

Capítulo XVIII

TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NAS PRAIAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA





TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NAS PRAIAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA

Nadja Cecília de Freitas Silva¹; Christianne Maria da Silva Moura²; Jefferson da Costa Silva³; Saulo Roberto de Oliveira Vital⁴

¹Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, nadja.cecilia@gmail.com (autora correspondente)

^{2,4}Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, ²cmm_reis@yahoo.com.br, ⁴saulo.vital@academico.ufpb.br

³Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba, Avenida Monsenhor Walfredo Leal, 181, João Pessoa, Paraíba, CEP 58020-540, jeffersonsilvageo@gmail.com

RESUMO

As praias são ambientes extremamente dinâmicos, que reagem às alterações do meio físico, por meio da interferência na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Tais alterações são resultantes da interação complexa entre o homem e o meio ambiente. Diversos exemplos do litoral brasileiro, bem como a nível global, comprovam que além dos processos naturais de erosão costeira, a instalação de construções rígidas, provoca uma aceleração dessa erosão. O litoral do estado da Paraíba possui cerca de 145 km de extensão de linha de costa, e o Setor Costeiro Norte, que corresponde ao objeto deste estudo, abrange aproximadamente 55 km de extensão e é constituído pelos municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação e Lucena. O presente trabalho objetiva classificar as praias do litoral norte da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, em longo prazo. Para isso, foi feita a análise dos dados obtidos por meio da plataforma Aqua Monitor e realizou-se também o levantamento de dados através da plataforma CASSIE, para um período de 32 anos, verificando as variações de linha de costa entre os anos de 1984 e 2016. A plataforma CASSIE consiste numa ferramenta web de código aberto para mapeamento e análise automática do litoral usando imagens de satélite, destacando as praias que possuem tendência à acreção, erosão ou estabilidade, onde os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (Linear Regression Rate) em metros/ano. As praias da área de estudo foram classificadas com tendência à acreção, à estabilidade, e à erosão da linha de costa. Os resultados obtidos através dos levantamentos demonstram que, 41,22% das localidades analisadas apresentaram acreção, 42,10% apresentaram estabilidade e 16,66% apresentaram tendência ao recuo da linha de costa. Além disso, os resultados encontrados a partir do levantamento de dados através das plataformas e em campo podem ser considerados iniciais para pesquisas futuras, uma vez que servem como subsídio para uma análise mais detalhada das praias do Setor Costeiro norte paraibano para compreensão dos impactos provenientes da

erosão na linha de costa do estado.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Geoindicadores, Dinâmica Costeira, Litoral Norte da Paraíba.

ABSTRACT

Beaches are extremely dynamic environments that react to changes in the physical environment by interfering with the dynamics of sedimentary processes along the coast. Such changes result from the complex interaction between man and the environment. Several examples from the Brazilian coast, as well as at a global level, prove that besides the natural coastal erosion processes, the installation of rigid constructions causes an acceleration of this erosion. The coast of the state of Paraíba has about 145 km of coastline, and the Northern Coastal Sector, which corresponds to the object of this study, comprises approximately 55 km of extension and is formed by the municipalities of Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação and Lucena. The present work aims to classify the beaches of the northern coast of Paraíba, as to their long term coastline variation rate. For this, the analysis of the data obtained through the Aqua Monitor platform was carried out, as well as the data survey through the CASSIE platform, for a 32-year period, verifying the shoreline variations between the years 1984 and 2016. The CASSIE platform consists of an open source web tool for mapping and automatic analysis of the coastline using satellite images, highlighting the beaches that have a tendency to accretion, erosion or stability, where the transects are colored according to the classification proposed by Esteves and Finkl (1998), considering the LRR (Linear Regression Rate) values in meters/year. The beaches of the study area were classified with tendency to accretion, stability, and shoreline erosion. The results obtained from the surveys show that, 41.22% of the localities analyzed presented accretion, 42.10% presented stability, and 16.66% presented a tendency for shoreline retreat. Furthermore, the results found from the data survey through the platforms and in the field can be considered initial for future research, since they serve as a subsidy for a more

detailed analysis of the beaches of the Northern Coastal Sector of Paraíba in order to understand the impacts from erosion on the coastline of the state.

Keywords: Coastal Erosion, Geoindicators, Coastal Dynamics, North Coast of Paraíba.

INTRODUÇÃO

A zona costeira constitui uma das zonas terrestres mais povoadas e desenvolvidas do mundo, e pode ser considerada a área de maior produtividade biológica do planeta. Historicamente, as atividades econômicas globais concentram-se na costa, onde se estabeleceu uma elevada quantidade e diversidade de usos. Esses usos incluem áreas de atividade petrolífera (extração e refino), portuária, agrícola e agroindustrial, pecuária, pesqueira, de aquicultura, extração mineral e vegetal, reflorestamento, exploração de salinas, de turismo, recreação e veraneio, entre tantas outras (LUIJENDIJK, 2018; POLETTE; ASMUS, 2015).

As praias são ambientes extremamente dinâmicos, que reagem às alterações do meio físico, por meio da interferência na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Tais alterações são resultantes da interação complexa entre o homem e o meio ambiente. Diversos exemplos do litoral brasileiro, bem como a nível global, comprovam que além dos processos naturais de erosão costeira, a instalação de construções rígidas, provoca uma aceleração dessa erosão.

Luijendijk et al. (2018) apresentam os resultados de uma avaliação global da ocorrência de praias arenosas e taxas de variação de linha costa. Segundo os autores, a análise de imagens de satélite disponíveis gratuitamente, capturadas desde 1984, indicam que 24% das praias arenosas do mundo estão sendo erodidas a uma taxa superior a 0,5 m/ano, enquanto 28% estão acumulando sedimentos e 48% estão estáveis.

Segundo Dominguez et al. (2016), o litoral da Paraíba está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno, ao longo da zona costeira, é apontada como principal

evidência para esta tendência de longo prazo para a erosão. Os terraços marinhos evidenciam as paleolinhas de costa e servem como indicadores da evolução da morfologia do ambiente praial. A quase ausência dos terraços marinhos na área de estudo resultam em praias mais estreitas e mais vulneráveis à erosão costeira.

Nas últimas décadas, o litoral paraibano apresentou um crescimento populacional significativo, com conseqüente crescimento imobiliário, decorrente do desenvolvimento do turismo e abertura de novas estradas, possibilitando o acesso às áreas antes pouco habitadas. Esses fatos, de certo modo, potencializam ainda mais o processo erosivo nas praias, pois a ocupação e/ou instalação de estruturas fixas em locais inadequados, sem a observância dos limites de oscilação do perfil praial, contribuem para o agravamento da erosão costeira natural (REIS; FEITOSA; REIS, 2019).

De acordo com o IBGE (2010), a população residente nos municípios costeiros da Paraíba corresponde a 3.766.528 habitantes. Para Farinaccio e Tessler (2010) muitas das atividades antrópicas desenvolvidas nesse ambiente privam as costas de seu natural suprimento de areia, como as obras de regularização e estabilização de rios e a mineração em áreas fontes de sedimentos, obras portuárias entre outras. Além destas, é comum nas praias brasileiras, a construção de uma infraestrutura de lazer constituída de bares, quiosques e todo o complexo de condomínio de pousadas e hotéis que avançam sobre áreas de domínio da ação marinha.

Segundo Souza et al. (2005), a erosão em uma praia se torna um problema quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda essa praia ou em um trecho dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico. A erosão costeira é um dos principais responsáveis pelos impactos que ocorrem na zona costeira, além de ocasionar problemas à praia, aos ambientes naturais, assim como, aos ambientes de uso da população, como estradas, casas e quiosques.

De acordo com Souza (2009), podemos destacar pelo menos treze conseqüências: 1) redução na largura da praia e retrogradação ou

recuo da linha de costa; 2) desaparecimento da zona de pós-praia; 3) perda e desequilíbrio de habitats naturais; 4) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas ou eventos de marés de sizígia; 5) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; 6) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa; 7) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa (obras costeiras); 8) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; 9) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira; 10) comprometimento do potencial turístico da região costeira; 11) prejuízos nas atividades socioeconômicas da região costeira; 12) artificialização da linha de costa devido à construção de obras costeiras (para proteção e/ou recuperação ou mitigação); 13) gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (incluindo propriedades públicas e privadas, equipamentos urbanos diversos e estruturas de apoio náutico, de lazer e de saneamento).

Diante disso, observa-se a necessidade de se estabelecer mecanismos que possam auxiliar os processos de análise dos impactos erosivos ao ambiente costeiro. Além disso, o presente trabalho tem como principal objetivo, classificar praias do litoral norte da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, no período entre os anos de 1984 e 2016. No que se refere aos objetivos específicos, tem-se: I) Caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos que predominam no litoral Norte da Paraíba; II) Elencar os geoindicadores de erosão costeira que melhor caracterizam o processo erosivo na área em estudo; III) Detalhar o levantamento das taxas de variação da linha de costa com base nos dados obtidos a partir da plataforma Aqua Monitor; IV) Classificar as taxas de variação da linha de costa com base nos dados que serão levantados na plataforma CASSIE, e confrontá-los com os dados levantados anteriormente; V) Identificar as áreas mais vulneráveis à erosão costeira a partir das ferramentas utilizadas.

Área de estudo

O litoral do estado da Paraíba possui cerca de 145 km de extensão de linha de costa, e o Setor Costeiro Norte, que diz respeito a área deste estudo, abrange aproximadamente 55 km de extensão, correspondendo a cerca de 38% do litoral paraibano. A área de estudo compreende os municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação e Lucena, representados na Figura 1.

No tocante às características geomorfológicas dos municípios em questão, tem-se que, Mataraca, assim como Baía da Traição, Rio Tinto, Marcação e Lucena, estão inseridos na unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que por sua vez, acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresentando altitude média de 50 a 100 metros. No que se refere à Geologia, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2005), os municípios do Setor Costeiro Norte possuem unidades litoestratigráficas semelhantes, são elas:

- Qfm - Depósitos flúvio-marinhos (fm): depósitos indiscriminados de pântanos e mangues, flúvio-lagunares e litorâneos.
- NQc - Depósitos colúvio-eluviais: sedimento arenoso, areno-argiloso e conglomerático.
- ENb - Grupo Barreiras (b): arenito e conglomerado, intercalações de siltito e argilito.

De acordo com Dominguez et al. (2018), a costa da Paraíba pode ser subdividida em três compartimentos com base na geomorfologia costeira. Fazem parte do Compartimento I, as linhas de costa dos seguintes municípios: João Pessoa (a partir da Ponta do Cabo Brando, em direção ao sul), Conde e Pitimbu.

Nesse trecho estão presentes formações recifais franjantes bordejando a linha de costa, paleo-falésias da Formação Barreiras, muito próximas à linha de costa, falésias ativas com um estreito terraço arenoso, muitas vezes vegetado, ou o próprio prisma praias, protegendo o sopé das falésias do contato direto com as ondas. (Dominguez, 2018, pág. 231).

O Compartimento II, está limitado ao sul pela ponta do Cabo Branco (João Pessoa), e em direção ao norte inclui ainda as praias de Cabedelo e Lucena.

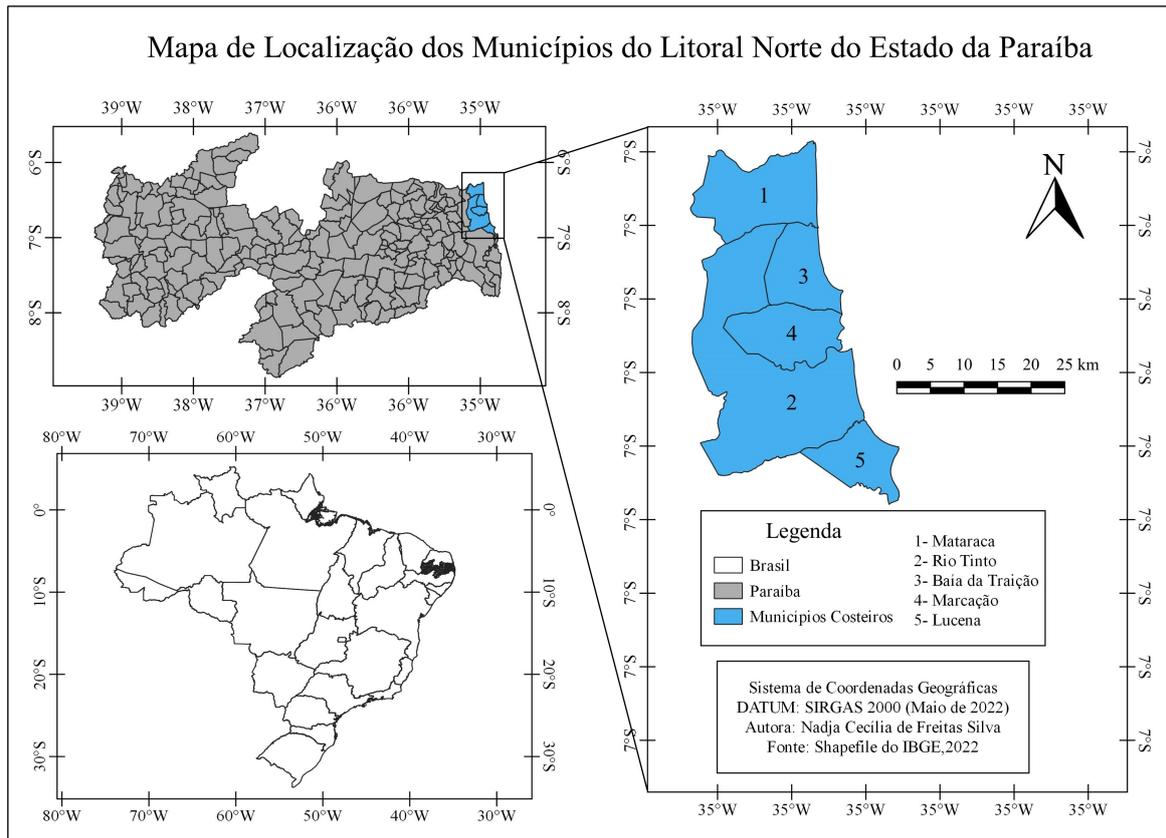


Figura 1. Mapa de Localização dos municípios do litoral norte do Estado da Paraíba.

Neste compartimento, onde deságua o rio Paraíba, os depósitos quaternários alcançam sua maior expressividade e as falésias ativas estão ausentes. (Dominguez, 2018, pág. 231).

No Compartimento III estão as praias dos demais municípios costeiros da Paraíba. Além disso, compreende os municípios da área de estudo, são eles: Mataraca, Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto.

Neste compartimento a linha de costa apresenta uma geometria mais retilínea, e as construções recifais estão ausentes, à exceção do extenso arenito de praia que bloqueia a entrada da Baía da Traição. (Dominguez, 2018, pág. 231).

MATERIAL E MÉTODOS

Nessa pesquisa foram utilizados os “geoindicadores” que segundo Martins et al. (2016, p. 534), são apontados como uma alternativa para realizar avaliações do potencial risco de desastres naturais em áreas costeiras. Estes autores destacam ainda que tais indicadores “fornecem tendências que ajudam a entender os processos atuantes na costa”.

Para determinar a situação da erosão

costeira nas praias da área em estudo, de forma qualitativa, serão utilizados os trabalhos de Souza et al. (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al. (2016). Segundo os referidos autores, os indicadores de erosão costeira encontrados no litoral de São Paulo, são também os mais comumente encontrados em outras praias brasileiras. Para o litoral paraibano serão observados ao longo de sua linha de costa os seguintes geoindicadores de erosão costeira (Quadro I).

Os referidos geoindicadores quando necessário serão adaptados à morfologia predominante em cada setor costeiro paraibano. Para classificar as praias com base nas taxas de variação da linha de costa, foram utilizados os dados disponibilizados por duas plataformas virtuais: a Aqua Monitor e o CASSIE. A plataforma Aqua Monitor (disponível em: <https://aqua-monitor.appspot.com/>) disponibiliza para um período de 32 anos (1984 a 2016) dados de variação de linha de costa a cada 500 metros, ao longo das praias arenosas do mundo conforme apresentado por Luijendijk et al. (2018). Para cada transecto obtido ao longo da linha de costa é

Quadro I. Geoindicadores de erosão costeira.

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

possível visualizar, além de outras informações, a taxa média de variação de linha de costa em metros/anos. Cada transecto praias está representado por linhas de coloração diferenciadas, que evidenciam tendência à acreção, erosão ou estabilidade, naquela localidade. Ao acessar cada transecto é possível visualizar um gráfico de dispersão o qual fornece informações correspondentes a taxa média de variação anual entre 1984 e 2016.

Através do Aqua Monitor realizou-se a classificação das praias da área de estudo conforme a metodologia proposta por Esteves e Finkl (1998), adaptada por Luijendijk et al. (2018). De acordo com essa classificação as praias podem apresentar: acreção, quando a taxa for acima de 0.5 m/ano, estabilidade, quando a taxa estiver entre -0,5 e 0.5 m/ano, e erosão, quando a taxa for superior a -0.5 m/ano, podendo ainda ser classificada como: erosão intensa (entre -3.0 e -1.0 m/ano), erosão severa (entre -5.0 e -3.0 m/ano) e erosão extrema (acima de -5 m/ano). Além disso, considerou-se linha de costa com tendência a erosão àqueles trechos que foram classificados, a partir da metodologia de Esteves e Finkl (1998), com taxa de recuo superior a -0.5 m/ano.

A partir de informações já coletadas (pesquisa desenvolvida a partir do Edital PIBIC

2020/2021), baseadas em 235 transectos praias, onde 33,6% da linha de costa paraibana sofre o processo de acreção, 52,8% estão estáveis, e cerca de 13,6% têm sofrido processos erosivos, sendo 9,9% apresentaram erosão, 2,5% erosão intensa, 0,8% erosão severa, e 0,4% erosão extrema (Figura 2), foi possível filtrar dados relacionados a área de interesse, que corresponde ao litoral norte paraibano, com o intuito de confrontá-los com o levantamento de dados realizado posteriormente através da plataforma CASSIE.

A plataforma Cassie (<https://cassiengine.org/>), conforme proposto por Almeida et al. (2021), consiste numa ferramenta web de código aberto para mapeamento e análise automática do litoral usando imagens de satélite. Esta ferramenta foi construída em JavaScript, usando a API do Google Earth Engine (GEE), e pode ser aplicada a qualquer região costeira da Terra onde existe um limite entre água e terra. O Cassie usa as imagens de satélite Landsat e Sentinel-2, disponíveis no GEE. Para otimizar a obtenção das informações de variação da linha de costa, considerando os dados de acreção, estabilidade e erosão, cada transecto possui um espaçamento de 500 metros, extensão de 1000 metros e limiar de 0. Após finalizar todos os

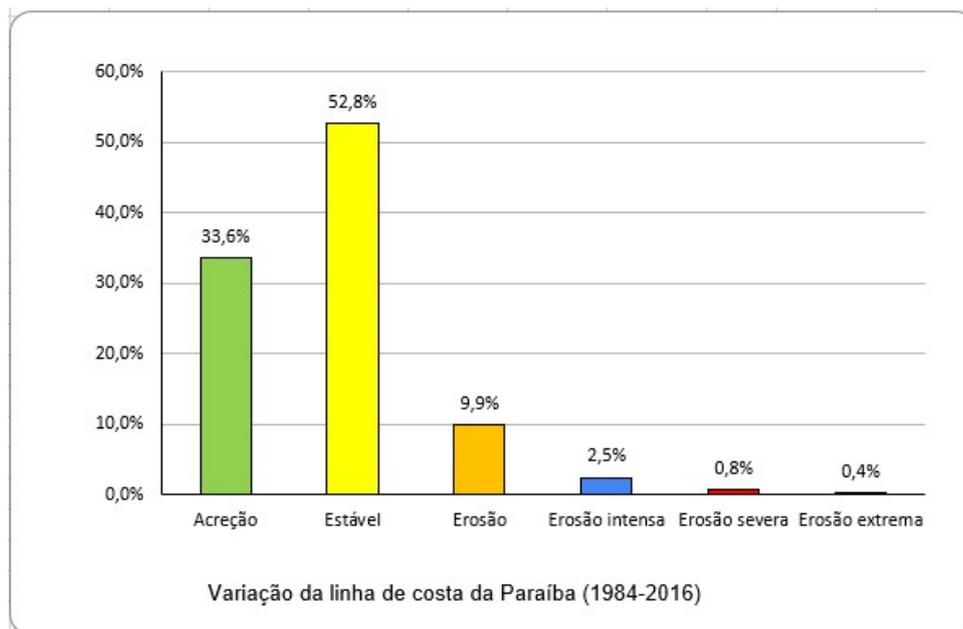


Figura 2. Variação da linha de costa da Paraíba (1984-2016). cálculos estatísticos, é possível obter um mapa final, onde a linha de base, os limites e os transectos praias podem ser visualizados sobre uma imagem de satélite (Figura 3). Os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano (Quadro II).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos através da plataforma CASSIE, foram constatados 114 transectos praias (TP), ao decorrer da linha de costa do litoral norte paraibano, sendo divididos levando em consideração a linha de costa dos municípios correspondentes, de norte em direção ao sul, tem-se Mataraca (TP1 até (TP25), Baía da Traição (TP26 até TP51), Marcação (TP52 até TP62), Rio Tinto (TP63 até TP84) e Lucena (TP85 até TP114). Após uma análise mais aprofundada dos 114 transectos praias obtidos, por meio dos dados das taxas de mudança ambiental para o período em questão (1984 a 2016), foram identificados os seguintes resultados: 42,10% como áreas estáveis, 41,22% das áreas foram classificadas com tendência à acresção e 16,66% foram classificadas com recuo da linha de costa, acima de -0,5 m/ano, destes 10,52% possuem tendência a erosão e 6,13% à erosão severa (Figura 4).

De acordo com o levantamento através da plataforma Aqua Monitor, foi possível obter as seguintes informações: No total foram identificados 111 transectos praias (TP), ao longo da área de estudo, com espaçamento de 500 metros entre eles, distribuídos da seguinte forma, considerando a linha de costa dos municípios, de norte para sul: em Mataraca (TP1 a TP27), Baía da Traição (TP28 a TP57), Marcação (TP58 a TP62), Rio Tinto (TP63 a TP84) e Lucena (TP85 a TP111). No que se refere à análise dos municípios de maneira individual, tem-se algumas características apresentadas a seguir:

Mataraca

O município de Mataraca está localizado no extremo norte do litoral paraibano, fazendo fronteira com o estado do Rio Grande do Norte, e apresenta aproximadamente 14 km de extensão costeira. Mataraca possui 25 transectos praias, indicados a partir do TP1 até o TP25, apresentando a variação da linha de costa conforme demonstrado na Figura 5.

A partir dos dados coletados, e com base na classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano, foi constatado que 56% das praias do município de Mataraca apresentam uma tendência a acresção da sua linha de costa, aproximadamente 24%, tendência à estabilidade, 12% apresentaram à erosão e 8% à erosão severa.

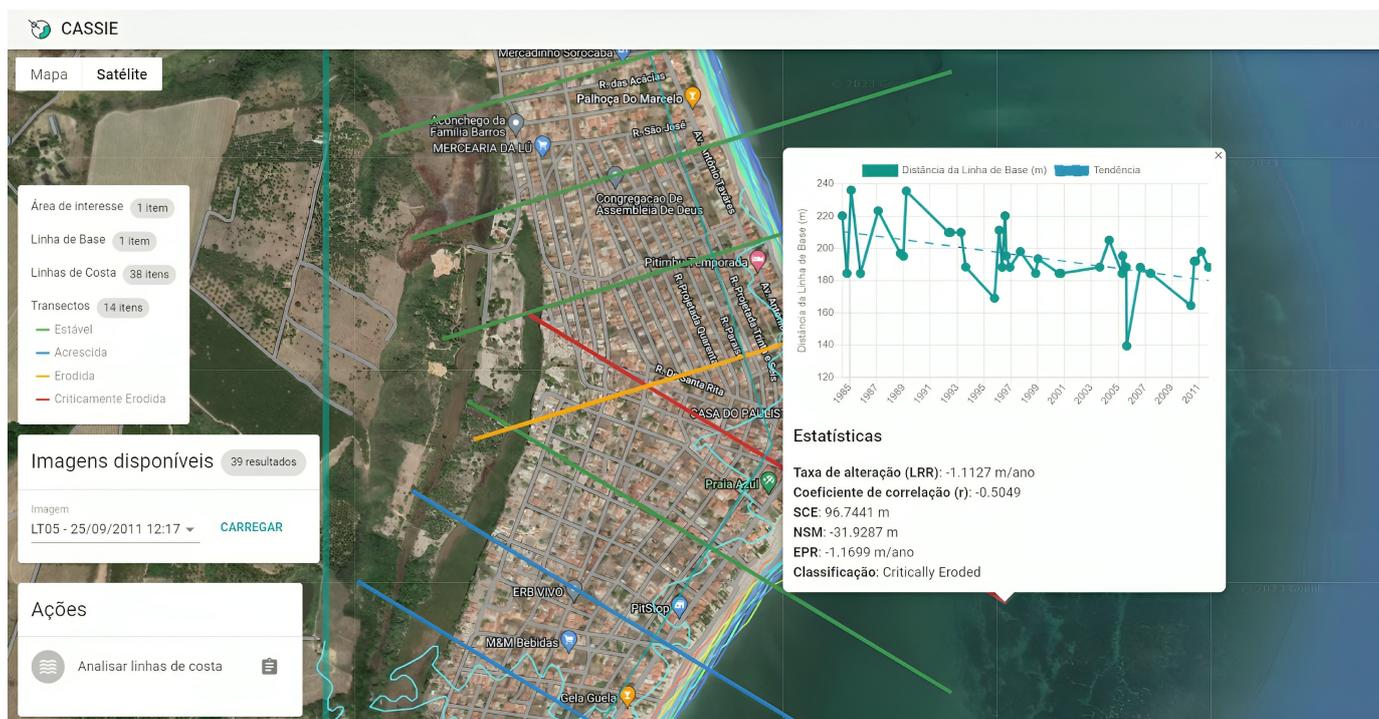


Figura 3. Representação da visualização dos dados na plataforma CASSIE.

Quadro II. Classificação com base na taxa de variação da linha de costa (valores de LRR).

Classificação	Taxa de variação da linha de costa com base no LRR (m/ano)
Acréscion	> 0,5 m/ano
Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
Erosão	-1 a -0,5 m/ano
Erosão severa	> -1m/ano

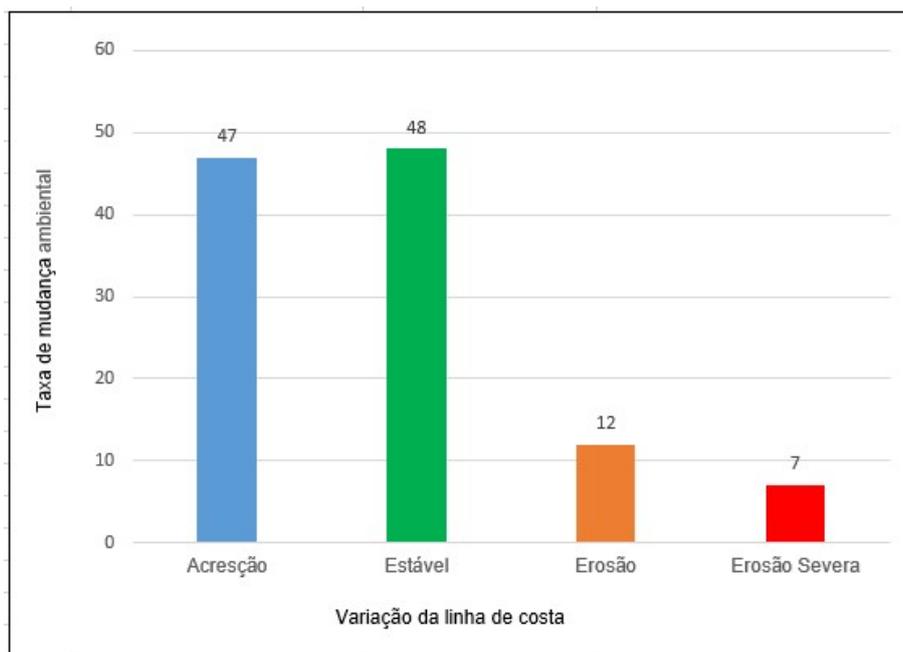


Figura 4. Variação de linha de costa no Setor Costeiro Norte do Estado da Paraíba, de 1984 a 2016.

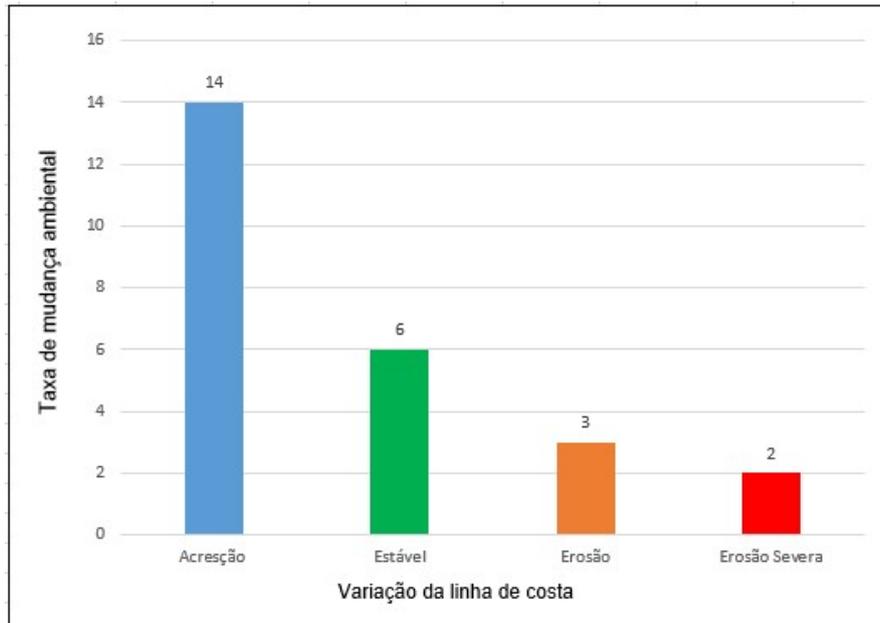


Figura 5. Variação da linha de costa do município de Mataraca-PB, 1984 a 2016.

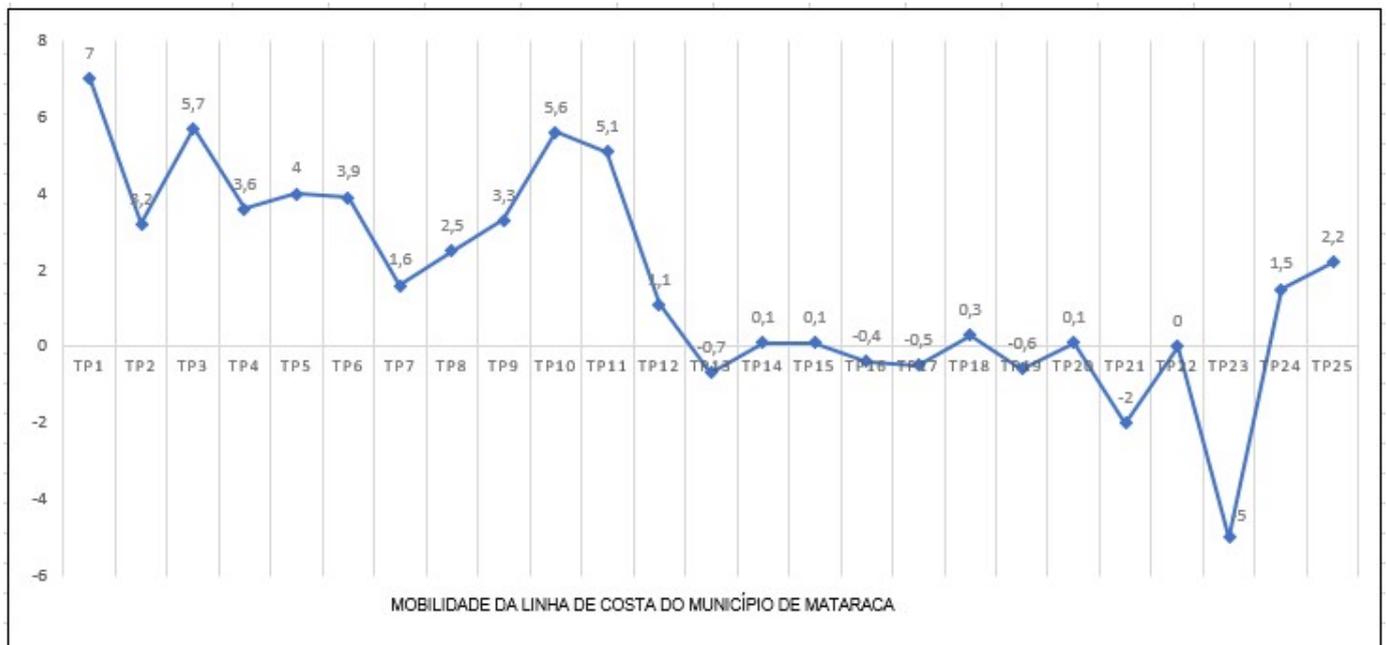


Figura 6. Mobilidade da linha de costa para o município de Mataraca-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em

Tendo a taxa de variação da linha de costa apresentada na Figura 6.

Por meio do Aqua Monitor, a partir dos dados coletados, e com base na classificação proposta por Luijendijk et al. (2018), foi constatado que 63% das praias de Mataraca, apresentam uma tendência a estabilidade da sua linha de costa, cerca de 33,3% tendência a acreção, e 3,7% apresentaram uma taxa de mobilidade negativa superior a -0,5 m/ano. A elevada taxa de mobilidade positiva verificada no transecto praiial (TP27) pode ser justificada pela sua proximidade à foz do rio

Camaratuba, o que pode ter colaborado com a acreção sedimentar de cerca de 8,8 m/ano, nesse trecho da linha de costa de Mataraca.

No que se refere ao uso de geoindicadores de erosão costeira para caracterizarem o processo erosivo na área em estudo, pode-se citar como exemplo, um trecho do município de Mataraca apontado na plataforma CASSIE como transecto praiial (TP23) no qual foi detectada erosão severa, e que foi possível observar e registrar em campo a presença ou ausência dos geoindicadores citados anteriormente no “Quadro I”. As informações



Figura 7. Transecto praiial (TP23) e proximidades, apontado como erosão severa na plataforma CASSIE, ao longo da praia de Camaratuba, localizada no município de Mataraca-PB, 2022.

resultantes do levantamento em campo estão representadas na figura 7, na qual consta a presença de diversos geoindicadores de erosão costeira, como: IV- Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas; V- Árvores na face de praia

ou com raízes expostas; VI - Marcas de erosão na base de muros residenciais; VII- Presença de obras de proteção costeira, não estruturais; VIII- Obras Estruturais de proteção costeira; X- Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos; XI- restos de construção na face da

praia.

Baía da Traição

Ao decorrer dos 15 km de extensão de linha de costa do município, foram coletados dados de 26 transectos praias, do TP26 até o TP51, onde 34,60% da linha de costa apresenta tendência à acreção, 38,50% é considerada estável e 26,90% sofre processos erosivos, sendo 18,20% com tendência à erosão e 9,10% à erosão severa, representados na Figura 8. Além disso, o município apresenta taxas de mobilidade com tendência à erosão que variam de -0,5 a -1,2 metros/ano, nos trechos dos transectos TP32, TP40, TP41, TP42, TP43(Erosão Severa), TP44 e TP46 (Figura 9).

De acordo com os dados levantados no Aqua Monitor, tem-se que 46,7% da linha de costa apresentou-se estável, 30,0% com acreção sedimentar, e 23,3% apresentou taxa de mobilidade negativa, sendo classificada com um percentual de 16,7% com erosão, e 6,6% com erosão severa, com taxas superiores a -3,0 metros/ano. Em alguns trechos (TP 48 e 55) o recuo ultrapassou 90 metros, em um período de 32 anos.

Marcação

O município de Marcação apresenta o menor número de transectos praias de todo litoral paraibano, possuindo apenas 11 transectos, que vão do TP52 ao TP62, com sua variação de linha de

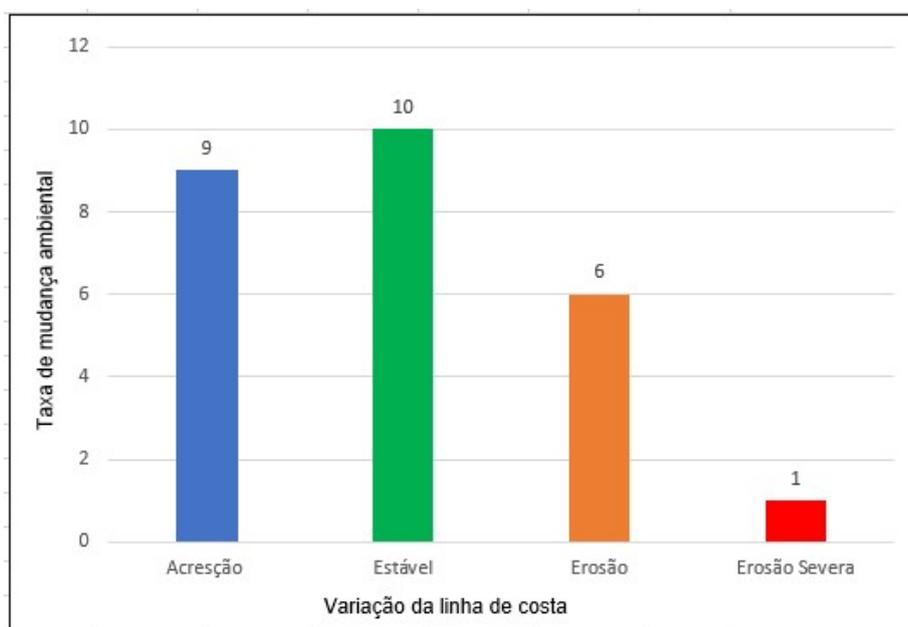


Figura 8. Variação da linha de costa do município de Baía da Traição - PB, 1984 a 2016.

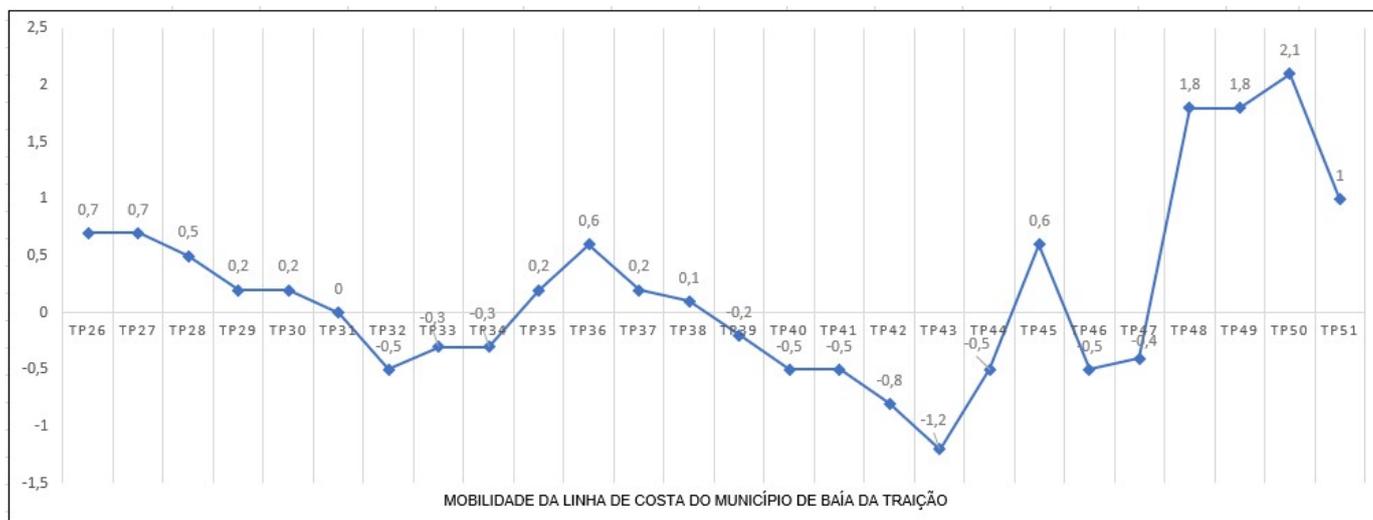


Figura 9. Mobilidade da linha de costa para o município de Baía da Traição-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

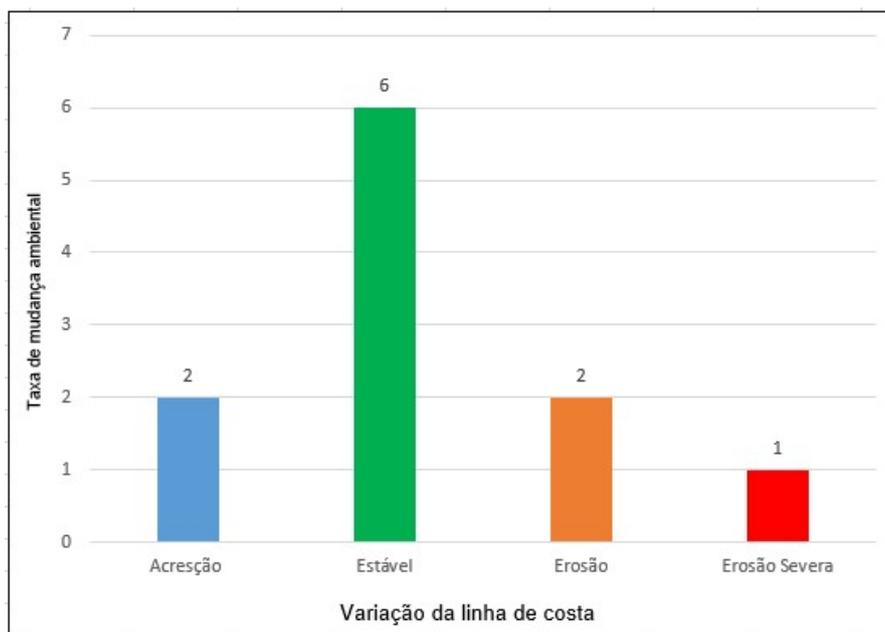


Figura 10. Variação da linha de costa do município de Marcação-PB, 1984 a 2016.

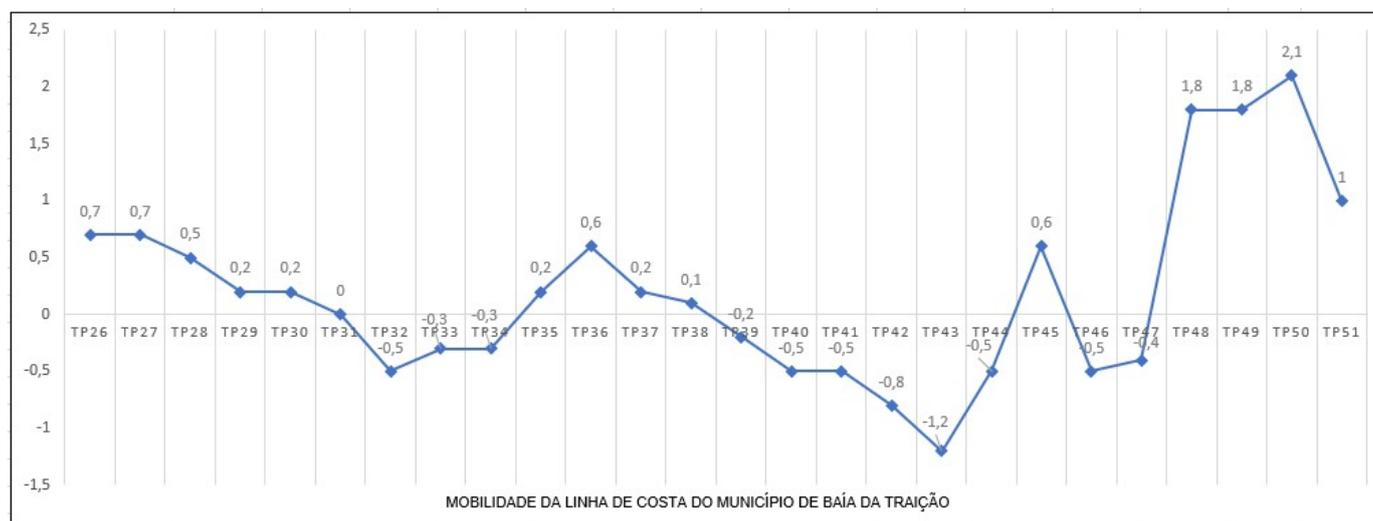


Figura 11. Mobilidade da linha de costa para o município de Marcação-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

costa representada na figura 10. No que se refere à mobilidade da linha de costa (Figura 11), ao longo dos transectos, as taxas variam entre -0,5 metros/ano com tendência à erosão, a -1,5 metros/ano com tendência a erosão severa, onde verificou-se uma grande variação no transecto localizado no ambiente de foz do rio Mamanguape (limite sul deste município). Com relação às tendências a acreção e estabilidade, o município apresenta porcentagens de 18,20% e 54,40% respectivamente.

Através do Aqua Monitor foram levantados dados de 5 transectos praias, que apresentaram grande mobilidade da linha de costa para o período analisado. As análises revelaram que aproximadamente 40% das praias do município de

Marcação apresentaram recuo da linha de costa maior que -5,0 m/ano, chegando à variação de quase 30 metros, se for considerado todo o período analisado (32 anos). Percebeu-se também uma variação significativa no transecto localizado no ambiente de foz do rio Mamanguape, o qual representou 20% dos dados considerados, com uma variação em torno de -21,5 m/ano. As demais localidades (40%) foram classificadas como áreas em acreção sedimentar ou progradação da linha de costa, chegando a 2,6 m/ano, o que equivale a mais de 80 metros, se for considerado todo o período dos dados.

Rio Tinto

Foram considerados para esse município 22

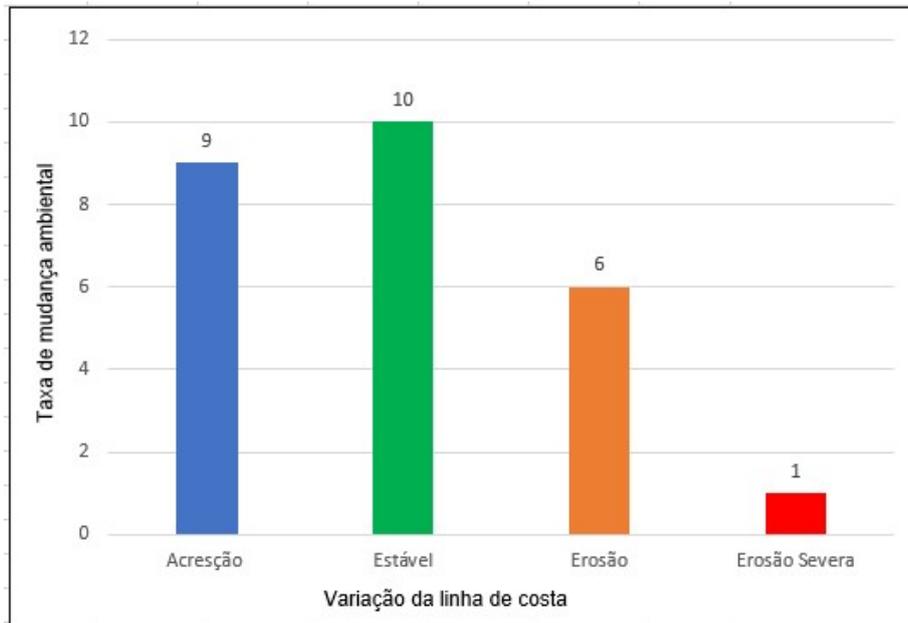


Figura 12. Variação da linha de costa do município de Rio Tinto - PB, 1984 a 2016.

transectos praias (TP63 a TP84), ao longo de aproximadamente 11 km de linha de costa. A variação da linha de costa das praias deste município é apresentada na figura 12.

Assim como foi observado em Marcação, observou-se em Rio Tinto, em ambiente de desembocadura fluvial, uma variação de linha de costa classificada como erosão severa com taxa média de -1,0 m/ano (Figura 13). Ao decorrer dos anos analisados, as praias do município de Rio Tinto se mostraram 81,81% estáveis, correspondendo as praias mais estáveis do litoral paraibano, enquanto 13,63% apresentaram acresção

sedimentar e 4,54% corresponde à porcentagem de erosão severa.

De acordo com o Aqua Monitor também foram considerados para esse município 22 transectos praias. No geral, ao longo dos 32 anos de análise, as praias do município de Rio Tinto apresentaram-se estáveis (72,7%). Dessa forma, são as praias mais estáveis de toda linha de costa do litoral da Paraíba. Rio Tinto apresenta um pequeno percentual em relação à acreção sedimentar (22,7%) e, é o município que apresentou praias com a segunda menor taxa de recuo de linha de costa no estado (4,6%).

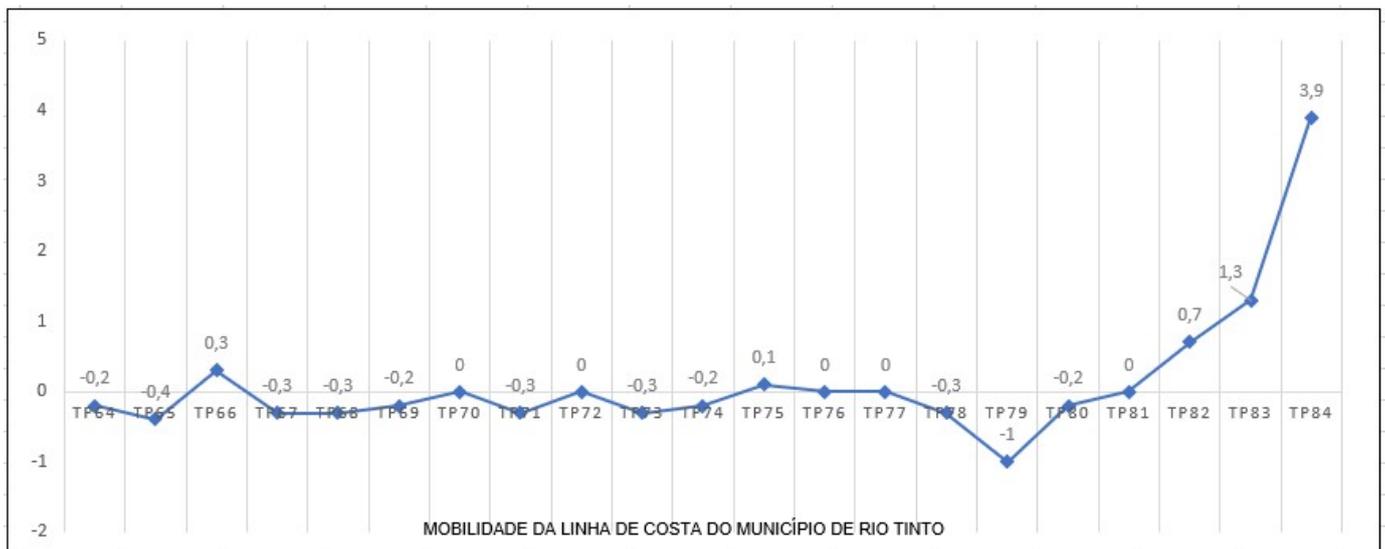


Figura 13. Mobilidade da linha de costa para o município de Rio Tinto-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

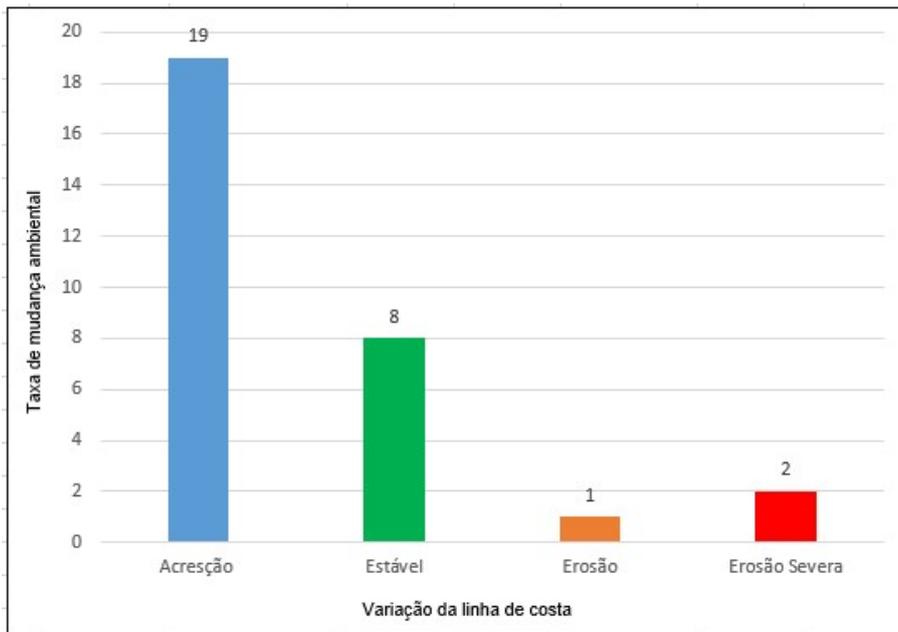


Figura 14. Variação da linha de costa do município de Lucena - PB, 1984 a 2016.

Lucena

O município de Lucena apresenta dados de 30 transectos praias, apontados a partir do P85 ao P114, apresentando variação na linha de costa de acordo com apontado na figura 14. De modo geral, Lucena corresponde ao município que apresenta a maior porcentagem de acreção (63,30%) do litoral paraibano. Com relação à estabilidade da área, tem-se uma porcentagem de 26,70%, enquanto os processos erosivos representam 10%, sendo 3,30% erosão e 6,70% erosão severa. No tocante à mobilidade da linha de costa referente aos transectos que apresentam processos erosivos, as taxas variam de -0,5 metros/ano a -1,7 metros/ano,

sendo esta a maior taxa de erosão, e corresponde ao transecto TP112 (figura 15).

De todo litoral paraibano, a praia de Lucena é a que apresenta o maior quantitativo de acreção sedimentar (70,4%). Um exemplo de maior acreção na praia de Lucena é o TP86, que obteve um total de 3.8 m/ano, o que equivale a uma acreção de 125,4 m durante os 32 anos de análise. No tocante à erosão, esta praia não apresentou um grande processo erosivo. Foi quantificado apenas quatro pontos com tendência ao recuo da linha de costa, sendo um trecho caracterizado com erosão (3,7%) e três localidades classificadas com erosão intensa (11,1%). As demais localidades foram classificadas



Figura 15. Mobilidade da linha de costa para o município de Lucena-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

como estáveis.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentam as características da linha de costa do Setor Costeiro Norte do estado da Paraíba a cada ano entre 1984 e 2016. Ao longo da linha de costa foram obtidos dados de 114 transectos praias distribuídos em 5 municípios costeiros, são eles: Mataraca, Baía da Traição, Rio Tinto e Lucena. De acordo com as informações geradas a partir das ferramentas propostas, observa-se que 41,22% dos transectos identificados apresentam tendência à acreção de sedimentos, 42,10% à estabilidade sedimentar, 16,66% à processos erosivos, deste 10,52% corresponde a erosão e 6,13% à erosão severa. De maneira mais específica, por município, Lucena apresenta o maior número de transectos detectados (30), além de apresentar a maior porcentagem de acreção do litoral paraibano. Já o município de Rio Tinto caracteriza-se por possuir as praias mais estáveis do litoral da Paraíba, correspondendo a um percentual de 81,81%. No que se refere a predominância de processos erosivos os municípios de Marcação e Baía da Traição se destacam, possuindo uma porcentagem de 27,30% e 26,90% respectivamente, além disso, o município de Marcação foi onde detectou o menor número de transectos, totalizando 11.

No tocante ao objetivo de confrontar os dados das duas plataformas destinadas à obtenção dos dados, Aqua Monitor e CASSIE, foi possível observar duas divergências ao comparar os levantamentos. Uma delas corresponde aos resultados encontrados referentes ao município de Mataraca, onde o Aqua Monitor detectou apenas 1 transecto de erosão para o município, enquanto o CASSIE informou 5 transectos destinados à processos erosivos, sendo 3 de erosão e 2 erosão severa. A seguinte divergência se refere ao município de Marcação, onde o CASSIE apresenta 6 transectos com tendência à estabilidade sedimentar, enquanto o Aqua Monitor constatou apenas dados referentes à acreção (40%) e processos erosivos (60%).

No que diz respeito às taxas de recuo de

linha de costa, as informações obtidas demonstram que apenas 7,89%, ou seja, 16 localidades foram classificadas com tendência ao recuo, com valor acima de -0.5 m/ano. Através do levantamento realizado, percebe-se que predomina no Setor Costeiro norte do estado, praias classificadas com tendência à estabilidade, predominância de acreção, no município de Lucena, e maior tendência ao recuo nos municípios de Baía da Traição e Marcação. A partir dos resultados gerados através das duas plataformas e, após a organização dos dados nas planilhas adequadas, foi possível realizar a análise e identificar as áreas vulneráveis que sofrem processos erosivos ao longo da zona costeira do litoral norte paraibano. Tais divergências observadas ainda estão sendo analisadas e requerem a observância de comportamento de outros atributos predominantes em cada setor costeiro, a partir das características levantadas até o momento.

Os resultados encontrados a partir do levantamento de dados através das plataformas e em campo podem ser considerados iniciais para pesquisas futuras, uma vez que servem como subsídio para uma análise mais detalhada das praias do Setor Costeiro norte do estado da Paraíba que utilizem dos Geindicadores ou outras metodologias para compreensão dos impactos provenientes da erosão na linha de costa do estado.

No mais, acreditamos que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos. A partir dos resultados apresentados, e considerando a extensão da área de estudo, é imprescindível o levantamento de dados mais detalhados a partir de trabalhos de monitoramento de campo que possam relacionar os dados obtidos até o momento com as características da geologia e geomorfologia predominantes em cada município do setor costeiro norte do estado da Paraíba. As taxas de variação da linha de costa apresentados referem-se exclusivamente aos dados remotos obtidos pelas plataformas consultadas, e a pesquisa ainda encontra-se em andamento e vem direcionando seus estudos para cada município costeiro, onde serão analisadas as tendências apontadas pelos dados remotos levantados até agora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grupo de Estudos do Espaço Costeiro (GEPEC) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), coordenado pela Doutora em Geociências Christianne Maria da Silva Moura, pelo suporte e orientação no desenvolvimento deste trabalho, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos financeiros destinados ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.P. et al. Coastal analyst system from space imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. Elsevier. 140. 2021. (doi:10.1016/j.envsoft.2021.105033).
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Lucena. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16115/Rel_Lucena.pdf?sequence=1). Acesso: Agosto de 2022.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Rio Tinto. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16305/Rel_Rio_Tinto.pdf?sequence=1). Acesso: Agosto de 2022.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Marcação. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16133/Rel_Marca%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso: Agosto de 2022.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Baía da Traição. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15805/Rel_Baia_Trai%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Acesso: Agosto de 2022.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Mataraca. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16201/Rel_Mataraca.pdf). Acesso: Agosto de 2022.
- DOMINGUEZ, J. M. L. NEVES, S. M. BITTENCOURT, A.C.S.P. Sandy Beaches of the State of Paraíba: The Importance of Geological Heritage. In: SHORT, A. D. KLEIN, A.H.F. (Org.) Brazilian Beach Systems. Springer, 2016. (doi:10.1007/978-3-319-30394-9_9).
- DOMINGUEZ, J. L. D. et al. Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) Panorama da erosão costeira no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018.
- ESTEVEZ, LS & Finkl, CW. O problema das áreas criticamente erodidas (CEA): Uma avaliação das praias da Flórida. *Jornal do litoral Pesquisa*, SI 26, 11-18 (1998). (ISSN: 0749-0208).
- FARINACCIO, A. TESSLER, M. G. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira – uma proposta metodológica. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, UNIVALI, Santa Catarina, v. 4, n.10, 2010. (E-ISSN: 1646-8872).
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. (disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo>). Acesso: Junho de 2021.
- LUIJENDIJK, A., et al. 2018. The state of the world's beaches. *Sci. Rep.* 8, 6641. (doi:10.1038/s41598-018-24630-6).
- MARTINS, K.A. et al. Determinação da Erosão Costeira no Estado de Pernambuco Através de Geomorfologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo. Vol.17, n.3 p. 533 546. 2016. (doi:10.20502/rbg.v17i3.854).
- MARTINS, K. A. Vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas através de indicadores em Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. UFPE. Recife. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13925>. Acesso: Agosto de 2022.
- POLETTE, M. & ASMUS, M. L., 2015. Meio Ambiente Marinho e Impactos Antrópicos. Em *Introdução às Ciências do Mar*, org. Castello, J.P &

Krug, L. C. Ed. Textos. Pelotas. (ISBN:978-85-68539-00-2).

SOUZA, C. R. G.; et al. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (org.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005. (ISBN: 978-85-7738-394-8).

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada. 2009. (doi:10.5894/rgci147).

REIS, C.M.M. et al. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. Revista Okara, João Pessoa, v. 13, n.1, p. 194-215, 2019. (disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/39397>). (doi:10.22478/ufpb.1982-3878.2019v13n1.39397). Acesso: Setembro de 2021.