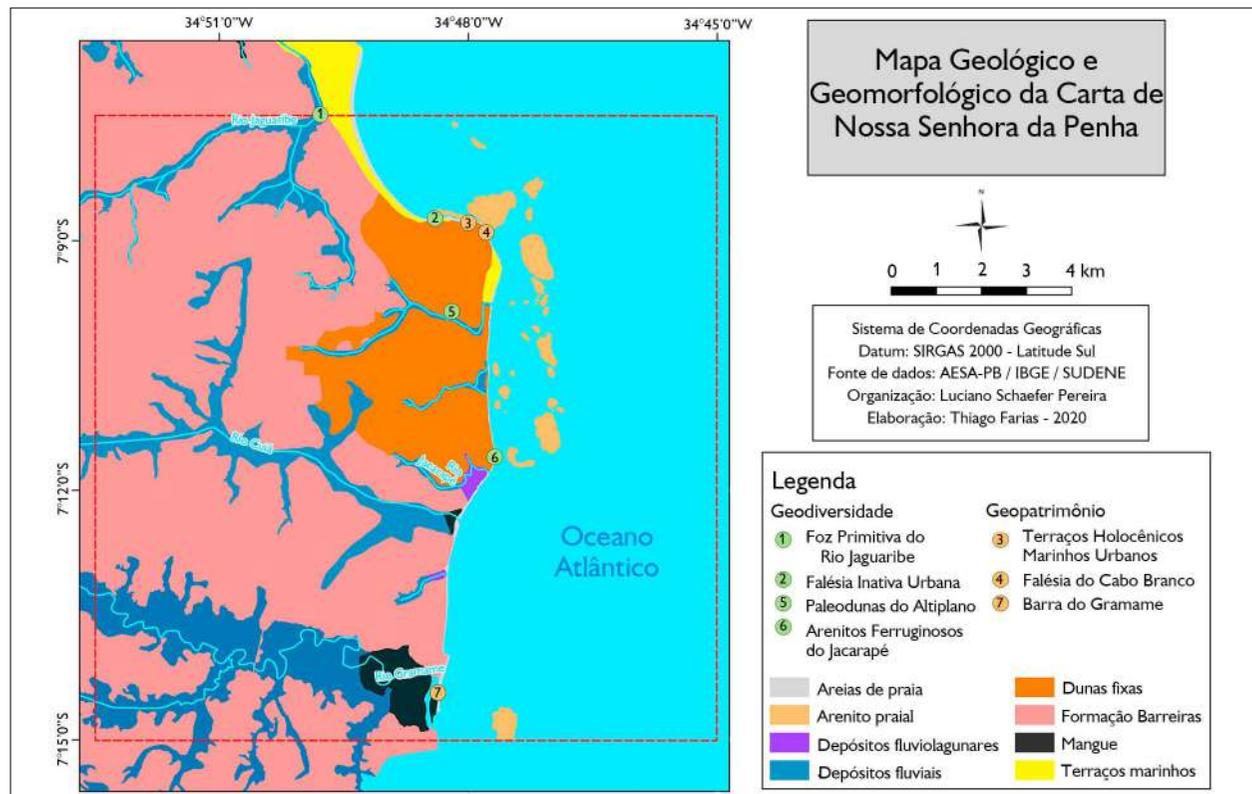


Figura 2. Mapa geológico-geomorfológico da Carta Nossa Senhora da Penha, com a localização dos sítios. Mapa: Luciano S. Pereira (2019).

Os eventos sedimentares de deposição da Bacia da Paraíba remontam ao final do Turoniano, quando os terrenos ao norte e ao sul da Zona de Cisalhamento Pernambuco são reativados (Petri, 1987), à medida que o continente sul-americano se afasta do africano, iniciando a subsidência da Bacia da Paraíba, tardiamente em relação às bacias situadas ao norte e ao sul, Potiguar e Pernambuco, respectivamente, que já demonstravam preenchimento sedimentar desde o Barremiano-Aptiano (Petri, 1987).

A Formação Barreiras, de idade pliocênica superior-pleistocênica, é considerada uma cobertura plataformal da Bacia da Paraíba, cujos sedimentos são o resultado do intemperismo do escudo cristalino aflorante no Planalto da Borborema (Alheiros & Lima Filho, 1991), distante cerca de 30 km do litoral, e que foram depositados em um ambiente fluvial entrelaçado (representado por cascalhos e areias grossas a finas) sobre leques aluviais (conglomerados intercalados a uma camada siltico-argilosa menos espessa, segundo Alheiros et al., 1988), sob clima árido. Sua espessura média é de 40 m, podendo atingir 80 m (Leal e Sá, 1998).

Sobre a Formação Barreiras, depositaram-se sedimentos quaternários, representativos de um ambiente marinho-transicional (terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, arenitos praias e algálico-coralígeos, manguezais e areias praias) e de um ambiente continental (depósitos coluviais, cones de dejeção, dunas inativas e depósitos aluviais, *sensu* Furrier, 2007), através de novos espaços criados por falhas reativadas no Neógeno e Quaternário (Bezerra & Vita-Finzi, 2000; Rossetti et al., 2009, entre outros).

A área da carta pertence à unidade geomorfológica classificada de Planícies e Tabuleiros Litorâneos, de acordo com Ross (1990), possuindo relação direta com movimentações tectônicas antigas, geradas durante o afastamento das placas sul-americana e africana (Asmus, 1975), somadas a eventos tectônicos cenozoicos (Bezerra et al., 2001; Bezerra & Vita-Finzi, 2000, entre outros).

Podem-se identificar três subunidades para o sítio urbano de João Pessoa: a baixada litorânea (ou planície costeira),

os baixos planaltos costeiros (ou tabuleiros litorâneos) e as planícies aluviais, que podem ainda ser subdivididas em fluviais e fluviomarinhas (Melo & Rodriguez, 2002). O topo dos tabuleiros é unido às planícies por vertentes relativamente íngremes, onde afloram os calcários da Formação Gramame em abundância, principalmente naquelas voltadas para o rio Paraíba, segundo um eixo nordeste-sudoeste.

A baixada litorânea está em contato direto com o mar, possui altitude entre 0 e 10 m, cuja sedimentação quaternária de origem fluvial, marinha e fluviomarinha preencheu a planície costeira, dando origem a inúmeras feições geomorfológicas, que podem ser consideradas potenciais geomorfossítios, por sua beleza cênica e/ou por sua pertinente história geológica/geomorfológica. Nas margens do rio Paraíba, ocorrem planícies aluviais com maiores altitudes, cuja presença de manguezais afastados até 12 km da linha de costa denota sua importância ecológica. Na porção norte da área de estudo, a Restinga de Cabedelo separa o rio Paraíba do oceano Atlântico.

Os baixos planaltos costeiros, também conhecidos como tabuleiros litorâneos, correspondem a uma porção mais elevada do terreno. São suavemente inclinados, com topos geralmente planos e basculados para leste, resultado da ação dos agentes exógenos que esculpiram a Formação Barreiras. Incluem também a abrasão marinha sobre as falésias, outra forma aflorante desta formação no litoral, na sua porção oriental.

A maior parte do sítio urbano de João Pessoa está assentada sobre esta unidade geomorfológica. Segundo Rossetti et al. (2012), esses baixos planaltos foram resultados de amplos arqueamentos e de uma sucessão de pediplanos escalonados para o interior, subordinados ao paleoclima, em que a estrutura tipo *graben-horst* controlou sua morfologia.

Reativações de zonas de cisalhamento do embasamento, com direção E-W e NE-SW, a partir do Cretáceo, atingiram os sedimentos da Formação Barreiras, formando escarpas de falhas que foram preenchidas por terraços aluviais, dunas arenosas, detritos de deslizamento,

solo e vegetação, e que serviram como delimitadoras do leito dos rios, enquanto as porções soerguidas foram dissecadas (Lima et al., 1990).

Assim, as cotas do compartimento urbano dos tabuleiros mostram porções soerguidas (a oeste, cujas altitudes chegam a 70 m) e porções rebaixadas (entre o rio Mumbaba e o rio Sanhauá, afluente do rio Paraíba, onde as altitudes não passam dos 40 m), voltando a subir (no curso superior do rio Cuiá), decrescendo em direção a leste, e denotam o comportamento estrutural do tipo *graben-horst*, limitado por falhamentos normais (Bezerra et al., 2001).

Longe da área urbana, se desenvolveu a atividade canavieira, pela presença do fértil solo massapê, e que se estende por algumas dezenas de quilômetros da linha de costa. O limite da planície costeira pode ser visualizado ao longo do bairro de São José, com sérios problemas infraestruturais, que se assentou aos pés de uma falésia morta, ao longo do curso inferior do rio Jaguaribe e através de uma extensa linha de falésias inativas, mais ao sul, onde, por outro lado, formou-se o bairro Altiplano Cabo Branco, em que se concentra a população de alta renda.

## RESULTADOS - UMA VISÃO DA GEODIVERSIDADE DA ÁREA

De acordo com os valores estético, cultural, científico, econômico e ecológico, foram selecionados sete locais de interesse geoturístico na Folha Nossa Senhora da Penha.

### FOZ PRIMITIVA DO RIO JAGUARIBE

O rio Jaguaribe é o principal rio de uma das sub-bacias urbanas, desaguardo em um afluente do rio Paraíba, o que justifica sua classificação como uma sub-bacia. Limita-se a leste com o oceano Atlântico, a oeste com o rio Marés, a norte com o rio Mandacaru e, ao sul, com a microbacia do rio Cuiá.

Sua nascente mais meridional localizava-se em um conjunto de lagoas no atual conjunto Esplanada, no bairro Ernani Sátyro, na granja Sandy, de origem cárstica, que foi aterrada a uma altitude de cerca de 22 m. Atualmente,

a nascente está associada à região das Três Lagoas do Oitizeiro. Banha 25 bairros, tendo como principal afluente da margem direita o rio Timbó, retilíneo e provavelmente encaixado em um falhamento, e da margem esquerda o riacho dos Macacos, praticamente desaparecido com a expansão imobiliária dos bairros da Torre e Jaguaribe, além de ressurgências em seu curso superior e da barragem situada no Jardim Botânico Benjamim Maranhão (PAC, 2007), conhecido como Mata do Buraquinho.

É uma bacia predominantemente fluvial, com deposição de material aluvial em seus leito e vale, onde a influência marinha está restrita à sua desembocadura no rio Mandacaru, caracterizada pela presença de uma planície intertidal.

A extensão inicial dessa bacia era de 21 km, até desaguar no oceano Atlântico. Entretanto, nos anos 1940, promovido pelo antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), o rio foi desviado na altura de onde se localiza, atualmente, o *shopping* Manaíra, acabando por desaguar no rio Mandacaru (Christiano, 2007), em uma área de manguezais na retaguarda do Forroco. Antes desse desvio, o rio fluía por cerca de 4 km, tangenciando a costa pela restinga de Cabedelo até a praia de Campina, em Cabedelo, no limite dos bairros do Bessa, em João Pessoa, e Intermares, em Cabedelo, quando se flexionava para o leste, desaguardo no oceano.

A partir do desvio, com o intuito de reduzir as cheias e as inundações na praia do Bessa, sobeja um canal que passa ao lado da zona comercial do Bessa, o qual tem papel fundamental de drenar o bairro do Bessa e servir de fronteira natural entre os municípios de João Pessoa e Cabedelo.

Tanto o rio Jaguaribe quanto o rio Timbó, seu afluente da margem direita, exumam os sedimentos da Formação Barreiras (plio-pleistocênicos), que na área urbana de João Pessoa encontram-se levemente basculados para leste. No alto curso, o rio Jaguaribe entalha profundamente os tabuleiros, gerando amplos anfiteatros, apesar de, no geral, os tabuleiros da zona urbana de João Pessoa serem relativamente suaves e com baixas

declividades (Furrier, 2007). Esse amplo anfiteatro e a intensa exumação dos sedimentos Barreiras sobrepostos à camada carbonática Maastrichtiana da Formação Gramame podem ter adelgado essa camada sedimentar, por meio de processos denudacionais, facilitando a penetração da água e dissolvendo quimicamente os calcários, gerando o posterior abatimento do terreno.

O local de interesse, de escala local, está localizado na avenida Ministro José Américo de Almeida (Beira-Rio), sentido centro-praia, logo após o rio cruzar a referida avenida, 200 m antes do girador que dá acesso ao bairro Altiplano Cabo Branco (Figura 1). A palavra 'Jaguaribe' deriva etimologicamente do tupi, significando 'no rio da onça' (Machado, 1993a), o que denota seu valor cultural enquanto topônimo de origem indígena. Ademais, desde

os primórdios da colonização, aparece representado na iconografia, na forma de corpos d'água isolados, devido à dificuldade que os colonizadores possuíam de traçar seus limites, em virtude da mata fechada adjacente.

Ao atingir a linha das falésias inativas recuadas, bruscamente flexiona-se para o norte (Figura 3), tangenciando a falésia inativa do bairro João Agripino. Nesse ponto, onde está o local de interesse, provavelmente encontrava-se a foz do rio antes da deposição da sedimentação holocênica que formou o terraço marinho, com idade aproximada entre 3 e 7 ka AP. Essa diferença litológica entre o arenito Barreiras e os sedimentos praias, somada à baixa declividade na recém-formada planície costeira, é a justificativa para o desvio que ocorre assim que o rio rompe a linha de falésias inativas.



Figura 3. Foto de satélite mostrando as praias e o entorno dos terraços marinhos holocênicos, na sua retaguarda, em sua porção meridional, mais estreita. Vê-se a localização da falésia inativa urbana florestada (flechas vermelhas), que delimita a planície costeira, representada pelos terraços e os baixos planaltos, mais a oeste (linha tracejada branca). Vê-se também o assentamento da população de baixa renda da comunidade São José, entre o sopé da falésia e o rio Jaguaribe. Legendas: \* = localização do mirante do geomorfossítio Terraços Marinhos Holocênicos Urbanos, \*2 = foz primitiva do rio Jaguaribe. Fonte: modificado do *Google Earth* (jun. 2016).

Apesar de o vale do rio Jaguaribe ter sua ocupação restrita pelas leis 2.101, de 31/12/1975, 2.699, de 07/11/1979, e pela Constituição do estado, ainda assim, é uma bacia que foi intensamente descaracterizada através de diversos impactos antrópicos, causados pelo desmatamento de suas encostas, e posterior erosão com assoreamento, poluição por todo tipo de dejetos, causando riscos de doenças às populações ribeirinhas, moradoras dos diversos 'aglomerados subnormais' localizados ao longo de suas margens. As inundações, em épocas de cheias, no inverno, também são comuns, gerando grandes transtornos a essas populações de baixa renda.

O local de interesse representa um relevante elemento da geodiversidade do ponto de vista geomorfológico e hidrológico. A sua importância como ferramenta para a delimitação de uma linha de costa primitiva justifica seu alto valor científico; assim como o interesse que figura para a manutenção de um ecossistema fluvial, o que denota seu alto valor funcional, no aspecto ecológico. Desde os primórdios da colonização, muito antes da ocupação da costa, seu vale já havia sido registrado em iconografias do século XVII (L. Pereira, 2017), sem continuidade, devido às dificuldades de acesso, por causa da mata fechada circundante, daí seu alto valor cultural, justificado também no nome 'Jaguaribe', um topônimo de origem indígena.

### FALÉSIA INATIVA URBANA

Os baixos planaltos costeiros são representados pelos tabuleiros, com topos planos ou suavemente ondulados que encerram abruptamente, nas planícies adjacentes, na forma de vertentes relativamente íngremes. Na planície litorânea, estas vertentes recebem o nome de falésias, podendo ser ativas ou não, compostas pela Formação Barreiras e interrompidas pelos entalhes fluviais, na forma de vales abertos ou encaixados, formando vastos anfiteatros. Dão sequência aos depósitos sedimentares das terras baixas litorâneas, com suas praias, terraços, planícies fluviais, campos de dunas, entre outros. Os tabuleiros apresentam suave inclinação para leste e altitudes médias

que atingem 40 a 50 m, bem como afastamento de até 40 km da linha de costa.

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; 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 local de interesse corresponde a um ponto panorâmico situado na extremidade sul da falésia inativa que tangencia a praia (Figura 2), possuindo cerca de 7,4 km de extensão e 30 m de altura, sendo uma continuidade da famosa e turística falésia de Cabo Branco, podendo estar recuada até 1,2 km da praia (Figura 3). Parte da falésia inativa pode ser visualizada através de um ponto com visão panorâmica na praia de Cabo Branco, no final da avenida homônima, facilmente acessada por várias linhas de ônibus, onde está situado o local de interesse. Por ser florestada em toda a sua extensão, facilmente pode ser identificada como uma tênua linha verde, a partir da praia ou de vista aérea (Figura 4).

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, que possibilita a estruturação de dois bairros ocupados por população de alta renda: na parte baixa, o bairro de Cabo Branco, por estar nas proximidades da praia; na parte alta, o Altiplano Cabo Branco, por ter uma vista de toda a costa, o que justifica sua importância do ponto de vista econômico. Entretanto, em boa parte de suas margens, formou-se aglomerados subnormais, a exemplo da comunidade São José.



Figura 4. Fotomosaico mostrando visão aérea do alinhamento formado pelas árvores que florestam a falésia inativa de João Pessoa (entre as linhas brancas). Foto: modificada de Ricardo Paulo (2004).

### TERRAÇOS MARINHOS HOLOCÊNICOS

O local de interesse corresponde a um ponto com vista panorâmica da maior parte da orla urbana de João Pessoa e Cabedelo, configurando os terraços marinhos holocênicos (Figura 1). Os terraços holocênicos correspondem a depósitos arenosos, com não mais do que 4 m acima do nível de preamar atual. De acordo com estudos acerca da deposição quaternária do litoral entre o Rio de Janeiro e o estado de Alagoas, foram formados durante a regressão marinha após à Última Transgressão (Bittencourt et al., 1979), entre 5 e 7 ka AP (Martin et al., 1979).

Algumas características físicas possibilitaram que os terraços fossem selecionados como relevantes geomorfossítios na zona urbana costeira de João Pessoa e Cabedelo, a citar: podem ser classificados como pertencentes a planície costeira, delimitados pelos baixos planaltos por uma tênue encosta florestada, representada pelas falésias inativas (outro local de interesse selecionado), que podem ser visualizadas a uma longa distância, permitindo discriminar com facilidade seus limites, em especial no setor norte (praia de Tambaú e Cabo Branco, Figura 4); são importantes indicadores da dinâmica costeira, especialmente nos últimos 7 Ka; e são

ocupados de maneira densa por edificações com o metro quadrado mais caro do estado.

Os terraços holocênicos são mais extensos e contínuos do que os pleistocênicos, podendo ou não apresentar cristas de cordões litorâneos na superfície, dependendo do nível de ocupação urbana. São representados por areias quartzosas inconsolidadas, com cores claras, granulometria fina, medianamente selecionada, com estratificação plano-paralela (Alheiros et al., 1990) e granulometria predominantemente fina (Furrier, 2007).

Uma datação pelo método C-14 ocorrida em sedimentos lagunares no litoral norte do estado de Sergipe resultou em idade de  $7,2 \pm 200$  ka AP (Bittencourt et al., 1983), enquanto conchas inclusas nesses terraços na costa alagoana apresentaram idades entre  $2,57 \pm 170$  ka AP e  $3,69 \pm 180$  ka AP (Barbosa et al., 1986).

A 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 João Pessoa. Sua forma plana, na retaguarda da costa, tornou-a susceptível de ocupação antrópica, especialmente após os anos 1950 (Silveira, 2004), daí o excepcional valor funcional que possuem

enquanto serviço de suporte. A beleza da paisagem justifica o excepcional valor estético; o fornecimento de matéria-prima para a indústria da construção civil justifica o alto valor econômico, no aspecto utilitário; é um depósito importantíssimo para o entendimento da dinâmica costeira nos últimos 5 a 7 mil anos, o que justifica o alto valor científico; o reconhecimento da sua geografia, para fins estratégicos, faz com que estes terraços tenham sido mapeados desde o início da colonização portuguesa, em sua iconografia e documentação histórica, o que justifica o alto valor cultural que apresentam.

Assim, o excepcional valor funcional, aliado aos altíssimos valores econômico e científico, possibilita inferir que se trata de um exemplar geopatrimonial na área, cujo local pode ser considerado um geomorfossítio.

## FALÉSIA DO CABO BRANCO

Esse local de interesse (Figura 5) tem

... um papel fundamental no turismo da capital paraibana, pois dele é vendida a imagem da cidade mais oriental das Américas, a mais próxima da África. Corresponde a uma área que compreende a supracitada falésia, com cerca de 30 metros de altura, com o Farol do Cabo Branco e a Estação Ciência, construídas no alto e das quais se tem uma visão quase completa de toda a orla de João Pessoa, a norte, e da Ponta do Seixas, esse sim o extremo oriental das Américas, no Parque Municipal do Cabo Branco (L. Pereira & I. Pereira, 2018, p. 49).

A Ponta do Seixas compreende um cordão arenoso métrico, que pode ser atingido facilmente através da praia dos Seixas. A Estação Ciência, projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer, foi construída em 2008 para servir como um centro de ciências, cultura e artes. Sua construção foi bastante controversa, devido à proximidade com a falésia e aos riscos inerentes.

A Falésia do Cabo Branco é uma das várias representantes desse tipo de forma de relevo no litoral paraibano, sendo composta pelos sedimentos da Formação Barreiras. Foram identificadas três fácies (Figura 6), descritas a seguir. Pelo alto grau de alteração, optou-se



Figura 5. Visão panorâmica da Falésia do Cabo Branco e arredores. Foto: modificado de Felipe Gesteira (2015).

por confeccionar uma lâmina delgada da fácies ii, tendo as restantes sido descritas apenas macroscopicamente.

### Fácies i

São compostas por sedimentos arenosos mal consolidados, cuja matriz é predominantemente arenosa, com coloração avermelhada, estratificação plano-paralela e grãos maiores milimétricos de quartzo e K-feldspato, subangulosos a subarredondados, com baixa esfericidade e o K-feldspato alterado para uma argila acinzentada. Essas características permitem afirmar que esse pacote foi depositado em um ambiente fluvial, o que é corroborado por Rossetti et al. (2009). O que caracteriza essa fácies é a presença de ferricretes, como concreções de oxi-hidróxido de ferro e alumínio e que, em razão de apresentarem maior resistência ao intemperismo, formam um extenso pavimento, na forma de terraços de abrasão, que se estende pela praia e antepraia, melhor visível nas marés baixas.

Em lâmina delgada, a rocha é constituída por 80% de grãos e 20% de matriz (interpretada como composta de óxido de ferro, devido à sua coloração avermelhada), sendo que, entre os grãos, há abundância aparente de quartzo (95%) e pequenos traços de turmalina e feldspato (juntos, somam os 5% restantes). Os grãos variam de areia fina a grânulo, muito pobremente selecionados, de angulares a subangulares, com baixa esfericidade (Figura 7).



Figura 6. Perfil da seção da Falésia do Cabo Branco, com a distribuição de suas fácies. Foto: Luciano S. Pereira (2019).

A rocha foi classificada como uma brecha monomítica, devido à sua constituição ser praticamente quartzo ou quartzarenito (Folk, 1974). Os grãos são, em sua maioria, flutuantes, com poucos contatos pontuais e raros retos, denotando um empacotamento frouxo.

#### Fácies ii

Corresponde a arenitos com laminação plano-paralelo e diferentes porções de areia, silte e argila, localmente lateritizados e intercalados a lamitos. É constituída por arenitos finos, cimentados por óxido de ferro com grãos de quartzo

e K-feldspato, esse bastante alterado, de granulometria predominantemente arenosa, cujos grãos são subangulosos a subarredondados (Figura 8). Representa um depósito fluviolagunar, cujas intercalações de níveis argilosos cinza-esverdeados e matéria orgânica são típicas do afogamento dos canais pela oscilação da linha de costa.

Em lâmina delgada, a rocha é constituída por 70% de matriz (de possível constituição síltica/argilosa de composição quartzosa) e 30% de grãos maiores (em sua grande maioria, de tamanho da areia fina a média e de grânulos de pequena ocorrência). Entre os grãos maiores, pode-se destacar a abundância de quartzo (95% aproximadamente) e, ainda, de pequenas ocorrências de turmalina, minerais opacos e feldspatos (que, juntos, somam os demais 5%). Ainda em relação a esses constituintes maiores, eles são muito pobremente selecionados, variando de angulosos a subangulosos, com baixa esfericidade. Os sedimentos possuem contatos intergranulares, em sua maioria flutuantes, com pouca presença de contatos retos, denotando, assim, um empacotamento do tipo frouxo. Segundo Folk (1974), pode-se classificar tal rocha como um quartzarenito. É relevante acrescentar que na amostra existem estruturas que foram interpretadas como semelhantes a gretas de contração, formadas pela exposição de material argiloso (Figura 9).

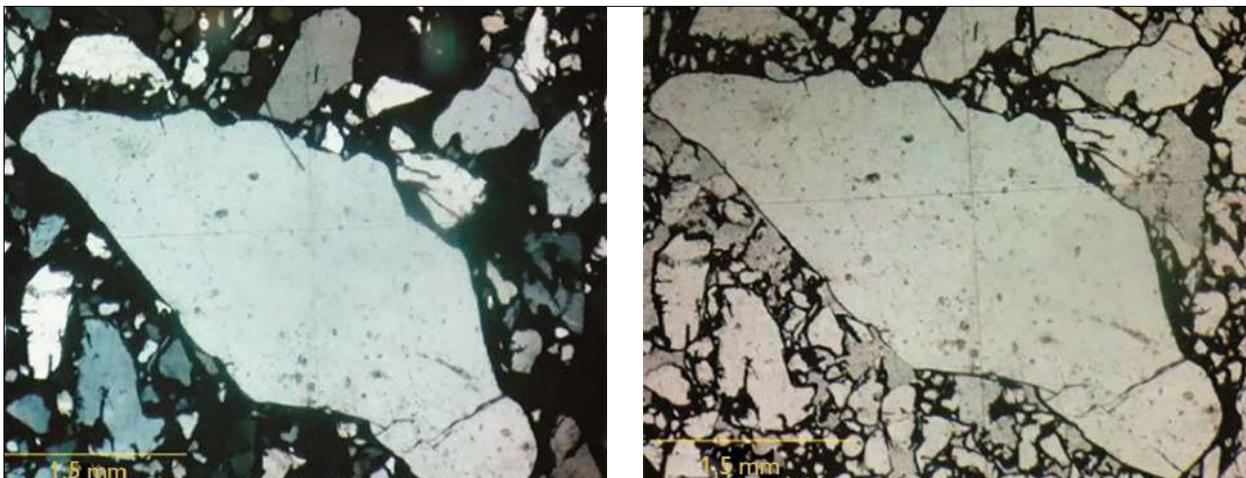


Figura 7. Lâmina delgada do quartzarenito, mostrando grânulo envolto por matriz e demais grãos do arcabouço. Na imagem da esquerda, se observa o grânulo a nicóis paralelos; na direita, é observado em nicóis cruzados. Fotos: Luciano S. Pereira (2019).



Figura 8. Detalhe da fácies ii, com as lentes de lamito, a laminação tabular (linhas tracejadas) e as lentes de K-feldspato alterados (proximidade do círculo). Foto: Luciano S. Pereira (2019).

### Fácies iii

Constituídas por arenitos médios, de coloração acinzentada, com estratificação plano-paralela e grãos angulosos a subangulosos, pobremente selecionados. Exibem clastos de quartzo e K-feldspato com baixa esfericidade, imersos na matriz arenosa-caulinítica, ambos subangulosos a subarredondados, com não mais do que 1 mm. O pacote apresenta feições de bioturbação, na forma de cavidades, com cerca de 2 cm de diâmetro, provavelmente causadas por organismos invertebrados e raízes de vegetais. Foi depositado em um ambiente praiar.

A presença de ações neotectônicas nessa formação, no caso um dobramento anticlinal em parte das rochas da falésia, com eixo sub-horizontal (Figura 10), desmistifica que as bacias marginais brasileiras são do tipo passivo, como foi propagado nos meios científicos durante muito tempo (Asmus, 1982; Mohriak, 2003, entre outros).

Apesar de pertencer a um parque municipal,

... pouco se faz para preservar a falésia, que sofre intenso solapamento marinho. Um somatório de fatores (naturais e antrópicos) acabou por causar o desabamento de parte dessa falésia, em janeiro de 2018, atingindo, inclusive, as proximidades do Farol do Cabo Branco [Figura 11A]. Segundo análise de fotos aéreas, a erosão avança metros ano a ano [Figura 11B]. Assim, se a inércia do poder

público continuar, a tendência é de que, em 20 anos, esse farol, símbolo importante da capital paraibana, deixará de existir (L. Pereira & I. Pereira, 2018, p. 50).

A agressividade com que as ondas solapam a base da falésia é tanta que, localmente, formaram-se vazios, as 'grutas de abrasão', que adentram na parede, acabando por evoluir para o desabamento do teto e recuando ainda mais a falésia. A friabilidade dos sedimentos formadores da falésia potencializa essa erosão, enquanto a presença de terraços de abrasão pode ajudar a retardar o processo.

Do ponto de vista estético, a falésia é uma bela representante desta forma de relevo na região, com seu multicolorido intenso e imponência. A bela paisagem a partir de seu topo também lhe agrega valor: avista-se o ponto mais oriental das Américas e boa parte da orla da capital. Pelo conjunto de características que a forma possui (dobra, camadas, ferricretes na base, erosão), explica-se seu alto valor científico. Ela também representa o símbolo internacional da cidade, o que lhe denota um valor cultural, sendo referido nos primeiros mapas elaborados, no início do século XVI, da costa brasileira, além de seu nome ('Cabo Branco') refletir um acidente geográfico costeiro. O alto valor econômico se justifica por ser a provável fonte, juntamente com os afloramentos na praia do Jacarapé, dos georrecursos utilizados na construção da Igreja de Almagre e da Fortaleza de Cabedelo, as poucas construções do

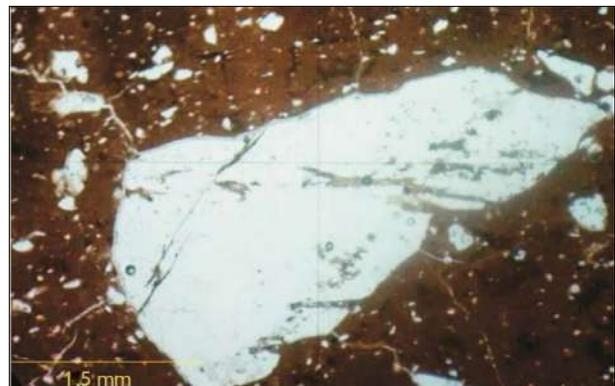


Figura 9. Lâmina delgada do quartzarenito mostrando grão de quartzo imerso na matriz, com possíveis gretas de contração. Nicóis paralelos. Foto: Luciano S. Pereira (2019).



Figura 10. Feição neotectônica nas rochas da Falésia do Cabo Branco. Foto: Luciano S. Pereira (2019).

período colonial, na área, que utilizam essa matéria-prima. Pelo excepcional valor cultural, aliado aos altíssimos valores científico e estético, a Falésia do Cabo Branco é um exemplo de geopatrimônio na área, cujo local pode ser considerado um geossítio/geomorfossítio.

### PALEODUNAS DO ALTIPLANO

Durante o mapeamento de campo, identificou-se uma vasta área, que se estende do Altiplano Cabo Branco até o rio Jacarapé e adentrando na área urbana do município, nos arredores do bairro de Costa do Sol (vide Figura 1,

para localização), formada por um espesso pacote de areias quartzosas, bem selecionadas e de granulometria fina, com cor creme, que chegam a 25 metros de espessura, cobertas por vegetação, sendo classificadas como um depósito eólico de paleodunas.

Esse depósito pode ser melhor visualizado ao longo dos rios (Figura 12), de algumas ruas que cruzam os bairros, em especial o Altiplano Cabo Branco, ou cobrindo um largo afloramento da Formação Barreiras, localizado a sul da avenida Hilton Souto Maior, no bairro de Mangabeira, quase no entroncamento com a rodovia estadual PB-008, no girador que dá acesso à praia do Seixas, onde está inserido o local de interesse.

Esses depósitos eólicos são importantes indicadores paleogeográficos e paleoclimáticos do Quaternário, podendo ser internos ou externos em relação à costa, e são cobertos por vegetação que impossibilita sua progradação. Os internos, mais antigos, são encontrados sobre os tabuleiros da Formação Barreiras, como é o caso do depósito no local de interesse em questão, e foram formados por sedimentos da própria planície costeira, enquanto os mais externos capeiam os terraços marinhos pleistocênicos (Furrier, 2007). Boa parte da vegetação que cobre as paleodunas no estado da Paraíba, em especial



Figura 11. Situação atual da falésia de Cabo Branco: A) foto aérea do Farol do Cabo Branco, mostrando o desabamento de parte da falésia; B) base da falésia, com placa advertindo para a possibilidade de desmoronamento da área. Fotos: Luciano S. Pereira (2019).



Figura 12. Dunas fixas adjacentes ao rio Cabelo. Foto: Luciano S. Pereira (2019).

nas redondezas da capital, foi retirada para a posterior urbanização.

Desse modo, a exposição desses sedimentos, associada a um intenso fluxo eólico, causou o assoreamento de corpos d'água próximos, a exemplo do rio Cabedelo. Sedimentos de dunas fixas localizados entre Tibau do Sul e Touros, no Rio Grande do Norte, foram datados pelo método da termoluminescência, resultando em idades entre 189-186 ka AP (Yee et al., 2000), e estão sobrepostos à sequência de terraços marinhos, datados por Barreto et al. (2002a) com idades entre 220-206 ka AP.

No litoral norte do estado da Paraíba, os mesmos autores dataram amostras de sedimentos coletadas em dunas inativas em diferentes níveis de profundidade, resultando em idades entre 27,2 ka AP, para as mais rasas (1,8 m), até 61,6 ka AP, para as mais profundas (3,8 m),

e sugeriram, considerando a altura das dunas em torno de 30 m, que o nível eustático estava bem mais baixo do que o atual quando as dunas foram fixadas (Barreto et al., 2002b).

Esses depósitos, durante muito tempo, foram classificados como Espodosolos (Paraíba, 2004), tendo, portanto, origem pedogenética. Entretanto, a análise textural dos grãos em microscópio que apresentam bom arredondamento, selecionamento e relativa homogeneidade dos grãos de quartzo corrobora a origem eólica desses grãos.

É um relevante elemento da geodiversidade do ponto de vista geomorfológico. Corresponde a um depósito muito importante, e relativamente escasso, na área, pois, apesar de perfazer uma área de razoável tamanho, não aparece em nenhum outro lugar como indicador paleoclimático e paleogeográfico do paleoambiente de sedimentação, ou seja, para o monitoramento paleoambiental. Ademais, tem sido utilizado há décadas, mesmo de maneira clandestina, no fornecimento de areia para a indústria da construção civil, o que explica seu alto valor econômico enquanto serviço de suporte.

## ARENITOS FERRUGINOSOS DO JACARAPÉ

A partir da desembocadura do rio Jacarapé, após uma curta caminhada (350 metros), atinge-se o local de interesse (Figura 13A), conforme a Figura 1. O ponto, em escala local, é marcado pela presença de um amplo afloramento da fácies ferruginosa da Formação Barreiras, que se estende dezenas de metros antepraia adentro, se sobrepondo a uma fácies arenosa fina e abaixo de um arenito de grão médio (Figura 13B) da mesma formação. Está inserido no Parque Estadual do Jacarapé.

Macroscopicamente, os arenitos ferruginosos são semelhantes àqueles mapeados na fácies i, da Falésia do Cabo Branco. Segundo Furrier (2007, p. 183), a gênese desses ferricretes está associada ao "fluxo descendente de água vadosa, devido à intensa precipitação pluviométrica, elevada permeabilidade litológica e mudança brusca do pH do ambiente, fato que ocorre no encontro da cunha



Figura 13. Detalhes dos arenitos ferruginosos: A) vista aérea com a demarcação do local de interesse (\*) e alguns de seus elementos; B) detalhe do local de interesse em vista terrestre. Fotos: Ricardo Paulo (2005) (A) e Luciano S. Pereira (2019) (B).

de água doce (ácida) com a cunha de água salina (básica)". Segundo o autor, "águas relativamente ácidas podem complexar o ferro e o alumínio, . . . gerando solos constituídos praticamente com apenas minerais primários mais insolúveis como o quartzo" (Furrier, 2007, p. 183).

Assim, esse horizonte ferruginoso não possui origem pedogenética, mas apresenta relação com eventos neotectônicos que possibilitaram a flutuação do nível do lençol freático, evidenciado pelas diferentes cotas dessas linhas de ferricretes, assim como pela presença de uma laminação bem visível e pela alta densidade das concreções, devido à grande concentração de oxi-hidróxido de ferro em relação a encaixante. Serve como testemunho do recuo erosivo das falésias pela ação das ondas.

Corresponde a um relevante elemento da geodiversidade do ponto de vista geológico e geomorfológico, ao se visualizar uma série de elementos importantes na compreensão paleogeográfica da área, o que denota seu alto valor científico: presença de um pavimento de arenitos ferruginosos, que reflete a posição da antiga linha de falésias; terraços marinhos pleistocênicos sustentando dunas fixas, testemunho da antiga linha de costa e das condições climáticas do paleoambiente, respectivamente. Possui importante valor funcional no aspecto geossistêmico, como um agente regulador da

dinâmica costeira. O alto valor econômico se justifica por ser a provável fonte, juntamente com os afloramentos no sopé da Falésia do Cabo Branco, dos georrecurso utilizados na construção da Igreja de Almagre e da Fortaleza de Cabedelo.

#### BARRA DE GRAMAME

A Bacia do Rio Gramame possui 589 km<sup>2</sup> e banha, além dos municípios de João Pessoa e Conde, servindo em seu médio e baixo cursos como fronteira natural, os municípios de Alhandra, Cruz do Espírito Santo, Pedras de Fogo, Santa Rita e São Miguel do Taipu (Paraíba, 2005), onde apenas Pedras de Fogo e Conde apresentam suas sedes municipais totalmente inseridas. Limita-se a leste com o oceano Atlântico, a oeste e norte com a bacia do rio Paraíba e a sul com a bacia do rio Abiaí e as microbacias dos rios Guruji e Graú.

Sua nascente localiza-se na região de Oratório, no município de Pedras de Fogo, e o rio percorre uma distância de cerca de 40 km antes de desaguar no oceano Atlântico. A maior parte da bacia encontra-se inserida no domínio dos tabuleiros litorâneos, com exceção dos seus extremos oeste, sobre o embasamento cristalino, e leste, na planície costeira. Nos tabuleiros, as altitudes variam de 30-40 m a mais de 200 m, no sentido leste-oeste, porém fora da área de estudo, o que faz supor que haja um soerguimento do terreno na porção ocidental.

Suas vertentes são alongadas, podendo variar de côncavas a predominantemente convexas, bastante dissecadas, cujo desmatamento das bordas agrava fenômenos erosivos, como aprofundamento de sulcos e ravinas. No geral, estreitos podem apresentar alargamento de seus vales em algumas porções, com a formação de terraços fluviais e presença de depósitos coluvionares, visíveis em aerofotogrametria.

Deságua na 'Barra de Gramame', onde está inserido o local de interesse, com a escala de área, cuja desembocadura equivale a uma planície fluviomarinha, com presença de mangues, correspondendo a uma calha de vale preenchida por aluviões e com a meandrização do rio, em uma região de baixa energia, facilmente inundada pelas águas do mar por ocasião das marés altas e que é ponto turístico de intensa visitação pela sua beleza cênica.

No estuário (ou barra), uma infraestrutura de bares foi montada em meio aos coqueirais e sobre a areia fina para receber os turistas que aportam em grande número, especialmente no verão (Figura 14). Segundo Machado (1993b), a palavra 'Gramame' é derivativa de grama ou onde houver grama. Isto se deve provavelmente "à presença de uma vasta planície intertidal, que se prolonga vários quilômetros rio adentro, preenchida por frondosos manguezais, que dão aspecto de um alto gramado" (L. Pereira & I. Pereira, 2018, p. 51).

Suas margens encontram-se ocupadas por população de baixa renda que vive de atividades agrárias de subsistência. Essas atividades acabam por causar impactos substanciais ao leito do rio, como o intenso assoreamento e o dejetos de poluição, seja líquida ou sólida. Ademais, por cruzar, em seu médio curso, o distrito industrial de João Pessoa, nova carga de poluição é lançada na bacia, agravando o problema. Nos terraços fluviais, a extração de areia, para a construção civil, e de argila, para a produção de telhas e tijolos em olarias, contribui para intensificar esse processo de assoreamento.

Desde o encontro com o rio Mumbaba, no curso médio-inferior, o rio Gramame adquire um sentido



Figura 14. Vista área da Barra de Gramame, com a grande densidade de bares em sua margem direita, em meio aos coqueirais. Foto: Ricardo Paulo (2005).

oeste-leste e um padrão fortemente meandrante, em contraste com seu padrão linear no curso superior e intermediário. Furrier (2007) sugere que a mudança no curso do rio Gramame, após o encontro com o rio Mumbaba, de sudoeste-nordeste para oeste-leste, somada ao padrão assimétrico dos afluentes das duas margens e ao aparecimento de calcários da Formação Gramame (Maastrichtianos), onde está a seção-tipo que dá nome à formação, em sua margem direita, em detrimento da esquerda, seja explicada pelo soerguimento na porção sul do terreno, onde o rio se encaixou em uma falha.

Segundo o autor, os afluentes da margem direita entalham com mais intensidade os sedimentos Plio-pleistocênicos da Formação Barreiras que possuem maiores declividades, diferentemente dos afluentes da margem esquerda. O afloramento do calcário da Formação Maria Farinha (Daniano), no limite da praia de Gramame com a de Jacumã, parece corroborar essa hipótese de soerguimento do terreno ao sul do rio Gramame. Ademais, a atual localização da Barra de Gramame encontra-se em outra posição, quando comparada ao cenário de 40 anos atrás.

Na antepraia da barra, inexistem arenitos praias, facilitando o embate direto do trem de ondas com as águas do rio. Caminhando em direção ao sul, a partir

da barra, o pós-praia alarga-se, na retaguarda de uma linha de berma, com a deposição de terraços marinhos holocênicos cobertos por vegetação, especialmente coqueiros. Logo em seguida, aparecem falésias inativas, com depósitos coluvionares na base, vegetados, cujo sopé é acompanhado por uma tênue linha de berma. Essas falésias apresentam estruturas neotectônicas, como falhas, dobras (Figura 15A) e intensas cicatrizes de erosão continental, com a abertura de ravinas, voçorocas e cones de dejeção (Figura 15B).

As zonas costeiras estuarinas estão protegidas pela legislação federal, a partir do Decreto n. 5.300, de 2004, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Esse plano protege as zonas, entre outros aspectos, de possíveis agentes causadores de poluição ou degradação ambiental que ameacem a qualidade de vida na zona costeira. Mesmo assim, os impactos ambientais são grandes na área, em virtude da disseminação de bares e moradias, na forma de ciaçaras, ao longo das margens da barra. Somado o grande fluxo de visitantes, intensifica-se a vulnerabilidade antrópica da área, extremamente sensível à ação humana, portanto, sujeita à poluição aquática e ao assoreamento.

Convém salientar que é uma área de ocorrência do peixe-boi marinho, espécie em extinção do litoral

brasileiro. A correnteza forte do rio agrava o risco de afogamentos, inexistindo pessoal habilitado para o resgate.

O encontro das águas do rio Gramame com o mar esverdeado, sua barra de areia fina, seus coqueiros, manguezais, vegetação nativa, falésias inativas com feições de deformação e terraços justificam o excepcional valor estético e o alto valor científico. O local possui suma importância para o ecossistema fluviomarinho, seja na forma de um vasto manguezal na planície intertidal, seja para a fauna, como o peixe-boi, e flora marinhas, o que justifica seu altíssimo valor funcional no aspecto ecológico. Este valor funcional também pode ser justificado pelo aspecto geossistêmico, visto que a área tem papel crucial na manutenção do equilíbrio na dinâmica fluviomarinha. Desde os primórdios da fundação da Capitania da Parahyba, este rio tem sido amplamente iconografado, inclusive descrito atualmente em vários registros, como o de Herckmans (1982), por exemplo, o que denota sua importância cultural.

Assim, pelos seus excepcionais valores estéticos e funcionais (ecológicos), somados ao altíssimo valor científico, representa um bem de caráter geopatrimonial na área pelo viés geológico (tectônico), geomorfológico e hidrológico, podendo ser considerado um geossítio/geomorfossítio/hidrossítio.

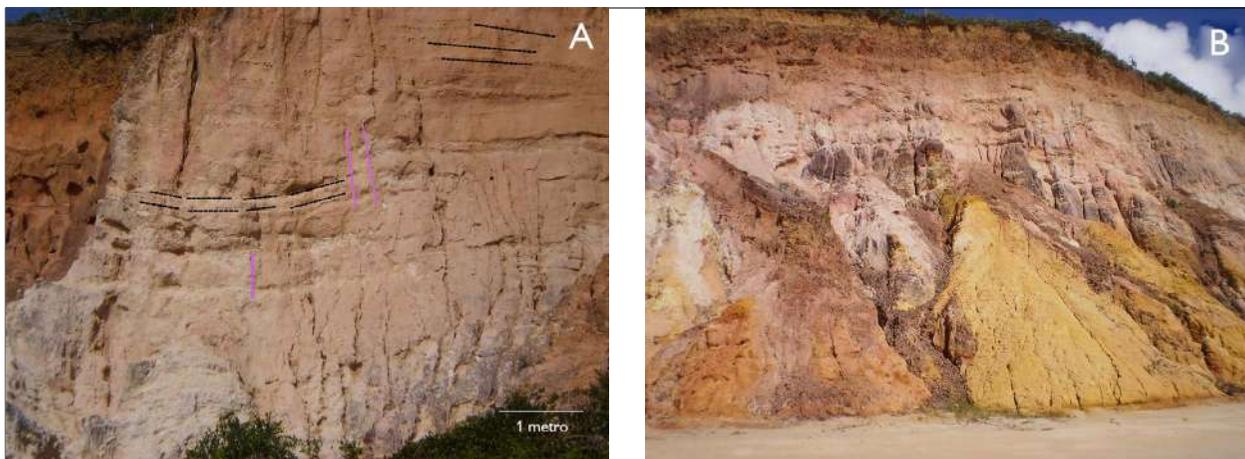


Figura 15. Algumas feições nas falésias a sul da Barra de Gramame: A) linhas escuras representam o acamamento, apresentando um dobramento com flanco aberto, e linhas rosas representam algumas das falhas transcorrentes com regime transpressional presentes, com rejeito métrico; B) cones de dejeção denotam erosão continental. Norte para direita. Fotos: Luciano S. Pereira (2019).

## CONCLUSÕES

O presente artigo tem como objetivo fazer uma exposição da geodiversidade da Folha Nossa Senhora da Penha, com o intuito de inseri-la em rotas geoturísticas costeiras urbanas. João Pessoa é um destino turístico conhecido no Brasil no que concerne ao turismo de 'sol e praia'. É pertinente, portanto, incluir o patrimônio geológico, geomorfológico, hidrológico e pedológico ao turismo nesta cidade, para fornecer outra motivação ao interesse dos turistas.

Considerando a presença dos valores estético, científico, cultural, ecológico (funcional) e econômico, foram inventariados e avaliados qualitativamente sete locais de interesse geoturístico, sendo quatro classificados como relevantes elementos da geodiversidade (Foz Primitiva do Jaguaribe, Falésia Inativa Urbana, Paleodunas do Altiplano e Arenitos Ferruginosos do Jacarapé) e três como elementos geopatrimoniais (Terraços Marinheiros Holocênicos, Falésia do Cabo Branco e Barra de Gramame).

A geodiversidade é fundamental para a manutenção do meio biótico, servindo como sustentáculo para a vida, o que lhe confere *per se* inegável valor. A divulgação destes sítios por meios diversos, a exemplo do geoturismo, para a sociedade em geral e para os turistas, em especial, é de suma importância, pensando-se na ótica da geoconservação. Afinal, o geoturismo é uma face emergente e ainda pouco desenvolvida do turismo, principalmente no Brasil, e o mapeamento da geodiversidade da Folha Nossa Senhora da Penha permanece lacunar.

A produção dessas informações, trazida a uma ampla gama de pesquisadores, cientistas, estudantes, turistas, entre outros, é importante para a construção de uma cultura urbana capaz de entender que a cidade em que vivemos hoje é muito mais complexa do que a de nossos ancestrais, e que os elementos naturais têm um papel importante na consolidação dessa conquista. Deve-se notar que a prática do geoturismo costeiro leva a uma pressão muito maior sobre os elementos da geodiversidade, aumentando, assim, a vulnerabilidade desses locais. Além disso, os envolvidos em atividades turísticas nessa área

não têm perfil geoturístico, aumentando, desse modo, as ameaças à geodiversidade.

Desse modo, a popularização e o entendimento das Geociências podem ser promovidos e essa ação serve como um registro da geodiversidade da supracitada folha. O resultado do presente estudo não apenas contribuirá para o aumento da atividade turística regional, agregando valor ao turismo, mas também divulgará a geodiversidade da região, visando sua geoconservação.

Novos estudos sobre o geopatrimônio de folhas adjacentes podem ser realizados por especialistas e pesquisadores, cujo objetivo principal é mobilizar a comunidade local, estudantes, turistas e outros, para gerenciá-lo e preservá-lo, através do uso de práticas geoconservacionistas, a fim de divulgar a geodiversidade do município, bem como as Geociências, e conservá-la. Este trabalho é apenas o primeiro passo para estudos interdisciplinares do litoral da Paraíba, visto da perspectiva do turismo. Muito pode ser feito para proteger essa geodiversidade. Viver de maneira sustentável é um objetivo difícil, mas possível.

## REFERÊNCIAS

- Alheiros, M., Lima Filho, M., Monteiro, F. A. J., & Oliveira Filho, J. S. (1988). Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste oriental. In *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, Belém.
- Alheiros, M., & Lima Filho, M. (1991). Formação Barreiras. Revisão da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. *Estudos Geológicos*, 10, 77-78.
- Alheiros, M., Ferreira, M. G. V. X., & Lima Filho, M. (1990). *Mapa geológico do Recife* [Mapa, escala 1: 25.000]. Convênio Carta Geotécnica da cidade do Recife FINEP/LSI-DEC-UFPE.
- Asmus, H. (1975). Controle estrutural da deposição mesozoica nas Bacias da Margem Continental Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 5(3), 160-175. <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12403>
- Asmus, H. (1982). Significado geotectônico das feições estruturais das bacias marginais e áreas adjacentes. In *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, Salvador.
- 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 J. Rabassa (Ed.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* (Vol. 4, pp. 269-290). Balkema Publ.



- Barreto, A., Bezerra, F. H., Suguio, K., Tatum, S., Yee, M., Paiva, R., & Munita, C. (2002a). Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 179, 57-69.
- Barreto, A., Suguio, K., Bezerra, F. H., Tatum, S., Yee, M., & Oliveira, P. (2002b). Datação das dunas inativas do Estado da Paraíba por meios de termoluminescência. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, João Pessoa.
- Bezerra, F. H., & Vita-Finzi, C. (2000). How active is a passive margin? Paleoseismicity in Northeastern Brazil. *Geology*, 28(7), 591-594. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28%3C591:HAJAPM%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28%3C591:HAJAPM%3E2.0.CO;2)
- Bezerra, F. H., Amaro, V., Vita-Finzi, C., & Saadi, A. (2001). Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 14(1), 61-75. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(01\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(01)00009-8)
- Bittencourt, A., Martin, L., Vilas Boas, G., & Flexor, J. (1979). The Marine Formations of the coast of the State of Bahia, Brazil. In K. Suguio, T. Fairchild, L. Martin & J. Flexor (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary* (pp. 232-253). ABEQUA.
- 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. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(2), 94-95. <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12135>
- Christiano, D. (2007). *Uso de redes neurais artificiais, aplicadas no Rio Jaguaribe, João Pessoa, PB, como ferramenta de previsão para o gerenciamento ambiental* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa].
- Covello, C. (2011). *A paisagem de Itapema: estudo da geodiversidade para a educação ambiental e o geoturismo* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis].
- Decreto n. 5.300 (2004, dezembro 7). Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm)
- Folk, R. L. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company.
- Furrier, M. (2007). *Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha de João Pessoa - 1: 100.000* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo].
- Grandgirard, V. (1997). *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage* [Tese de doutorado, Université de Fribourg, Fribourg].
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature* (1 ed.). John Wiley and Sons.
- Gray, M. (2008). Geodiversity: the origin and evolution of a paradigm. In: C. V. Burek & C. D. Prosser (Ed.), *The history of Geoconservation* (Special Publications, 300) (pp. 31-36). The Geological Society.
- Gray, M. (2013). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature* (2 ed.). John Wiley and Sons.
- Herckmans, E. (1982). *Descrição geral da capitania da Paraíba*. A União Editora.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2019). *Recenseamentos gerais e estatísticas populacionais no Brasil*. [http://memoria.ibge.gov.br/sinteses-historicas/historicos-dos-censos/censos-demograficos#\\_ftn11](http://memoria.ibge.gov.br/sinteses-historicas/historicos-dos-censos/censos-demograficos#_ftn11)
- Jardim de Sá, E. F. (1994). *A Faixa Seridó (Província Borborema, Nordeste do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia brasileira/pan-africana* [Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília].
- Leal e Sá, L. T. (1998). *Levantamento geológico-geomorfológico da bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife].
- 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-brasileiras e neotectonismo. In *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, Natal.
- Machado, J. P. (1993a). *Dicionário onomástico etimológico da Língua Portuguesa* (Vol. 1, 2 ed.). Livros Horizonte.
- Machado, J. P. (1993b). *Dicionário onomástico etimológico da Língua Portuguesa* (Vol. 2, 2 ed.). Livros Horizonte
- Mansur, K. L. (2010). *Diretrizes para geoconservação do patrimônio geológico do estado do Rio de Janeiro: o caso do Domínio Tectônico Cabo Frio* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro].
- Mansur, K. L., & Silva, A. S. (2011). Society's response: assessment of the performance of the "Caminhos Geológicos" ("Geological Paths") Project, State of Rio de Janeiro, Brasil. *Geoheritage*, (3), 27-39. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0029-2>
- Martin, L., Flexor, J. M., Vilas Boas, G. S., Bittencourt, A., & Guimarães, M. M. M. (1979). Coube de variations niveau relatif de la mer au cours des 7.000 dernières années sur un secteur homogène Du littoral brésélien (Nord de Salvador-Bahia). In K. Suguio, T. Fairchild, L. Martin & J. Flexor (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary* (pp. 264-274). ABEQUA.
- Melo, A. S., & Rodriguez, J. L. (2003). *Paraíba - desenvolvimento econômico e a questão ambiental*. Grafset.

- Mohriak, W. U. (2003). Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. Vidotti & J. H. Gonçalves (Ed.), *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil*: 87-95. CPRM.
- Nascimento, M. A., Ruschkys, U., & Mantesso-Neto, V. (2007). Geoturismo: um novo segmento de turismo no Brasil. *Global Tourism*, 3(2). [http://www.geoturismobrasil.com/artigos/Geoturismo\\_um%20novo%20segmento%20do%20turismo%20no%20Brasil.pdf](http://www.geoturismobrasil.com/artigos/Geoturismo_um%20novo%20segmento%20do%20turismo%20no%20Brasil.pdf)
- 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.
- Nieto, L. M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112(2), 3-12.
- Panizza, M., & Piacente, S. (2009). Cultural geomorphology and geodiversity. In E. Reynard, P. Coratza & G. Regolini-Bissig (Ed.), *Geomorphosites* (pp. 35-48). Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Paraíba. (2004). *Mapa pedológico do Estado da Paraíba* [escala 1: 500.000]. SUDEMA.
- Paraíba. (2005). *Plano Estadual de Recursos Hídricos*. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Meio Ambiente e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/plano-estadual/>
- Piekarz, G. F., & Liccardo, A. (2006). Programa Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná – situação atual e tendências. In *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, Aracaju.
- Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). 2007. *Reurbanização e revitalização do Vale do Rio Jaguaribe: recuperação de áreas degradadas*. Prefeitura Municipal de João Pessoa.
- Pereira, L. S. (2017). A paisagem cultural da Capitania da Parahyba, Brasil, na ótica da iconografia do período colonial. *Pasos*, 15(1), 139-162.
- Pereira, L. S. (2019). *Mapeamento do geopatrimônio e do patrimônio cultural da região de João Pessoa (Paraíba) para fins de geoturismo urbano e costeiro* [Tese de doutorado, Universidade de Coimbra, Coimbra].
- Pereira, L. S., & Farias, T. (2016). Os valores e ameaças à geodiversidade: um olhar sobre João Pessoa, Paraíba e litoral sul do Estado. *Revista da Anpege*, 12(17), 141-166. <https://doi.org/10.5418/RA2016.1217.0007>
- Pereira, L. S., & Pereira, I. P. S. (2018). Inventário do Geopatrimônio de Joao Pessoa e Cabedelo (Paraíba), Nordeste do Brasil. *Iberografias*, 14, 43-59.
- Petri, S. (1987). Cretaceous paleogeographic maps of Brazil. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 59, 117-168.
- Rodrigues, M. L., & Fonseca, A. (2008). A valorização do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. In *Anais do Colóquio Ibérico de Estudos Rurais - Cultura, Inovação e Território*, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Ross, J. L. (1990). *Geomorfologia, ambiente e planejamento*. Contexto.
- Rossetti, D., Valeriano, M., Bezerra, F., Brito Neves, B. B., & Góes, A. (2009). Caracterização morfológica da porção sul da Sub-bacia Alhandra, Bacia da Paraíba, com base em dados SRTM: contribuição na compreensão do arcabouço estrutural. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- 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(2), 313-333. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012005000026>
- Santos, D. S. (2016). *Estudo da relação entre a geodiversidade e a biodiversidade no município de Armação dos Búzios, RJ* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro].
- Sharples, C. (1993). *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Technical Report. Forestry Commission Tasmania.
- Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service.
- Silveira, J. A. (2004). *Percursos e processo de evolução urbana: o caso da avenida Eptácio Pessoa na cidade de João Pessoa-PB* [Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife].
- Suguio, K., Martin, L., & Fairchild, T. R. (1978). Quaternary marine formations of the State of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In *Anais do International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*, Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo. <https://core.ac.uk/download/pdf/39879155.pdf>
- Szatmari, P., Françolin, J., Zanotto, O. A., & Wolff, S. (1987). Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(2), 180-188. <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11920>
- Yee, M., Tatum, S., Suguio, K., Barreto, A., Momose, E., Paiva, R., & Munita, C. (2000). Thermoluminescence (TL) dating of inactive dunes from the Rio Grande do Norte Coast, Brazil. *Expanded Abstracts do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas*, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

### **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

Luciano S. Pereira contribuiu com administração de projeto, escrita (rascunho original) e metodologia; e Thiago Farias com escrita (revisão e edição), supervisão e visualização.

