

# Uso de geoindicadores na identificação de erosão costeira no município de Baía da Traição-PB

---

José Charriere Gomes Pereira  
*Universidade Federal da Paraíba*

## Resumo

O processo de erosão costeira é um dos principais problemas que afetam a zona costeira em todo o mundo. No Brasil, isso não é diferente. Diante dessa realidade, o presente trabalho fez uso de onze geoindicadores visuais, que foram adaptados à área de estudo. O uso desses indicadores têm se tornando uma importante ferramenta na identificação de processos erosivos e na classificação de intensidade com que eles ocorrem, sendo trabalhado por diversos autores, Souza et al (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al (2016); Reis et al (2019). Esse estudo optou por dividir os geoindicadores em quatro classes de intensidade, sendo nulo (sem geoindicadores), baixo (geoindicadores com reduzido impacto visual na paisagem), moderado (alteram significativamente a paisagem) e alto (alteram significativamente a paisagem e/ou apresentam significativa interferência antrópica). A área de estudo compreende aproximadamente 15 km de linha de costa do município de Baía da Traição-PB, incorporando uma faixa de sete praias, praia das Trincheiras, Ponta das Trincheiras, Baía da Traição, Giz Branco, Tambá, Cardosas e Barra de Camaratuba. Ao longo dessa extensão, houve a delimitação de quatorze pontos com distância aproximada de 1 Km. Cerca de 78% dessas praias apresentaram algum indicador de erosão costeira, sendo que em 64% da extensão observou-se a presença de geoindicadores de alta intensidade. Com isso, os dados gerados nesta pesquisa possibilitam aprimorar planos de manejos costeiros, por meio do acompanhamento adequado, de acordo com a abrangência e intensidade da área afetada, uma vez que a metodologia se mostrou satisfatória para no alcance os objetivos propostos.

**Palavras Chave:** Erosão costeira. Geoindicadores. Baía da Traição.

## The use of geoindicators in the identification of coastal erosion in the municipality of Baía da Traição-PB.

---

José Charriere Gomes Pereira  
*Federal University of Paraíba*

## **Abstract**

The coastal erosion process is one of the main problems affecting the coastal zone worldwide. In Brazil, this is no different. In view of this reality, the present work made use of eleven visual ge indicators, which were adapted to the study area. The use of these indicators has become an important tool in the identification of erosive processes and in the classification of the intensity with which they occur, being worked on by several authors, Souza et al (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al (2016); Reis et al (2019). This study chose to divide the ge indicators into four classes of intensity, being null (without ge indicators), low (ge indicators with reduced visual impact on the landscape), moderate (significantly altering the landscape) and high (significantly altering the landscape and / or presenting accentuated anthropic interference). The study area comprises approximately 15 km of coastline in the municipality of Baía da Traição-PB, incorporating a strip of seven beaches, Sol and Trincheiras, Ponta das Trincheiras, Baía da Traição, Giz Branco, Tambá, Cardosas and Barra de Camaratuba. Along this extension, fourteen points with an approximate distance of 1 km were delimited. About 78% of these beaches showed some indicator of coastal erosion, and in 64% of the extension, the presence of high intensity ge indicators was observed. With this, the data generated in this research make it possible to improve coastal management plans, through adequate monitoring, according to the scope and intensity of the affected area, since the methodology proved to be satisfactory to achieve the proposed objectives.

**Keywords:** Coastal erosion. Ge indicators. Treason Bay.

## **INTRODUÇÃO**

A Zona Costeira é um ambiente que está em constante transformação, interagindo com diferentes elementos marinhos, continentais e atmosféricos. Estima-se que 70% das zonas costeiras com praias arenosas do mundo estão sofrendo processos erosivos, 10% estão em progradação e 20% restantes encontram-se em relativa estabilidade (BIRD, 1996, apud Gregório et al ,2017, pag.45).

No Brasil, essa área compreende uma faixa de 8.698 km de extensão e largura variável, contemplando um conjunto de ecossistemas contíguos sobre uma área de aproximadamente 324.000 km<sup>2</sup>. Inclui 17 estados da federação (SOUZA, 2009).

Christofolletti (1980) aponta que os processos morfogenéticos atuantes sobre as formas de relevo desse ambiente são controlados por vários fatores ambientais, como o geológico, o climático, o biótico e os fatores oceanográficos. Esses fatores variam de um setor para outro da costa, assim como na escala da variação temporal.

Souza (et al 2005) compreende que a erosão costeira é um processo que ocorre ao longo da linha de costa, atingindo promontórios, costões rochosos, falésias e praias (erosão praial). Esse mesmo autor entende que a erosão costeira é um processo natural decorrente de balanço sedimentar negativo. Entretanto, quando ela se torna severa e perdura por longo período ao longo de toda a praia ou em trechos dela, ameaçando áreas de interesse socioeconômico e ecológico, deve merecer a atenção de cientistas e autoridades, pois a costa está em perigo e risco.

Ao observarmos esse ambiente ao longo do nosso território veremos que são inúmeras as consequências provocadas pela erosão costeira, seja ela ocorrente em ambientes naturais, decorrente apenas de balanço sedimentar negativo e/ou em ambientes de paisagens antropizada, o qual conta, na maioria dos casos, com agravantes artificiais que acentuam o processo erosivo. Souza (2009) destaca uma série de consequências decorrentes desse processo:

- 1) redução na largura da praia e retrogradação ou recuo da linha de costa.
- 2) desaparecimento da zona de pós-praia e, com o passar do tempo, da própria praia.
- 3) perda e desequilíbrio de habitats naturais pela destruição de praias ou de alguma de suas zonas, dunas, manguezais, florestas de “restinga” que bordejam as praias e costões rochosos.
- 4) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras.
- 5) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira;
- 6) aumento da erosão na porção a jusante dos sistemas fluviais estuarinos e, conseqüentemente, erosão em planícies de maré e manguezais, com possível alteração da circulação estuarina;
- 7) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa;
- 8) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa construídas pelo homem;
- 9) problemas e até colapso de sistemas de esgotamento sanitário (obras soterradas e emissários submarinos);
- 10) diminuição da balneabilidade das águas costeiras por incremento da poluição e contaminação de águas e sedimentos;
- 11) perda de recursos pesqueiros;
- 12) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira;
- 13) perda do valor imobiliário de habitações costeiras;
- 14) comprometimento do potencial turístico da região costeira;
- 15) prejuízos nas atividades socioeconômicas da região, ligadas ao turismo e ao lazer na praia.

Embora a erosão costeira seja fruto de um balanço sedimentar negativo gerado em decorrência de diversos fenômenos naturais e/ou antrópicos que atuam nesse ambiente, há nesse arcabouço diversas variáveis que podem interagir de forma que intensifique ou provoque uma mitigação do processo erosivo em diferentes

localidades. Souza et al. (2005), no capítulo sobre “Praias Arenosas e Erosão Costeira” do Livro “Quaternário do Brasil” sintetiza quais são as causas naturais e antrópicas da erosão costeira no Brasil (Quadro 01).

**Quadro 1:** das Causas naturais e antrópicas da erosão costeira. Souza et. al. (2005). Adaptado pelo autor.

Causas naturais da erosão costeira		Causas antrópicas da erosão costeira			
1	Dinâmica de circulação costeira: presença de centros de divergência de células de deriva litorânea em determinados locais mais ou menos fixos da linha de costa e atuação do efeito “foco estável”.	8	Elevações do NM de curto período devido a efeitos combinados de fenômenos astronômicos, meteorológicos e oceanográficos.	14	Urbanização da orla, com destruição de dunas e/ou impermeabilização de terraços marinhos holocênicos e eventual ocupação da pós-praia.
2	Morfodinâmica praial: mobilidade e suscetibilidade à erosão costeira	9	Efeitos primários da elevação do NM durante o último século, em taxas de até 50 cm/século ou 4 mm/ano.	15	Implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais à linha de costa (em geral para conter ou mitigar a erosão costeira).
3	Aporte sedimentar atual naturalmente ineficiente (continente, praia e fundo marinho adjacente)	10	Efeitos secundários da elevação de nível do mar de longo período - Regra de Bruun: processos erosivos no perfil emerso da praia e deposição no perfil submerso e fundo marinho adjacente (perfil de equilíbrio).	16	Armadilhas de sedimentos associadas à implantação de estruturas artificiais.
4	Presença de irregularidades na linha de costa: mudanças bruscas na orientação da linha de costa, promontórios rochosos e cabos inconsolidados.	11	Evolução quaternária das planícies costeiras: balanço sedimentar de longo prazo negativo e dinâmica e circulação costeira atuante na época.	17	Retirada de areia de praias e dunas.
5	Presença de amplas zonas de transporte ou trânsito de sedimentos (by-pass).	12	Balanço sedimentar atual negativo originado por processos naturais individuais ou combinados.	18	Extração de areias fluviais (desassoreamento de desembocaduras e mineração) e dragagens em canais de maré e na plataforma continental.
6	Modificação da deriva litorânea devido à presença de: desembocaduras fluviais (migração lateral e efeito “molhe hidráulico”), obstáculos situados na zona próxima à praia (barras de desembocadura fluvial, ilhas, parcsis, arenitos de praia e recifes), baías e desembocaduras lagunares.	13	Fatores tectônicos.	19	Conversão de manguezais, planícies fluviais e lagunares, pântanos e áreas inundadas em terrenos para urbanização e atividades antrópicas; mudanças no padrão de drenagem.
7	Inversões bruscas da orientação da deriva litorânea causadas por fenômenos climático-meteorológicos, como a passagem de ciclones extratropicais ou Anticiclone Tropical Atlântico (frentes frias estacionárias) e a atuação intensa do “El Niño/ENOS”.			20	Balanço sedimentar atual negativo decorrente de intervenções antrópicas.

O mesmo autor compreende também que a erosão costeira é um fenômeno mundial o qual deve se intensificar nas próximas décadas.

Nesse sentido, um estudo publicado em 2017 no livro “O Panorama da Erosão Costeira no Brasil”, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, mostra que cerca de 60% a 65% da linha de costa da Região Norte e parte do Nordeste estão sob processo erosivo.

No Estado da Paraíba, de acordo com Neves et al (2006 apud Reis, 2019 p. 3) dos 140 km de costa, 42% das praias apresentam recuo da linha de costa, 33% apresentam progradação, 21% encontram-se em equilíbrio e 4% estão estabilizados por obra de engenharia.

Ainda com relação à linha de costa paraibana, Muehe et. al. (2018) com intuito de analisá-la, subdivide-o em três compartimentos. O autor destaca, em resumo, que o estado apresenta uma planície costeira praticamente ausente, tendo se desenvolvido mais na sua porção central entre João Pessoa e Lucena. Tanto ao sul como ao norte, onde está situada nossa área de estudo, a linha de costa é bordejada por falésias ativas, esculpidas na formação Barreiras nos sopés das quais ocorrem estreitos terraços arenosos, primas praial ou depósitos de talus. A autora destaca que a presença dessas falésias é uma evidência que a linha de costa apresenta uma tendência erosiva a longo prazo.

Embora a costa paraibana tenha características oriundas de sua evolução ao longo do tempo geológico, Reis et al (2019) salienta que é importante destacar outros fatores que podem intensificar o processo erosivo em quase 50% das nossas praias. Ela chama a atenção para a concentração de energia de ondas devido ao fenômeno de refração em feições morfológicas submersas; a ocupação desordenada da zona costeira, e a retenção de sedimentos fluviais devido à construção de barragens, que devem ser igualmente considerados ao analisar a erosão costeira do litoral da Paraíba.

Diante disso, visando entender o processo erosivo e a intensidade com que ele ocorre na linha de costa desse município, este trabalho fez uso de treze geoindicadores propostos por Souza et. al. (2005); Souza (2009) e trabalhados por Martins (2015); Martins et. al. (2016); Reis et. al. (2019) esses autores entendem que os indicadores propostos por Souza et al (2005); Souza (2009), utilizados em estudo sobre praias paulistas, podem ser adequados para as demais praias brasileiras. Sendo importante para entender os processos erosivos atuantes na costa, como também, fornecer indícios de perigos, aos quais, essas áreas estão sujeitas.

Como há uma disparidade conceitual a respeito da definição de linha de costa, essa pesquisa optou pelo entendimento de Suguio (1992), que define a linha de costa como sendo o limite entre o continente e a porção adjacente ao mar onde não há efetiva ação marinha no alcance máximo das ondas, concretizando-se pela presença de falésias, no limite entre a vegetação e a praia, ou nos costões rochosos, ou por qualquer outra feição que marque o início da área continental.

### ***Área de Estudo***

A área de estudo compreende a linha de costa do Município de Baía da Traição-PB, que apresenta extensão aproximada de 15 km, de acordo com medições realizadas através de ferramenta disponibilizada no programa Google Earth. No município, essa faixa é composta pelas seguintes praias, partindo da porção sul temos, respectivamente, praia das Trincheiras, Ponta das Trincheiras, Baía da Traição, Giz Branco, Tambá, Cardosas e Barra de Camaratuba. Sendo essas



com a vinda de pessoas ricas e influentes de João Pessoa, Campina Grande, Sapé, Mamanguape e Rio Tinto. Assim como na maioria das cidades brasileiras, o uso e ocupação do solo dessa localidade se deu de forma desordenada, sendo esse um problema que ainda persiste.

A formação recifal (*beach rocks*) é observada em forma paralela à linha de costa da área de estudo, formando um alinhamento sul-norte. Na porção central do município, essa feição ocorre bem próxima ao continente, sendo um agente contributivo na formação da enseada de Baía da Traição, provocando alterações tanto na dinâmica das ondas, como na deriva litorânea.

Em um levantamento realizado por Beltrão et al. (2015), constatou-se que as moradias localizadas no perímetro urbano do município, na enseada de Baía da Traição, apresentaram vulnerabilidade à ação destrutiva. Esse estudo contabilizou, aproximadamente 100 moradias, com cerca de 400 pessoas ameaçadas por esse risco de enchente. O autor ainda destaca que o mar vem avançando nos últimos 20 anos, destruindo casas e estabelecimentos comerciais que antes ficavam a uma distância considerável do limite máximo da maré alta.

A fim de contribuir com essa questão, esse trabalho buscou analisar toda a linha de costa correspondente ao município de Baía da Traição, visando traçar um panorama atual da erosão costeira que afeta esse ambiente. Para tanto, propõe-se atingir os seguintes objetivos: caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos predominantes na área de estudo, definir os geoindicadores visuais que caracterizam os processos erosivos nesse ambiente, a partir de adaptações à metodologia de Souza et al. (2005) e com isso propor uma classificação do grau de intensidade com que eles ocorrem.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo Coltrinari (2001, apud Silva, 2014, pag. 2), o uso de indicadores com este propósito iniciou-se no final da década de 1940. Sendo que o termo geoindicadores começou ser utilizado desde a década de 70, no entanto, não havia uma sistematização no seu uso. Portanto, seu uso consiste em uma abordagem metodológica recente, que já apresenta os resultados de suas aplicações em várias pesquisas científicas, tanto no cenário internacional como nacional.

Bush et al (1997, apud Silva, 2014, pag. 2) aponta que os geoindicadores têm se tornado uma ferramenta importante em função das crescentes pressões ambientais decorrentes de atividades humanas que alteram significativamente a paisagem. Ele ainda destaca que o geoindicador é uma feição geomorfológica ou não, que indica um processo geológico, como exemplo, erosão ou acumulação. Pode ser aplicado em qualquer ambiente, desde que tenha o conhecimento prévio de problemas que nele ocorrem.

Berger (1996, apud Silva 2014, pag. 3) entende que os geoindicadores são uma importante ferramenta prática para uma ampla gama de profissionais ambientais. Sendo eficientes para o monitoramento e avaliação de risco costeiros, uma vez que possibilita escolher obter respostas rápidas, além de apresentar baixo custo no levantamento de dados.

Martins et al. (2016 apud Reis,2019 p. 3) salienta que o uso de geoindicadores é 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 qual ela está sujeita.

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.

### ***Materiais e métodos***

Os procedimentos utilizados na realização desta pesquisa estão assentados em três fases: levantamento bibliográfico, trabalhos de campo e de gabinete. Somados a isso, foi realizado também a documentação fotográfica, visando o enriquecimento do estudo, uma vez que as fotografias servem como suporte para evidenciar diversos aspectos ressaltados durante a pesquisa.

A pesquisa bibliográfica pautou-se na leitura de artigos científicos, monografias e dissertações referentes ao tema principal da pesquisa, objetivando com isso, um aprofundamento sobre o assunto.

Para proporcionar uma maior acuracidade no levantamento das informações em campo, a atividade foi dividida em duas etapas, inicialmente foi realizado o reconhecimento da área de estudo, que totaliza 15 km, a partir disso, em gabinete, confeccionou-se um checklist contendo 11 geoindicadores (Quadro 2) descritos na literatura, os quais de acordo com Souza et al (2005); Souza (2009) Martins (2015); Martins et al (2016); Reis et al(2019), podem ser utilizados para determinar a situação atual da erosão costeira.

Posteriormente, retornou-se à área com o intuito de apontá-los, percorreu-se de moto toda essa extensão, realizando-se paradas a fim de delimitá-la por meio de GPS, a cada um quilômetro, conforme apresentado no (Figura 02). O mesmo procedimento de delimitação fazendo uso da mesma distância foi realizado no *Google Earth Pro*, a fim de obter as coordenadas correspondentes a esse perímetro, e com isso poder espacializá-las. Dentro desse perímetro com intervalos estabelecidos, os pontos foram nomeados de 01 a 14 (Figura 2).

**Figura 02:** Mapa de intensidade de impacto visual de erosão costeira do município de Baía da Traição. O mapa apresenta 14 pontos, todos com aproximadamente 1 km de distância.



Este trabalho optou pela mesma classificação de intensidade adotada por Reis et al (2019), uma vez que em levantamentos realizados em campo, não foi identificado nenhum geoindicador distinto dos apresentados por esses autores (Quadro 01).

**Quadro 2.** Checklist de geoindicadores e classificação do grau de intensidade

Indicador	Grau de Intensidade	Geoindicadores de Erosão
0	Nulo	Nenhum dos geoindicadores
I	Baixo	Presença de vegetação rasteira de duna ou restinga soterradas ou com raízes expostas
II	Baixo	Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não).
III	Baixo	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	Moderado	Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas.
V	Moderado	Marcas de erosão na base de muros residenciais
VI	Moderado	Árvores na face de praia ou com raízes expostas.
VII	Moderado	Presença de obras de proteção costeira não estruturais
VIII	Alto	Presença de obras de proteção costeira estruturais
IX	Alto	Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias. (praias urbanizadas ou não).
X	Alto	Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos
XI	Alto	Restos de construção na face de praia

Souza et al (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al (2016); Reis et al (2019). Adaptado pelo autor.

**1. intensidade “nula”** (sem geoindicadores) formados pelas praias que não possuem nenhum dos geoindicadores 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 bordejando 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”**, formado por praias que apresentam os indicadores:

VIII – Obras estruturais de proteção costeira; IX – Presença de falésias vivas;

X- Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos;

XI- Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira podendo apresentar ou não os indicadores do grupo de baixa e moderada intensidade.

### ***Geologia e Geomorfologia da Área de Estudo***

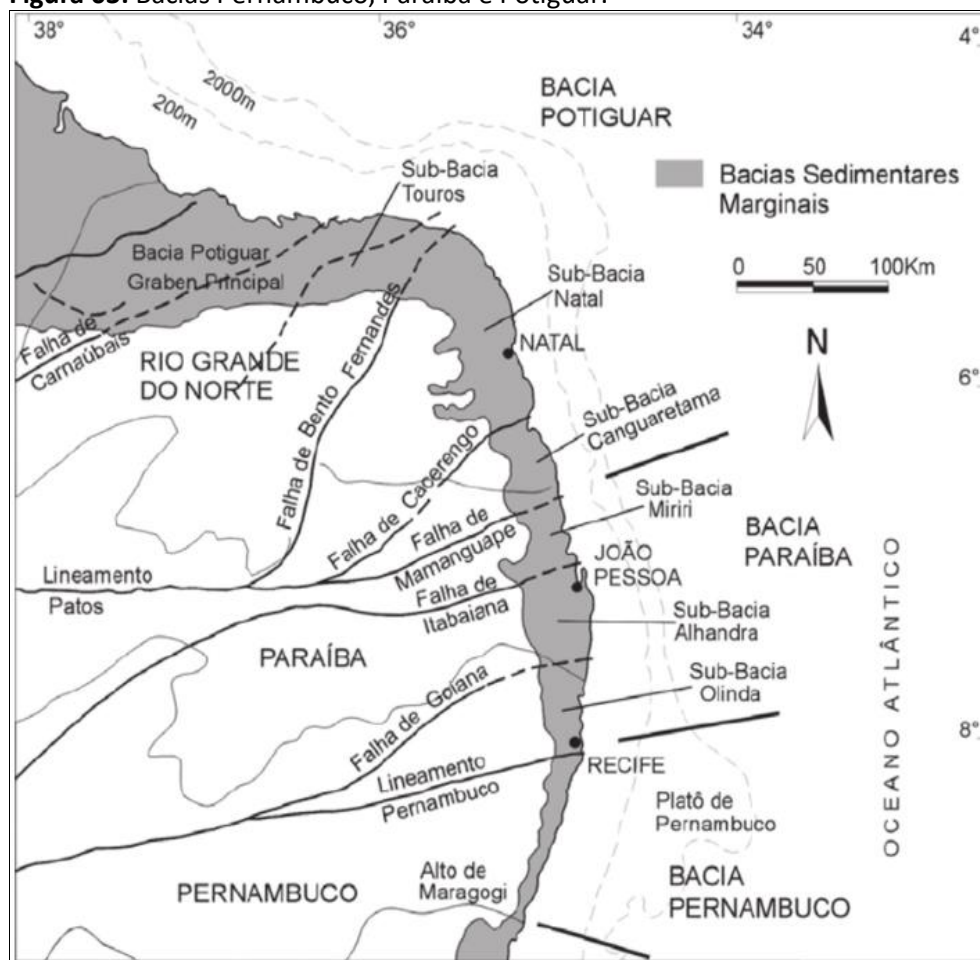
A área de estudo está localizada na Bacia Potiguar, Sub-Bacia Canguaretama (Figura 03). Conforme evidenciado por Furrier (2007) devido características estratigráficas e tectônicas distintas, Mabelsoone e Alheiros (1991) e Mabelsoone (1991) colocaram as Sub-Bacia Natal e Canguaretama como continuação da Sub-Oriental da Bacia Potiguar.

Nessa perspectiva, Souza (2006) interpreta que a Sub-Bacia de Canguaretama se comporta como uma área de transição entre as Bacias Potiguar e Paraíba, com maior afinidade com a Bacia Potiguar.

Conforme Melo (1997, apud SOUZA, 2006, pag.59) a unidade basal da região estudada é composta por rochas gnáissicas-magmáticas do embasamento cristalino Pré-Cambriano. Sobrepostos a esta unidade, encontra-se depositados os sedimentos mesozoicos siliciclásticos. Em discordância erosional, deposicional e temporal, com os detritos cenozoicos, esta é uma das principais unidades geomorfológicas da região litorânea, constituídos por sedimentos de textura variada, em geral, pouco ou não consolidada, atribuída ao Grupo Barreiras, cuja idade do Terciário Superior ao Quaternário Inferior. Os sedimentos quaternários,

sub-recentes e recentes, sobrepostos ao Grupo Barreiras, são constituídos basicamente por areias de dunas, coberturas arenosas, além de sedimentos aluvionares recentes ao longo das drenagens e sedimentos de mangues na faixa intermaré. Também na porção litorânea, estão as rochas Supra Barreiras, as planícies praiais e os beach rocks.

**Figura 03:** Bacias Pernambuco, Paraíba e Potiguar.



Autor: Barbosa et al (2004). Modificado de Mabesoone & Alheiros, 1988.

Com relação a Formação Barreiras, Furrier (2007) destaca que a designação de Grupo ou Formação Barreiras tem sido aplicada, com acepção vaga, para indicar sedimentos clásticos, pobres em conteúdo fossilífero, de cores vivas e variadas, mal consolidados, que ocorrem quase ininterruptamente, aflorando ao longo da costa, desde o Amapá até o norte do Estado do Rio de Janeiro. Corresponde a arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, frequentemente lenticulares, formando falésias, em grandes trechos, principalmente no litoral nordestino.

As rochas de praia, beach rocks (Figura 04, a, b) encontram-se paralelamente a linha de costa, sendo mais evidente sua presença na porção sul do município, uma

vez que ao norte ele apresenta-se de forma ainda mais descontínua e distante do continente. De acordo com Souza (2006) essas rochas são constituídas por bioclastos, silicilastos e cimento carbonático. Apresentam estruturas sedimentares do tipo plano paralelas, as quais, sugerem um ambiente de estirância (intermarés), sendo então interpretados como registros de variações locais do nível do mar.

Souza (2006) ao realizar observações visuais em pontos específicos, constatou que na medida em que aumenta a distância dos recifes, a configuração do tipo de onda se altera. O autor aponta que a forma de arrebentação das ondas que prevalece é a mergulhante.

**Figura 04:** *Beach Rocks* presentes próximos à linha de costa do litoral do município de Baía da Traição.

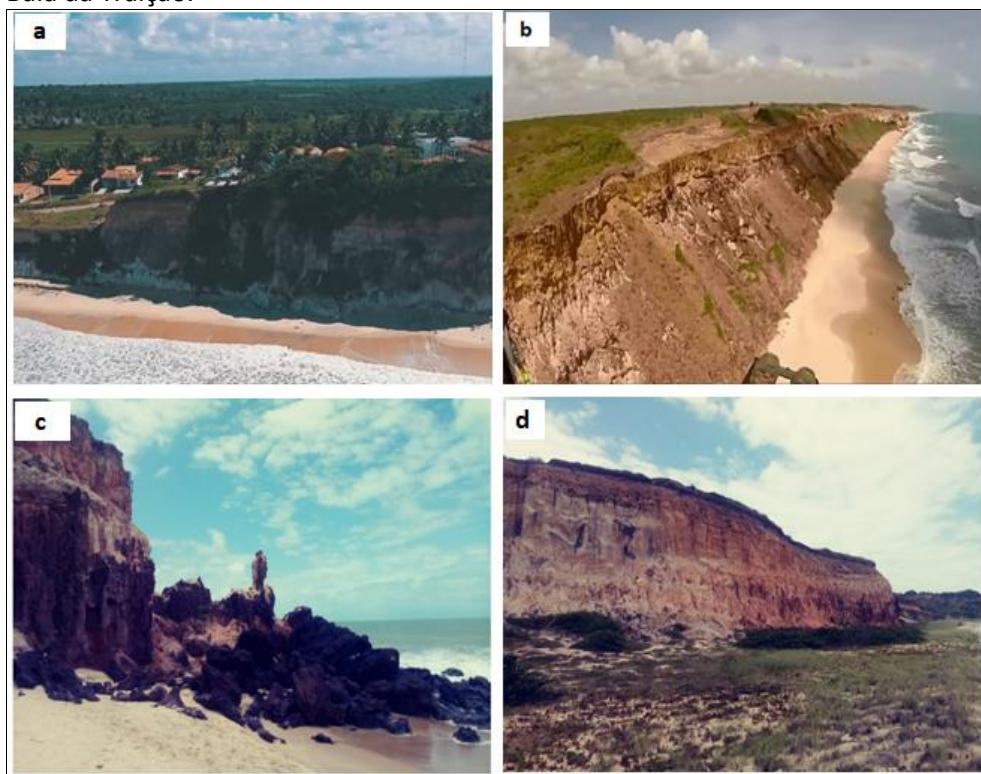


Autor: Adventures (2018) vídeo postado no You Tube, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=XWJJCQcNIJDY>.

É na porção mais ao norte do município que se torna evidente ao longo da linha de costa as falésias decorrentes da Formação Barreiras, bordeada por depósitos alúvios marinhos (Figura 05). A sequência do Grupo Barreiras, morfologicamente, está representada por tabuleiros semiplanos que terminam abruptamente em barreiras (falésias) nas proximidades das praias (Figura 05).

Esses tabuleiros semiplanos, ora são representados por falésias ativas (Figuras 06 a, b, c) que estão sendo solapadas pela ação marinha, formando verdadeiros penhascos; ora apresentam-se de forma inativa (morta) (Figuras 05, d) não sofrendo diretamente essa ação. Essas feições, no município, ocorrem deste a praia do Forte até a desembocadura do rio Camaratuba. Destaca-se, também, nesse ambiente, a presença de ferricretes (Figura 05 c), nos sopés das linhas das falésias, sendo esses testemunhos da erosão costeira que outrora os deixara expostos.

**Figura 05:** Presença de falésias ativas e inativas na porção norte do município de Baía da Traição.



(Fotos c, d) Data: 23 de setembro de 2019, fotos do autor. (Fotos a, b) Autor: Adventures (2018) vídeo postado no You Tube, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=XWJCQcNIJDY>.

#### ***Geoindicadores de processo erosivo no município de Baía da Traição-PB***

Dos onze indicadores propostos neste trabalho, quatro apresentaram maior incidência (Quadro 2) **(IV) pós-praia muito estreita ou inexistente durante inundações de preamar de sizígia ou em praias urbanizadas, (III) erosão progressiva sem o desenvolvimento de falésias, (I) presença de vegetação rasteira de dunas ou restingas soterradas ou com raízes expostas e (IX) presença de falésias ativas**

A alta incidência do geoindicador, **(IV) pós-praia muito estreita ou inexistente durante inundações de preamar de sizígia ou em praias urbanizadas** (Figura 06 a, b), ocorre em decorrência de fatores antrópicos e naturais. A área urbana está situada, predominantemente, em um ambiente de planície costeira, onde as edificações foram dispostas sem a mínima organização territorial, em muitos casos, principalmente casas de veraneios, avançaram em direção a linha de costa alterando e confinando a dinâmica praial a uma estreita faixa de areia. Já o fator

natural que colabora para esse estreitamento se dá devido a presença de falésias vivas provenientes da formação Barreiras que bordejam as praias.

**Figura 06.** Indicador (IV) pós-praia muito estreita ou inexistente durante inundações de preamar de sizígia ou em praias urbanizadas (praia de Baía da Traição Foto a). Foto b, praia do Forte. Localizados nos PO=05 e PO=07, respectivamente.



Autor: Adventures (2018) vídeo postado no You Tube, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=XWJCQcNIJDY>.

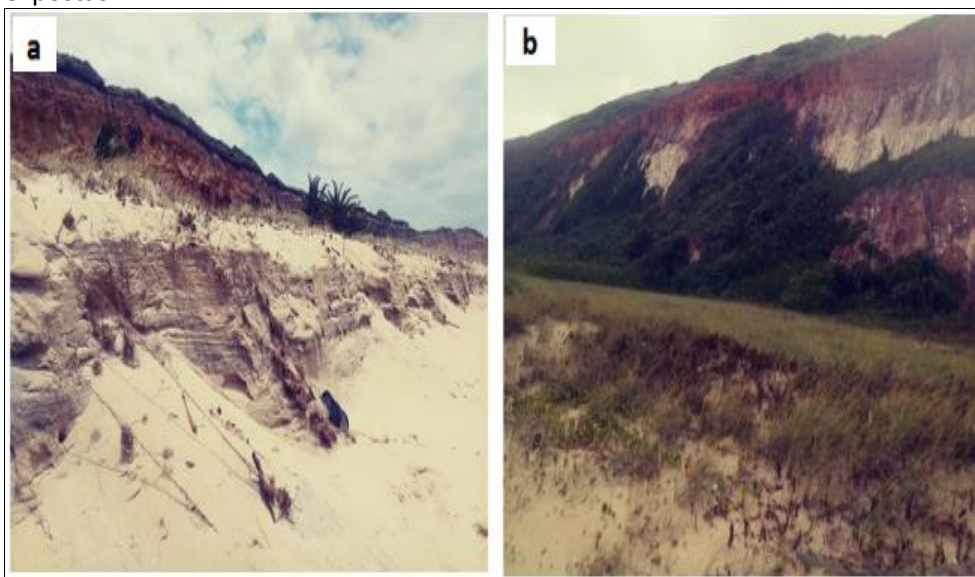
**Quadro 2:** Situação das praias de Baía da Traição (a partir de pontos de observação em campo) em relação aos indicadores de erosão costeira.

Pontos/Seguimentos	Geoindicadores de Erosão Costeira											Total de Indicadores por Ponto.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1												0
2												0
3												0
4				●	●	●	●			●	●	6
5				●	●		●	●		●	●	6
6				●	●	●	●			●	●	6
7			●	●	●	●	●		●	●	●	9
8				●					●			2
9	●		●	●					●			4
10	●		●	●					●			4
11	●		●	●					●			4
12	●		●	●					●			4
13	●		●									3
14	●		●									3
<b>Total de Indicadores</b>	6	0	7	9	4	3	4	1	6	4	4	

O segundo geoindicador mais observado foi, **(III)-erosão progressiva, sem o desenvolvimento de falésias**, esse indicador foi encontrado em áreas não urbanizadas, nas praias de Barra de Camaratuba e Tambá, ocorrendo próximo as falésias mortas, onde os depósitos flúvios marinhos bordejam tabuleiros costeiros (Figura 7, foto a).

Assim como o indicador anterior, a presença do indicador **(I) vegetação rasteira de dunas ou restingas soterradas com ou raízes expostas**, ocorrem onde depósitos flúvios marinhos bordejam os tabuleiros costeiros, destacando-se principalmente nas praias de Barra de Camaratuba e Tambá (Figura 8, foto b).

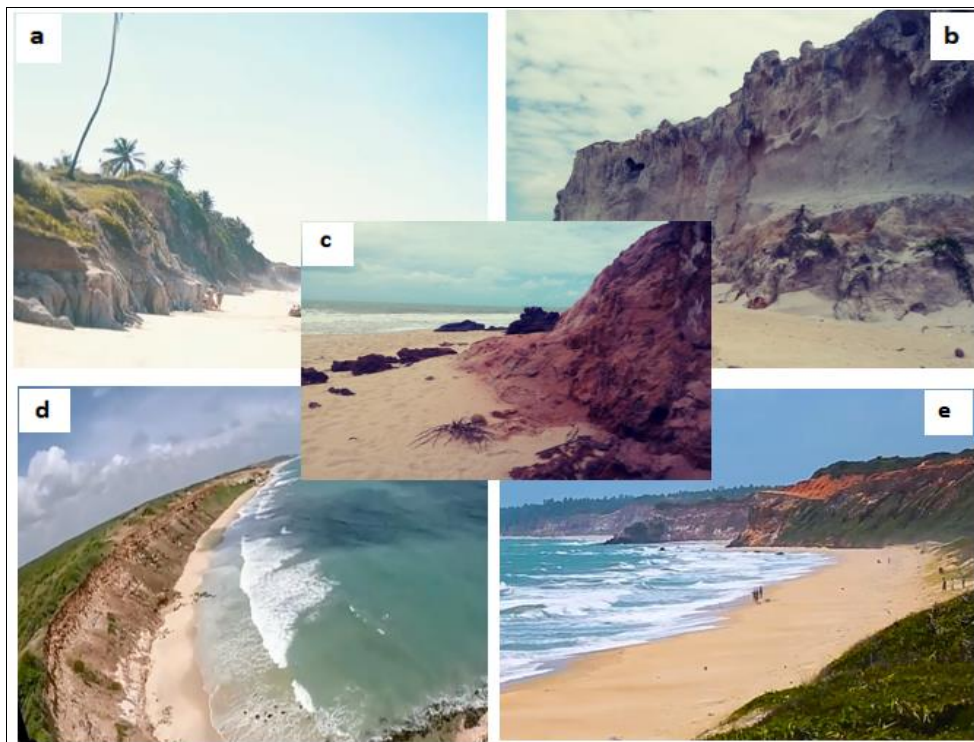
**Figura 08:** Geoindicador III de erosão progressiva, sem o desenvolvimento de falésias (praia do Tambá Foto a). Foto b) praia Barra de Camaratuba, presença do indicador (I) vegetação rasteira de dunas ou restinga soterrada ou com raízes expostas.



Autor: Charriere Gomes, 23 de setembro de 2019.

Por último, a **presença de falésias, indicador IX** (Figura 09), ocorre em uma ampla extensão ao longo da porção norte do município. Tornam-se evidentes nas praias do Forte, Giz Branco, Tambá, Cardosas e em parte de Barra de Camaratuba. Os sedimentos desse grupo apresentam uma colocação avermelhada, bastante litificados, decorrentes de uma composição rica em óxido de e hidróxido de ferro. Souza (2006) constatou que essas falésias apresentam inclinações com até 90° com alturas que variam de 20 a 38m.

**Figura 09 Indicador (IX)** presença de falésias. Foto (a) praia do Forte. Foto (b) praia do Giz Branco. Foto (c) praia do Tambá. Foto (d) praia das Cardosas. Foto (e) praia de Barra de Camaratura, no município de Baía da Traição.



Autor: Charriere Gomes 2019, foto C; Adventures (2018), fotos a,b,d,e vídeo disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=XWJQCcNIJDY>.

Nessa porção do município não há proteção exercida pela linha de recifes de arenito que se situam até área central da enseada de Baía da Traição, tornando-se assim mais perceptível a atuação das ondas correspondentes as mares de sizígia que solapam de forma mais acentuada as feições presentes na linha de costa.

A presença dos geoindicadores **(V) marcas de erosões nos muros residenciais** (Figura 10, d). **(VI) arvores na face de praia ou com raízes expostas** (Figura 10, e), **presença de obras de proteção costeira não estruturada** (Figura 10, c). **(X) destruição de estruturas artificiais construídas sobre o depósito marinho (Foto f)**, **(XI) restos de construções na face de praia** ocorrem em todo o perímetro urbano do município situado ao norte da enseada (Figura 10, a). O indicador **(VIII) presença de obras de proteção costeira estruturais** (Figura 10, b) está presente em apenas um único ponto, o 05, trata-se de uma estrutura de gabiões com aproximadamente setenta metros, construída por meio da prefeitura municipal de Baía da Traição, essa obra tem como objetivo de proteger a estrutura de uma praça pública do impacto das ondas. Estruturas semelhantes a essas, construídas na praça pública, tentaram ser expandidas para as áreas residenciais, no entanto, conforme relato do atual secretário do meio ambiente do município, não foi possível obter financiamento junto ao governo federal para realização, das construção, tendo em vista que as demais áreas afetadas são de uso privado.

**Figura 10:** Porção norte do município de Baía da Traição. PO= 04; 05; 06; 07. Presença dos indicadores (VIII) obras de proteção costeira estruturais (Foto b). Presença de obras de erosão costeira não estruturada (praia de Ponta das Trincheiras Foto C). (V) marcas de erosões nos muros residenciais (Foto d); (VI) árvores na face de praia ou com raízes expostas (Foto e). (X) destruição de estruturas artificiais construídas sobre o depósito marinho (Foto F).



Autor: Charriere Gomes (fotos b, c, d, e, f), imagens obtidas em setembro de 2019. (Foto a, imagem obtida do Google Earth).

### ***Classificação dos Geoindicadores***

#### ***Segmento sem geoindicadores de erosão costeira***

O seguimento de praia entre os pontos de observação 01, 02 e 03, apresentaram resultados nulos, ou seja, nessa área não se constatou a presença dos geoindicadores propostos neste trabalho. Esse trecho tem início na praia das trincheiras e finaliza-se na praia de Ponta das Trincheiras. Por ser uma área que está situada à margem norte do rio Mamanguape, ela acaba sofrendo grande aporte de sedimentos provenientes principalmente desse rio, que são depositados nas praias em decorrência do transporte de sedimentos carreados pela corrente marítima, que ocorre, preferencialmente, nessa região, no sentido Sul/Norte.

#### ***Segmento com geoindicadores de baixa intensidade de erosão costeira***

O setores caracterizados como de baixa intensidade corresponde aos pontos 13 e 14, localizados na praia de Barra de Camaratuba. Esse ambiente é caracterizado pela forte presença de falésias, que são decorrentes da Formação Barreiras, essas falésias encontram-se inativas (mortas) apresentando terraços arenosos no seu sopé, que as protegem da ação direta das ondas. Todavia, sobre essa área, Dominguez (2009) destaca que a presença de falésias próximas à linha de costa é indicativa de uma tendência de erosão a longo prazo. Estas feições são típicas de trechos de costas famintas de sedimentos.

### ***Segmento com geoindicadores de alta intensidade de erosão costeira***

As faixas referente aos demais setores apresentaram indicadores visuais de alta intensidade de erosão costeira, a incidência desses geoindicadores acentuam-se principalmente na área urbana do município, destacam-se principalmente os indicadores **X- destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos** e **XI- restos de construção na face de praia**, presentes nos pontos 04,05,06 e 07. Por sua vez o geoindicador **VIII- presença de obras de proteção costeira estruturais** está presente apenas ponto 05.

Beltrão et. al. (2015) destaca que as moradias localizadas nesse perímetro apresentam vulnerabilidade à ação destrutiva. Foram contabilizados, aproximadamente, 100 moradias, com cerca de 400 pessoas ameaçadas dentro deste setor. O mesmo autor destaca que o mar vem avançando nos últimos 20 anos, destruindo casas e estabelecimentos comerciais que antes ficavam a uma distância considerável do limite máximo da maré alta.

Para mitigar o poder destrutivo das marés, os moradores ao longo dos anos vêm construindo ou reforçando estruturas já existente, mas esses esforços não estão sendo suficientes para impedir o avanço do mar.

Provavelmente o processo de erosão que ocorre na enseada de Baía da Traição, decorre do aporte negativo de sedimentos na linha de costa. Uma vez que os sedimentos são transportados, preferencialmente, através da corrente litorânea no sentido S-N, e acabam sendo barrados na ponta da enseada devido à presença de recifes de arenito. Como os sedimentos servem de equilíbrio para feições praias, o acúmulo em determinadas áreas pode provocar ausência em outras. Na área de estudo, é isso que ocorre ao sul da enseada, verifica-se que as praias se encontram em processo de progradação, enquanto ao norte, os sedimentos encontram-se deficitários.

Os setores 07, 08, 09, 10, 11 e 12 apresentam o indicador **IX – presença de falésias vivas com altura até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não)**. Esse geoindicador estende-se deste a praia do Forte até a praia das Cardosas e e parte

de Camaratuba, essa região compreende, em grande parte, o perímetro rural do município, trata-se de uma área de demarcação indígena, onde não se verifica nenhuma construção de alvenaria, com exceção do Ponto 07, área de transição entre o aglomerado urbano e o perímetro rural.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos realizados e os conhecimentos adquiridos através deste trabalho, por meio de pesquisa de campo e informações bibliográficas podemos estabelecer alguns pontos conclusivos.

A área estudada apresenta diversas formas de impactos ambientais, cerca de 65 % da área está sobre algum efeito de processo erosivo. Essa degradação do meio físico em diferentes estágios, conforme essa pesquisa classificou, podem ser de baixa intensidade, moderada ou alta intensidade. Todavia, esse último destaca-se em quase todos os pontos observados (Quadro3).

Isso mostra a necessidade de elaboração e execução de planos por parte do poder público que mitigue os efeitos dos processos erosivos nessa localidade, uma vez o que risco se faz presente, e ameaça construções e vidas. Beltrão at. al. (2015) contabilizou aproximadamente, 100 moradias, com cerca de 400 pessoas ameaçadas no ano de 2015.

**Quadro 03:** Sumarização dos geoindicadores identificados e grau de intensidade de erosão costeira das praias do município de Baía da Traição (PB).

Pontos	Coodenadas UTM	Localização	Geoindicadores Observados	Intensidade de Erosão
1	286486.00 m E 9256681.00 m S	Praia das Trincheiras	Nenhum	Nula
2	286255.00 m E 9257617.00 m S	Praia das Trincheiras	Nenhum	Nula
3	286248.00 m E 9258622.00 m S	Praia das Trincheiras	Nenhum	Nula
4	286299.00 m E 9259635.00 m S	Praia ponta das Trincheiras	IV-V-VI-VII-VIII-X-XI	Alta
5	286230.00 m E 9260311.00 m S	Praia da Baía da Traição	IV-V-VII-X-XI	Alta
6	285328.00 m E 9260674.00 m S	Praia da Baía da Traição	IV-V-VI-VII-X-XI	Alta
7	284552.00 m E 9261332.00 m S	Praia da Baía da Traição	III-IV-V-VI-VII-IX-X-XI	Alta
8	284007.00 m E 9262229.00 m S	Praia do Forte	IV-IX	Alta
9	283678.00 m E 9263185.00 m S	Praia do Giz Branco	I-II-IV-IX	Alta
10	283470.00 m E 9264188.00 m S	Praia do Tambá	I-II-IV-IX	Alta
11	283251.00 m E 9265140.00 m S	Praia do Tambá/Praia das Cadeias	I-II-IV-IX	Alta
12	283056.00 m E 9266110.00 m S	Praia Barra de Camaratuba	I-II-IV-IX	Alta
13	282911.00 m E 9267104.00 m S	Praia Barra de Camaratuba	I-III	Baixo
14	282851.00 m E 9268150.00 m S	Praia Barra de Camaratuba	I-III	Baixo

## REFERÊNCIAS

BELTRÃO, B, A; SANTOS, F.G. Ação emergencial para reconhecimento de área de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchente. Baía da Traição. Baía da Traição – PB. CPRM, 2015.

BARBOSA, J. A. Evolução da Bacia Paraíba durante o mastrichitiano-paleoceno – Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE, Recife.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico de Baía da Traição, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 2p.

Cardoso, Thiago Mota; Guimarães, Gabriella Casimiro. (Orgs.). Etnomapeamento dos Potiguara da Paraíba. Brasília: FUNAI/CGMT/ CGETNO/CGGAM, 2012. (Série Experiências Indígenas, n.2) 107p. Ilust.

CARDOSO, T.M; MODERCIN, I.F. A construção da paisagem pelos Potiguara: do habitar cotidiano à ecologia política. ANAIS...28ª. Reunião Brasileira de Antropologia, SãoPaulo,2012.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

Dominguez, J.M.L. 2009 – The Coastal Zone of Brazil. In: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds) Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Elsevier, Amsterdam, pp 17-51

FURRIER, M. Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha João Pessoa a 1:100.000. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo, 2007.

Gregório et al., Mudanças posicionais da linha de costa nas praias do Pina e de Boa Viagem, Recife, PE, Brasil

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

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

MUEHE, Dieter. Panorama da Erosão Costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambeinte (MMA), 2018.

NEVES, S. M. Erosão Costeira no Estado da Paraíba. Tese (Doutorado em Geologia) UFBA. Salvador, BA. 2003.

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). PósGraduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Tese de Doutorado.

REIS, C.M.M.; FEITOSA A.P.C.; REIS, A, L, Q: Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. Revista Okara 2019.

Souza, C.R de G., Souza Filho, P.W.M., Esteves, S.L., Vital, H., Dillenburg, S.R., Patchineelam, S.M. & Addad, J.E. (2005) - Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: C.R. de G. Souza, K. Suguio, A.M. Santos & P.E. Oliveira (eds.), "Quaternário do Brasil", p.130-152, Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, Brasil. (ISBN-10: 8586699470).

Suguio, K. Dicionário de geologia marinha. T.A. Queiroz, São Paulo, SP, 1992. 171p.

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

SOUZA. C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revist a Gestão Costeira Integrada. 2009.

SOUZA, Henrique C. Caracterização do meio físico da orla marítima dos municípios de Baía da Traição e Marcação, litoral norte da Paraíba: subsídio para o gerenciamento costeiro integrado. 168f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L.S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. 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, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005.

Silva M.G. 2014. Geoindicadores de erosão e acumulação das praias do município de Aracaju – Sergipe. MS Dissertation, Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005.