



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**O uso de geoindicadores na identificação da
erosão costeira no litoral sul de João Pessoa (PB).**

Ana Paula Coutinho Feitosa

João Pessoa – PB
2017

ANA PAULA COUTINHO FEITOSA

**O uso de geoindicadores na identificação da
erosão costeira no litoral sul de João Pessoa (PB).**

**Artigo apresentada à Coordenação do
Curso de Geografia da Universidade
Federal da Paraíba, para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia.**

Orientadora: Profa. Dra. Christianne Maria Moura Reis

João Pessoa – PB

2017

ANA PAULA COUTINHO FEITOSA

**O uso de geoindicadores na identificação da
erosão costeira no litoral sul de João Pessoa (PB).**

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora

Profa. Dra.^a Christianne Maria Moura Reis
(DGEOC/UFPB)
Orientador

Prof. Mestre Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto
(DGEOC/UFPB) Examinador interno

Mestre Diego Cezar da Silva Monteiro
Examinador externo

NOTA:_____

O uso de geoindicadores na identificação da erosão costeira no litoral sul de João Pessoa (PB)

Resumo

Processos erosivos podem ser identificados por meio de geoindicadores. O presente estudo classificou geoindicadores decorrentes da erosão costeira no litoral sul da cidade João Pessoa – PB, com metodologia baseada na detecção em campo da ausência ou presença de onze geoindicadores de monitoramento já utilizado pela literatura e adaptados para a geomorfologia do ambiente estudado. Os geoindicadores foram divididos em classes de intensidade, sendo nulo (sem geoindicadores), baixa (geoindicadores que alteram pouco a paisagem), moderado (que alteraram significativamente a paisagem) e alto (que alteraram significativamente a paisagem e com alterações antrópicas). A área de estudo compreende aproximadamente 12km de extensão da linha de costa do município de João Pessoa (PB), distribuídos ao longo de sete praias, parte da praia do Cabo Branco (ponta do Cabo Branco), praia do Seixas, Penha, Arraial, Jacarapé, Sol e Barra de Gramame Norte. Estende-se desde o estuário do rio Gramame (limite Sul) até a praia do Cabo Branco (especificamente na Praça de Iemanjá, limite Norte da área de estudo). Todos os geoindicadores de alta erosão foram identificados na área de estudo, à exemplo das praias do Seixas, Ponta do Cabo Branco e praia do Jacarapé. A metodologia utilizada, adaptada para área em questão, mostrou-se satisfatória para alcançar os objetivos propostos, proporcionando dados de impactos visuais de erosão costeira. Os resultados deste estudo, podem servir como subsídio à gestão costeira do litoral da área estudada, bem como, outras áreas do litoral paraibano.

Palavras-chave: erosão costeira; geoindicadores; geomorfologia; praias.

Abstract

Erosive processes can be identified through geoindicators. The present study classified geoindicators due to coastal erosion in the south coast of João Pessoa - PB city, with methodology based on field detection of the absence or presence of eleven geoindicators of monitoring already used in the literature and adapted to the geomorphology of the studied environment. The geoindicators were divided into intensity classes, being null (without geoindicators), low (geoindicators that alter the landscape a little), moderate (that significantly altered the landscape) and high (that significantly altered the landscape and with anthropic alterations). The study area comprises approximately 12km of the coastline of the João Pessoa (PB) municipality, distributed along seven beaches, part of the Cabo Branco beach (Cabo Branco end), Seixas beach, Penha beach, Arraial beach, Jacarapé beach, Sol beach and Barra de Gramame Norte beach. It extends from the estuary of the Gramame River (south boundary) to Cabo Brando beach (specifically in Praça de Iemanjá, north boundary of the study area). All high erosion geoindicators were identified in the study area, such as Seixas beach, Ponta do Cabo Branco beach and Jacarapé beach. The methodology used, adapted to the area in question, was satisfactory to reach the proposed objectives, providing data of visual impacts of coastal erosion. The results of this study can serve as a subsidy to the coastal management of the coast of the studied area, as well as other areas of the Paraíba coast.

Keywords: coastal erosion; geoindicators; geomorphology; beaches

Introdução

A erosão costeira é causada por alterações morfológicas no ambiente que acontecem como resultado de interações entre o ambiente praias e ondas, ventos, correntes, variações do nível do mar e processos antrópicos (NICOLODI, 2008; PRASETYA, 2007) que se relacionam de maneira complexa. Em toda a extensão do litoral brasileiro foram detectadas ações erosivas nas praias oceânicas, e dentre os problemas mais comuns destacam-se a perda ou redução da linha de praia e/ou pós-praia, que acarreta uma desvalorização do ambiente.

As praias oceânicas desempenham múltiplas funções sócio-ecológicas, entre elas: proteção costeira natural para os ecossistemas adjacentes ou mesmo os equipamentos urbanos, contra o ataque de ondas e marés de tempestade; habitat para várias espécies animais e vegetais, recreação e lazer; esportes; turismo; e atividades econômicas diretas e indiretas (Souza *et al.*, 2005).

Um dos principais problemas da zona de costa em todo o mundo é a erosão costeira, que inclui a erosão das praias que recebem pressões advindas das atividades naturais por meio do aumento do nível do mar e reflexos das mudanças climáticas, mas também sofrem importantes danos antrópicos. Trazendo consequências não somente para as praias, mas também a vários ambientes naturais e aos próprios usos e atividades antrópicas na zona costeira destacando-se (Souza *et al.*, 2005; Souza, 2009):

- a) Redução na largura de praia e recuo da linha de costa;
- b) Desaparecimento da zona de pós-praia;
- c) Perda e desequilíbrio de habitats naturais, como praias, dunas, manguezais, restingas;
- d) Aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por marés de ressaca ou eventuais marés de sizígia;
- e) Perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa;
- f) Destruição de estruturas artificiais;
- g) Perda do valor paisagístico e turístico das praias e/ou zona de costa;
- h) Prejuízo nas atividades sócio-econômicas da região costeira;
- i) Artificialização da linha de costa, advindo à estruturas artificiais de contenção;
- j) Gastos com a recuperação das orlas atingidas.

A erosão costeira é um fenômeno mundial que deve se intensificar nas próximas décadas. Os processos sedimentares (erosão, deposição e transporte) que ocorrem em uma praia são produto de fatores meteorológicos/climáticos, oceanográficos/hidrológicos, geológicos e antrópicos (SOUZA, 1997).

Os fatores meteorológicos/climáticos recebem maior influência nas variações do nível do mar e atuação dos ventos, agindo diretamente no comportamento do clima de ondas, interferindo nas correntes costeiras. Os fatores oceanográficos/hidrológicos estão relacionados com a ação das ondas e marés e as correntes geradas por eles. Os fatores geológicos atuantes são os processos sedimentares que determinam o seu balanço. E os fatores antrópicos estão ligados as interferências que os homens causam aos ecossistemas costeiros, modificando os fatores naturais.

A erosão em uma praia se torna um problema quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda essa praia ou em um trecho dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e sócio-econômico (SOUZA, *et al.*, 2005).

No Brasil a situação da erosão costeira em suas praias não é diferente as demais praias da maioria dos países mundo a fora, havendo várias praias que esse processo é bastante severo e que requerem medidas emergenciais para seu entendimento. Aqui os estudos sobre erosão costeira são relativamente recentes, ganhando grande expressão a partir de 1990 (Souza *et al.*, 2005)

O fenômeno erosivo recebe pressões advindas das atividades naturais por meio do aumento do nível do mar e reflexos das mudanças climáticas, mas também sofrem importantes danos antrópicos. Em simultâneo essas pressões acarretam situações de risco recorrente à erosão costeira, que serão impulsionadas a um aumento significativo nas próximas décadas, alterando a linha de costa em espaços de manipulação natural considerado muito crítico.

Souza *et al.* (2005), no capítulo sobre “Praias Arenosas e Erosão Costeira” do Livro “Quaternário do Brasil”, elaboraram uma coletânea de trabalhos abrangendo o Brasil como um todo, no qual foram mostrados que ao longo de todo o litoral brasileiro há predomínio de processos erosivos e que as causas da erosão são atribuídas a uma gama de fatores naturais e antrópicos (Quadro 01).

O litoral do Estado da Paraíba, assim como outras regiões do nordeste brasileiro, apresenta problemas ambientais associados à ocupação urbana desordenada ocorrida principalmente a partir da década de 70 do século passado, quando a cidade começou a se expandir em direção às praias. Apesar dos conflitos entre o uso do solo e a dinâmica natural das praias paraibanas terem aumentado nas últimas décadas, poucos estudos foram realizados. Alguns foram elaborados contendo informações de caráter regional, e outros, elaborados pela Prefeitura Municipal de João Pessoa. Os estudos de caráter mais detalhado consistem em relatórios finais de graduação e pós-graduação (Monteiro, 1989; Moura, 1997; Neves, 2003; Furrier, 2007; Vasconcelos, 2007; Reis, 2008; Monteiro 2017).

Quadro 01: Causas naturais e antrópicas da erosão costeira. (Souza et al. 2005)

CAUSAS NATURAIS DA EROSIÃO COSTEIRA			CAUSAS ANTRÓPICAS DA EROSIÃO COSTEIRA		
1	Dinâmica de circulação costeira: presença de zonas de barlamar ou centros de divergência de células de deriva litorânea em determinados locais mais ou menos fixos da linha de costa (efeito “foco estável”).	7	Inversões na deriva litorânea resultante causada por fenômenos climáticos-meteorológicos intensos: sistemas frontais, ciclones extratropicais e a atuação intensa do “El Niño/ENSO”.	14	Urbanização da orla, com destruição de dunas e/ou impermeabilização de terraços marinhos holocênicos e eventual ocupação da pós-praia.
2	Morfodinâmica praial: praias intermediárias têm maior mobilidade e susceptibilidade à erosão costeira, seguidas das reflexivas de alta energia, dissipativas de alta energia, reflexivas de baixa energia, dissipativas de baixa energia e ultradissipativas.	8	Elevações do nível relativo do mar de curto período devido a efeitos combinados da atuação de sistemas frontais e ciclones extratropicais, marés astronômicas de sizígia e elevações sazonais do NM, resultando nos mesmos processos da elevação de NM de longo período.	15	Implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais à linha de costa: espigões, molhes de pedra, enrocamentos, piers, quebramares, muros, etc., para “proteção costeira” ou contenção/mitigação de processos erosivos costeiros ou outros fins; canais de drenagem artificiais.
3	Aporte sedimentar atual naturalmente ineficiente ou ausência de fontes de areias.	9	Efeitos atuais da elevação do nível relativo do mar durante o último século, em taxas de até 30 cm: forte erosão com retrogradação da linha de costa.	16	Armadilhas de sedimentos associadas à implantação de estruturas artificiais, devido à interrupção de células de deriva litorânea e formação de pequenas células.
4	Fisiografia Costeira: irregularidades na linha de costa (mudanças bruscas na orientação, promontórios rochosos e cabos inconsolidados) dispersando as correntes e sedimentos para o largo; praias que recebem maior impacto de ondas de maior energia.	10	Efeitos secundários da elevação de nível do mar de longo período: Princípio ou Regra de Bruun e migração do perfil praial rumo ao continente.	17	Retirada de areia de praia por: mineração e/ou limpeza pública, resultando em déficit sedimentar na praia e/ou praias vizinhas.
5	Presença de amplas zonas de transporte ou trânsito de sedimentos (<i>by-pass</i>), contribuindo para a não permanência dos sedimentos em certos segmentos de praia.	11	Evolução quaternária das planícies costeiras: balanço sedimentar de longo prazo negativo e dinâmica e circulação costeira atuante na época.	18	Mineração de areias fluviais e desassoreamento de desembocaduras; dragagens em canais de maré e na plataforma continental: diminuição/perda das fontes de sedimentos para as praias.
6	Armadilhas de sedimentos e migração lateral: desembocaduras fluviais ou canais de maré; efeito “molhe hidráulico”; depósitos de sobrelavagem; obstáculos fora da praia (barras arenosas, ilhas, parciais, arenitos de praia e recifes).	12	Balanço sedimentar atual negativo originado por processos naturais individuais ou combinados.	19	Conversão de terrenos naturais da planície costeira em áreas urbanas (manguezais, planícies fluviais/ e lagunares, pântanos e áreas inundadas) provocando impermeabilização dos terrenos e mudanças no padrão de drenagem costeira (perda de fontes de sedimentos).
		13	Fatores Tectônicos: subsidências e soerguimentos da planície costeira.	20	Balanço sedimentar atual negativo decorrente de intervenções antrópicas.

De acordo com Martins et al. (2016) o uso de geoindicadores é apontado como sendo uma alternativa para realizar avaliações do potencial de risco de desastres naturais, em áreas costeiras. Os autores afirmam ainda que os indicadores fornecem tendências que ajudam a entender os processos atuantes na costa. Sendo assim, podem ser utilizados para fornecer indícios de perigos, aos quais, a mesma está sujeita.

O presente trabalho utilizou alguns indicadores apresentados por Souza (2009), adaptados a área de estudo, para avaliar a erosão existente nas praias do litoral sul de João Pessoa, Paraíba.

Um estudo anterior com base na variação da linha de costa para o litoral de João Pessoa, a partir da análise de fotografias aéreas e imagens de satélite, de pelo menos dois períodos, 1969 - 1985 e 1985-2005, apontou trechos do litoral sul que sofreram em média um recuo de até 18m por ano. A fim de contribuir com esses estudos, o presente trabalho busca mostrar uma classificação da intensidade dos geoindicadores de erosão presentes ao longo das praias do litoral sul de João Pessoa, e faz uma breve análise desses dados com os dados de Reis et al (2008).

Área de Estudo

A área de estudo abrange aproximadamente 12km de extensão da linha de costa do município de João Pessoa (PB), distribuídos ao longo de sete praias (delimitadas por acidentes geográficos e/ou denominação popular). Estão localizadas, neste setor, parte da praia do Cabo Branco (ponta do Cabo Branco), praia do Seixas, Penha, Arraial, Jacarapé, Sol e Barra de Gramame Norte. Estende-se desde o estuário do rio Gramame (ao Sul) até a parte norte da praia de Cabo Branco (especificamente na Praça de Iemanjá), entre as coordenadas 07°14'18,33"LS-34°48'18,61"LO e 7°08'51,15" LS-34° 47'38,52"LO (Figura 1).

O trecho compreende o setor costeiro Sul do litoral de João Pessoa, que se diferencia do setor costeiro Norte, principalmente, por suas características morfológicas, onde predominam as escarpas costeiras (falésias vivas e mortas), entrecortadas pelos rios Camurupim, Cuiá, Jacarapé, Aratú e Cabelo. Destaca-se, neste setor, o grande "potencial turístico natural" e o acelerado avanço dos grandes empreendimentos que tomam forma na região, o que já se constitui em uma grande razão para que se faça um monitoramento permanente na zona costeira deste trecho do município.

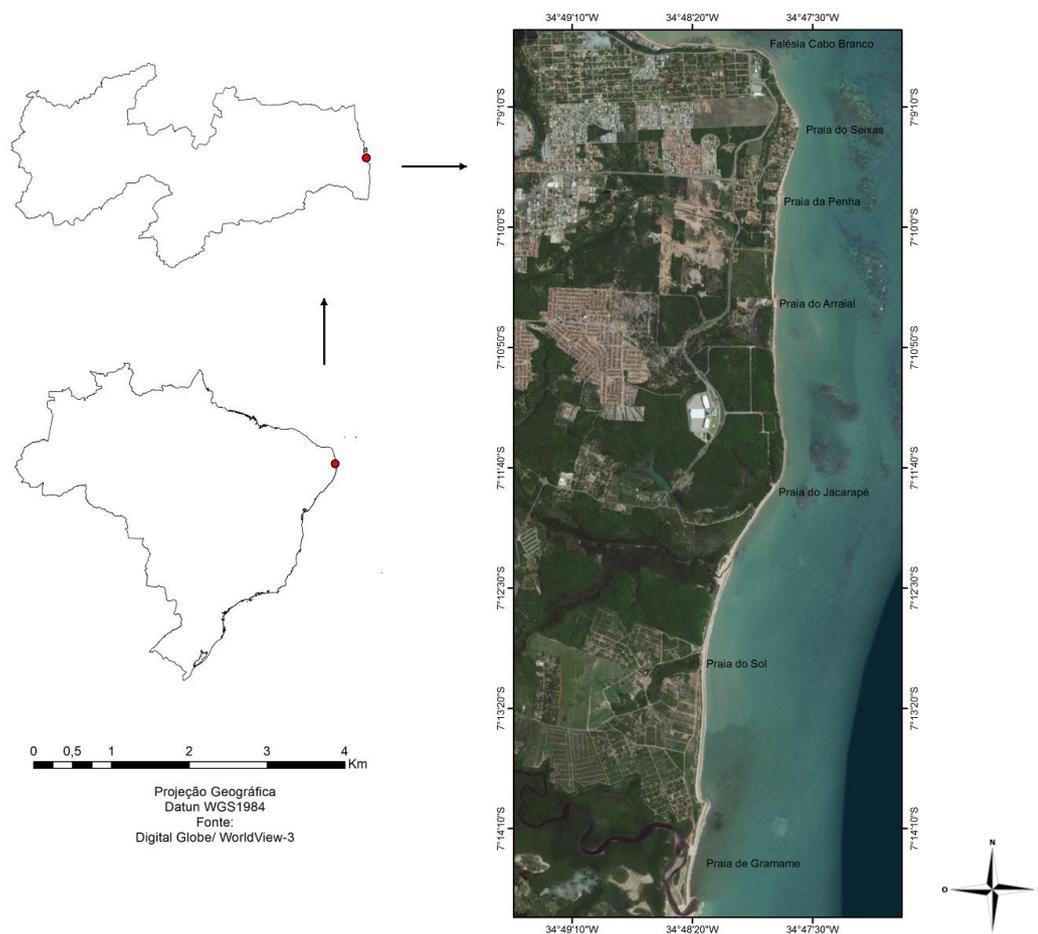


Figura 1: Localização da área de estudo.

Os tabuleiros costeiros desenvolvem-se sobre uma superfície com topografia plana a suavemente ondulada, com cotas topográficas em torno de 26 metros, e com ligeira inclinação no sentido do oceano. Eles representam um elemento geomorfológico importante para o setor, tendo em vista o desenvolvimento das planícies costeiras, cuja existência depende do maior ou menor recuo das falésias (REIS, 2008).

No setor costeiro sul, as falésias vivas talvez sejam um dos tipos mais notáveis da morfologia costeira, podendo ocorrer, em formas distintas, em função dos processos costeiros atuantes, e mais

representativos naquela região. O perfil das falésias apresenta-se, no geral, de forma vertical. Ao longo do setor ocorrem cerca de 9km de falésias esculpidas nos sedimentos da Formação Barreiras. Destas, 4km são de falésias vivas, submetidas constantemente à ação marinha, e consistem em importantes fornecedoras de sedimentos para praias vizinhas. Destacam-se as falésias da praia do Cabo Branco, Sol e Jacarapé.

Já foi constatado por Reis (2008) que o setor costeiro sul de João Pessoa, embora apresente alguns trechos sem indícios de erosão costeira, outros, por sua vez, apresentam indicadores de erosão intensa. Para compreender a causa da erosão nestes pontos, é necessário que sejam levantados dados recentes e históricos, com relação à dinâmica costeira do local. Buscando contribuir com essa questão, este trabalho buscou analisar as praias localizadas no referido setor, identificando geoindicadores do processo erosivo presentes na área.

O principal objetivo foi identificar o estado atual de erosão no litoral sul de João Pessoa, Paraíba. Para isso tentou-se atingir os seguintes objetivos específicos: caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos que predominam no setor costeiro Sul do litoral de João Pessoa, Paraíba; definir geoindicadores visuais que caracterizam o processo erosivo na área de estudo, a partir, de adaptações à metodologia de Souza et al., 2005; estabelecer a classificação de risco nas praias da área de estudo, a partir, do mapeamento dos geoindicadores presentes, levantados em trabalhos de campo.

Materiais e Métodos

Segundo França Junior e Villa (2011), a “Geografia é a ciência do espaço que relaciona os componentes da transformação ambiental e transpõem todas estas mudanças ocorridas numericamente por meio de dados e fatos que ocorreram, retratando o cenário atual do ambiente”. Estes autores destacam ainda que “recentemente as pesquisas geográficas partem do cunho das transformações provocadas pelo homem e pelas mutações naturais do meio, onde são diariamente calculadas, medidas e armazenadas em banco de dados para prognósticos e possíveis previsões”.

A fim de estudar tais transformações é necessário o levantamento de dados e desenvolvimento de uma metodologia que vise analisar as alterações antrópicas ou até mesmo naturais.

Nesta pesquisa foram utilizados “indicadores” que segundo o MMA, (2007) são parâmetros utilizados para avaliar condições, processos ou desempenho de um determinado objeto de estudo. Quando aplicados à questão ambiental seu uso pode fornecer informações sobre as condições do meio ambiente e proporcionar suporte à tomada de decisão.

Diversos autores apresentam conceitos similares quanto ao uso de indicadores para obtenção de características comportamentais, atributos expressivos e perceptíveis do sistema analisado.

Para a OECD (1993) apud Reis (2016), o indicador deve ser considerado um parâmetro que indique informações sobre o estado de um fenômeno de significativa relevância.

Para o IBGE (2008), “os indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem; também são essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentado, sendo este, um processo em construção, a formulação de indicadores também é um trabalho em aberto.”

França Junior e Villa (2011) destacam que quando os indicadores são utilizados como medidas de magnitudes, frequências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos, que ocorrem em períodos de cem anos ou menos, ou próximo à superfície terrestre e podem apresentar variações significativas para avaliação e compreensão das mudanças ambientais rápidas, estes são chamados “geoindicadores”. Estes autores salientam ainda que a partir de 1994, através da Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT) e da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), foram sugeridos os geoindicadores com a função de auxiliar no diagnóstico das evidências geológicas e geomorfológicas e os processos que originam

mudanças de curto prazo e que podem oferecer informações valiosas sobre os sistemas ambientais em diversos intervalos de tempo.

Os geoindicadores baseiam-se em conceitos e procedimentos padrão, podendo ser usados para evidenciar mudanças em ambientes fluviais, costeiros, desérticos, montanhosos, de geleiras, entre outros. Tem o objetivo de auxiliar no início das pesquisas, podendo em muitos casos necessitar da integração de vários indicadores ao mesmo tempo. Esta abordagem deverá ser revisada e aperfeiçoada sempre que se achar necessário com o intuito de atender as expectativas geradas e as novas necessidades que venham a surgir no decorrer da pesquisa (Berger, 1997, apud França Junior e Villa, 2011). O mesmo autor ainda relata que o conceito de geoindicadores reúne ferramentas normativas à Geomorfologia, Hidrologia, Geoquímica, Geofísica, Sedimentologia, e outras áreas em um formato útil a profissionais ambientais e administradores, convencendo da importância de estudar os processos geológicos rápidos e determinar a condição da paisagem e dos ecossistemas, avaliando impactos ambientais, monitorando ecossistemas, e inspecionando o desenvolvimento de atividades como mineração, silvicultura e a construção.

Para determinar a situação da erosão costeira nas praias da área de estudo foram utilizados os trabalhos de Souza et al (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al (2016). Segundo os referidos autores, os indicadores de erosão costeira encontrados no litoral de São Paulo, são também os mais comumente encontrados em outras praias brasileiras. Sendo assim, diante a análise dos indicadores de erosão costeira previamente descritos na literatura, optou-se pela detecção em campo de onze geoindicadores, além da interpretação de imagens de satélite (Quadro 02).

Quadro 02- Checklist de indicadores e classificação de intensidade de erosão costeira.

Grau de Intensidade de	INDICADOR	GEOINDICADORES DE EROSÃO	
Nulo	0	Nenhum dos geoindicadores	
Baixo	I	Vegetação rasteira de duna ou restinga soterradas ou com raízes expostas. (Praias urbanizadas ou não).	
Baixo	II	Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não).	
Baixo	III	Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias. (Praias urbanizadas ou não).	
Moderado	IV	Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas.	
Moderado	V	Árvores na face de praia ou com raízes expostas.	
Moderado	VI	Marcas de erosão na base de muros residenciais.	
Moderado	VII	Presença de obras de proteção costeira, não estruturais.	
Alto	VIII	Obras Estruturais de proteção costeira.	
Alto	IX	Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não).	
Alto	X	Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas.	
Alto	XI	Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira	

Fonte: Adaptado de Souza et al (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al (2016).

As informações levantadas foram agrupadas em quatro grupos de erosão:

- 1. intensidade “nula”** (sem geoindicadores), formado pelas praias que não possuem nenhum dos indicadores analisados;
- 2. intensidade “baixa”**, formado pelas praias com a presença dos indicadores: I - Vegetação rasteira de praia ou restinga soterradas ou com raízes expostas. (praias urbanizadas ou não); II - Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não); III - Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias (praias urbanizadas ou não).
- 3. intensidade “moderada”**, formado pelas praias que apresentam os indicadores: IV – Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou por ocupação

antrópica em praias urbanizadas; V - Árvores na face de praia ou com raízes expostas; VI- Marcas de erosão na base de muros residenciais; VII- Presença de obras de proteção costeira, não estruturais.

4. **intensidade “alta”**, é formado por praias que apresentam os indicadores: VIII – Obras estruturais de proteção costeira; IX – Presença de falésias vivas; X- Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas; XI- Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira podendo apresentar ou não os indicadores do grupo de baixa e moderada intensidade.

Para padronizar a logística de coleta de dados em campo foram estabelecidos doze pontos ao longo do litoral distantes cerca de 1 km, um do outro. Posteriormente, os dados coletados de forma pontual foram extrapolados em 500m lateralmente formando um segmento de aproximadamente 1km. A integração dos doze segmentos cobre a linha de costa completa da área da pesquisa.

Em cada um dos doze pontos foi observado e registrado em um “*checklist*” a presença ou a ausência de cada um dos geoindicadores. Em todos os pontos de observação foram registradas imagens georreferenciadas com aparelho GPS Garmim Montana 650. Quando possível as informações foram confrontadas com as imagens disponibilizadas no *Google Earth*.

Os resultados da classificação da intensidade dos geoindicadores são apresentados na Figura 9.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

Para caracterizar a geologia e geomorfologia costeira da área de estudo foram utilizados os trabalhos de Reis (2008), Furrier (2007), dados de campo e de imagens orbitais.

Toda a Faixa Costeira do Estado da Paraíba está inserida na Bacia Sedimentar Costeira Paraíba e a área estudada, especificamente, pertence à Sub - Bacia Alhandra (Reis, 2008).

Os depósitos quaternários abrangem uma fração considerável da área em estudo, estando em sua maioria, extremamente ocupados e descaracterizados pela ação antrópica. Estes depósitos estão representados pelos Depósitos Continentais (Leques Aluviais) e Marinheiros/Transicionais (Terraços Marinheiros Pleistocênicos e Holocênicos, Recifes Algálicos/Coralíneos, Depósitos de Manguê e Areias de Praia).

A faixa de praia estudada encontra-se na porção Leste da planície costeira no litoral do município de João Pessoa (PB), limitada pelas falésias dos sedimentos areno-argilosos de coloração avermelhada da Formação Barreiras, de idade Plio-Pleistocênica (unidade dominante na área). A superfície dos tabuleiros com cotas entre 30-40 m, constitui elemento geomorfológico importante no desenvolvimento da planície costeira, cuja existência depende do maior ou menor recuo das falésias.

A planície costeira, com cotas inferiores a 5 m, é constituída por uma grande variedade de depósitos sedimentares, resultantes da interação de vários fatores, tais como, variações do nível relativo do mar, do aporte de sedimentos e dos processos dinâmicos em decorrência das mudanças climáticas globais.

A área em estudo apresenta uma morfologia costeira onde se destacam dois domínios geomorfológicos distintos, os Baixos Planaltos Costeiros e a Baixada Litorânea.

Os Baixos Planaltos Costeiros ou Tabuleiros Costeiros são sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras e é a unidade predominante no setor costeiro Sul. No geral, apresentam-se com superfícies aplainadas, suavemente inclinadas para o mar. São interrompidos abruptamente, a Leste, pelas Falésias Marinhas Vivas (ativas) ou Mortas (inativas).

A Baixada Litorânea corresponde aos terrenos planos de baixa altitude formada por sedimentos depositados no Quaternário. Apresentam formas variadas que resultam da acumulação de sedimentos marinhos e continentais.

As diversas feições morfológicas observadas na área de estudo correspondem a uma repetição em escala reduzida do que ocorre no litoral paraibano, caracterizado, no geral, por praias estreitas e arenosas que formam pequenas enseadas, interrompidas pelo avanço dos tabuleiros até o mar e pelos estuários dos rios que drenam para o oceano.

Os tabuleiros costeiros desenvolvem-se sobre uma superfície com topografia plana a suavemente ondulada, com cotas topográficas em torno de 26 metros, e com ligeira inclinação no sentido do oceano. Eles representam um elemento geomorfológico importante para o setor, tendo

em vista o desenvolvimento das planícies costeiras, cuja existência depende do maior ou menor recuo das falésias.

As falésias vivas talvez sejam um dos tipos mais notáveis da morfologia costeira, podendo ocorrer, em formas distintas, em função dos processos costeiros atuantes, e mais representativos naquela região. As linhas de falésias mortas, que marca o limite entre os sedimentos da Formação Barreiras e os Terraços Marinheiros Holocênicos, nas praias do Seixas e Penha, serviram de ponte de apoio para a formação dos feixes de cordões litorâneos, ocupados pelo bairro do Seixas. Esses antigos cordões litorâneos deram forma à planície costeira, alongada no sentido N-S. As praias são estreitas e arenosas, constantemente submetidas à ação combinada das ondas, correntes e marés, algumas chegando a ficar totalmente submersas durante a preamar. A largura média não ultrapassa 30 metros. A pós-praia, quando presente, corresponde ao trecho com ocupação humana, próximo às desembocaduras dos rios. A face de praia apresentou declividade entre 6° e 11°.

Segundo Furrier (2007), é comum nos sedimentos desta formação a precipitação de óxido-hidróxido de ferro e alumínio. Tais concentrações formam níveis de ferricretes duros em vários patamares e, principalmente, na base das mesmas. Os ferricretes por apresentarem maior resistência à erosão formam terraços marinhos de abrasão e bancos rochosos, testemunhos do recuo das falésias (Figura 2).



Figura 2: (a) Ferricretes da praia do Cabo Branco. (b) Terraços de abrasão da ponta do Cabo Branco (B). Fonte: Reis (2008).

GEOINDICADORES DE PROCESSOS EROSIVOS NO LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA (PB)

Os onze geoindicadores propostos na pesquisa foram observados em campo, com exceção do indicador I.

Os geoindicadores: (III) Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias. (Praias urbanizadas ou não), (IV) pós-praia estreita ou inexistente, (V) árvores na face de praia ou com raízes expostas, (VI) Marcas de erosão na base de muros residenciais, (IX) presença de falésias vivas, (X) infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas, foram os geoindicadores observados com maior frequência ao longo do litoral sul de João Pessoa.

A alta frequência do (IV) “pós-praia estreita ou inexistente”, é consequente da expansão urbana pela qual as áreas passaram desde a intensificação da ocupação do litoral paraibano e de fatores naturais, sendo o primeiro causador de alterações no perfil praial a partir das construções (residenciais, bares, restaurantes, palhoças de pescadores) que acabam por alterar a dinâmica praial e confiná-la à uma faixa de praia muito estreita.

O geoindicador (V) “árvores na face de praia ou com raízes expostas” esteve presente em pontos referente às praias do Arraial e Seixas. Sendo a última o local onde a pós-praia encontra-se “totalmente” ocupada pela expansão urbana, e onde é frequente a presença de raízes de coqueiros expostas também na face de praia (Figura 3).

O geoindicador (IX) “presença de falésias vivas” representam a morfologia costeira que marca fortemente o litoral sul de João Pessoa (Figura 4). Na praia do Jacarapé e Ponta do Cabo Branco, destacam-se as falésias vivas esculpidas nas escarpas da Formação Barreiras, entrecortadas por dois pequenos rios, o Aratú, na praia do Arraial e o Jacarapé, na praia homônima. As praias, com largura média de 25 metros, apresentam-se, mais ou menos retilíneas até as proximidades da desembocadura do rio Jacarapé. Nesta praia, segundo Reis (2008) as distâncias entre as linhas de costa indicaram um período de alta erosão, em alguns trechos, entre 1969 e 1985, com recuo da linha de falésias de até 1,12 metros/ano. Com exceção deste período, todos os demais pontos analisados na pesquisa mantiveram sua característica estável, comprovada nos dois períodos analisados pela autora.

Destacam-se ainda as falésias vivas da praia do Cabo Branco (Figura 5). Em vários trechos veem-se uma grande quantidade de blocos desmoronados de tamanhos variados. Os mais antigos formam uma espécie de terraço de abrasão, próximos a linha de praia.

Já a praia do Sol (Camurupim) apresenta-se em forma de arco margeada por falésias vivas/mortas, entrecortadas por dois pequenos rios (Camurupim e Cuiá). No sopé das falésias vivas, que faz o limite desta com a praia Barra de Gramame, ocorrem blocos de vários tamanhos cimentados por óxido/ hidróxido de ferro, que testemunham o recuo destas. As análises de variação de linha de costa de Reis (2008) indicaram que o setor apresentou um alto recuo das falésias entre 1969 e 1985, com erosão de até 1,12 metros/ano. Já o segundo período (1985-2005) foi marcado pela estabilidade das mesmas.



Figura 3: Geoindicador V de erosão costeira. Árvores na face de praia ou com raízes expostas. (a e b) praia do Seixas, em 09 de outubro de 2017; (b e c) praia do Arraial, em 06 de outubro de 2017. (fotos da autora).



Figura 4: Geoindicador IX de erosão costeira. Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordeja a praia do Jacarapé, em 06 de outubro de 2017. (fotos da autora).



Figura 5: Geoindicador IX de erosão costeira. Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordeja a Ponta do Cabo Branco (acima), em 09 de outubro de 2017. (fotos da autora).

Na praia Barra de Gramame destacam-se além das falésias inativas (Figura 6), a dinâmica flúvio-marinha intensa que favorece a formação de uma barra arenosa, que dá nome à praia, evidenciada pelos deslocamentos significativos da desembocadura do rio Gramame, facilmente identificados em fotografias aéreas e imagens de satélite. Segundo Reis (2008) as análises da variação da linha de costa para a praia Barra de Gramame indicaram que a praia é bastante instável quanto a sua morfologia. No primeiro período analisado (1969-1985) houve recuo médio de 2,5 metros/ano. No segundo período também houve recuo médio da linha de costa de 0,62 metros/ano.

A presença dos geoindicadores **(X) “infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas”** e **(XI) “destruição de estruturas artificiais para proteção costeira”** marca fortemente a paisagem da praia do Seixas, e pequeno trecho da praia do Arraial. Grande parte das obras de “proteção” costeira são executadas pelos proprietários de imóveis (residências e estabelecimentos comerciais) que veem seu patrimônio em risco e tentam protegê-la (Figuras 7 e 8).



Figura 6: Presença de falésias mortas, com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam a praia Barra de Gramame, em 06 de outubro de 2017. (fotos da autora).



Figura 7: Geoindicador X de erosão costeira. Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas, (a, b) Ponta do Seixas, (c) Pç. de Iemanjá, praia do Cabo Branco, 09 de outubro de 2017. (Fotos da autora).



Figura 8: Geoindicador XI de erosão costeira. Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira, praia do Seixas, 09 de outubro de 2017. (Fotos da autora).

CLASSIFICAÇÃO DOS GEOINDICADORES

Os resultados dos geoindicadores de erosão foram agrupados em três classes de intensidade e mais uma contendo os segmentos de praia que não apresentaram nenhum indicador (Figura 9).

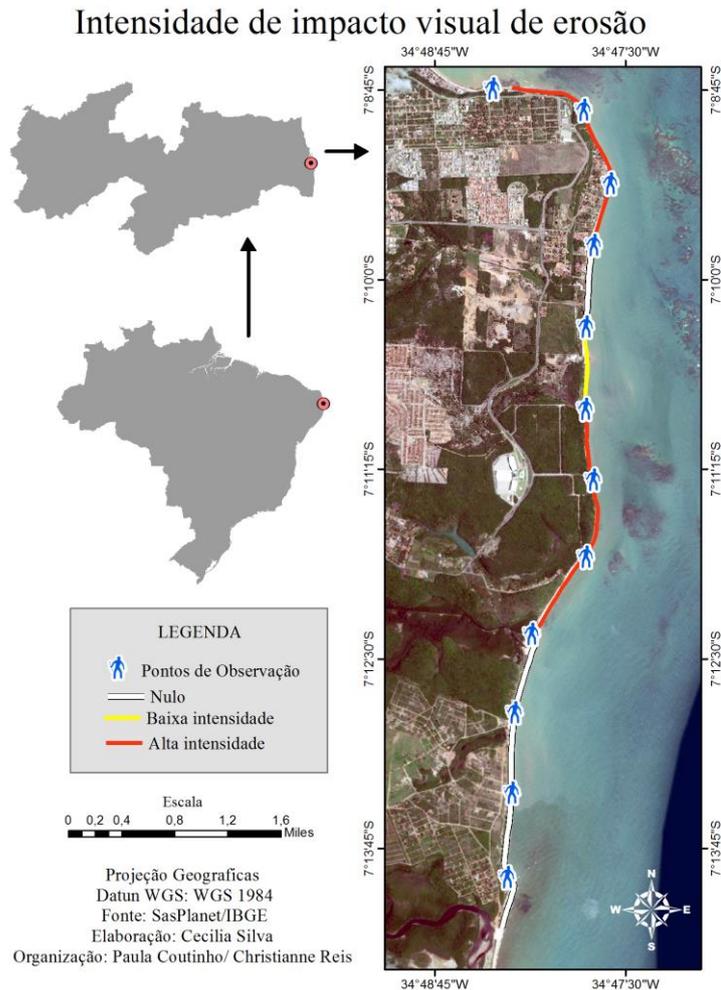


Figura 9: Mapa de intensidade de impacto visual de erosão no litoral sul de João Pessoa (PB).

Em aproximadamente 43,20% (5,02km) do litoral sul de Joao Pessoa não foram identificados geoindicadores de erosão costeira. Cerca 8,51% (0,99km) apresentaram geoindicadores classificados de baixa intensidade. E os demais 48,27% (5,61km) apresentaram geoindicadores de alta intensidade de erosão.

Segmento sem geoindicadores de erosão costeira

Os segmentos de praia entre os pontos de observação 01 a 04, e 08, apresentou resultado nulo quanto à classificação de intensidade de impacto visual de erosão, distribuídos em um trecho da praia do Barra de Gramame Norte (Figura 06), praia do Sol, próximo à desembocadura do rio Camurupim, e Arraial, próximo a desembocadura do rio Aratú. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que a foz dos referidos rios é um local de deposição de sedimentos, o que geralmente caracteriza processos de acreção nas praias adjacentes. No entanto, a linha de costa do extremo sul da área estudada está fortemente caracterizada pela presença de falésias inativas (mortas) com

alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias de Barra de Gramame, Sol/Camurupim e, embora o topo das falésias ainda se encontre preservado é notável a expansão urbana nesse trecho.

Segmento com geoindicadores de baixa intensidade de erosão costeira

O trecho caracterizado como de baixa intensidade de impacto visual de erosão, também está localizado entre as desembocaduras dos rios Aratú e Cabelo, mas, neste caso, a classificação foi determinada pela presença do geoindicador (III) “erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias (Praias urbanizadas ou não)” Figura 10.



Figura 10: Praia do Arraial com destaque para os geoindicadores (III) Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias, associado à (II) presença de minerais pesados na face de praia, em 06 de outubro de 2017.

Segmento com geoindicadores de alta intensidade de erosão costeira

Dentre os demais setores, os trechos entre Ponta do Seixas – Praça de Iemanjá (praia do Cabo Branco), praia do Jacarapé, e parte da praia do Arraial, apresentaram os resultados mais altos de classificação de intensidade de impacto visual de erosão costeira. Juntos, correspondem a quase 50% do litoral sul de João Pessoa, com fortes indícios de processos erosivos, atualmente.

O trecho apresentou os quatro geoindicadores de erosão de intensidade alta, propostos na metodologia representados pela (VIII) “obras estruturais de proteção costeira”, (IX) “presença de falésias vivas”, (X) “infraestrutura de orla danificada pela energia das ondas” e (XI) “destruição de

estruturas artificiais para proteção costeira”. Além destes, apresentou também todos os geoindicadores classificados de moderada intensidade.

Algumas praias classificadas com grau de intensidade alto, à exemplo da praia do Seixas, possuem “obras de proteção” costeira como enrocamentos e armadilhas para fixar areia, feitas com troncos de madeiras, pneus e manilhas de concreto. Essas “obras” geralmente são construídas por proprietários das residências e pontos comerciais que sentem a consequência da erosão na base dos seus imóveis. Muitas vezes as praias apresentam marcas de destruição dessas estruturas, isto porque essas “obras” são construídas com dimensões e espaçamentos inapropriados à dinâmica local, além da falta de manutenção das mesmas, como foi observado em campo. A maior parte da praia do Seixas não possui praia recreativa durante as marés altas. Isso reflete o intenso processo erosivo pelo qual vem passando, ao longo das últimas décadas. Os trabalhos de Reis (2008), Souza e Furrier (2015) corroboram com essa informação. Segundo os autores as obras construídas na orla demonstram estar ligadas diretamente às variações da linha de costa que responde às mudanças na dinâmica de aporte de troca sedimentar do ambiente praiial. Pode-se perceber na Figura 11, uma notável variação horizontal da linha de costa na praia do Seixas, mais intensificada onde ocorre a saliência da Ponta do Seixas (Ponto Mais Oriental das Américas?). A mesma figura mostra a erosão costeira extremamente acentuada nesse trecho.

Mais para o norte da praia do Seixas, estão as falésias vivas da Ponta do Cabo Branco com intensa erosão em sua base, e frequentes desmoronamentos de blocos da escarpa. O trecho foi classificado com alto grau de intensidade de erosão costeira. Junto com a Ponta do Seixas, a Ponta do Cabo Branco, é considerada pela população, um dos mais importantes pontos turísticos do Estado da Paraíba, o que gera discussões e debates, muitas vezes, desprovidos de embasamento científico que esclareçam sobre as causas e possíveis soluções para remediar a “problema”. Segundo Furrier (2007) se por um lado, a erosão representa um fator negativo por causar retrogradação (recoo da linha de costa continente adentro), pode também ser considerado um fator positivo na alimentação arenosa das praias localizadas ao norte, pois o sentido da corrente de deriva litorânea, nessa porção do litoral paraibano, é S-N.

Ao contrário da “praia do Seixas que apresenta, à sua retaguarda, terraços marinhos holocênicos, com considerável ocupação humana e largura máxima de 350m que avançam até uma linha de falésias inativas” (Furrier, 2007), a Ponta do Cabo Branco é caracterizado por falésias vivas (ativas) da Formação Barreiras, que experimentam significativo recuo, que pode ser comprovada pela exposição, durante as marés baixas, de um terraço de abrasão marinha, que testemunha esse variação horizontal da linha de costa nesse setor, ao longo das últimas décadas (Figura 2). Foi constatado em trabalho de campo, a ocorrência de queda de blocos em praticamente todo o trecho entre os pontos 11 e 11 (Figura 9 e 12). Estes por sua vez, são rapidamente fragmentados pelo embate direto das ondas e, quando reduzidos a granulometria areia, são transportados para o norte através da deriva litorânea predominante na região.

Em direção ao norte da Ponta do Cabo Branco, nas proximidades da Praça de Iemanjá (praia do Cabo Branco), são encontrados os seguintes geoindicadores de erosão costeira: (IV) Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas, (VI) Marcas de erosão na base de muro da referida praça, (V) Árvores na face de praia ou com raízes expostas, e (X) Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas, todos indicando alto grau de intensidade de erosão costeira no trecho (Figura 13).

O outro segmento também classificado de alta intensidade de erosão está situado entre os pontos de observação 05 e 07, onde estão as praias de Jacarapé e parte da praia do Arraial. Neste trecho, na praia do Jacarapé, as falésias novamente afloram na linha de costa, apresentando marcas de erosão em suas bases (Figura 14). Na praia do Arraial (Figura 10) foram identificados geoindicadores de baixa, média e alta: (II) Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não), (III) Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias; geoindicadores de moderada intensidade (IV) Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas, (V) Árvores na face de praia ou com raízes expostas, (VI) Marcas de erosão na base de

muros residenciais, (VII) Presença de obras de proteção costeira, não estruturais; e os geoindicadores de alta intensidade (X) Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas (XI) Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira.

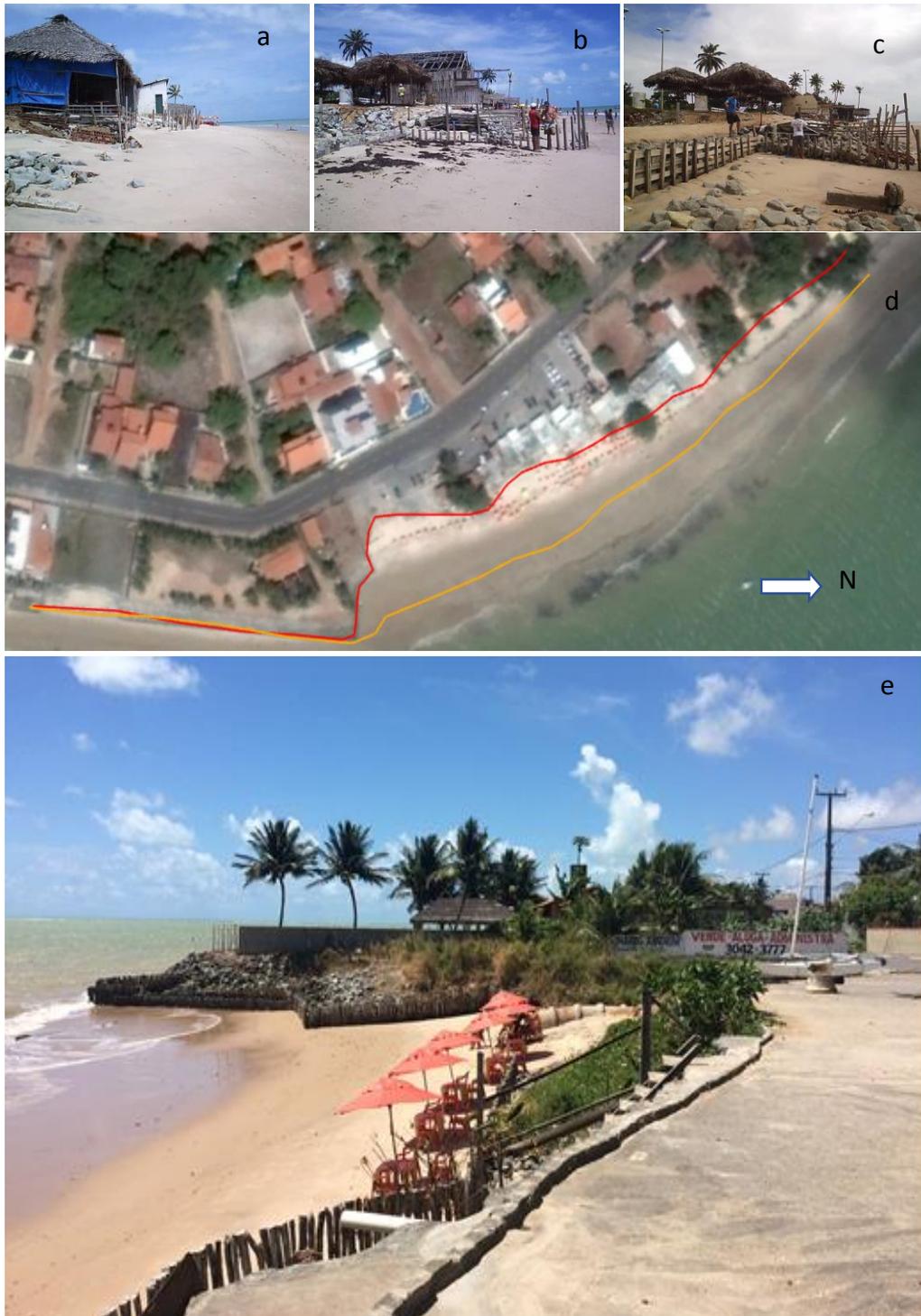


Figura 11: Ponta do Seixas (a) 1999, (b) agosto/2006, (c) outubro/2006, (e) outubro de 2017. (d) as linhas coloridas foram delimitadas respeitando os pontos da linha de costa considerando como referência a linha de estruturas artificiais de engenharia (bares, casas) da Ponta do Seixas. Foram utilizadas imagens do Google Earth dos anos de 2005 (linha cor de laranja) e 2016 (linha vermelha). Fonte: a, b e c, Reis (2008); d, Google Earth; e, Foto da autora.

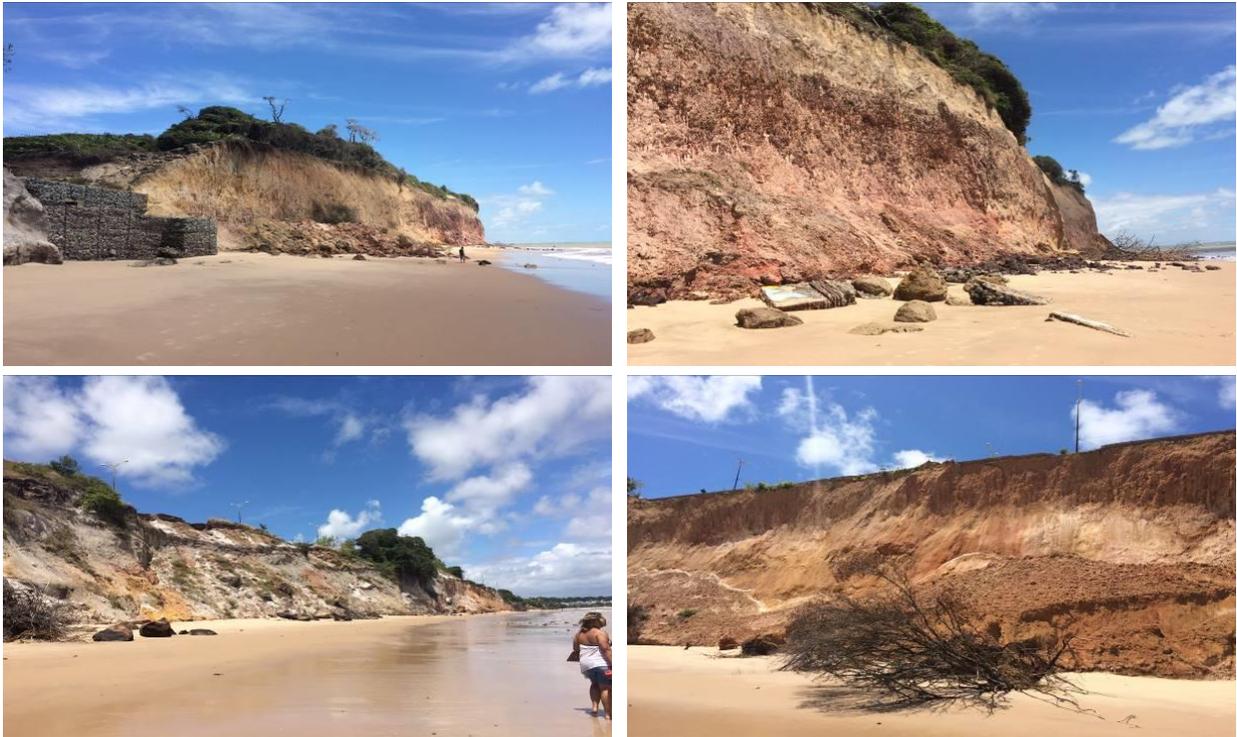


Figura 12: Ponta do Cabo Branco. Em 09 de outubro de 2017. Foto da autora.



Figura 13: Praia do Cabo Branco, Praça de Iemanjá. Em 06 de outubro de 2017. Foto da autora.

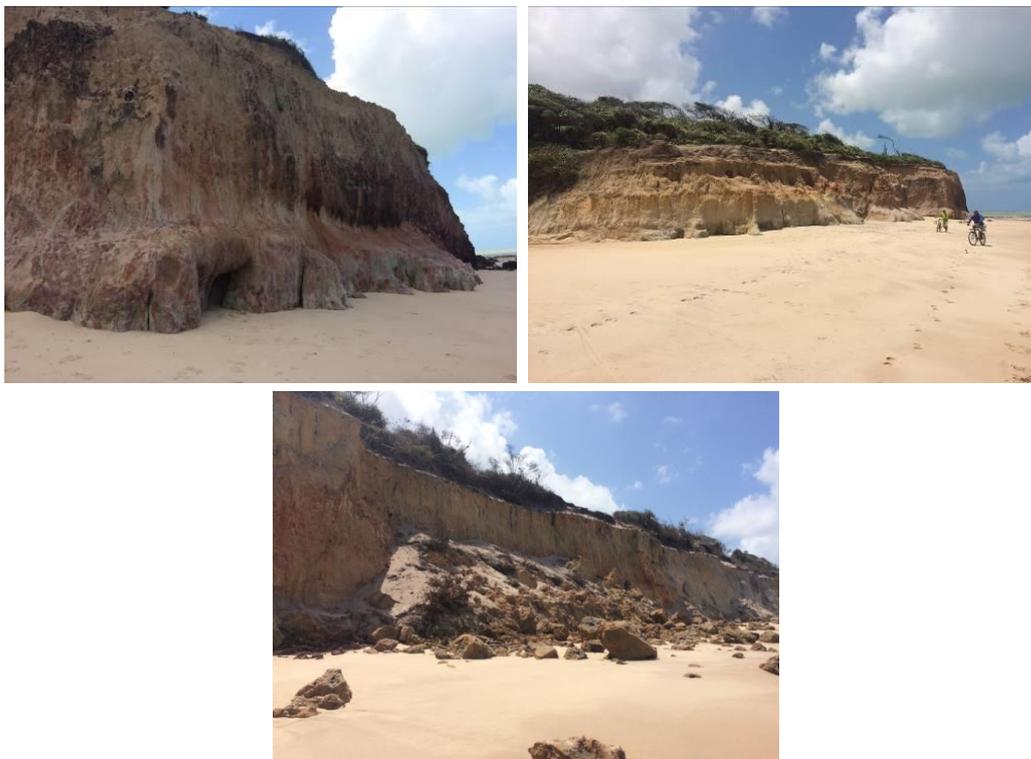


Figura 14: Praia do Jacarapé em 06 de outubro de 2017. Foto da autora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os geoindicadores de erosão costeira presentes em maior número no litoral sul de João Pessoa (PB) foram: (III) Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejando as praias, sem o desenvolvimento de falésias. (Praias urbanizadas ou não), (V) Árvores na face de praia ou com raízes expostas, (VI) Marcas de erosão na base de muros residenciais, (IX) Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não) e (X) Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas.

Todos os geoindicadores de alta erosão foram identificados na área de estudo, à exemplo das praias do Seixas onde predominaram os geoindicadores VIII, X, XI, Ponta do Cabo Branco (praia do Cabo Branco) e praia do Jacarapé onde predominou o geoindicador IX, e parte da praia do Arraial onde predominaram os geoindicadores X, XI. O Quadro 02 e a Tabela 01 mostram uma sumarização dos geoindicadores identificados e o grau de intensidade de erosão costeira das praias do litoral sul de João Pessoa (PB).

Em 2008 Reis, *et al* publicou dados da pesquisa sobre a situação da erosão costeira no litoral de João Pessoa, analisando dez praias ao longo de aproximadamente 24km de extensão de linha de costa, cerca de 17% do litoral da Paraíba. Essas praias foram classificadas com grau de vulnerabilidade à erosão costeira utilizando dados da quantidade das variações da linha de costa com base em documentos cartográficos e fotográficos de diversas datas; caracterização das variações morfológicas verticais a partir da realização de perfis topográficos praias e análise de sedimentos praias.

Com base nos resultados obtidos, os autores afirmam que foi possível notar o crescimento das áreas com “problemas” erosivos e associá-los à pressão urbana pela qual passou a área nas

últimas décadas, o que pode ter acelerado o processo erosivo, impedindo as praias de atingir o balanço sedimentar. Além disso, foi possível identificar áreas com alta, moderada e baixa vulnerabilidade à erosão costeira.

Apesar das diferenças metodológicas, os resultados de Reis et al (2008) foram semelhantes aos resultados do presente estudo. Com exceção do trecho onde predominam as falésias vivas da praia do Jacarapé, com níveis baixos de ocupação humana, os demais trechos com alto grau de erosão costeira correspondem às áreas com a maior influência antrópica.

Quadro 02: Sumarização dos geoindicadores identificados e grau de intensidade de erosão costeira das praias do litoral sul de João Pessoa (PB).

Pontos	PONTOS NO MAPA	Coordenadas	Localização	Geoindicadores observados	Intensidade de Erosão
CAMPO 3	01	07° 13' 56,75" LS 34° 48' 16,63" LO	Praia Barra de Gramame (Norte)	NENHUM	NULA
CAMPO 5	02	07° 13' 23,27" LS 34° 48' 14,87" LO	Praia Barra de Gramame/Sol	NENHUM	NULA
CAMPO 7	03	07° 12' 51,44" LS 34° 48' 13,72" LO	Praia do Sol (Camurupim)	NENHUM	NULA
CAMPO 09	04	07° 12' 20,30" LS 34° 48' 07,09" LO	Praia do Sol (Camurupim)/Cuiá	NENHUM	NULA
CAMPO 11	05	07° 11' 49,85" LS 34° 47' 45,71" LO	Praia do Jacarapé	IX	ALTA
CAMPO 13	06	07° 11' 19,21" LS 34° 47' 42,83" LO	Praia do Jacarapé	IX	ALTA
CAMPO 15	07	07° 10' 51,17" LS 34° 47' 45,89" LO	Praia do Arraial	II, III, V, VI, VII, X, XI	ALTA
CAMPO 17	08	07° 10' 18,70" LS 34° 47' 45,82" LO	Praia do Arraial	III	BAIXA
CAMPO 19	09	07° 09' 46,40" LS 34° 47' 42,61" LO	Praia da Penha/Rio Cabelo	NENHUM	NULA
CAMPO 23	10	07° 09' 21,89" LS 34° 47' 36,17" LO	Ponta do Seixas	II, III, IV, V, VI, VII, VIII, X, XI,	ALTA
CAMPO 25	11	07° 08' 52,80" LS 34° 47' 46,72" LO	Ponta do Cabo Branco	IX	ALTA
CAMPO 28	12	07° 08' 43,91" LS 34° 48' 14,54" LO	Praia do Cabo Branco/Pç. Iemanjá	IV, VI, V, X	ALTA

Tabela 01 – Situação das praias do litoral sul de João Pessoa (PB) em relação aos indicadores de erosão costeira.

PONTOS/ SEGMENTOS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1											
2											
3											
4											
5									•		
6									•		
7		•	•		•	•	•			•	•
8			•								
9											
10		•	•	•	•	•	•	•		•	•
11									•		
12				•	•	•				•	

Por fim, é possível dizer que a metodologia utilizada neste trabalho foi satisfatória para atingir os objetivos propostos, proporcionando dados de impactos visuais de erosão costeira, e os

resultados deste, podem servir como subsídio à gestão costeira do litoral da área estudada, bem como, outras áreas do litoral paraibano.

REFERÊNCIAS

Furrier, M. 2007. Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha João Pessoa – 1:100.000. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo.

Furrier, M., Souza, A. S. 2016. Caracterização Geomorfológica e Ocupação Antrópica de zonas costeiras: o caso da Ponta do Seixas, Litoral da Paraíba-Brasil. Revista do Departamento de Geografia.

IBGE. 2008. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro.

Martins, Karoline Angélica. 2015. Vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas através de indicadores em Pernambuco, Brasil/ Karoline Angélica Martins. Recife.

Martins, K.A. et al 2016, Determinação da Erosão Costeira no Estados de Pernambuco Através de Geoindicadores. São Paulo. Vol.17, nº3 (Jul-Set) p. 533-546.

MMA. 2007. Vulnerabilidade ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília.

PMJP. PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. SEPLAN. 2005. Imagem de Satélite “Quick Bird”.

Reis, A. L. Q. 2016. Índice de sustentabilidade em uma Bacia Ambiental: Uma abordagem para a gestão e planejamento da conservação e preservação dos rios urbanos de João Pessoa (PB). Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Tese de Doutorado.

Reis, C.M.M, Neumann, V. H. M.L., Lima, E. R. V. de. 2008. Vulnerabilidade do Litoral de João Pessoa (PB) à erosão costeira. Revista Estudos Geológicos. Volume 18(2). Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <http://www3.ufpe.br/estudosgeologicos/>

Reis, C.M.M. 2008. O litoral de João Pessoa (PB), frente ao problema da erosão costeira, 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.

Souza, C. R. G.; Souza filho, P. W. M.; Esteves, L.S.; Vital, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. 2005. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (Eds.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos, Editorap. 130-152.

Souza, C.R. de G. 2007. Atualização do mapa de risco à Erosão Costeira para o Estado de São Paulo. In: XI Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário – ABEQUE, Belém, PA, 4 a 11 de novembro de 2007. Anais...

Souza, C. R. de G. 2009. A Erosão nas Praias do Estados de São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: Bononi, V.L.R., Santod Júnior, N. A. (Org), Momórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado, pp.48-69, Instituto de Botânica – Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP.