

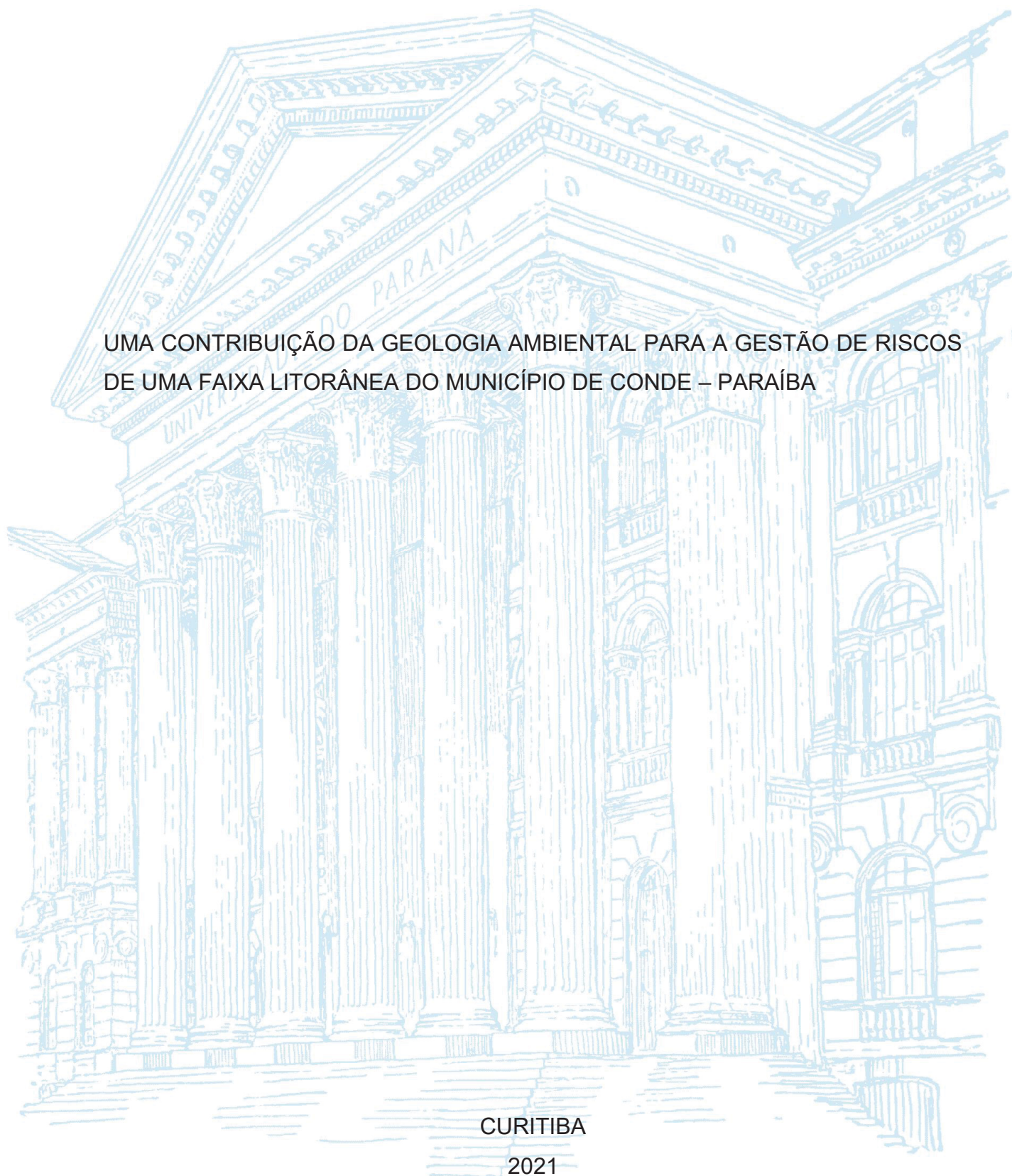
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ DIEGO DIAS VERAS

UMA CONTRIBUIÇÃO DA GEOLOGIA AMBIENTAL PARA A GESTÃO DE RISCOS  
DE UMA FAIXA LITORÂNEA DO MUNICÍPIO DE CONDE – PARAÍBA

CURITIBA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ DIEGO DIAS VERAS

UMA CONTRIBUIÇÃO DA GEOLOGIA AMBIENTAL PARA A GESTÃO DE  
RISCOS DE UMA FAIXA LITORÂNEA DO MUNICÍPIO DE CONDE – PARAÍBA

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de pós-graduação MBA em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador:** Prof. Dr. Gilson Martins

**Coorientador:** Prof. Dr. Fábio José de Araújo Pedrosa.

CURITIBA

2021

## **Uma Contribuição da Geologia Ambiental para a Gestão de Riscos de uma Faixa Litorânea do Município de Conde – Paraíba**

José Diego Dias Veras

### **RESUMO**

A área estudada está situada no município de Conde, estado da Paraíba. Do ponto de vista da geomorfologia, a faixa litorânea está compreendida entre os Tabuleiros Costeiros e o ambiente marinho. A unidade geoambiental dos tabuleiros costeiros está associada ao contexto geológico da Bacia Paraíba, especificamente à Formação Barreiras. A Formação Barreiras é formada por litologias de composição variada de argila, silte e areia. A atuação dos agentes de intemperismo nesta unidade conduz a predominância de outra unidade geoambiental: falésias. Unidades geoambientais como terraços marinhos, zonas úmidas, depósitos praias e recifes também são encontrados na área. Essas unidades possuem relação com a geologia do local e fornecem subsídios para gestão ambiental da área. Os maiores riscos aos turistas estão associados aos tabuleiros e as falésias. Nesta primeira unidade, os mirantes – sem sinalização alguma – podem gradar para voçorocas a partir de sua fragmentação e, conseqüente, formação de falésias, o que desenvolve deslizamentos de massa e/ou blocos. Sem a devida orientação, informação e sinalização, estas belezas cênicas apresentam um potencial risco para os turistas e frequentadores locais, que podem gerar acidentes graves. Além disso, algumas faixas de praia tornam-se inacessíveis e perigosas durante o período de maré alta. A associação dos aspectos geomorfológicos e geológicos (geoecologia das paisagens) é de uma importância fundamental para o conhecimento daquela população que ali circundam, tanto para a preservação do ecossistema quanto da prevenção de acidentes.

Palavras-chave: Tabuleiros Costeiros. Conde. Bacia Paraíba. Unidades Geoambientais. Geoecologia das Paisagens

## **ABSTRACT**

The studied area is located in the Conde City, state of Paraíba. From the point of view of geomorphology, the coastal strip is comprised between the Coastal Plateaus and the marine environment. The geoenvironmental unit of the coastal plateaus is associated with the Paraíba Basin geological context, specifically the Barreiras Formation. The Barreiras Formation is formed by lithologies of varied composition of clay, silt and sand. The performance of weathering agents in this unit leads to the predominance of another geoenvironmental unit: cliffs. Geoenvironmental units such as marine terraces, wetlands, beach deposits and reefs are also found in the area. These units are related to the location geology and provide subsidies for the environmental management of the area. The biggest risks to tourists are associated with the coastal plateaus and the cliffs. In this first unit, the lookout – without any signaling – can grade into gullies due to their fragmentation and, consequently, the formation of cliffs, which develop mass and/or block landslides. Without proper guidance, information and signage, these scenic beauties present a potential risk for tourists and local visitors, which can lead to serious accidents. Furthermore, some beach stretches become inaccessible and dangerous during the high tide time. The geomorphological and geological aspects association (landscape geoecology) is one fundamental importance for the knowledge of that surrounding population, both for the ecosystem preservation and for the accidents prevention.

Keywords: Coastal Plateaus. Conde. Paraíba Basin. Geoenvironmental Units. Landscape Geoecology.

## **1 INTRODUÇÃO**

Cada vez mais as praias têm atraído um número significativo de turistas devido às suas atividades recreacionais e atrativos para o desenvolvimento humano. No entanto, são ambientes extremamente sensíveis e instáveis e a utilização desorganizada pode comprometer a qualidade ambiental e estética, dificultando a mencionada atividade turística.



A alta densidade populacional, o limitado espaço costeiro e a diversidade de habitats marinhos e terrestres, associados a diversos interesses sociais e econômicos, gera um alto potencial para conflitos sobre os espaços e recursos costeiros (KULLENBERG, 2001; SUMAN, 2001). O uso do espaço e recursos costeiros podem se tornar agressivos ao meio ambiente e desenvolver impactos negativos aos ecossistemas e economia local.

Gares *et al.* (1994) salientam a importância de considerar as atividades humanas como parte do sistema costeiro e de incluir variáveis sociais, econômicas e políticas nos estudos dos riscos geomorfológicos associados a estes ambientes, visando a sustentabilidade do cenário cênico.

O gerenciamento de praias requer o conhecimento dos processos costeiros atuantes na área, sua evolução e dinâmica, e deve levar em conta as limitações impostas pelas variações na configuração da linha de costa, bem como avaliar a sua susceptibilidade à erosão (HOOKE *et al.*, 1996).

A previsão de possíveis mudanças na linha de costa, a partir da análise de padrões de dispersão de sedimentos, pode minimizar e/ou evitar futuras perdas físicas e econômicas. Esta análise entrega uma compreensão da geologia e dos processos praias, o que é essencial para um adequado gerenciamento, que permita um desenvolvimento com um mínimo de alterações ou descompensações no balanço de sedimentos.

Suportada nos processos geológicos, esta pesquisa tem por objetivo geral fornecer subsídios para a gestão ambiental em um trecho litorâneo do município de Conde-PB (praias de Tambaba, Coqueirinho, Tabatinga, Carapibus e Jacumã).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar mapeamento em detalhe de uma faixa litorânea do município de Conde e avaliar as implicações deste mapeamento e da distribuição espacial das unidades mapeadas na gestão de riscos da região.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mapeamento das unidades geológicas e geomorfológicas presentes na região;

- Confecção de um mapa geoambiental;
- Identificação e mapeamento dos principais riscos geológicos e suas implicações ambientais na faixa de estudo.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado através das seguintes etapas: revisão bibliográfica, etapas de campo, análises comparativa e interpretativa dos dados obtidos em pesquisa e em campo e elaboração de um modelo de unidades geoambientais.

A revisão bibliográfica foi realizada com foco nas principais contribuições científicas no âmbito regional e local a respeito da área de interesse, com ênfase nos aspectos sedimentológicos, estruturais e ambientais. Nesta etapa, a pesquisa dedicou-se à trabalhos publicados em periódicos, livros e trabalhos de pós-graduação (mestrado/doutorado).

Um mapeamento digital prévio foi realizado anteriormente à etapa de campo. Imagens de satélite (Google Earth Pro) foram unificadas e juntamente com o banco de dados geológicos, podemos alcançar a confecção de um mapa prévio. Durante a etapa de campo, todas as informações possíveis de explanação foram recolhidas através do reconhecimento *in situ* e registradas em caderneta de campo, assim como o registro fotográfico. A caderneta de campo e smartphone (registro fotográfico) foram as ferramentas essenciais utilizadas em campo para o desenvolvimento deste trabalho. Um app (GPX Pro) foi utilizado no smartphone devido à praticidade. O app entrega ferramentas necessárias para a realização de trabalhos de campo (GPS, bússola, edição de rotas, marcação de pontos etc.).

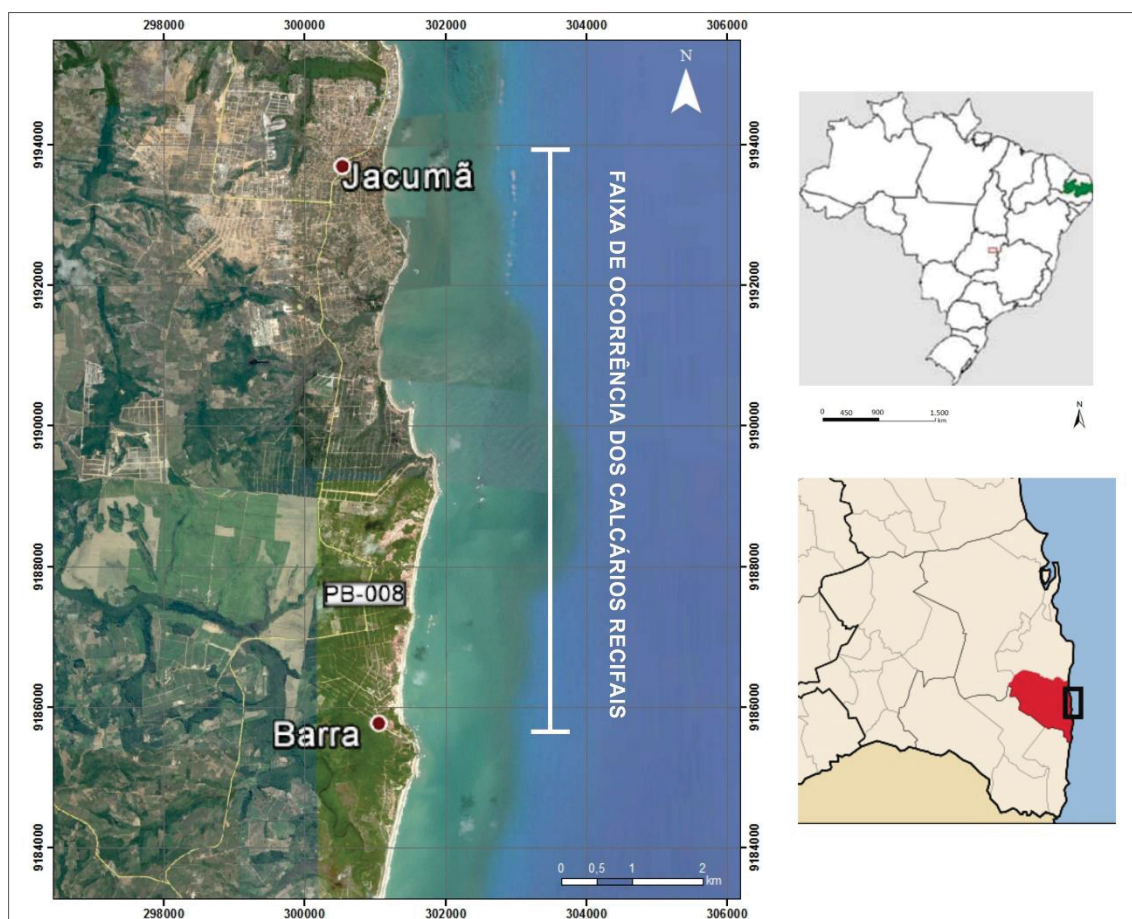
A análise comparativa e interpretativa foi desenvolvida a partir da identificação das características geológicas, geomorfológicas e ambientais da área estudada, baseada no levantamento bibliográfico e na análise e detalhamento das unidades geoambientais presentes na faixa litorânea. Para essa subdivisão utilizou-se o software ArcGis 10.7 que permitiu delimitar áreas/unidades com as mesmas características, as quais puderam ser avaliadas através de mapas.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região estudada está localizada a sul da capital paraibana, João Pessoa, e inserida no município de Conde, pertencente ao estado da Paraíba. Os afloramentos estão situados na linha de costa paraibana por uma extensão de aproximadamente 10 km entre as praias de Jacumã e Tambaba (Figura 1).

Tomando como referência a capital do estado de Pernambuco, Recife, a principal via de acesso é a BR-101 no sentido João Pessoa. O extremo norte da faixa estudada pode ser acessado através da PB-018 (aproximadamente 113 km) e o extremo sul através da PB-044 (aproximadamente 100 km).

FIGURA 1 – Localização da região estudada. A) Faixa costeira de ocorrência dos calcários recifais entre as praias de Jacumã e Tambaba; B) Localização da faixa em relação ao município de Conde-PB; C) Detalhe do estado da Paraíba.



FONTE: O autor (2017).

O município de Conde, está inserido na unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634,2 mm.

A vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia e Cerrado/Floresta.

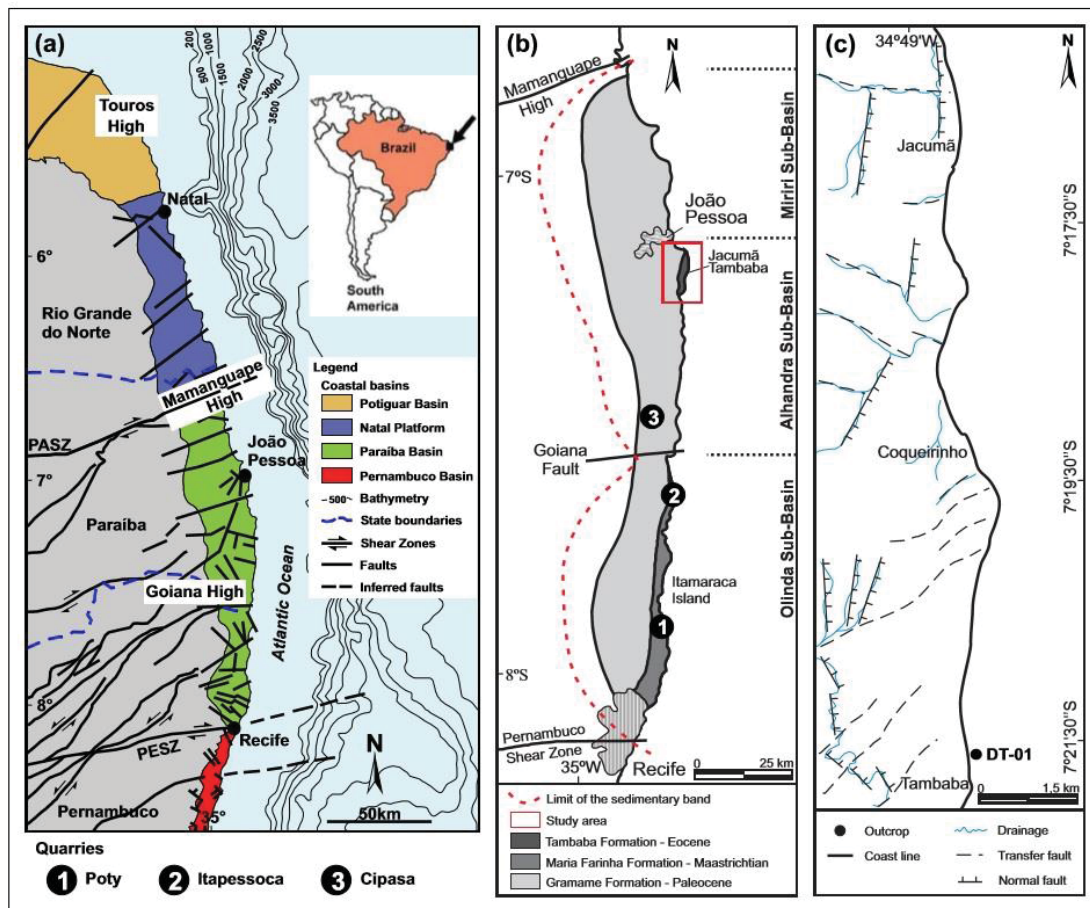
Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos e Podzólicos nos topos de chapadas e topos residuais; pelos Podzólicos com Fragipã, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos Concrecionários em áreas dissecadas e encostas e Gleissolos e Solos Aluviais nas áreas de várzeas.

## **5 ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS E AMBIENTAIS**

A Bacia da Paraíba está localizada na margem continental do Nordeste do Brasil e sua faixa costeira recobre o estado da Paraíba e parte do litoral norte de Pernambuco (BARBOSA, 2004) (Figura 2a). A Bacia Paraíba ocupa uma área terrestre de aproximadamente 7.600 km<sup>2</sup> e uma área offshore de aproximadamente 31.400 km<sup>2</sup>, estendendo-se desde a plataforma continental até uma profundidade batimétrica de 3000 m. Esta bacia é limitada pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco e pela Falha de Mamanguape (que une a Zona de Cisalhamento Patos (PASZ)), e é subdividido em três sub-bacias: as sub-bacias Olinda (sul), Alhandra (central) e Miriri (norte) (Figura 2b).



FIGURA 2 – (a) Mapa de localização do nordeste do Brasil e da Bacia Paraíba (modificado de Neumann *et al.* 2009). PESZ, Zona de Cisalhamento de Pernambuco; PASZ, Zona de Cisalhamento dos Patos. Algumas pedreiras estudadas por Barbosa (2007) são indicadas (Poty, Itapessoca e Cipasa). (b) Mapa geológico e de subdivisão da Bacia Paraíba e área de ocorrência da Formação Tambaba (modificado de Távora *et al.* 2017). (c) Localização das amostras estudadas na Bacia Paraíba (modificado de Veras *et al.* 2019).

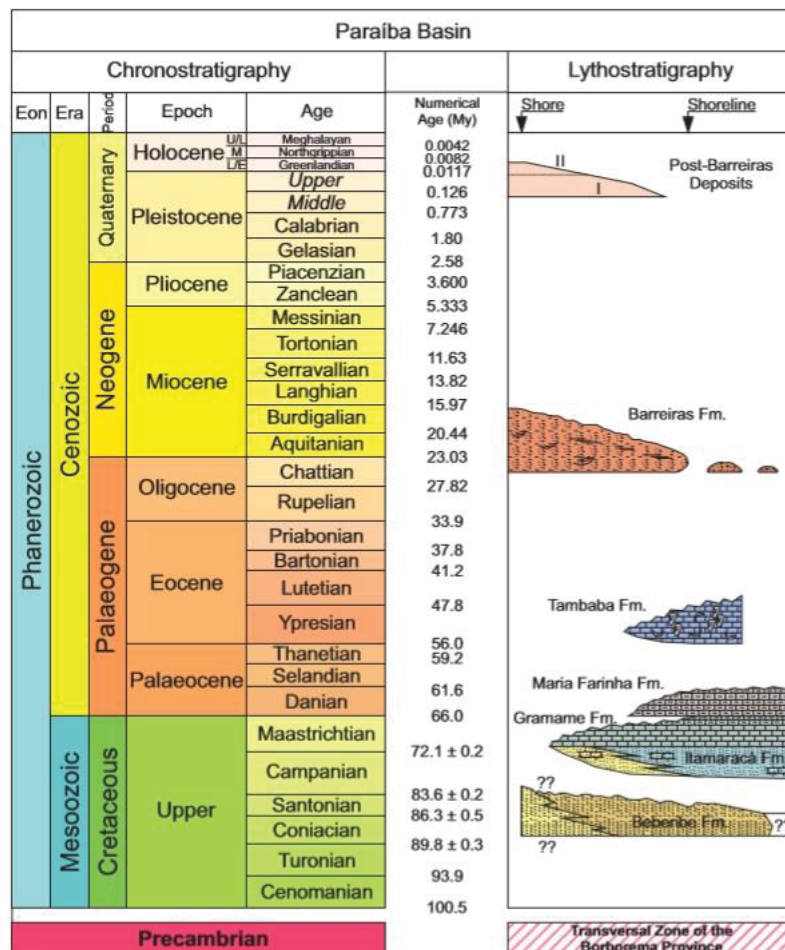


FONTE: O autor (2021).

A origem da Bacia Paraíba está relacionada à abertura do Oceano Atlântico Sul durante o Jurássico Superior – Cretáceo Inferior (Chang *et al.* 1988; Matos 1999; Bueno 2004). A evolução deste processo de separação resultou na formação de bacias de margem passiva, mas entre as bacias do nordeste do Brasil, a faixa entre as Zona de Cisalhamento de Pernambuco (PESZ) e o Alto de Touros (Bacia Potiguar) representa um trecho pouco estudado e com características tectônicas um pouco diferente das bacias marginais vizinhas (Barbosa e Lima Filho, 2006). Existem diferenças na evolução e distribuição das formações que cobrem a faixa devido a uma tectônica de diferente evolução. Essa evolução dividiu a área em setores, que são limitados pela extensão dos lineamentos e principais falhas no embasamento pré-cambriano (Feitosa e Feitosa 1986; Lima

Filho *et al.* 1998; Souza 1998; Feitosa *et al.* 2002; Barbosa *et al.* 2003; Barbosa 2004).

FIGURA 3 – Cronoestratigrafia e litoestratigrafia da porção terrestre da Bacia Paraíba, considerando o registro das unidades nas duas sub-bacias (norte e sul), incluindo a recém unidade identificada Formação Tambaba (modificado de Correia Filho *et al.* 2015). Geocronologia de acordo com a carta da Comissão International de Estratigrafia (maio de 2019). O posicionamento dos depósitos está de acordo com os dados disponíveis (Almeida 2000; Barbosa *et al.* 2006b; Rossetti *et al.* 2011, 2012).



FONTE: O autor (2021).

O preenchimento sedimentar da Bacia Paraíba (Figura 3) começou com os arenitos da Formação Beberibe durante o Santoniano-Campaniano (Beurlen 1967a), seguido por arenitos e carbonatos da Formação Itamaracá (Kegel 1955), calcários e margas da Formação Gramame (Beurlen 1967b), a Formação Maria Farinha (Beurlen 1967a, b), também composta por calcários e margas, e calcários recifais da Formação Tambaba (Correia Filho *et al.* 2015) e os depósitos continentais da Formação Barreiras. Essas unidades foram depositadas em uma rampa carbonática, inicialmente definido como um

homoclinal com cobertura sedimentar rasa (Mabesoone e Alheiros 1988, 1991, 1993). No entanto, BARBOSA & LIMA FILHO (2006) consideraram esta rampa como uma rampa de inclinação distal. A seguir, descrevemos em detalhes, a partir da base para o topo, todas as unidades sedimentares da Bacia Paraíba.

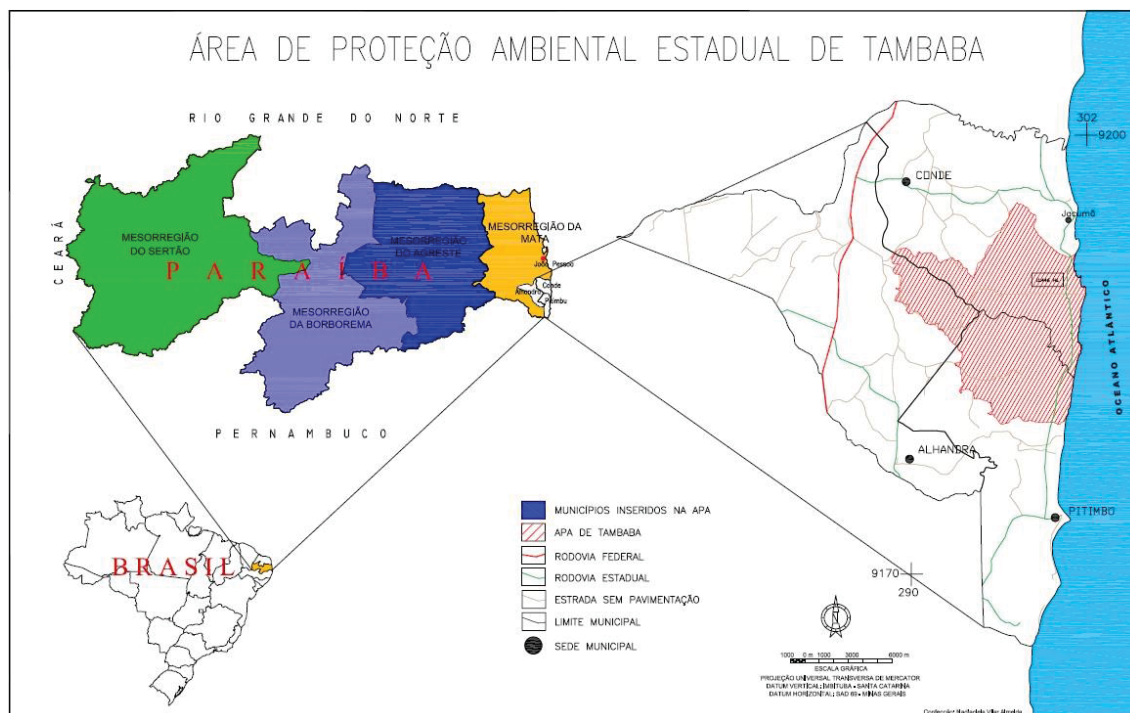
Na área de estudo está presente uma unidade de conservação de uso sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Tambaba. A categoria de unidade de conservação denominada Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

A APA de Tambaba foi criada em 25 de março de 2002, através do Decreto Estadual nº 22.882, englobando uma área de 3.270 hectares. O Decreto Estadual Nº 26.296 de 23 de setembro de 2005 alterou a área da APA de Tambaba para 11.500 hectares.

A Figura 4 ilustra a localização da área da APA de Tambaba. Segundo o SNUC, as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural devem possuir uma zona de amortecimento, onde as atividades humanas estão sujeitas às normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

A Resolução CONAMA Nº. 13 de 06 de dezembro de 1990 estabelece ainda que "nas áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente".

Figura 4 – Localização da Área de Proteção Ambiental de Tambaba – Paraíba (Almeida, 2006).



FONTE: Almeida, 2006.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aproximadamente 2% da superfície das terras emersas representa as zonas costeiras, onde abrigam cerca de 60% da população mundial e são as áreas mais afetadas pela ação do homem (UNESCO, 1993). Estas zonas apresentam uma grande fragilidade e vulnerabilidade às intervenções antrópicas, decorrentes da complexidade de ambientes resultantes da interação terra-mar. Os aspectos geoambientais observados na faixa litorânea estudada foram avaliados e correlacionados, identificando grupos de uso potencial, de acordo com sua importância e suscetibilidade, segundo a classificação de Clark (1977). Esta classificação elaborada a partir da metodologia desenvolvida por Clark (1977), é no conceito de capacidade de suporte, que é o limite da quantidade de vida que um habitat específico é capaz de suportar, ou o potencial de ocupação de um ambiente.

A partir desta pesquisa, foi possível reconhecer unidades geológico-geomorfológicas, com características distintas, facilitando a interação com os demais aspectos ambientais.



Existe uma comunicação conceitual entre as características geológicas e seus aspectos geomorfológicos. Essa comunicação reflete, muitas vezes, os aspectos ambientais envolvidos e fornece subsídios para um planejamento ambiental. A associação da geologia com a geomorfologia traz o conceito de “*Geoecologia das Paisagens*”, o qual apresenta bases teóricas e metodológicas para o planejamento e gestão ambiental e para construção de modelos teóricos para incorporação da sustentabilidade ao processo de desenvolvimento (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2007).

## **6.1 Análise Geoambiental**

A tabela 1 mostra as unidades geoambientais observadas na faixa, definidas de acordo com os seus respectivos usos potenciais. O zoneamento geoambiental da faixa litorânea, com base na metodologia desenvolvida por Clark (1977) é apresentada na figura 5.

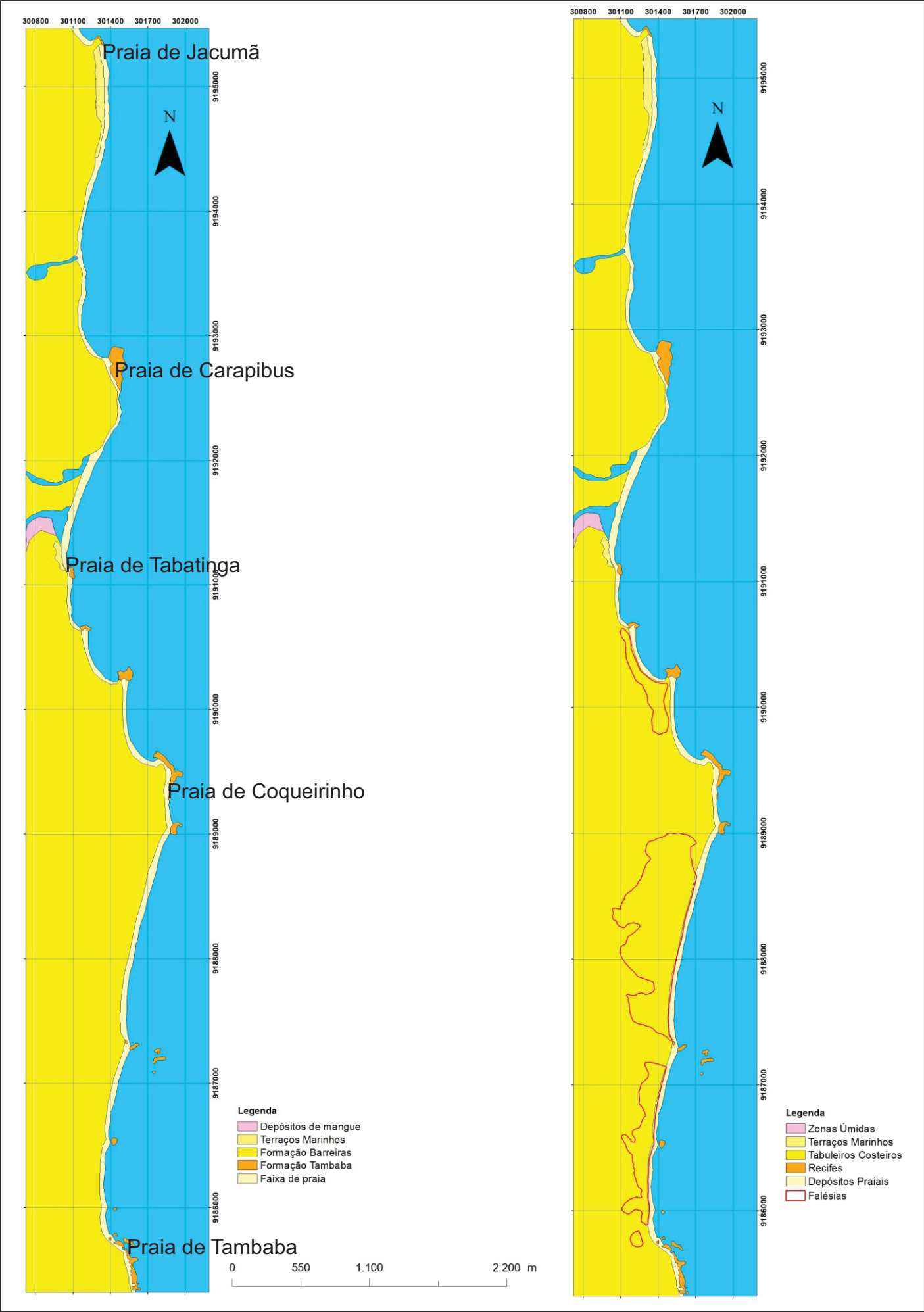
### **6.1.1 Tabuleiros Costeiros**

Incluem as grandes compartimentações tabulares dos terrenos neogênicos da Formação Barreiras. Limitam-se a oeste com o domínio das rochas do embasamento cristalino e/ou com o domínio colinoso (unidades geológicas do cretáceo) e, a leste, com as escarpas das falésias e paleofalésias que contornam

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	RELEVO	DECLIVIDADE	GEOLOGIA	HIDROGEOLOGIA / HIDROGRAFIA	PEDOLOGIA	VEGETAÇÃO	DINÂMICA AMBIENTAL	USO POTENCIAL
<b>TABULEIROS COSTEIROS</b>	Plano a suavemente ondulado (5-30m)	0-2%	Formação Barreiras (Sedimentos arenos-argilosos)	Aquífero livre (águas de infiltração)	Latossolos vermelho-amarelados distróficos; areias quartzosas distróficas	Agricultura, resquícios de Mata Atlântica (campos de cerrado)	Estável. Susceptível à erosão pluvial nas encostas, com formação de rampas de colúvio	Desenvolvimento
<b>FALÉSIAS</b>	Inclinado e irregular (5-30m)	0-45%	Formação Barreiras (Sedimentos arenos-argilosos)	Escoamento, com possibilidade de cacimbas suspensas	Latossolos vermelho-amarelados distróficos; areias quartzosas distróficas	Resquícios de Mata Atlântica	Instável. Susceptível à erosão pluvial e ação das ondas na base, com deslizamento de massa e blocos	Desenvolvimento
<b>TERRAÇOS MARINHOS</b>	Plano (1-8m)	0-2%	Areias quartzosas inconsolidadas	Aquífero livre, escoamento difuso com formação de riachos e lagoas	Areias quartzosas distróficas	Arbustiva	Parcialmente estável. Processos edáficos de erosão e deposição	Conservação
<b>ZONAS ÚMIDAS</b>	Plano (0m)	0%	Depósitos arenos-argilosos com matéria orgânica	Exutório de aquífero livre e área de recarga de aquífero semi-confinado	Indiscriminados de mangues, aluviais eutróficos	Vegetação hidrófila (manguezais)	Parcialmente estável, circulação de água intensa, formação de depósitos orgânicos	Preservação
<b>DEPÓSITOS PRAIAIS</b>	Plano a suavemente ondulado (0-3m)	0-2%	Areias eólicas e praias recentes	Afloramento de aquífero livre, escoamento difuso com formação de riachos e lagoas	Areias quartzosas marinhas	Manchas esparsas de restinga rala	Instável. Área de transição	Conservação
<b>RECIFES</b>	Montículos com superfícies irregulares (0-10m)	0-2%	Bioconstruções carbonáticas	Parcialmente submersos. Com acúmulo de água de infiltração	Areias quartzosas aprisionadas nas cavidades	Sem vegetação	Estável. Susceptível à erosão pluvial e marinha	Preservação

Tabela 1 – Representação das unidades geoambientais da área. Fonte: autor (2021).

Figura 5 - Mapa geológico X Mapa de zoneamento geoambiental.

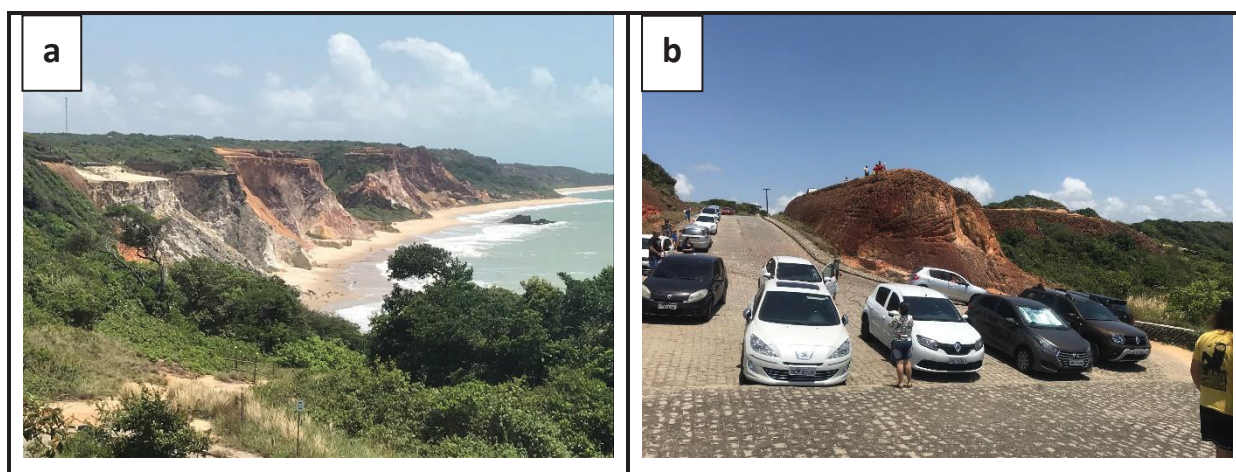


o litoral. As superfícies dos tabuleiros apresentam declividades suaves em direção ao litoral. As bordas dos tabuleiros (inclusive as falésias) e as encostas dos vales são bastante suscetíveis à erosão devido às altas declividades, terrenos friáveis e ao clima chuvoso dominante. Tais fatores, aliados à diversidade faciológica dos sedimentos (arenoso, argiloso e argilo-arenoso), induzem a comportamentos diferenciais desses terrenos.

Os tabuleiros são notáveis em quase que a totalidade da faixa estudada, sendo mais evidentes, pronunciados e acessíveis na região da praia de Tambaba (Figura 6). Neste local os tabuleiros apresentam aproximadamente 30 metros de altura na linha de costa, podendo chegar até 70 metros em direção ao continente. Possuem uma inclinação muito leve, mas em geral são planos.

Muitos trechos destes tabuleiros funcionam como mirantes, como por exemplo, a chegada à praia de Tambaba (Figuras 6a e 6b). No entanto, outros mirantes (Estreito e Calcanhar de Aquiles) não possuem sinalização sobre acessos e riscos. As figuras 6c, 6d, 6e, 6f, 7a e 7b detalham a realidade de um mirante visitado por muitos turistas isoladamente ou por meio de agências turísticas (passeios de buggy). É possível observar a estreita faixa que os turistas percorrem para acessar a ponta do mirante, a qual já apresentam indicativos de uma futura fragmentação devido a ação dos agentes de intemperismo.

Figura 6 – Unidade Geoambiental dos tabuleiros costeiros. a) e b) Vista do Mirante de Tambaba; c) e d) acesso estreito à ponta de um dos vários mirantes encontrados nos tabuleiros. É possível notar o desenvolvimento de uma pequena rachadura que corta a passagem; e) pequena rachadura na borda do tabuleiro que pode evoluir para um deslizamento de massa; f) anilhas de concreto que servem como um bloqueio de passagem, mas que não impede o acesso.



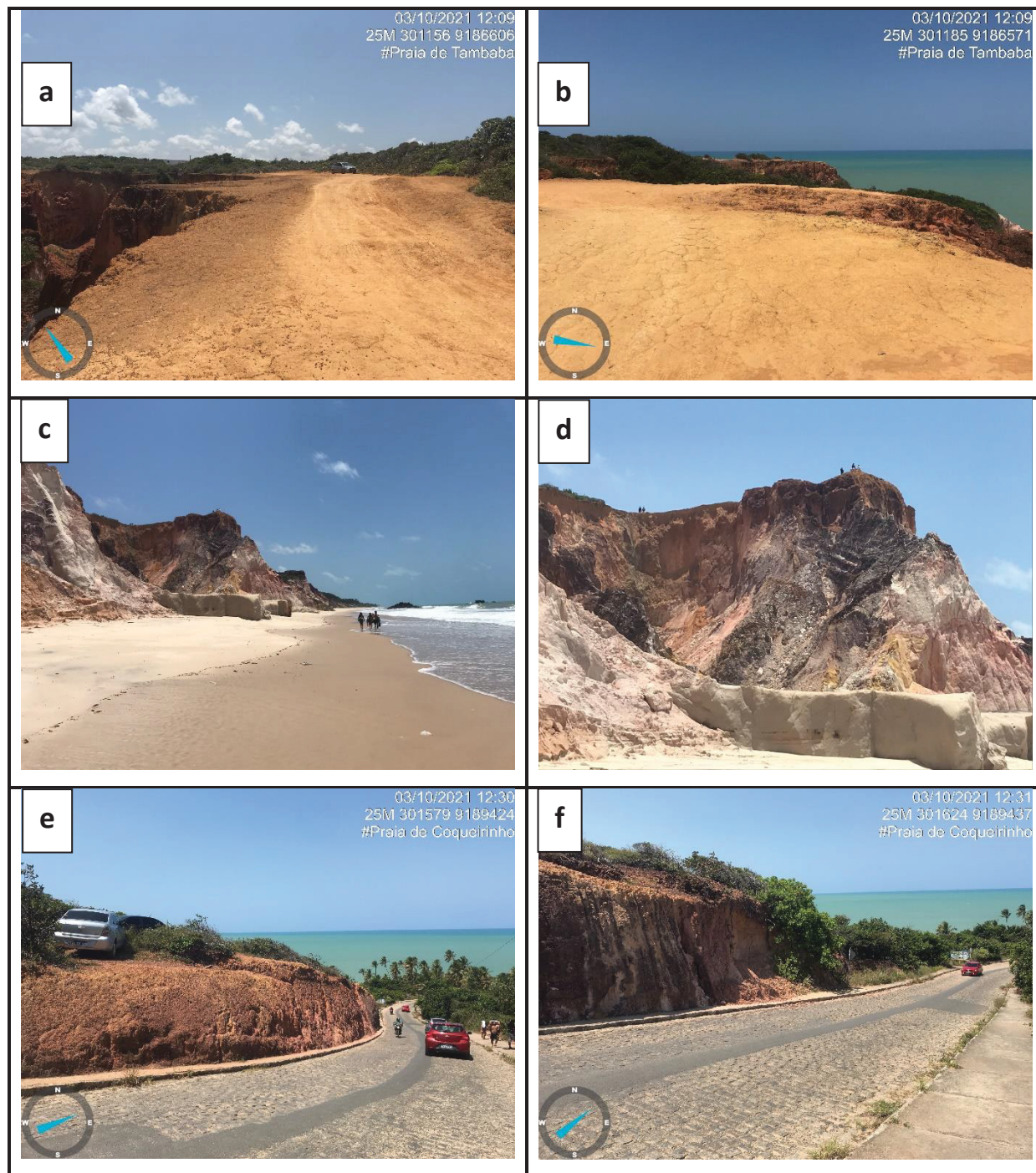




FONTE: O autor (2021).

A paisagem paradisíaca e a vista deslumbrante atraem muitos turistas e frequentadores locais, além dos comerciantes, para a Praia de Coqueirinho. Isso a torna uma das mais frequentadas do trecho estudado, resultando num fluxo intenso da população e o consequente espaço utilizado para estacionamento. Alguns desses usuários utilizam a unidade geoambiental dos tabuleiros costeiros como estacionamento e, em alguns casos, estacionam em locais que podem oferecer risco ao próprio usuário como também a qualquer turista que venha a transitar naquele ponto de risco associado (Figura 7e). O acesso à Praia de Coqueirinho é realizado através de uma rampa em declive sinuoso e neste acesso foi constatado um pequeno deslizamento de massa pertencente ao tabuleiro local (Figura 7f).

Figura 7 – Unidade Geoambiental dos tabuleiros costeiros. a) e b) Mirantes encontrados nos tabuleiros; c) e d) Turistas acessando os mirantes; e) estacionamento na Praia de Coqueirinho representando risco associado; f) Pequeno deslizamento de massa da unidade geoambiental dos tabuleiros na Praia de Coqueirinho (alguns metros a frente da figura anterior).



FONTE: O autor (2021).

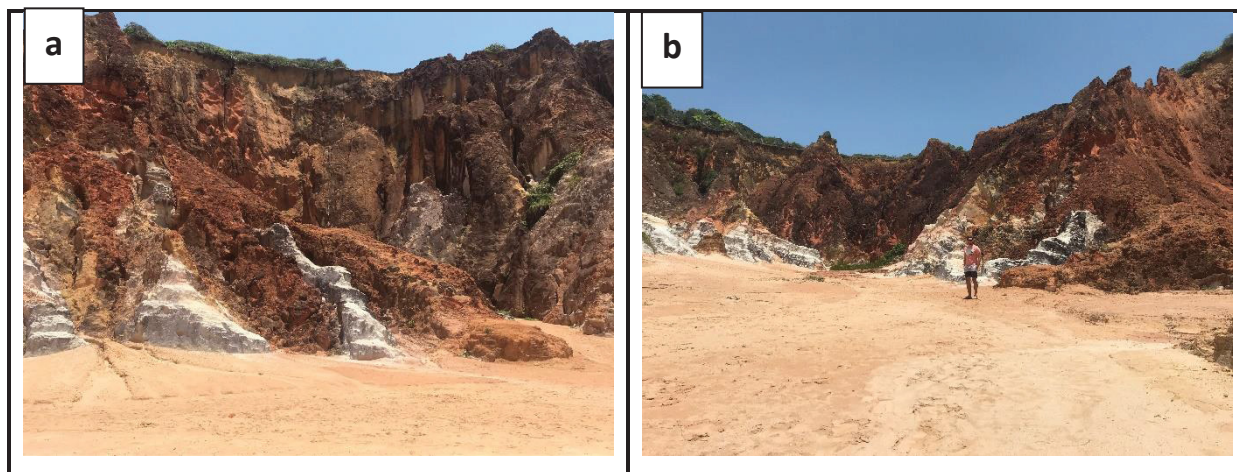
### 5.1.2 Falésias

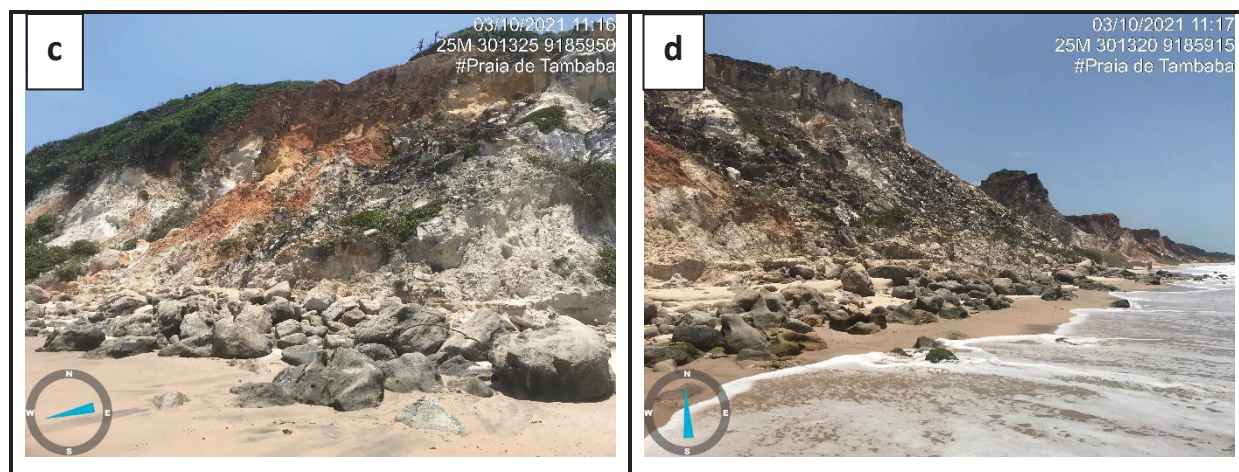
Ao longo do segmento de praia estudado ocorrem falésias entre as Tambaba e Jacumã. Em alguns locais as falésias estão vegetadas e em outros, elas estão



em franco processo de recuo. O recuo destas falésias parece dar-se, principalmente, por processos de degradação subaérea, através da infiltração das águas de chuva, provocando desmoronamentos. Nos locais mais argilosos, o escorregamento gerado pelas águas de chuva cria um sistema de voçorocas (Figuras 8a e 8b). O material retirado forma cones de dejeção na base da falésia (Figuras 8a e 8b), que são retrabalhados pelas ondas, sendo o material mais fino levado pelas ondas e correntes. A ação das ondas também contribui para erodir diretamente a base das falésias (Figura 8d). Na figura 8c, os blocos permanecem no sopé da falésia até que sejam fragmentados em pedaços menores e transportados pelas ondas. A erosão das falésias pela ação das ondas ocorre basicamente através de dois processos: a abrasão e a força de impacto causados pelas partículas sólidas transportadas pelas ondas e a fragmentação e deslocamento de pequenos blocos por forças hidráulicas e pneumáticas (CARTER & GUY JR., 1988).

Figura 8 – Falésias presentes na Praia de Tambaba. a) e b) Sistema de voçorocas criados a partir da ação da água da chuva e cones de dejeção formados na base das falésias; c) blocos na base das falésias oriundos de um deslizamento; d) ação das ondas na base da falésia retrabalhando material caído e a base da própria falésia.





FONTE: O autor (2021).

A erosão se dá de forma diferenciada ao longo das falésias do litoral do município, dependendo principalmente da resistência do material. Nas fácies mais resistentes são geradas saliências ou pequenos promontórios, que imprimem um contorno característico à costa. Devido a estes níveis litológicos mais resistentes, alguns trechos costeiros apresentam um aspecto bastante recortado.

Na gestão praial é necessário identificar os trechos de costa compostos por falésias ativas. Porém, é preciso considerar que as falésias mortas, normalmente vegetadas, que estão protegidas do mar, por exemplo, por uma acumulação frontal de sedimentos, podem, sob condições propícias, voltar a ser ativas. Desta forma, uma falésia pode permanecer por algum tempo, sem que haja nenhuma alteração do seu perfil e, em um certo momento, devido a uma alteração ou combinação de fatores, recuar vários metros (GRIGGS & TRENHAILE, 1994; SUNAMURA, 1983).

Em geral, a presença de falésias vivas dificulta o acesso à praia e a ocorrência de blocos ou promontórios pode dificultar ou impedir o percurso das pessoas que fazem caminhadas e passeios ciclísticos ao longo da costa. Além disso, é comum não existir praia recreativa, durante a preamar, ao longo dos trechos onde existem falésias ativas. Em algumas situações, a depender da morfologia da praia e da amplitude da maré, isso pode representar um risco para os banhistas desatentos.

Um outro risco que a existência de falésias ativas pode representar para os banhistas está relacionado ao material que desmorona do topo ou da face da



falésia. Perath e Almagor (2000), estudando as falésias da costa de Israel, sugeriram uma classificação para o risco de desmoronamento das falésias. Estes autores classificaram como risco A uma situação em que o material está prestes a desmoronar, risco B, quando este talus está sendo cortado pelas ondas, e risco C, quando este material já desmoronou e forma um talus na base da falésia. Desta forma, o risco A representa o estágio mais perigoso para os frequentadores das praias e o risco C o que oferece menos perigo. Contudo, deve ser lembrado que a inclusão desse ou daquele trecho costeiro em um determinado tipo de risco mostra apenas uma tendência atual, podendo variar de acordo com o estágio de recuo das falésias.

Figura 9 – Falésias presentes na Praia de Tambaba. a) e b) Trechos onde as falésias estão recobertas pela vegetação, diminuindo o risco aos turistas; c) turista na zona de risco ao fundo da foto (entre blocos e a escarpa da falésia); d) trecho onde as ondas encontram as bases das falésias, dificultando o tráfego de turistas e aumentando o risco associado; e) e f) banhistas e comerciantes utilizando a base da escarpa dos tabuleiros como método de proteção do sol.





FONTE: o autor (2021).

### 5.1.3 Terraços Marinhos

Os terraços marinhos constituem-se em antigos relevos costeiros, representando paleolinhas praias que correspondem a diferentes fases transgressivas e regressivas, associados, respectivamente, a estágios interglacial e glacial do hemisfério norte durante o quaternário (SUGUIO, 1998). Os Terraços Marinhos Pleistocênicos (TMP) foram formados, há cerca de 2,5 mil anos, quando o nível relativo do mar esteve em  $8 \pm 2$  metros acima do atual. Essa subida do nível do mar é denominada de Transgressão Cananeia (SUGUIO & MARTIN, 1978) e de penúltima transgressão (BITTENCOURT ET AL., 1979). Esses terraços marinhos diferenciam-se dos Terraços Marinhos Holocênicos (TMH) por apresentarem topos mais elevados e por estarem situados geralmente em posições mais internas e claras, geralmente lixiviadas, podendo gradar para areias acastanhadas a pretas, impregnadas de ácidos orgânicos (húmicos e fúlvicos) (SUGUIO, 1999).

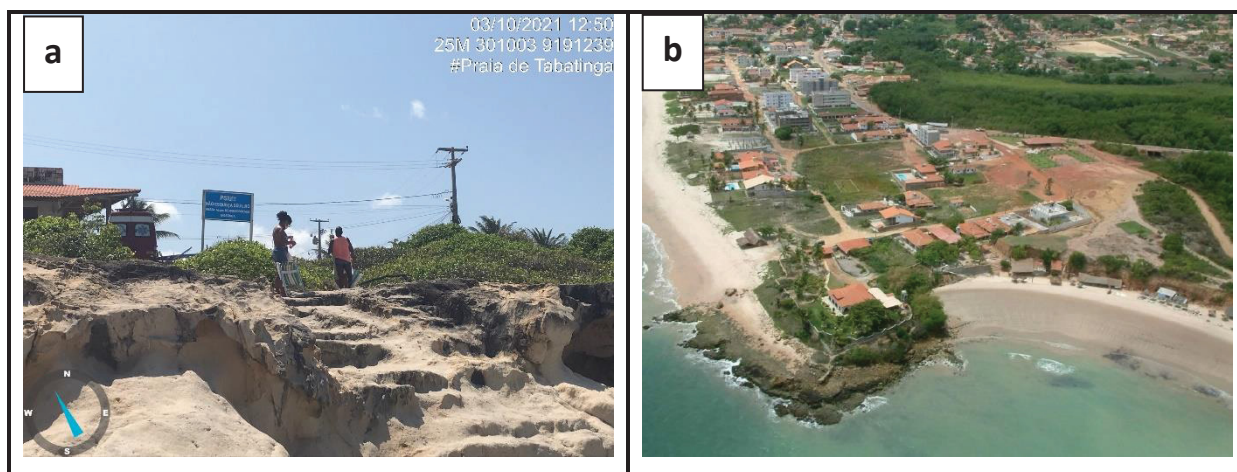
Os Terraços Marinhos Holocênicos são depósitos arenosos situados entre 4 e 5 metros acima do nível do mar atual e exibem suave declividade rumo ao oceano. Foram construídos na Última Transgressão (BITTENCOURT ET AL., 1979) ou Transgressão Santos (SUGUIO & MARTIN, 1978) e na regressão subsequente. Nessa transgressão o mar alcançou um máximo de 5 metros acima do nível médio atual e, após esse período, recuou de forma oscilatória.

Na superfície desses terraços, quando não ocupados por áreas urbanas e loteamentos, ocorrem cristas praias bem preservadas, sendo que suas

sucessões lineares denominadas cordões litorâneos, os quais são muito facilmente observados em fotografias aéreas e imagens orbitais.

Na faixa litorânea estudada, os terraços marinhos são bem restritos e quase não identificáveis devido a forte presença dos tabuleiros costeiros e a ocupação populacional representada pela área urbanizada. Ocorrem pontualmente na Praia de Tabatinga (Figura 10a) e na Praia de Jacumã (Figura 10b).

Figura 10 – Unidade Geoambiental dos Terraços Marinhos.



FONTE: O autor (2021).

#### 5.1.4 Zonas Úmidas

Os mangues são definidos como um sistema ecológico tropical costeiro, com substrato lamoso, fauna e flora típicas e distribuição geográfica Pantropical e subtropical (LACERDA, 1987). São sistemas de água semi-fechados, cujos fatores físicos resultam da mistura de águas doces e salgadas, daí a consequente riqueza de nutrientes e alta produtividade das águas, sendo essa principal característica deste ambiente.

Morfologicamente, os mangues acham-se limitados às planícies costeiras inferiores, representando áreas de transição entre o oceano e o continente. Na sua quase totalidade, são constituídos de depósitos recentes, argilosos de coloração cinza-escuro a preto.

A porção de depósitos de mangue ocorrem na Praia de Tabatinga (Figura 11), a qual é abastecida por uma planície aluvionar que, em períodos de maré alta, é conectada diretamente com o mar.



Na área estudada não foi constatado nenhum problema geoambiental crítico (atividades antrópicas), como por exemplo superexploração dos recursos do ecossistema, desmatamento clandestino, mineração, construção etc., que podem desencadear mudanças físico-químicas no ambiente e influenciando no comportamento do ecossistema. No entanto, é necessário focar nas áreas urbanas nas proximidades desta unidade geoambiental, pois estas áreas, em desenvolvimento ou não, podem implicar necessariamente em desmatamentos e alterações na rede de drenagem, bem como na poluição pelos dejetos.

Figura 11 – Unidade Geoambiental das Zonas Úmidas.



FONTE: O autor (2021).

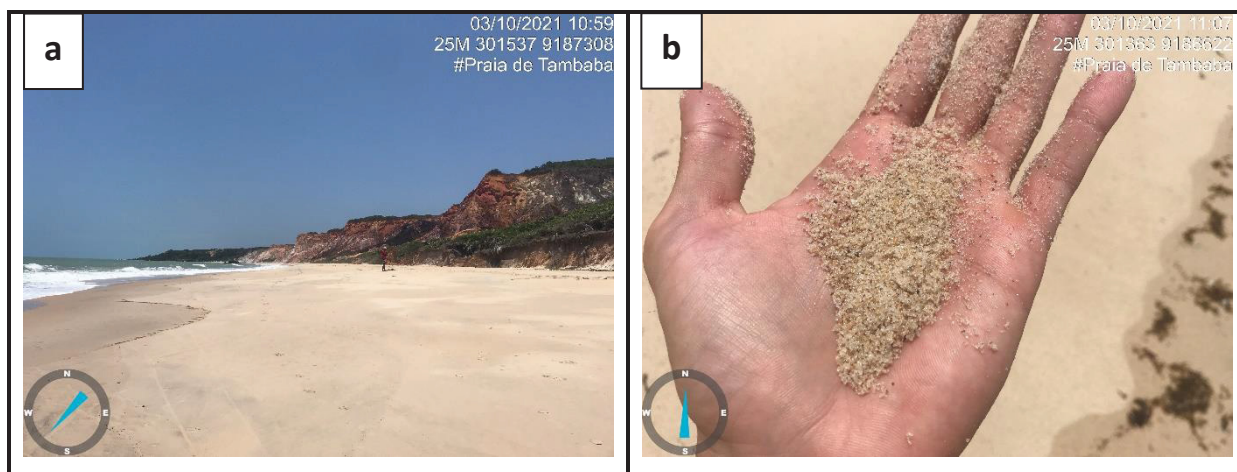
### 5.1.5 Depósitos Praiaais

São conceituados como depósitos sedimentares, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentarem mobilidade, ajustam-se

às condições de ondas e maré (MUEHE, 1994). São observadas em toda a extensão litorânea da área de estudo, sendo sua granulometria muito homogênea (Figura 12). A face praial corresponde ao setor da praia normalmente exposto à ação do espraçamento das ondas. Por essa razão, constitui-se num importante elemento de proteção do litoral, ao mesmo tempo que são amplamente usadas para o lazer.

De acordo com Komar (1976), dois fatores são determinantes no controle da granulometria dos sedimentos da praia. O primeiro consiste na fonte dos sedimentos, que podem ser: plataforma interna, falésias ou a desembocadura dos rios, no caso de sedimentos siliciclásticos, e recifes de corais e algas calcárias, no caso de sedimentos carbonáticos. O segundo fator consiste na energia da onda que incide sobre a face de praia. A plataforma interna e as falésias são as principais fontes controladoras dos sedimentos das praias da faixa litorânea estudada.

Figura 12 – Unidade Geoambiental dos Depósitos Praiais. a) Larga faixa de praia onde ocorre a visitação dos turistas e a prática de pesca; b) sedimento arenoso de granulação fina-média presente na faixa de praia.



FONTE: O autor (2021).

### 5.1.6 Recifes

Os depósitos recifais presentes nesta faixa litorânea são de natureza carbonática e ocorrem tanto na faixa de praia, até onde são recobertos pelos estratos da Formação Barreiras, quanto na região intermaré, onde são recobertos parcial ou totalmente pela água do mar durante a maré alta, e por sedimentos praias



recentes (Figuras 13a). Apresentam uma extensão lateral limitada, mas uma intensa variação vertical de fácies.

De maneira geral, estes depósitos apresentam uma coloração creme, aspecto coquinoide, localmente acamadado e devido à erosão as construções recifais apresentam aspecto ruiniforme irregular (Figuras 13b e 13c). A morfologia desses calcários é definida em diversos afloramentos, não contínuos e que se apresentam em um formato “de caixa de ovos”. São montículos isolados e, quando próximos, tendem a assimilar a uma caixa de ovos.

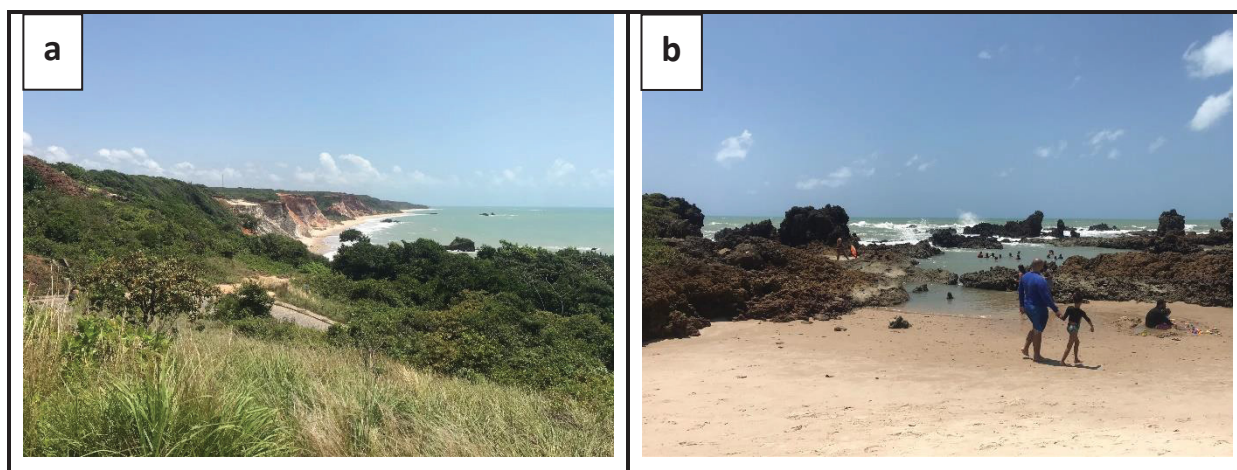
Os calcários recifais apresentam, diante de um contexto mais amplo, uma geomorfologia bem definida (“pontal”) e que controla o desenvolvimento da linha de costa através da ação das ondas.

De acordo com a classificação de Gabrau (1904), nos calcários recifais existe a predominância de calcilutitos, mas devido à sua intensa variação de fácies também foram encontrados calcarenitos e calciruditos.

Os abundantes níveis de conchas de bivalves e gastrópodes que formam as camadas intercaladas com corpos de construções recifais-algálicas, propiciaram o intenso processo de bioerosão, causado principalmente por organismos raspadores e perfuradores (Figuras 13d).

Admite-se que as condições ideais para o seu desenvolvimento correspondam a mares com profundidades inferiores a 40 e 50 metros (zona fótica), águas limpas com salinidade constante e temperatura mínima superior a 20°C (SUGUIO, 1998).

Figura 13 – Registro dos calcários recifais na faixa litorânea estudada. a) local de ocorrência dos calcários recifais; b) e c) aspectos gerais da morfologia dos calcários recifais (coloração creme, localmente acamadados, aspecto ruiniforme); d) registro de icnofósseis nos calcários recifais.





FONTE: O autor (2021).

## 5.2 Erosão Costeira

A porção mais a leste dos tabuleiros e as falésias são os indicadores mais evidentes encontrados na Praia de Tambaba. São, também, nessas falésias, onde os processos continentais de erosão são mais conspícuos, formando grandes voçorocas que, em episódios de chuvas intensas concentram fluxos de águas que transportam considerável carga sedimentar, depositando-a na praia (cones de dejeção – Figuras 8a e 8b).

Na Praia de Coqueirinho, onde são encontradas, na sua retaguarda, as falésias mais altas de todo o litoral paraibano, os indicadores de erosão costeira estão diagnosticados no deslizamento de massa (Figura 7f). Em alguns trechos dessa praia, foram observadas erosões pela incidência direta de ondas nos depósitos coluviais que, em alguns casos já se encontravam recobertos por vegetação pioneira e por um coqueiro mostrando um período de estabilidade considerável. A Praia de Coqueirinho possui uma extensão de 5 km de linha de costa.

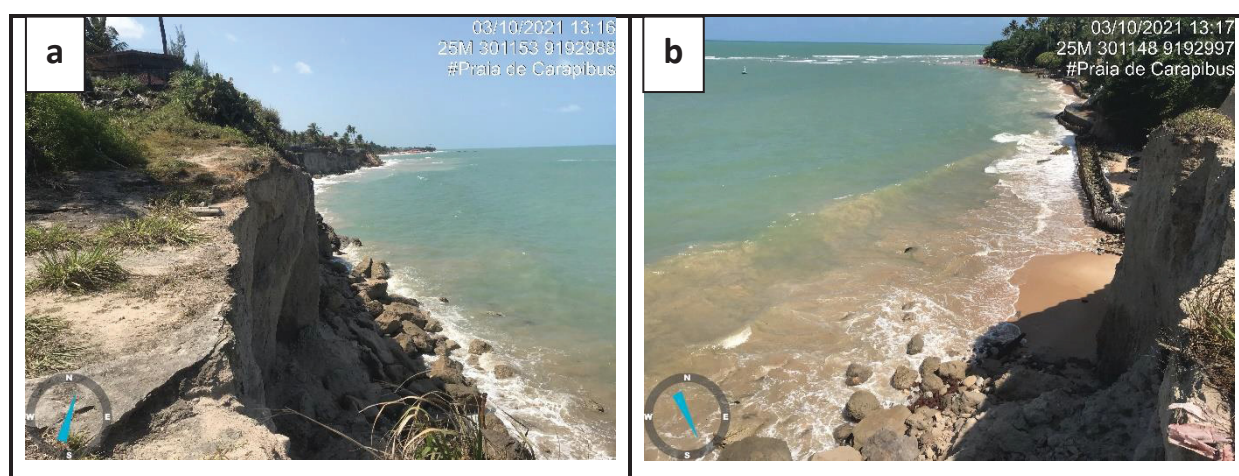
Em grande parte de sua extensão, são verificados depósitos continentais quaternários produzidos pelos mais diferentes processos geomorfológicos. Esses depósitos repousam sobre a pós-praia, que em muitos casos, são erodidos e remobilizados pela dinâmica costeira. O que ocorre em grande parte da praia são os depósitos continentais que são produzidos com certa rapidez, sendo constantemente erodidos pela incidência direta das ondas.

Na Praia de Tabatinga, foram encontrados vários indicadores de erosão costeira em praticamente toda a sua extensão. Nos trechos em que são encontradas

falésias ativas, são encontrados blocos desprendidos das mesma e, nos trechos em que as falésias estão ausentes, são encontrados coqueiros destruídos e raízes aflorando.

Na Praia de Carapibus, no trecho norte, após um considerável afloramento do calcário da Formação Tambaba, são encontradas escarpas ativas com quedas de blocos (Figura 14) e blocos de ferricretes, na face praial, que atestam o recuo erosivo destas escarpas. Nos trechos onde as falésias estão ausentes ou muito recuadas, são encontrados coqueiros caídos e raízes aflorando.

Figura 14 – Ação das ondas na escarpa de tabuleiro e consequente deslizamento de blocos.



FONTE: O autor (2021).

Na Praia de Jacumã não foram encontrados indicadores de erosão costeira. Na porção sul, é encontrada uma linha recuada de falésias tendo a sua frente coqueiros e vegetação pioneira, sem evidências de processos erosivos costeiros e, nos demais trechos, não existem falésias e os terraços marinhos holocênicos são ocupados por construções e por vegetação sem também apresentarem evidências de erosão costeira.

### 5.3 – Qualidade Recreacional das Praias

A avaliação da qualidade recreacional das praias foi realizada com base em alguns aspectos segundo a escala de grau de atratividade baseada em Leatherman (1997). São eles: qualidade da água, lixo antrópico, barracas de praia, condições de acesso, altura das ondas, turbidez da água, largura da praia,

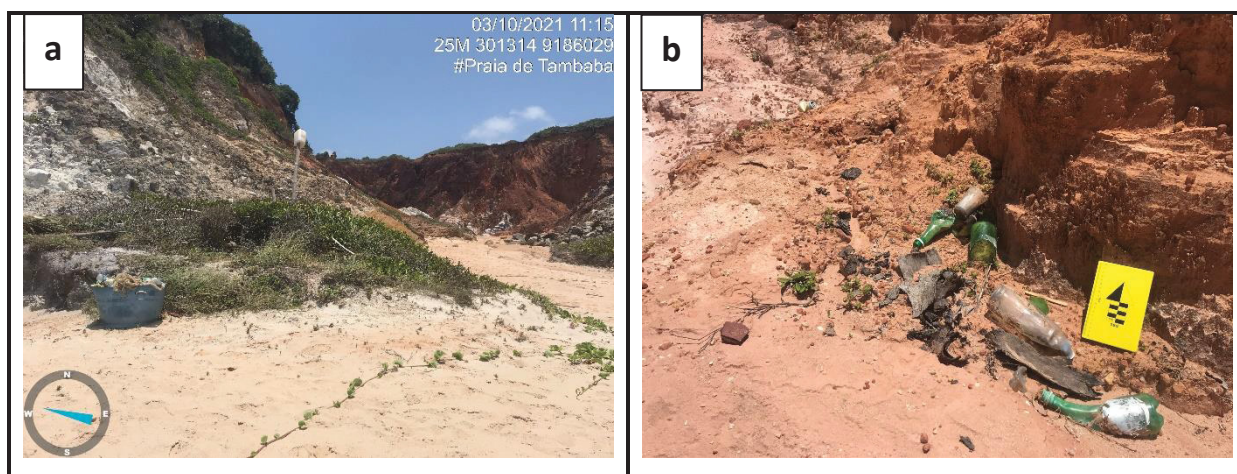


granulometria do sedimento praial, coloração da areia, falésias ativas, declividade da face da praia, bancos de arenitos e terraços de abrasão na praia e estruturas de proteção à erosão.

Os trechos que apresentaram poluição e aqueles onde ocorrem na praia descargas de canais contaminados por atravessarem regiões de ocupação espontânea sem esgotamento sanitário, foram considerados como segmentos com uma má qualidade da água costeira. Isso se fez necessário devido à ausência de medidas sistemáticas da qualidade da água nas praias estudadas. Para as praias analisadas foi atribuído o grau de atratividade 4, pois é verificado quase inexistência de poluição e a ausência de descargas de canais.

De uma maneira geral, as praias do segmento de Tambaba à Jacumã apresentam pouca quantidade de lixo antrópico, especialmente nos trechos pouco frequentados e de difícil acesso, onde são encontrados apenas restos de origem vegetal e de algas. Neste segmento é possível verificar a existência de pontos de coletas de lixo (Figura 15a), porém ainda foi encontrada uma pequena quantidade de lixo deixado entre falésias (Figura 15b), e os restaurantes/barracas de praia, ainda sim, fazem a limpeza, mitigando o acúmulo de lixo. Deve-se considerar ainda que o aspecto relacionado ao lixo pode ter um caráter eventual ou transitório, a depender do nível de educação ambiental dos frequentadores das praias e da eficiência dos órgãos de limpeza pública locais.

Figura 15 – a) ponto de coleta de lixo; b) lixo deixado em base de falésias.



FONTE: O autor (2021).

A facilidade de acesso é fundamental para a determinação do nível de frequência de uma praia. Todas as praias do segmento estudado possuem acesso fácil e transitável para veículos, porém os trechos entre esses pontos de acessos são ocupados por vegetação, falésias ou propriedades. A acessibilidade nessas faixas só é possível através de caminhada na face praial ou trechos estreitos e sem sinalização informativa.

Figura 16 – Atual situação dos acessos a algumas praias. a) e b) Praia de Tambaba; c) e d) Praia de Jacumã.



FONTE: O autor (2021).

Os calcários recifais da Formação Tambaba, além de atuarem significativamente na geomorfologia costeira, definem características morfodinâmicas dissipativas ou refletivas com relação as ondas que chegam na costa. Isso representa ondas de até 1m de altura.

A presença de turbidez é condicionada, principalmente, pela existência de falésias ativas nas proximidades das praias e pelas desembocaduras fluviais. A

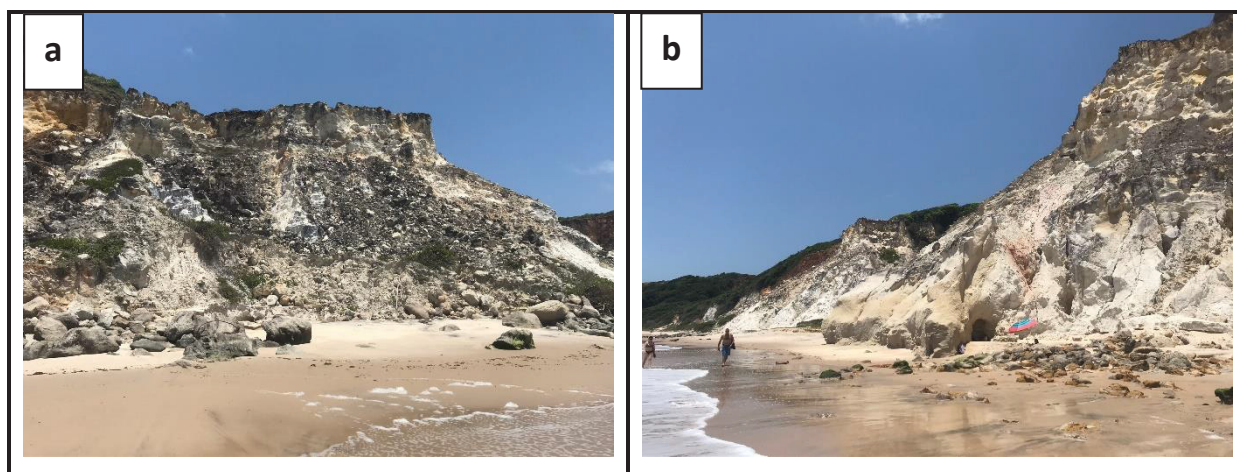


turbidez da água foi estimada visualmente e, desta forma, foi considerada como baixa turbidez.

Em geral, as praias do referido trecho do litoral do município de Conde apresentam areias de coloração creme ou branca. A granulometria dos sedimentos das praias varia de areia fina a média (Figura 12b), o que caracteriza um melhor conforto para as atividades recreacionais. No entanto, esta área disponível torna-se um fator limitante para essas atividades durante a preamar, com trechos disponíveis que vão de 0 a 15 metros de largura de praia.

Os trechos praias onde ocorrem falésias ativas não são adequados para atividades recreacionais, apesar da grande atratividade turística, pois apresentam riscos à saúde humana devido à grande presença de blocos que desmoronam do topo (Figura 17) e da face das falésias e podem ocasionar óbito. Pode-se ainda citar o acidente ocorrido na Praia de Pipa (RN) em 2020 decorrente do deslizamento da face de uma falésia ativa, a qual ocasionou a morte de uma família (3 pessoas) que estava logo abaixo desta estrutura. Na Figura 17b é possível verificar a negligência por parte dos turistas quanto ao risco associado a essa unidade geoambiental.

Figura 17 – a) blocos caídos em falésia da Praia de Tambaba; b) Praia de Tambaba; c) e d) Turista entre blocos e escarpa da falésia ao fundo da foto.



FONTE: O autor (2021).

Toda a faixa litorânea da área em questão estudada é visitada por turistas e/ou habitantes locais. Porém, podemos destacar quatro praias que são mais procuradas e que possuem a capacidade de oferecer serviços que podem ser

comercializados (bares e restaurantes): Tambaba, Coqueirinho, Tabatinga e Jacumã.

Dentre as quatro praias citadas, a Praia de Tabatinga é a que apresenta o menor risco aos banhistas e pessoas que circulam na praia e a melhor estabilidade geoambiental devido à atividade erosional não apresentar um elevado risco aos usuários das praias.

Na Praia de Tambaba, conforme citado anteriormente, a grande quantidade de falésias, o deslizamento de blocos (Figuras 8c e 8d), massas e os processos erosivos nos mirantes vão gerar um elevado risco aos banhistas. A Praia de coqueirinho é completamente tomada por barracas e serviços de restaurante, além das agências de turismo (Figuras 18a e 18b).

A Praia de Jacumã também apresenta um risco iminente no trecho utilizado para o lazer comum. As barracas de comércio estão dispostas adjacente a uma escarpa de um tabuleiro (Figuras 18e, 18f, 18g e 18h), de aproximadamente 10m. Isso faz com que os usuários também corram o risco e, por muitas vezes, com mesas e cadeiras visivelmente na escarpa.

Figura 18 – a) ocupação das praias por atividade de comércio; c) e d) recreação na Praia de Tabatinga; e), f), g) e h) atividade recreacional na Praia de Jacumã. Notar a presença de barracas e mesas adjacentes às escarpas dos tabuleiros.







FONTE: O autor (2021).

## 6 CONCLUSÕES

O litoral do município de Conde, devido à sua beleza natural e importância histórica e cultural, é um destino turístico do Nordeste muito procurado, principalmente pelo destaque da Praia de Tambaba. As praias dessa região apresentam características bastante preservadas, tanto do ponto de vista natural

como da ocupação antrópica, o que se expressa como um importante recurso para o desenvolvimento das atividades turísticas, de recreação e de lazer.

Uma vez que o principal uso das praias do município de Conde é o recreacional, a avaliação das condições morfodinâmicas das praias e as suas implicações nos riscos para os banhistas é de fundamental importância na gestão de suas praias. As praias que ocorrem no segmento de Tambaba à Jacumã foram consideradas com alto nível de segurança em quase sua totalidade.

Em função dos critérios aqui adotados, constatou-se que as praias avaliadas do município de Conde apresentam qualidade recreacional baixa à média, quando levamos em consideração a preamar. Apresentam ondas de até 1 m na face da praia, praia pouco inclinada e areia de granulometria fina à média, trechos que apresentam um bom acesso, boa qualidade da água, ausência de barracas, baixa turbidez da água e falésias (ativas e inativas) e estruturas de proteção. Os trechos de falésias ativas foram classificados como de qualidade recreacional baixa. Em geral, esses trechos não são apreciados para atividades recreacionais devido ao alto potencial de risco de desmoronamentos e deslizamentos e pelo fato de, em geral, não haver praia recreativa nestes locais durante a preamar.

A geologia da faixa praial do município de Conde apresenta uma ampla diversidade de ambientes que, por sua importância ecológica e sua grande expressão geográfica merecem lugar de destaque dentre da zona costeira do município. Sua história evolutiva, principalmente no Quaternário, teve um papel decisivo na conformação de sua morfologia e no arranjo espacial de suas unidades.

A partir do mapeamento das unidades geológico-geomorfológicas do Quaternário costeiro resultou um mapa de unidades geoambientais, de grande importância não só para o estabelecimento de diretrizes e normas para o uso e ocupação do solo, como também para os programas de gerenciamento costeiro nos três níveis (Federal, Estadual e Municipal). Portanto, pode-se levar em consideração que as informações referentes ou derivadas da geologia e geomorfologia, cartografadas em escala adequada, constituem num poderoso auxílio documental e instrumental, na aplicação de políticas de preservação do meio ambiente em consonância ao desenvolvimento sustentável.

A grande potencialidade do município para o turismo deve, portanto, ser explorada com cautela, visando sempre o desenvolvimento sustentável, a

conservação dos ambientes e o respeito à legislação e as limitações associadas a cada unidade mapeada.

Este trabalho fornece um indicativo de alerta e abre espaço para outros estudos mais aprofundados e uma análise acerca da implementação de medidas de mitigação de risco bem como da monitoração desses riscos a fim de evitar consequências danosas à população.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A. C. **Calcários Recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos Taxionômicos, Paleoecológicos, Paleoambientais e Estratigráficos**. 2000. 194f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco (PE) 2000.
- BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; MABESSONE FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 13, n. 1, p.89-108, 2003.
- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. 2004. 230f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 2004.
- BARBOSA, J. A. & Lima Filho, M. F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 14, p. 287-306, 2006.
- BARBOSA, J. A.; VIANA, M. S. S. & NEUMANN, V. H. Paleoambientes e icnofácies da sequência carbonática (Cretáceo e Paleógeno) da Bacia da Paraíba, NE do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, p. 73-90, 2006b.
- BEURLIN, K. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 16, n. 1, p. 43-53, 1967a.
- BEURLIN, K. Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 16, n. 1, p. 73-79, 1967b.
- BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; VILAS BOAS, G. S.; FLEXOR, J. M. The marine formations of the coast of the State of Bahia, Brazil. In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. (Eds.) International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, 1979, São Paulo, 1979, p. 232-253.
- BUENO, G. V. Diacronismo no Rifte Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 12, p. 203-229, 2004.
- CARTER, C. H. & GUY Jr., D. E. Coastal erosion: processes, timing and magnitudes at the bluff toe. **Marine Geology**, v. 84, p. 1-17. 1988.

- CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O. & FIGUEIREDO, A. M. F. New concepts on the on the development of East Brazilian marginal basins. **Episodes**, v. 11, p. 194-202, 1988.
- CLARK, J. R. **Coastal Ecosystem Management: a technical manual for the conservation of coastal zone resources**. Florida. USA, Robert E. Krieger Publishing Co. Inc., 928p., 1977.
- CORREIA FILHO, O. J.; ALENCAR, M. L.; BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H. Proposta de Formalização da Formação Tambaba, Eoceno da Bacia Paraíba, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 2, p. 61-81, 2015.
- FEITOSA, E. C. & FEITOSA, F.A.C. 1986. Considerações sobre a Bacia Potiguar–Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba. **Estudos Geológicos**, v. 8, p. 71-78, 1986.
- FEITOSA, E. C.; FEITOSA, F. A. C. & Lira, H. M. P. Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB – uma hipótese de trabalho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis, **Anais em CD-ROM**.
- GRABAU, A. W. 1904. On the classification of sedimentar rocks. **American Geologist**, v. 33, p. 228–247, 1904.
- GARES, P. A.; SHERMAN, D. J.; NORDSTROM, K. F. Geomorphology and natural hazards. **Geomorphology**, v. 10, p.1-18, 1994.
- GRIGGS, G. B. & TRENHAILE, A. S. Coastal cliffs and plataforms. In: Coastal Evolution – Late Quaternary shoreline morphodynamics, R.W.G. Carter e C.D. Wooddroffe (eds.). 1994. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain, 1994. p.425-450.
- HOOKE, J. M.; BRAY, M. J.; CARTER, D. J. Sediment transport analysis as a component of coastal management – a UK example. **Environmental Geology**, v. 27, p.347-357, 1996.
- KEGEL, W. Geologia do fosfato de Pernambuco. **Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral**, v. 157, 54 p. 1955.
- KOMAR, P. D. **Beach processes and sedimentation**. New Jersey: Englewood Cliffs, 1976, 429p.
- KULLENBERG, G. Contributions of marine and coastal area research and observations towards sustainable development of large coastal cities. **Ocean & Coastal Management**, v. 44, p. 283-291, 2001.

LACERDA, L. D. Manguezais: Florestas de Beira Mar. **Revista Ciência Hoje**, v. 3, n. 13, 64p., 1987.

LEATHERMAN, S. P. Beach Rating: A Methodological Approach. **Journal of Coastal Research**, v. 13, n. 1, p. 253-258, 1997.

LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, A. B.; SOUZA, E. M. Carbonate sections of the Paraíba and Pernambuco Basins, Northeastern Brazil: Implications for the late stages of opening of Southern Atlantic Ocean. In: 15th International Sedimentological Congress, v. 1, 1998, Alicante. Spain. 1998, p. 504-505.

MABESOONE, J. M. & ALHEIROS, M. M. Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco/Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, p. 476-482. 1988.

MABESOONE, J. M. & ALHEIROS, M. M. Base Estrutural– Faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. **Estudos Geológicos**, v. 10, p. 3343, 1991.

MABESOONE, J. M. & ALHEIROS, M. M. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. **Geologie en Mijnbouw**, v. 71, p. 351-362. 1993.

MATOS, R. M. D. History of the northeast Brazilian rift system: kinematic implications for the break-up between Brazil and West África. **Geological Society of London, Special Publications**, v. 153, p. 55-73, 1999.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: TEIXEIRA GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 1994, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, p. 253-308.

PERATH I. & ALMAGOR G. The Sharon Escarpment (Mediterranean Coast, Israel): Stability, Dynamics, Risks and Environmental Management. **Journal of Coastal Research**, v. 16, n. 1, p. 225-228, 2000.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

ROSSETTI, D. F.; BEZERRA, F. H; GÓES, A. M. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 300, p. 191-204, 2011.

ROSSETTI, D. F., GÓES, A. M., BEZERRA, F. H., VALERIANO, M. M., BRITONEVES, B. B.; OCHOA, F. L. Contribution to the Stratigraphy of the Onshore Paraíba Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 187-207, 2012.

SOUZA, E. M. **Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba**. 1998. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 1998.

SUGUIO, K; MATIN, Late Quaternary marine formations of the State of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1., 1978, São Paulo. **Special Publication**, n. 1, São Paulo, 1978. 55p.

SUGUIO, K. **Dicionário de sedimentologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1.222p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (passado + presente = futuro?)**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 366p.

SUMAN, D. Case studies of coastal conflicts: comparative US/European experiences. *Ocean & Coastal Management*, v. 44, p. 1-13, 2001.

SUNAMURA, T. Processes of Sea cliff and Plataform erosion. In: KOMAR, P.D. (Eds.) *Handbook of Coastal processes and erosion*. **Baton Rouge**, CRC Press, p. 233-265, 1983.

UNESCO. *Coasts: Managing Complex Systems*. **Environment and Development Briefs**. United Nations Educational, Scientific and cultural Organization. Paris. 16 p., 1993.