

# INVENTÁRIO DOS GEOFORMOSSÍTIOS DO LITORAL DO PIAUÍ

## *INVENTORY OF THE GEOMORPHOSITES OF THE COAST OF THE PIAUÍ*

## *INVENTARIO DE LAS GEOMORFOSITAS DE LA COSTA DE PIAUÍ*

LARYSSA SHEYDDER DE OLIVEIRA LOPES

<sup>1</sup> Professora do Instituto Federal do Maranhão, Campus Bacabal.

Avenida João Alberto, 1840, CEP: 65700-000, Bacabal, Maranhão, Brasil. Tel.: (86) 99956-0181, laryssa.lopez@ifma.edu.br  
<http://orcid.org/0000-0002-6886-6156>

Recebido \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Enviado para correção \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Aceito \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi fazer o inventário dos geomorfossítios do litoral piauiense. Apesar da pouca extensão de sua linha de costa - 66km - a área em estudo, é marcada por uma variedade de feições geomorfológicas, como: faixa praial; campos de dunas; planícies fluviais; planícies flúvio-marinhas; planícies flúvio-lacustres e tabuleiro costeiro. A metodologia baseou-se na pesquisa de gabinete, pesquisa de campo e mapeamento dos geomorfossítios. Os geomorfossítios Delta do Parnaíba, Pedra do Sal, Lagoa do Portinho, Estuário Cardoso/Camurupim, Macapá, e Estuário Ubatuba/Timonha apresentam potencial geoturístico e todos são passíveis de serem utilizados para fins didático e científico. Ressalta-se a importância do mapeamento geoturístico, a indicação de roteiros didáticos para auxiliar professores e alunos na pesquisa de campo, assim como a elaboração de meios interpretativos.

**Palavras-chave:** Geomorfologia. Patrimônio Geomorfológico. Litoral. Piauí.

### ABSTRACT

The objective of this research was to make an inventory of the geomorphosites of the Piaui coast. Despite the short length of its coastline - 66km - the area under study, is marked by a variety of geomorphological features, such as: beach strip; dune fields; river plains; fluvial-marine plains; fluvial-lake plains and coastal board. The methodology was based on cabinet research, field research and mapping of geomorphosites. The geomorphosites Delta do Parnaíba, Pedra do Sal, Lagoa do Portinho, Cardoso / Camurupim Estuary, Macapá, and Ubatuba / Timonha Estuary have geotouristic potential and all can be used for didactic and scientific purposes. The importance of geotouristic mapping, the indication of didactic scripts to assist teachers and students in the field research, as well as the elaboration of interpretative means is emphasized.

**Palavras-chave:** Geomorphology. Geomorphological Heritage. Coast. Piauí.

### RESUMEN

El propósito de esta investigación fue realizar un inventario de las geomorfositas de la costa de Piauí. A pesar de la corta longitud de su litoral (66 km), el área en estudio está marcada por una variedad de características geomorfológicas, como: franja de playa; campos de dunas; llanuras fluviales; llanuras fluvial-marinas; llanuras-lacustres fluviales y tablero costero. La metodología se basó en la investigación de gabinete, la investigación de campo y el mapeo de geomorfositos. Los geomorfositos Delta do Parnaíba, Pedra do Sal, Lagoa do Portinho, Estuario Cardoso / Camurupim, Macapá y Estuario Ubatuba / Timonha tienen potencial geoturístico y todos pueden ser utilizados con fines didácticos y científicos. Se enfatiza la importancia del mapeo geoturístico, la indicación de guiones didácticos para ayudar a docentes y estudiantes en la investigación de campo, así como la elaboración de medios interpretativos.

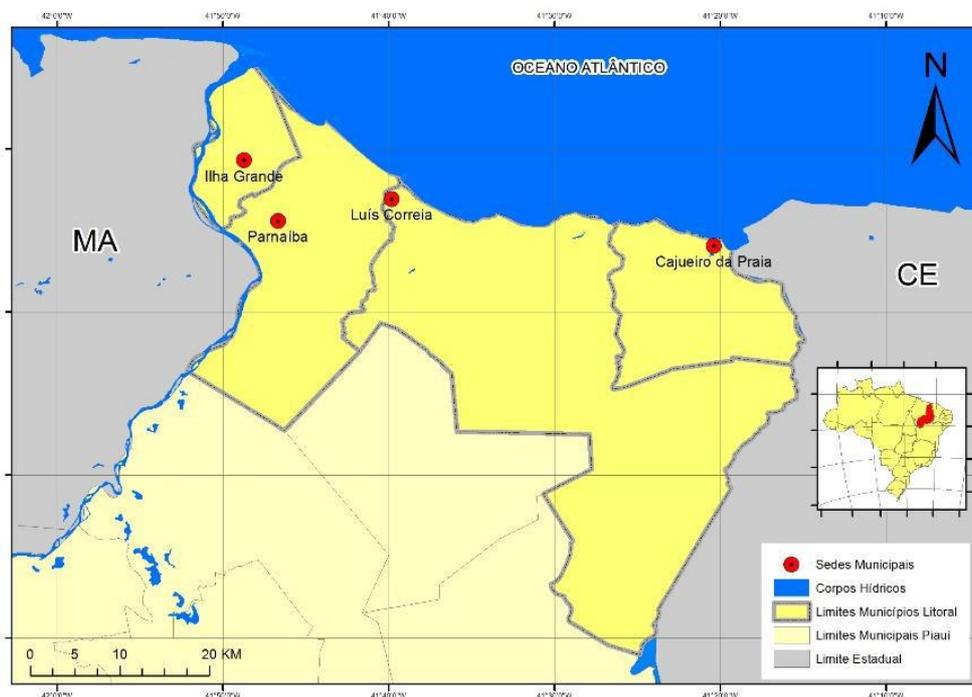
**Palavras-chave:** Geomorfología. Patrimonio Geomorfológico. Costa. Piauí.

## INTRODUÇÃO

O estado do Piauí possui o menor litoral do Brasil, com uma linha de costa de 66km de extensão, obtidos após uma troca territorial, no ano de 1880, com a vizinha Província do Ceará, por meio da permuta do então distrito de Amaração (atual município de Luís Correia) pelos municípios de Príncipe Imperial (atual Crateús) e Independência (BAPTISTA, 1981).

Inserida entre as coordenadas de 02°42'35" e 03°05'02" de latitude sul e de 41°14'53" e 41°52'46" de longitude oeste, a zona costeira piauiense limita-se a leste com o rio Ubatuba, que separa o Piauí do estado do Ceará e a oeste com o rio Parnaíba que separa o Piauí do estado do Maranhão, com uma área de 1.200km<sup>2</sup>, compreendendo os municípios de Ilha Grande, Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia (CAVALCANTI, 2001) (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização dos municípios que compõem o litoral piauiense.



Fonte: Organizado pela autora (2016).

Cavalcanti (2002) compartimentou a zona costeira piauiense em três trechos, com base nos aspectos da dinâmica natural da costa. São eles:

- O primeiro trecho compreende a Barra das Canárias até o município de Luís Correia, com sentido dos ventos na direção NW-SE, preferencialmente, com o transporte de sedimentos perpendicular a este sentido, favorecendo a sedimentação;
- O segundo trecho compreende desde o município de Luís Correia à Praia de Macapá; mais propício à acumulação de sedimentos, favorecendo a formação de um extenso campo de dunas dissipativas;
- O terceiro trecho compreende desde a Praia de Macapá à Barra do Timonha, na divisa com o estado do Ceará, com ventos no sentido de W-E, apresentando-se como um setor de baixa energia e sujeito a inundações de origem fluvial.

Esta pesquisa buscou fazer o levantamento dos locais com relevante interesse geomorfológico do litoral piauiense. O inventário destes locais, definidos como geomorfossítios, dá subsídios para o planejamento de seu uso com finalidades específicas como o uso turístico, didático e/ou científico. De acordo com os critérios de relevância definidos pelo pesquisador, estes geomorfossítios podem ser classificados como patrimônio geomorfológico.

O patrimônio geomorfológico, integrado ao geopatrimônio, representa o conjunto de geofomas e processos associados ao relevo capazes de expressar de forma singular uma parte da evolução da superfície da Terra. O relevo mantém uma memória geodinâmica que se sucede ao longo do tempo e por isso possui valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e econômico/social significativos (LOPES, 2017).

O termo geofoma, muito citado nos estudos acerca do patrimônio geomorfológico, é definido por Mamede (2000) como as formas da superfície da Terra, concebidas como setores

ou entidades do espaço, as quais possuem geometricidade própria. Este conceito também é flexível e varia de acordo com o nível de percepção e a escala de análise e mapeamento, não representando apenas uma forma geométrica em si, mas também os processos dentro de uma determinada área delimitada.

## METODOLOGIA

O recorte espacial para o levantamento dos locais de potencial interesse geomorfológico, no litoral piauiense, se refere às folhas topográficas SUDENE/DGP Parnaíba (SA 24 Y-A-IV) e Bitupitá (SA 24 Y-A-V), em escala de 1:100.000, localizadas entre as coordenadas 02°42'35" e 03°05'02" de latitude sul e 41°14'53" e 41°52'46" de longitude oeste.

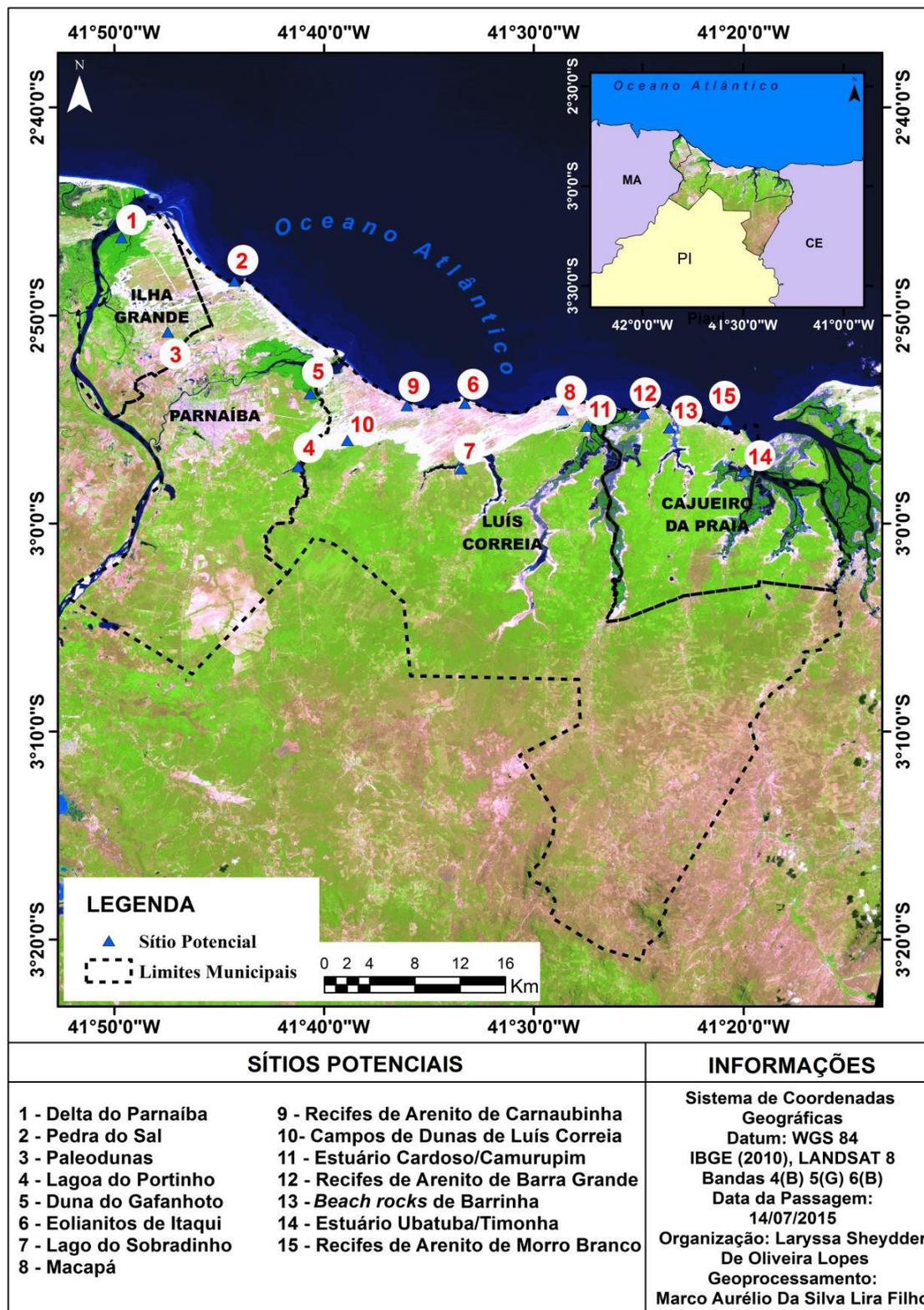
O reconhecimento destes locais iniciou-se com o estabelecimento de setores, que nesta pesquisa optou-se pelos municípios, em seguida, foi realizado o levantamento bibliográfico, com um aprofundamento acerca da geologia e geomorfologia da área a partir dos trabalhos de Cavalcanti (2001); Baptista (2010); Paula (2013) Pfaltzgraff et al (2010) e Arias (2015), assim como foi utilizada a base cartográfica geológica e geomorfológica da região.

Foram realizadas pesquisas de campo nos meses de setembro de 2015, janeiro, fevereiro e outubro de 2016 para coletar dados sobre a geoformas e processos geomorfológicos, coordenadas geográficas e realizar registro fotográfico.

O inventário dos locais, baseou-se no método de estabelecimento de setores, de acordo com os critérios do pesquisador, no caso desta pesquisa, os municípios. Foram identificados quinze locais de potencial interesse geomorfológico, agrupados em setores definidos de acordo com os municípios que fazem limite com a linha de costa: um sítio no município de Ilha Grande; três sítios no município de Parnaíba; seis sítios no município de Luís Correia e cinco sítios no município de Cajueiro da Praia (Figura 2).

O estabelecimento destes setores é importante para que sejam reconhecidos, de forma sistemática e pautado na pesquisa bibliográfica e de campo, todos os sítios geomorfológicos na área pesquisada, evitando assim uma seleção de forma arbitrária ou que sejam escolhidos apenas os sítios mais conhecidos pela comunidade. A pesquisa de campo é fundamental para que seja feito um levantamento detalhado de todos os locais em que as geoformas ou processos se destaquem na paisagem das unidades geomorfológicas identificadas na base cartográfica.

Figura 2 - Mapa de localização dos geomorfofossítios do litoral piauiense.



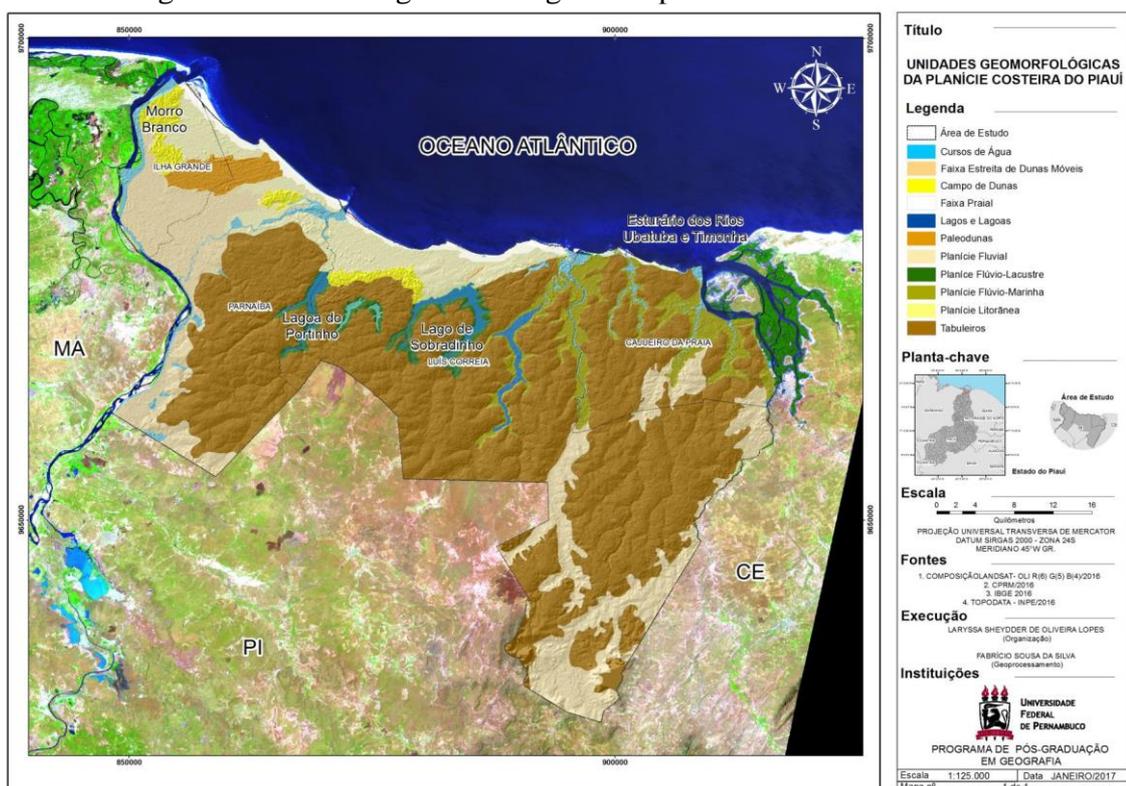
Fonte: Organizado pela Autora (2016).

## DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DO PIAUÍ

A zona costeira piauiense é marcada por uma variedade de unidades geomorfológicas, como: faixa praial; campos de dunas; planícies fluviais; planícies flúvio-marinhas; planícies flúvio-lacustres, tabuleiro costeiro, dentre outras categorias. Estas feições são resultantes da ação conjugada de ondas, correntes costeiras, fatores climato-meteorológicos, ação de diferentes agentes e processos de acumulação marinha e fluvial.

As unidades geomorfológicas, utilizadas como parâmetro de identificação dos geomorfossítios foram: planície litorânea; planícies lacustre e flúvio-lacustre; planície flúviomarinha; paleodunas; campos de dunas; planície fluvial e; tabuleiros (Figura 3).

Figura 3 - Unidades geomorfológicas da planície costeira do Piauí.



Fonte: Organizado pela autora (2016).

A planície litorânea tem disposição contínua desde a foz do rio Timonha, na divisa entre os estados do Piauí e Ceará, até o Delta do Parnaíba, na divisa entre o Piauí e o Maranhão. Com uma porção mais estreita na porção leste, possui uma largura média em torno de 5 a 7km, sendo composta, essencialmente, por sedimentos inconsolidados do Quaternário, submetidos à ação marinha, eólica, fluvial e flúvio-marinha. A planície litorânea apresenta como feições principais: a faixa praial; os campos de dunas dissipadas e estabilizadas; e a planície flúvio-marinha.

As praias são de largura variada, com eventual ocorrência de afloramentos rochosos. Apresentam sedimentos Holocênicos e são sujeitas às influências das marés, formando uma superfície arenosa acumulada pelos agentes marinho e fluviais. Somente em casos excepcionais, a alta praia é inundada por ocasião de ressacas.

As dunas são mobilizadas (dunas móveis, com maior expressão espacial) de acordo com a direção dos ventos de E-NE, o que implica numa forte instabilidade ambiental desta área; e as estabilizadas (paleodunas) são fixadas pela cobertura vegetal e desenvolvimento dos solos, estando localizadas mais distantes da linha de costa. O campo de dunas tem largura

mais expressiva na porção oeste do litoral piauiense, cobrindo a extensão da porção norte de Ilha Grande, ao quebra-mar de Luís Correia.

A planície flúvio-marinha é de acumulação de sedimentos continentais e marinhos, compreendendo áreas inundáveis, isto é, nas desembocaduras fluviais, com penetração para o interior até onde os efeitos das marés são sentidos. Há ocorrência de setores anastomosados, que isolam ilhas na área do Delta do Parnaíba e os baixos vales dos rios Timonha e Cardoso.

Um dos aspectos que se destaca na paisagem costeira piauiense é a formação do Delta do Parnaíba, resultante do transporte de sedimentos fluviais dos afluentes do rio Parnaíba, com uma taxa de acumulação superior à velocidade das correntes fluviais, após a regressão marinha holocênica, ocasionando a formação de inúmeras ilhas de sedimentação deltaica.

De acordo com Rossetti (2008, p.257), "deltas são ambientes deposicionais localizados na desembocadura de um rio, onde o fornecimento de sedimentos é mais rápido que o retrabalhamento por processos atuantes na bacia de deposição". Eles são classificados em três categorias: delta fluvial; delta de onda e delta de maré.

O Delta do Parnaíba estende-se por uma área de 2.700km<sup>2</sup>, dos quais 65% pertence ao estado do Maranhão e 35% ao estado do Piauí. Compreende desde a Barra de Tutóia (MA) à Barra do Igarauçu, no lado piauiense, formando aproximadamente 80 ilhas, das quais a maior é a Ilha de Santa Isabel (PI) e a segunda é a Ilha das Canárias (MA).

O Delta do Parnaíba, juntamente com os Lençóis Maranhenses (MA), foi indicado para compor o cadastro da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil (SIGEP). Segundo Aziz, este sítio geomorfológico constitui um gigantesco complexo sistema de dunas, mangues e restingas. O Delta do Parnaíba é considerado a mais perfeita forma de uma região deltaica do país (WINGE et al, 2013).

A região do Delta do Parnaíba apresenta condições fisiográficas e ecológicas bastante complexas e dotadas de originalidade ímpar compreendendo um conjunto de ecossistemas embutidos em tabuleiros pré-litorâneos da Formação Barreiras. Caracteriza-se por uma desembocadura múltipla, ramificada em um arquipélago com cerca de setenta ilhas de variadas dimensões, separadas por canais fluviais labirínticos, alcançando o Oceano Atlântico através de cinco barra (WINGE et al, 2013, p.320).

As unidades geomorfológicas lacustres e flúvio-lacustres também ocorrem ao longo de todo o litoral, com dimensões variadas. São planícies de acumulação de sedimentos arenos-argilosos, de acumulação lacustre e/ou fluvial. Compreendem áreas inundáveis, com solos aluviais, muito comum no município de Ilha Grande.

As planícies fluviais se desenvolvem às margens dos cursos d'água. São áreas planas resultantes da acumulação fluvial, proporcional ao escoamento, transporte e deposição das correntes fluviais, com ocorrência de sedimentos finos a grosseiros do Pleistoceno e Holoceno. Compreendem áreas sujeitas a inundações. A planície de maior expressão espacial é a do rio Parnaíba, cabendo fazer referência também aos estuários dos rios Cardoso/Camurupim e Ubatuba/Timonha. São áreas geralmente cobertas por matas ciliares, sendo a espécie da carnaúba a maior referência.

Quanto aos tabuleiros costeiros, são superfícies dissecadas, de largura variável e contínua ao longo da costa, em planícies tabulares, com suave desnível em direção ao mar e níveis altimétricos que variam de 30 a 40m.

De modo geral a natureza e características morfológicas do litoral piauiense, refletem modelados de acumulação e de erosão marinha, flúvio-marinha e eólica, que são indicadores de diferentes estágios da evolução da linha de costa.

Tem-se constatado que a oscilação do nível marinho foi de fundamental importância na evolução das planícies costeiras brasileiras. Evidências dessas oscilações vem sendo observadas há muito tempo. Essas evidências chegaram a ser atribuídas ao período Terciário pelos primeiros pesquisadores, mas posteriormente, foram relacionadas ao Quaternário Recente, tendo sido estudadas inicialmente pelo ponto de vista essencialmente geomorfológico (SUGUIO et al, 1985, p. 274).

Segundo Rossetti (2008), o ambiente costeiro caracteriza-se pelas frequentes mudanças espaciais e temporais, devido à ação de agentes geológicos e geomorfológicos, tornando esta área bastante dinâmica, com um complexo conjunto de sistemas deposicionais e erosivos, decorrentes da ação das ondas, das marés, das correntes de litorâneas, além das influências antrópicas. Toda esta dinâmica produz uma diversidade de ambientes e, conseqüentemente, de feições geomorfológicas.

De acordo com Suguio (2010), os níveis dos oceanos são controlados pelos seguintes fatores: i) flutuações nos volumes das bacias oceânicas (tecnoeustasia); ii) flutuações nos volumes das águas nas bacias oceânicas por processos de glaciação e deglaciação (glacioeustasia) e; iii) deformações das superfícies oceânicas por causas gravitacionais (geoidoeustasia).

Por sua vez, o citado autor afirma que as mudanças nos níveis dos continentes têm como fatores controladores: i) movimentos tectônicos e isostáticos (horizontais e verticais); ii) deformações das superfícies continentais por causas gravitacionais.

Desta forma, as variações do nível do mar são resultantes das variações do nível marinho (eustasia) e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia), refletindo diretamente nas feições e na compartimentação costeira. Segundo Paula (2013), as provas evidentes destas variações são as amplas planícies costeiras, com cordões paralelos à linha de costa e os depósitos de organismos vivos, os sambaquis, como ocorre no litoral piauiense, no Sítio Seu Bode, localizado no município de Luís Correia.

A análise da evolução da paisagem costeira no tempo geológico pode reconstituir padrões de variação do nível do mar, possibilitando entender os fatores que, direta ou indiretamente, influenciaram nestas mudanças. A zona costeira consiste de sistemas deposicionais efêmeros, geográfico e temporalmente, que geram morfologias variadas em constante mutação (ROSSETTI, 2008).

Segundo Paula (2013), as mudanças climáticas cíclicas, ocorridas durante o Quaternário, marcaram os episódios de regressão/transgressão marinha da costa do Nordeste. O Mioceno-Plioceno (entre 23 e 12 milhões de anos), foi marcado pela predominância do clima semiárido e pelo soerguimento do interior continental e teve como consequência a erosão, por intemperismo, dos sedimentos da bacia do Parnaíba, formando os depósitos da Formação Barreiras, que por sua vez provocou um rebaixamento do relevo. Este material erodido foi depositado em forma de leques coalescentes e só cessou com o início de um período mais frio e úmido na região.

No período denominado de Máximo da Transgressão Mais Antiga, acerca de 120 mil anos (supõe-se no Pleistoceno), a subida do nível do mar provocou a erosão da porção dos leques coalescentes citados, entalhando as falésias na Formação Barreiras.

No litoral do Piauí, estas feições encontram-se ao nível do mar, na forma de recifes de arenito, no município de Cajueiro da Praia, sendo, portanto, indicativos deste episódio de transgressão marinha.

As rochas que mantêm os recifes de arenito são chamadas de *beachrocks* e constituem uma herança de paleopraias subatuais litificadas. Durante a maré baixa, eles afloram parcialmente e na maré alta funcionam como faixas de arrebenção, atenuando os processos de formação das praias atuais e contribuindo na formação de piscinas naturais entre o bloco

arenítico e a linha de costa (AB'SÁBER, 2005).

Ainda no Pleistoceno, uma nova fase de clima semiárido e de regressão do nível do mar, reduziu a cobertura vegetal que já se desenvolvia sobre a Formação Barreiras, deixando o solo exposto a um novo processo erosivo. Os sedimentos erodidos, foram depositados no sopé das falésias, esculpidas no episódio transgressivo, sendo então chamados de Leques Aluviais Pleistocênicos. Posteriormente, a superfície destes leques, foi retrabalhada pelos ventos, formando os primeiros campos de dunas, que atualmente são denominadas de paleodunas.

Após a deposição dos Leques Aluviais Pleistocênicos houve uma nova transgressão, Máximo da Penúltima Transgressão, quando o nível do mar chegou a subir oito metros, provocando o recuo da linha de falésias na porção externa da Formação Barreiras. Em seguida, com um novo rebaixamento do nível do mar, de cerca de 140m, houve a formação, por acumulação, dos Terraços Marinheiros Pleistocênicos, que, retrabalhados pela ação dos ventos, também deram origem a campos de dunas.

Durante o Máximo da Última Transgressão Marinha, o nível do mar subiu até 5 metros, atingindo os já formados Terraços Marinheiros Pleistocênicos, erodindo-os parcialmente e formando um sistema de lagunas, lagoas costeiras e ilhas de barreiras. Após uma nova regressão, formaram-se, por deposição, os Terraços Marinheiros Holocênicos, as ilhas flúviomarinhas do Delta do Parnaíba e, novamente, a partir da ação dos ventos, novos campos de dunas foram formados, as atuais dunas móveis. Foram registrados mais dois pequenos períodos de regressão alternados com de transgressão, até a definição da configuração atual do litoral.

Ainda segundo Paula (2013), o litoral piauiense teve um processo evolutivo diferente, quando comparado com a evolução costeira nordestina, em virtude do afundamento do pacote sedimentar da Formação Barreiras na linha de costa, que resultou no impedimento de formação de falésias vivas, ficando o contato dos depósitos Tercio-Quaternário protegido pelos extensos campos de dunas móveis.

## GEOMORFOSSÍTIOS DO LITORAL PIAUIENSE

Uma vez realizado o inventário, foram aplicados critérios de exclusão, visando o uso didático e turístico. O primeiro critério de exclusão foi a antropização, ou seja, os locais em que as atividades humanas se processaram de forma que comprometeram as características geomorfológicas, descaracterizando-os. Foram excluídos: o sítio Duna do Gafanhoto, pelo critério de antropização. Pelo critério de representatividade, foram excluídos o sítio Recifes de Arenito de Carnaubinha e o sítio Recifes de Arenito de Barra Grande (LOPES, 2017).

- Geomorfofóssítio Delta do Parnaíba

O geomorfofóssítio representa a maior área de planície flúvio-marinha da área pesquisada, associada à formação de um delta. Os deltas formam-se pela deposição de sedimentos na desembocadura dos cursos d'água, quando a taxa de acumulação é maior que a taxa à qual o sedimento é erodido e disperso pelas ondas e correntes marinhas (BIRD, 2008). Trata-se de um delta de onda, que ocorre em costas com domínio de processos de onda, em que a carga dos sedimentos fluviais, ao chegar na frente deltaica, é rapidamente redistribuída pela dinâmica litorânea. A progradação neste tipo de delta não fica retida na costa, mas se manifesta em toda a extensão da frente deltaica. A maioria dos deltas formados em ambientes marinheiros no Brasil são do tipo de onda, sendo desenvolvidos na região Nordeste (ROSSETTI, 2008) (Figura 4).

Figura 4 - Vista panorâmica da Barra das Canárias no Delta do Parnaíba.



Foto: Autora, 2016.

- Geomorfofóssítio Pedra do Sal

Praia correspondente a cordões arenosos, isto é, um estreito e alongado depósito arenoso, com relevo plano, em contato direto com a faixa de praia, composto por material quartzoso, semelhante ao encontrado nos depósitos sedimentares das praias atuais.

O promontório rochoso granítico que aflorou na área deu origem a duas faixas praias distintas: no lado leste dissipativa e no lado oeste refletiva. As ondas, ao atingirem o promontório sofrem deformações no trem de ondas, incidindo sobre a praia muitas vezes em ângulos retos, fazendo com que as ondas mais altas em preamar descarreguem mais energia na face de praia, causando em médio e longo prazo o recuo da linha de costa. Este recuo é característico ao longo de toda a costa piauiense em virtude da presença dos recifes de arenito e dos pontais, como o do Sardim, de Itaqui e do Coqueiro (PAULA, 2013) (Figura 5).

Figura 5 - Promontório rochoso da praia Pedra do Sal e destaque em vermelho para as ondas de incidência regular e em amarelo incidência de ondas difratadas.



Fonte: Reis (2016) modificada pela autora (2016).

- Geomorfossítio Paleodunas

A formação do campo de paleodunas está relacionada a um aumento do nível do mar e consequente deposição de sedimentos, durante o Pleistoceno. O movimento regressivo do mar seguinte proporcionou a geração de um terraço marinho, que foi, em parte retrabalhado eolicamente, fornecendo material para a construção das paleodunas (PFALTZGRAFF *et al*, 2010).

As paleodunas, também conhecidas como dunas fixas ou estabilizadas, de idade mais antiga estão situadas mais para o interior, como as identificadas no sítio geomorfológico. Caracterizam-se por apresentar incipiente desenvolvimento pedogenético, com solos permeáveis e de relativa fertilidade, favorecendo o desenvolvimento de cobertura vegetal, de porte arbóreo, promovendo a fixação das dunas. A área do sítio também é entremeada por lagoas costeiras (Figura 6).

Figura 6 - Campo de paleodunas nas margens da PI-116, em Ilha Grande de Santa Isabel.



Fonte: Autora (2016)

- Geomorfofóssito Lagoa do Portinho

Localizada entre os municípios de Parnaíba e Luís Correia, sua origem está relacionada às oscilações no nível do mar durante o Quaternário e o desenvolvimento de dunas móveis de origem marinha e fluvial que a isolaram do oceano (Cavalvanti, 2001). Possui uma área de 6km<sup>2</sup> e se estende por cerca de 9km no sentido norte-sul no leito do Rio Portinho. Entre os anos de 2014 e 2016, período de realização desta pesquisa, a Lagoa teve perda considerável de seu espelho d'água, além de sofrer com os impactos derivados do uso e ocupação humana de forma irregular, e conseqüentemente, a atividade turística, de grande fluxo naquela região, reduziu drasticamente.

Somente no ano de 2017, com o início do período chuvoso, é que o espelho d'água foi, aos poucos, voltando ao seu estado normal. A construção de barragens, uso para irrigação e os baixos índices pluviométrico, são apontados como as causas da perda do espelho d'água da Lagoa do Portinho. Outro fator que, ocasionalmente, dificulta o uso e até mesmo o acesso à Lagoa, é a intensa movimentação das dunas, que, por vez, barram as vias de acesso. Este geomorfofóssito, inicialmente, estava na lista de exclusão, por motivos de antropização, porém, em virtude de sua importância turística para a área, foi novamente incluído no inventário (Figura 7).

Figura 7 - Estrada de acesso à Lagoa do Portinho interditada devido ao avanço das dunas móveis em janeiro de 2016.



Fonte: Autora (2016).

- Geomorfossítio Eolianitos de Itaqui

Os eolianitos são geoformas recentes quando comparados com a história evolutiva da Terra, mas, são considerados antigos quando comparados às dunas móveis atuais. De acordo com Arias (2015), utilizando o método <sup>14</sup>C, os eolianitos de Itaqui possuem idade aproximada 2.200 anos A.P.

Estes depósitos encontram-se a cerca de 500m da linha de preamar e tem como fatores condicionantes de sua formação a disponibilidade de areia proveniente de uma faixa praial larga, boa velocidade dos ventos para remobilizá-las, baixa umidade atmosférica e elevada insolação. Apresentam feições de relevo ruiforme, produzido pela erosão eólica, e são conhecidos localmente como "cascudos" devido ao seu aspecto mais rígido quando comparados aos demais depósitos eólicos móveis da região (Figura 8).

Figura 8 - Eolianitos na praia de Itaqui.

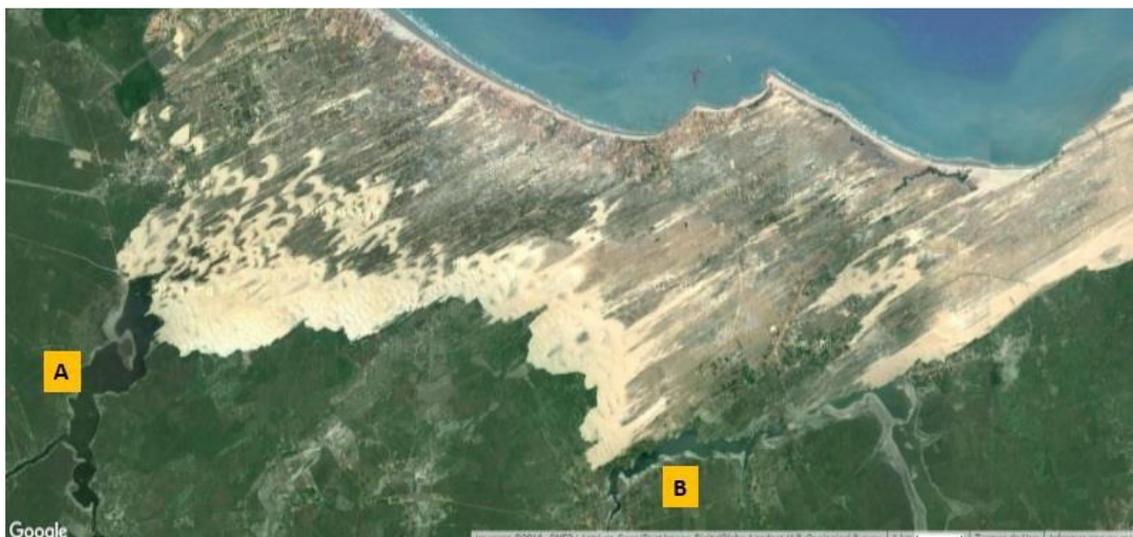


Fonte: Autora (2016).

- Geomorfossítio Lago de Sobradinho

A origem do lago está relacionada às oscilações do nível do mar durante o Quaternário. Em torno de 5.100 anos AP, no Holoceno, o nível do mar subiu em torno de 5m, representando o Máximo da Última Transgressão Marinha. Durante essa transgressão os terraços marinhos pleistocênicos foram parcialmente erodidos e o sistema de lagos e lagoas foi formado. Posteriormente o mar voltou a regredir em torno de 3.900 anos AP e com isso ocorreu uma nova sequência de deposição de sedimentos, formando os terraços marinhos holocênicos. A ação do vento, retrabalhando esses terraços deu origem aos campos de dunas, que por sua vez, reforçaram o barramento de canais fluviais, permitindo que fossem mais bem definidos os lagos e lagoas costeiras do Piauí (PAULA, 2013) (Figura 9).

Figura 9 - Barramento de lagos e lagoas na planície litorânea piauiense pelas dunas móveis com destaque em (A) para a Lagoa do Portinho e (B) para o Lago de Sobradinho.



Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2016)

- Geomorfossítio Macapá

A praia não apresenta obstáculos rochosos na porção submersa adjacente à linha de praia, como os recifes de arenito, desta forma o processo de erosão marinha é intenso nesta área. Somado a este fator, o crescimento do cordão arenoso, na margem do rio Camurupim, provoca deformação no trem de ondas contribuindo assim para o aumento da erosão no lado oposto, conhecido como Ponta do Anel. É comum a formação de piscinas naturais quando a maré está baixa nesta praia.

Segundo Paula (2013) são encontrados neste sítio afloramentos de paleomangue que estão associados à migração da desembocadura do rio Cardoso, tendo causado um recuo da linha de costa superior a 150m. A presença destes afloramentos é importante para a análise da variação do nível marinho. A linha de costa, nas últimas três décadas, entre 1987 e 2010, recuou até 550m (Figura 10).

Figura 10 - Paleomangue na praia de Macapá, no município de Luís Correia (PI).



Fonte: Autora (2016)

- Geomorfofossítio Campo de Dunas de Luís Correia

No trecho entre os municípios de Luís Correia e a praia de Itaqui, houve um rebaixamento da planície litorânea que favoreceu o aumento da velocidade dos ventos em transportar partículas de areia, contribuindo para a formação de um extenso campo de dunas móveis nesta área.

Campo de dunas livres correspondem a depósitos de areia eólica de grande escala em movimento, rumo ao interior, ou, mais raramente, subparalelo à costa, contribuindo para a formação e assoreamento de lagoas interdunares, estradas, residências e manguezais. As dunas móveis caracterizam-se pela ausência de vegetação ou estão cobertas parcialmente por espécies pioneiras ou de pequeno porte.

A origem destes campos dunares está relacionada, principalmente, ao transporte dos sedimentos das praias, pela ação dos ventos, em direção predominantemente nordeste, no sentido E-NE e também pela alta taxa de evaporação da água. São posteriores à fase de escoamento fluvial mais recente.

Comportam-se como aquíferos livres, devido ao alto grau de permeabilidade, contribuindo para a alimentação de águas subterrâneas e pelo processo de percolação, abastecem as lagoas interdunares (Figura 11).

Figura 11 - Campo de dunas móveis em Luís Correia (PI).



Fonte: Autora (2016).

- Geomorfossítio Estuário Cardoso/Camurupim

As bacias dos rios Cardoso e Camurupim estende-se no sentido Sul-Norte, com canais anastomosados, em áreas inundáveis e presença de exuberantes manguezais (CAVALCANTI, 2001). O rio Cardoso é perene e desemboca no Oceano Atlântico, formando pequenos igarapés. O rio Camurupim, também chamado de Campos, nasce na Serra dos Macacos, no município de Cocal (PI) e tem como tributários os rios Juazeiro, Apicum e Camboa do Pará. A planície do Camurupim ainda avança 20km continente adentro, permitindo a circulação da água do mar, que resulta na formação de salinas em seu interior (LIMA, 2005).

O estuário dos rios Cardoso e Camurupim é dominado por ondas, caracterizado morfologicamente, por área subaquosa ampla ou bacia central na terminação de um sistema fluvial afogado, formada pela presença de um anteparo na desembocadura do sistema. A nomenclatura deste anteparo varia na literatura, podendo ser chamado de ilha-barreira, spit, flecha costeira ou cordão arenoso (Figura 12).

Figura 12 - Esporão arenoso e bancos de sedimentos fluviais no estuário dos rios Cardoso e Camurupim.



Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2016). Fotos da autora (2016).

- Geomorfossítio *Beach rocks* de Barrinha

Os recifes de Barrinha são os únicos do tipo de praia do litoral piauiense, com uma extensão significativa na linha de praia, cerca de 2.081m (Figura 35). Eles apresentam inclinação em direção ao mar, acompanhando a declividade da praia, ratificando sua função de proteção da linha de costa (BAPTISTA, 2010). A sua formação pode estar relacionada ao sistema estuarino da Lagoa do Santana, uma vez que o contraste da salinidade entre a água doce da lagoa e a salgada do mar, reduz a salinidade, provocando a precipitação do carbonato de cálcio sobre a costa (BAPTISTA; HORN, 2014).

Considerando a estratificação cruzada e o pacote longitudinal, seguindo a linha de costa, pode-se supor que são testemunhos de antigas faixas praias, em um período em que o oceano se encontrava em nível superior. Sua formação pode também estar associada à antiga desembocadura do riacho Barrinha, atualmente a 1,3km a oeste deste afloramento (PAULA, 2013) (Figura 13).

Figura 13 - *Beach rocks* da praia de Barrinha.



Fonte: Autora (2016).

- Geomorfofossítio Recifes de Arenito de Morro Branco

De acordo com Baptista (2010), os recifes de arenito estão predominantemente presentes na costa brasileira tropical e intertropical e são decorrentes da cimentação de areias e fragmentos de conchas, correspondentes a antigas praias consolidadas.

Popularmente também são conhecidos por arrecifes. A formação dos recifes de arenito ocorre por diversos mecanismos: deposição do carbonato de cálcio; evaporação da água da areia; infiltração de água doce na praia; desprendimento do calcário dos recifes de corais; cimentação precoce de sedimentos de praia; dissolução de conchas, dentre outros.

Compostos litologicamente por arenitos conglomeráticos, são resistentes à erosão, em função da concentração de cimento ferruginoso, que formam crostas limonáticas sobre a superfície das rochas, evitando a desagregação. Segundo Baptista e Horn (2014) possivelmente foram, no passado, falésias que resistiram à erosão costeira, constituindo-se atualmente em testemunhos do avanço do nível relativo do mar.

Na praia de Morro Branco também são encontradas dunas estabilizadas, também denominadas de paleodunas, ou seja, dunas em que houve desenvolvimento de solo e conseqüentemente de cobertura vegetal mais espessa (Figura 14).

Figura 14 - Recifes de arenito na praia de Morro Branco no município de Cajueiro da Praia (PI).



Fonte: Autora (2016).

- Geomorfossítio Estuário Ubatuba/Timonha

Assim como no Cardoso/Camurupim, o estuário Ubatuba/Timonha sofreu influência de regressões e transgressões marinhas durante o Quaternário, fator que favoreceu a formação de cordões arenosos na desembocadura dos rios, como o Pontal das Almas, nas margens do rio Timonha, que foi remanejado pela ação dos ventos alísios de nordeste, formando campos de dunas móveis e a consequente estabilização da linha de costa (CAVALCANTI, 2001).

Próximo à desembocadura dos rios encontram-se um afloramento de recifes de arenito no sentido leste. Neste sítio, a formação dos arenitos está possivelmente relacionada à antigas falésias que resistiram à erosão costeiras, constituindo-se em testemunhos da variação do nível do mar. A costa piauiense não apresenta falésias devido à plataforma continental estar parcialmente emersa. O ponto em que a Formação Barreiras, de idade Terciária, aflora na superfície é na praia de Cajueiro da Praia, com a formação de uma micro-falésia como denomina Baptista (2010) ou um terraço de abrasão (Figura 15).

Figura 15 - Terraço de abrasão e recifes de arenito em Cajueiro da Praia (PI).



Fonte: Autora (2016).

Na área do estuário a drenagem é anastomosada, formando um complexo sistema de canais e ilhas, incluindo a maior delas, a Ilha Grande, com 20km<sup>2</sup> de área, evidenciando processos evolutivos de intensa sedimentação. A ligação do estuário com o mar se dá por um canal denominado de Barra Grande entre as praias de Cajueiro da Praia, no lado piauiense e Pontal das Almas, no lado cearense. Os bancos de areia que se formam na foz, mar adentro, por mais de 3km, constituem-se em obstáculos à hidrodinâmica uma vez que provocam o retardo da maré.

## CONCLUSÃO

Foram inventariados nesta pesquisa doze geomorfossítios com potencialidades para o desenvolvimento da atividade geoturística, para fins didáticos e científicos. Em se tratando de geoturismo, especificamente, para que ele se desenvolva no litoral piauiense, ainda é necessário que sejam estruturadas atividades com fins interpretativos para que ela ocorra como preconiza o seu conceito. Os geomorfossítios Delta do Parnaíba, Pedra do Sal, Lagoa do Portinho, Estuário Cardoso/Camurupim, Macapá, e Estuário Ubatuba/Timonha são os que apresentam maior potencial geoturístico, em virtude de já ter fluxo de visitantes, atividades comerciais e por serem pontos de paradas mais duradouras.

O uso didático e científico destes geomorfossítios já ocorre ao longo do ano, por iniciativas de professores e alunos de escolas e universidades do estado e até mesmo de estados vizinhos.

O mapa geoturístico, as propostas de roteiro didático e as sugestões de meios interpretativos para o litoral piauiense, encontram-se na tese de doutorado da autora deste artigo, que não foram incluídos, por não fazerem parte do objetivo, porém, eles são complementares aos resultados aqui apresentados.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBBER, A. N. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2005.

ARIAS, V. E. **Fatores controladores de sistemas eólicos costeiros carbonáticos: os eolianitos quaternários do Piauí e Oeste do Ceará.** 145fl, 2015. Dissertação de Mestrado em Geoquímica e Geotectônica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

BAPTISTA, J. G. **Geografia física do Piauí.** Teresina: COMEPI, 1981.

BAPTISTA, E. M. C. de. Estudo **Morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea do estado do Piauí, Brasil.** 2010, 305fl. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2010.

BAPTISTA, E. M. C; HORN FILHO, N.O. Relação dos recifes de arenito com a geomorfologia costeira do litoral piauiense. **Revista Geonorte.** Manaus, Edição especial 4, v.10, n.1, 2014. p. 140-145.

CAVALCANTI, A. P. B. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí.** 2001. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências. Rio Claro, UNESP, 2001.

CAVALCANTI, A. P. B; CAMARGO, J. C. G. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí.** In: GERARDI, L. H. de O; MENDES, I. A. Do natural, ao social e de suas interações: visões geográficas. Rio Claro: UNESP, 2002.

BIRD, E. C. F. **Coastal geomorphology: an introduction.** 2 ed. John Wiley & Sons Ltd/ Geostudies West Sussex – England, 2008.

LIMA, F. C. da S. **Condicionantes geoambientais e alternativas de sustentabilidade- Macapá, Luís Correia, Piauí.** 2005, 158 fl. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2005.

LOPES, L. S. de O. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí.** 2017, 215f. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.

MAMEDE, L. Geomorfologia: abordagem sistêmica em uma microbacia. **Geografares.** Vitória: v. 1, n. 1, 2000.

PAULA, J. E. de A. **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e variação da linha de costa.** 2013. 248 fl. Tese de Doutorado em Ciências Marinhas e Tropicais. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: 2013.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S; TORRES, F. S. de M; BRANDÃO, R. L. **Geodiversidade do Piauí.** Recife: CPRM, 2010.

ROSSETTI, D. de F. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, T.G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

WINGE, M; SCHOBENHAUS, C; SOUZA, C. R. de G; FERNANDES, A. C. S; QUEIROZ, E. T. de; BERBERT-BORN, M; SALLUN FILHO, W; QUEIROZ, E. T. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil.** v.3. Brasília: CPRM, 2013.

SUGUIO, K; MARTIN, L; BITTENCOURT, A; DOMINGUEZ, J; FLEXOR, J-M; AZEVEDO, A. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**. Rio de Janeiro, v. 15, 1985.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.