

# AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DA PAISAGEM, VISANDO AS MUDANÇAS AMBIENTAIS PERANTE A CONSTRUÇÃO DO ESPIGÃO COSTEIRO NA PRAIA DA PONTA D'AREIA, SÃO LUÍS – MA

Kalyenne Elizabeth de Oliveira Cardoso (Engenheira Civil- UNDB) E-mail: kalyenne2007@gmail.com  
Claudemir Gomes de Santana (Professor Doutor em Química- UNDB) E-mail: csantana0405@gmail.com  
Danielle Cristina dos Santos Lisboa (Graduanda em Engenharia Civil- UNDB) E-mail:  
daniellecristinaeng@gmail.com  
Lucas Nadler Rocha (Engenheiro Civil -UNDB) E-mail:lucasnadlerrocha@hotmail.com  
Alberto Nunes Rangel (Mestrando em Estruturas -UNICAMP) E-mail:  
eng.albertonunesrangel@outlook.com  
Renata Medeiros Lobo Muller (Professora Doutora em Química -UNDB) E-mail:  
renata.muller@undb.edu.br

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise da avaliação da dinâmica da paisagem, visando as mudanças ambientais perante a construção do Espigão Costeiro na Praia da Ponta D'Areia, São Luís - MA, buscando evidenciar as alterações ocorridas num horizonte de 15 anos. A avaliação foi processada por meio de mapeamentos de satélites de cobertura da área, referentes aos anos de 2004 a 2019, que foram adquiridas a partir do Relatório do Estudo do Espigão Costeiro da Ponta da Areia feito pela HM Consultoria e Projeto de Engenharia LTDA e do Google Earth. Sendo assim, ao realizar um comparativo entre os horizontes temporais, foram mostradas as alterações quanto ao transporte de sedimentos que resultaram na engorda de praia, impedindo que o mar avançasse nos empreendimentos imobiliários das proximidades do local sem provocar danos a estas estruturas urbanas.

**Palavras-chave:** Espigão Costeiro. Dinâmica da paisagem. Evolução da Zona Costeira

## EVALUATION OF THE DYNAMICS OF THE LANDSCAPE, AIMING AT THE ENVIRONMENTAL CHANGES BEFORE THE CONSTRUCTION OF THE COASTAL SPIG IN THE BEACH OF PONTA D'AREIA, SÃO LUÍS - MA

**Abstract:** The present study aimed to carry out an analysis of the evaluation of the landscape dynamics, aiming at the environmental changes before the construction of the Coastal Espigão at Praia da Ponta D'Areia, São Luís - MA, seeking to highlight the changes that occurred over a 15-year horizon. The assessment was processed by mapping the area's coverage satellites for the years 2004 to 2019, which were acquired from the Ponta da Areia Coastal Spike Study Report by HM Consultoria e Projeto de Engenharia LTDA and the Google Earth. Thus, when comparing the time horizons, changes were shown in terms of sediment transport that resulted in the fattening of the beach, preventing the sea from advancing in real estate developments in the vicinity of the site without causing damage to these urban structures.

**Keywords:** Coastal Spike. Landscape dynamics. Evolution of the Coastal Zone

### 1. Introdução

Haja vista que as zonas costeiras são consideradas ambientes dinâmicos e estão sujeitas a interações de processos continentais e oceânicos, exemplo disso, são as transformações de massa e energia de ondas e correntes (Prasad e Kumar, 2014). Estes eventos possuem uma significativa interação, fundamentada em técnicas de modelagem e evolução da região costeira, em decorrência do crescimento acelerado das atividades antrópicas, houve a potencialização das modificações nos ecossistemas naturais,

ocasionado principalmente pela implantação de estruturas rígidas transversais e/ou paralelas a linha da costa marítima, visando o controle de processos que deixaram de ser naturais por influência da ação humana. (ALBUQUERQUE, 2018).

O processo erosivo costeiro é uma resposta da natureza em relação ao desenvolvimento das atividades humanas em regiões praias. Este processo tende a provocar mudanças na caracterização natural do ambiente em baixa, média ou alta escala. Pensando nisso, muitos buscaram alternativas em obras estruturais como forma de contê-la, por exemplo, obras longitudinais aderentes (enrocamentos e/ou paredões), obras longitudinais não aderentes (quebra-mares) e obras transversais (esporões e/ou molhes) e alimentação artificial (Ferreira, 2018 apud Alfredini e Arasaki, 2009).

O Espigão Costeiro localizado no bairro da Ponta D Areia no município de São Luís-MA é um empreendimento que contemplou inúmeras finalidades, como, o engordamento da praia, devido a formação dos bancos de areia, a recuperação em partes do Canal de Acesso ao antigo Porto de São Luís e a renovação da área. Esta construção teve uma grande relevância por razões políticas, sociais e econômicas, contribuindo significativamente para abertura de portas para o comércio, a alta valorização imobiliária e atividade turística. Levando em consideração estes fatores, faz-se necessário uma investigação a respeito da dinâmica local. Portanto, este trabalho visa obter um melhor entendimento em relação a evolução da zona costeira na Praia da Ponta D'Areia, na intenção de adquirir conhecimento sobre dinâmica natural e as mudanças ocorridas na paisagem num horizonte temporal de antes do processo de implantação da obra que compõe esta área até hoje. Somado a isso, será possibilitado também, compreender como o processo de erosão influenciou na introdução de uma obra de proteção neste local, além de relacionar este empreendimento com outros tipos de intervenções e apresentando o porquê de elas não terem sido escolhidas como alternativas viáveis.

## 2. Referencial teórico

Segundo Balasubramanian (2011), as zonas costeiras são as zonas de transição entre o habitat terrestre e marinho. Elas formam uma interface entre a terra e os processos naturais oceânicos, além de sofrerem variação em sua topografia, clima e vegetação. Com isso, é possível constatar os efeitos causados na geomorfologia da praia, materiais e processos, uma vez que eles não se mantêm constante devido ao impacto da ação externa de marés, ondas e correntes, promovendo assim, o processo de erosão costeira.

A erosão costeira é definida como uma interação entre processos físicos que, desgastam e redistribuem elementos sólidos da linha costeira, bem como sedimentos, que tendem a um recuo da linha da costa direcionado ao continente (Prasad e Kumar, 2014). Esses por sua vez, geralmente, são submetidos a forças naturais tais como vento, ondas induzidas pelo vento, correntes de água, entre outras interações que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais, e que são comumente autor relacionados e que agem diretamente com a costa, de acordo com Van Rjin (2011 apud Rangel-Buitrago, 2018, p.290).

O ambiente litorâneo, por ser considerado dinâmico, influencia diretamente em mudanças espaciais e temporais de uma região. Sendo assim, muitas vezes um esboço que funciona para uma localidade no quesito econômico e ambiental, pode vim a ser inapropriado em outra. Desse modo, a necessidade de um estudo mais aprimorado de projeto aplicando modelos físicos e matemáticos torna-se uma alternativa viável, uma vez que obras mal estudadas ou improvisadas intensificam o processo erosivo na área

ou nas imediações. Ou seja, é interessante que haja uma análise do comportamento das obras costeiras nas adjacências, nas situações extremas e dominantes das áreas (Ceccarelli, 2009).

Bush et al. (2001), releva que a erosão costeira não é um desastre natural e não gera danos às praias, apenas modifica a posição com a retração de suas linhas de costa, fenômeno esse que é previsto, uma vez que ele é uma parcela da praia que responde ao aumento do nível do mar, da energia de onda ou a diminuição de suprimento de areia. O mesmo autor e o Relatório de Impactos Ambientais dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista (2012) estabelecem que os processos erosivos tornam-se problemas quando há ação dos agentes naturais atuantes ao longo da orla marítima e interferência das atividades humana relacionadas a construção de estruturas artificiais ou a recursos fornecidos pelas praias, quer seja para fazer o levantamento de áreas de natureza recreacional e turística, quer seja para solucionar problemas no entorno da região costeira. Somado a isso, as obras construídas na pós-praia e na praia, devido à ação humana, acabam alterando a dinâmica sedimentar, comprometendo a estética da área e, conseqüentemente, afeta na visão cênica e no seu valor econômico.

Estas obras desempenham funções de estabilização da praia, onde pode haver variações periódicas, de interceptação parcial ou total do transporte de sedimentos litorâneo, por meio de deposições (assoreamento) a barlar, evitando assoreamento a sotamar (contenção de restingas ou flechas, por exemplo) e de ampliação da largura para fins balneários ou de reurbanização (HM Consultoria e Projetos de Engenharia LTDA, 2007).

### 3. Metodologia

O estudo foi realizado no Espigão Costeiro, empreendimento esse que compreende a foz estuarina dos rios Anil e Bacanga (Embocadura de São Luís) e a Praia da Ponta D'Areia. A embocadura estuarina de São Luís está situada ao norte da Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís), nas proximidades do centro da cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão, banhada pela margem leste da Baía de São Marcos localizada dentro do Golfão Maranhense. A Figura 1 abaixo representa a localização.



Figura 1 - Localização do Espigão Costeiro na Praia da Ponta D'Areia

Quanto a Praia da Ponta D'Areia, ela abrange de imediato a porção leste do limite externo da Embocadura de São Luís. Ela ocupa a faixa litorânea da porção noroeste do município de São Luís, a uma média de 5 km de distância em relação a área central da cidade e com localização definida pelas coordenadas 2°29'41" e 2°29'11" S (Latitude Sul); 44°17'45" e 44°18'23" W (Longitude Oeste), limitando-se a uma mesorregião do norte Maranhense e a uma microrregião do aglomerado urbano de São Luís.

A avaliação do uso e cobertura da área estudada foi processada através do mapeamento de imagens adquiridas no Google Earth Pro, referente aos anos de 2004 a 2019 que, foram adquiridas junto ao Relatório de Estudo do Espigão Costeiro da Ponta D'Areia feito pela HM Consultoria e Projeto de Engenharia LTDA, requerido pela VALE (antiga Companhia Vale do Rio Doce - CVRD).

A coletas de dados foram realizadas na Secretaria de Infraestrutura (SINFRA) realizada março de 2019, onde foi possível através da Superintendente de Estudos do Meio Ambiente da Secretaria de Infraestrutura, ter acesso ao EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental - Relatório de Impacto Ambiental) do Molhe de Contenção Costeira (Espigão da Ponta da Areia), visando realizar um diagnóstico de campo nas proximidades da área em que está localizado o empreendimento.

Foram realizadas três visitas ao local de estudo. Na primeira visita, efetuada no dia 12 de abril de 2019, foi feito um levantamento fotográfico da área na intenção de capturar os principais focos de mudanças que ocorreram na paisagem ao longo dos anos após a introdução desta estrutura. Foram analisados os melhores ângulos fotográficos, garantindo uma análise minuciosa da região, o clima neste dia permaneceu estável e o nível do mar estava em condições de preamar, conforme a Figura 2.

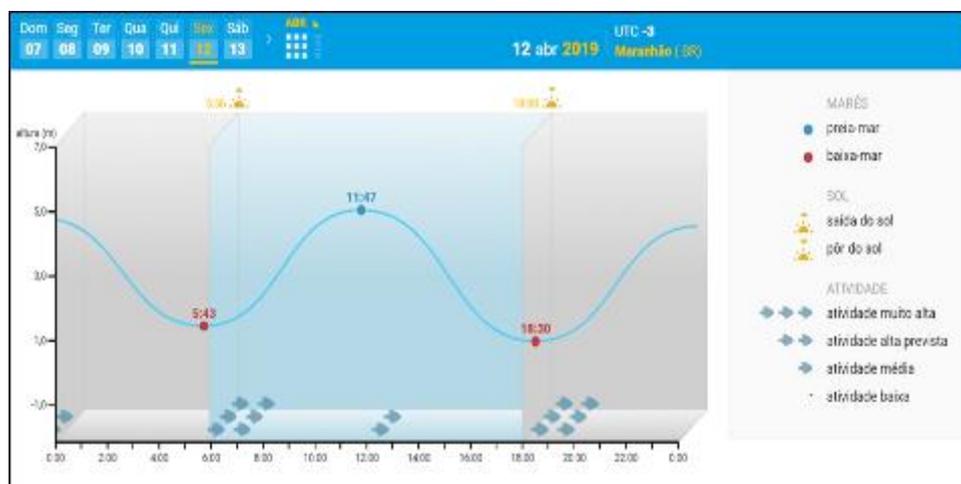


Figura 2 - Tábua de maré do dia 12 de abril de 2019

Na segunda visita, dia 17 de abril de 2019, foi utilizado um equipamento de navegação por satélite, o GPS 76 Garmin, com intuito de se obter as coordenadas de três pontos da estrutura e, a partir delas, seria possibilitado analisar as principais problemáticas presentes no espaço em que cada ponto se localiza. O clima também estava estável, porém o nível da maré estava em condições de baixa mar de acordo com a Figura 3.

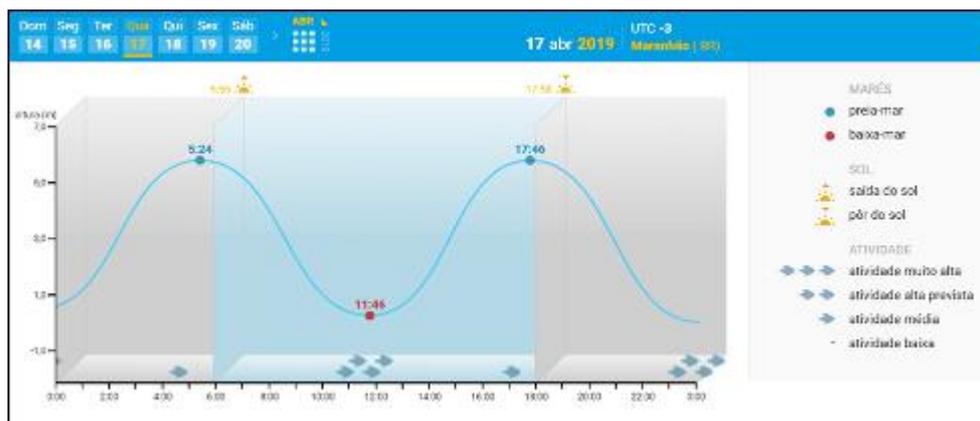


Figura 3- Tábua de maré do dia 17 de abril de 2019

Necessitou-se de uma terceira visita no dia 26 de maio de 2019, pois as coordenadas dos pontos marcadas na segunda visita, resultaram em erros quanto a localização da região estudada. Sendo assim, foram demarcadas novas coordenadas de dois dos três pontos que irão compor os resultados. Além disso, o tempo se manteve chuvoso durante o andamento das atividades de coleta e o nível da maré em condições de preamar onde pode ser observado na Figura 4.

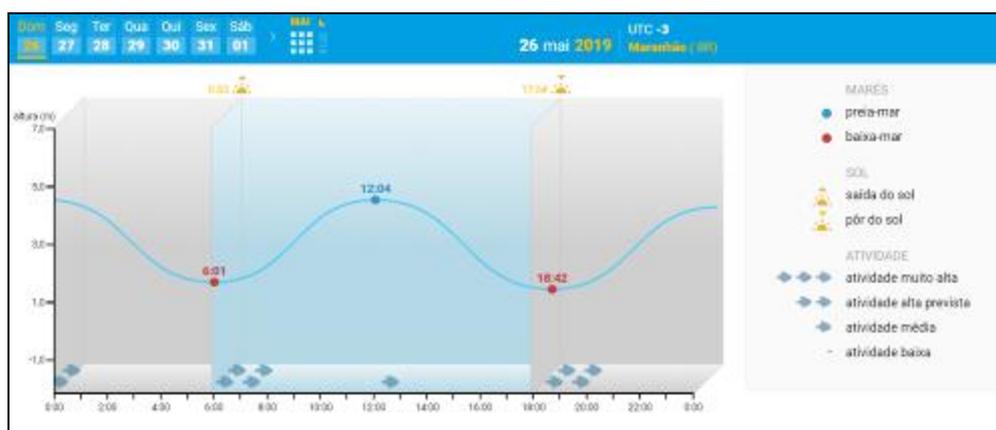


Figura 4 - Tábua de maré do dia 26 de maio de 2019

Utilizou-se o Google Earth, para a visualização da área de estudo e das coordenadas dos três pontos marcados no GPS 76 Garmin, por meio de imagens gráficas. As informações relativas à obra de contenção executada foram retiradas da Universidade Federal do Maranhão.

## 4. Resultados

### 4.1 Considerações sobre a implantação do Espigão Costeiro na Praia da Ponta D'Areia

Com o agravamento do assoreamento da embocadura e processos erosivos ocorridos na Praia Ponta D'Areia, houve a necessidade de se implantar uma obra que fosse capaz de contemplar diversas finalidades, sendo elas, engordamento de praia, recuperação parcial

de profundidade do canal e revitalização da área (Estudo de Impacto Ambiental do “Molhe de Contenção e Dragagem, São Luís, MA, 2008).

O Espigão Costeiro foi implantado com objetivo de conter o sedimento transportado por corrente litorânea e, assim, evitar a ocorrência de processos erosivos (Franco, 2018, p.12), de modo que favorecesse estabilização e a ampliação da linha da costa (Albuquerque, 2018, p.24).

Além disso, a obra do Espigão foi considerada como a melhor alternativa para atender aos requisitos técnico, econômico, estético e ambiental (RIMA – Relatório de Impacto Ambiental do Espigão Costeiro, 2008). Sendo alguns deles:

- O engordamento da Praia da Ponta D’Areia, garantindo proteção contra o processo erosivo de todo o estirão praiano até o paredão presente na extremidade NE da praia;
- Não deve haver prejuízos quanto à reduzida navegação efetuada no canal estuarino;
- Quanto ao ponto de vista econômico, levando em consideração as obras de contenham a erosão costeira, o espigão é o mais recomendado, pois apresenta menor custo de implantação e manutenção;
- Quanto aos aspectos ambientais, não haveria prejuízos quanto à erosão da costa na margem oeste da embocadura estuariana, devido a distância e pelo fato de que já hoje o canal principal estuarino encontra-se desviado para esta região;
- Esteticamente, o empreendimento permitiria uma interessante alternativa de revitalizar a extremidade SW da Praia da Ponta da Areia.

Caso, não fosse feita a implantação do espigão costeiro e a dragagem do canal de acesso, haveria sérias consequências sob os pontos de vista ambiental, socioeconômico e técnico (RIMA – Relatório de Impacto Ambiental do Espigão Costeiro, 2008).

#### **4.2 Resultado do mapeamento da região**

Por volta dos anos de 1960 e 1970, a construção da Barragem do Bacanga afetou, significativamente, o equilíbrio em relação a movimentação de sedimentos da foz dos rios Anil e Bacanga e os agentes oceanográficos da região da Ponta D’Areia. Destes agentes que passaram por modificações nesta localidade está o prisma de maré estuarino que sofreu uma drástica redução, o que acabou influenciando nas vazões e velocidades das correntes de maré (efeito de “espigão hidráulico”), provocando o processo de erosão e assoreamento nas áreas das proximidades (HM Consultoria e Projetos de Engenharia LTDA, 2007; Santos et al., 2012).

A desembocadura do Rio Anil está localizada a Sudoeste (SW) da Praia Ponta D’Areia e com o tempo, em meados da década de 1960, foi possível observar uma elevada obstrução no Rio Anil visto que nesta mesma época ele foi considerado o principal de canal da Embocadura Estuarina de São Luís e, mais tarde, por volta dos anos 2000, a desembocadura foi considerada assoreada por completo, cessada pelo crescimento do cordão arenoso que se prolonga até a Praia da Ponta D’Areia (HM Consultoria e Projetos de Engenharia LTDA, 2007).

Diante disso, ainda nos anos 2000, a Praia da Ponta D’Areia exibiu um cenário de intenso processo erosivo. Com o perfil praial sendo atacado e erodido devido a

intensidade de avanço da maré, sua porção superior sofreu com a exposição de camadas do solo. Esse cenário pode ser observado na Figura 5. Nas Figura 5 é possível observar o quanto o mar avançou no continente nos anos de 2004 e 2005 e, junto a isso, houve a destruição do pavimento de ruas que estavam situadas à beira mar.



Figura 5 - Aspecto visual da Ponta D'Areia em 2004 e 2005, respectivamente

Neste intervalo de 2004 e 2005, um pequeno número de proteções comuns à beira-mar foram implantadas em grande parte da extensão da Ponta D'Areia, o que acabou possibilitando um recuo maior da orla marítima em alguns pontos da praia, porém estas obras de proteção executadas funcionaram apenas como uma medida paliativa na tentativa de conter a ação de ondas e correntes presentes na região.

Referente ao que foi dito anteriormente, a Figura 6 demonstra que uma das estratégias de defesa construídas na linha costeira da praia não conteve os processos naturais oceânicos – a ação de ondas e correntes de maré –, ou seja, com a significativa redução no que diz respeito ao desaparecimento de partes da faixa praias frente ao avanço das águas oceânicas originada através do dinamismo das marés atuantes na Baía de São Marcos, a proteção não obteve a resistência necessária devido à elevada intensidade destes processos.

Outro fator levado em consideração foi a intensa ocupação da área que está sendo estudada onde, no ano de 2006, teve o início da especulação imobiliária, uma vez que grande parte dos condomínios residenciais existentes até hoje foram construídos, também observado na Figura 6. Isso fez com que houvesse significativas modificações na faixa costeira em relação a paisagem, causando a impermeabilização de ecossistemas naturais, principalmente em relação ao terreno e ao desaparecimento das dunas.



Figura 6- Obra de proteção na orla marítima na Praia da Ponta D'Areia

Com o comprometimento das estruturas paliativas executadas da Figura 6, o mar permaneceu avançando no continente, afetando toda a estrutura urbana localizado nesta região, isto é, os bares, hotéis e condomínios residenciais nas proximidades da orla ao decorrer dos anos. Fora isso, parte da pavimentação à beira mar da Rua do Forte, calçadão e quiosques também sofreram danos devido ao avanço da maré. Dessa maneira, foi elaborado um projeto para controlá-lo e conter o processo erosivo.

A HM Consultoria e Projeto de Engenharia LTDA, a pedidos da VALE, antiga Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) realizou estudos que objetivaram avaliar a partir de conceitos qual seria o tipo de obra recomendada para regular dos processos marítimos, considerando a eficiência e minimização de impactos relacionados a morfodinâmica do local e a caracterização e identificação, com base em um diagnóstico, de quais os processos mais significativos que originaram a evolução morfológica da Embocadura Estuarina de São Luís e da Praia da Ponta da Areia.

Com o tipo de obra escolhido, o projeto consistiu na construção de um prolongamento transversal ao mar com objetivo de conter os efeitos da maré ao continente, representado pela Figura 7. O estudo prevê um resultado, apresentando uma contenção de sedimentos e o início da formação dos bancos arenosos para os primeiros anos.

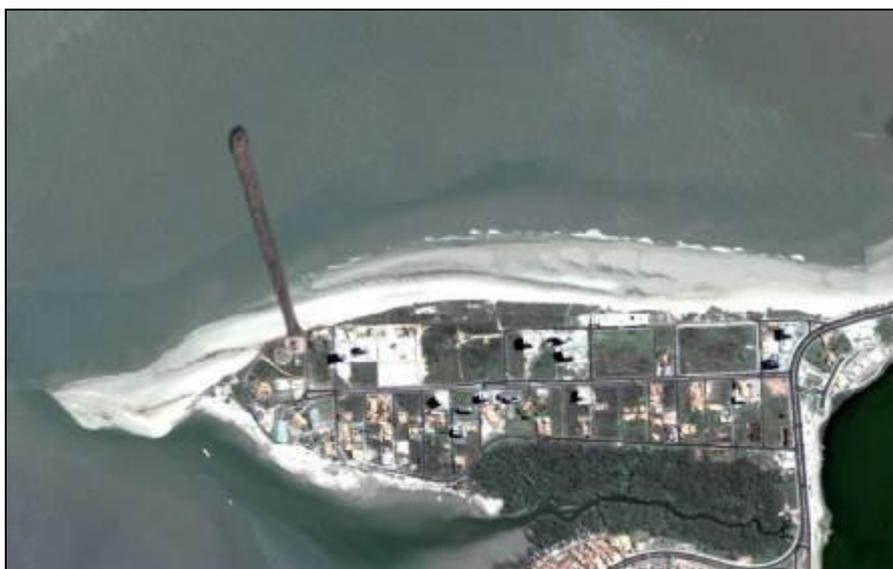


Figura 7 - Projeto proposto pela empresa

Já a longo prazo, a empresa pressupõe que esta intervenção causará resultados ainda mais significativos no que tange a proteção das áreas urbanas e contenção da maré. Levando em consideração o aspecto visual no ano 2007 (Figura 8), pode-se perceber que não houve tantas mudanças em relação aos anos de 2004 e 2005, mas é possível observar um pequeno recuo da maré, por mais que parte das proteções paliativas executadas na extensão da praia tivessem sido comprometidas. Além disso, é visto também o crescimento de obras verticais prosseguiu.



Figura 8 - Aspecto visual da Ponta D'Areia em 2007

Os mapas do local em estudo entre o período de 2008 a 2011 também não foram possíveis de se adquirir em virtude da quantidade de nuvens acima da região. Porém, foi possível obter uma imagem aérea em que é perceptível o quanto a região evoluiu em relação a paisagem (Figura 13) e, vale lembrar ainda que o projeto desenvolvido pela HM Consultoria e Projetos Engenharia LTDA, conforme a Figura 9, teve sua execução iniciada em abril de 2011, dando origem ao Espigão Costeiro, onde pode ser observado parte dele na Figura 9 a seguir.



Figura 9 - Ponta D'Areia no ano de 2011

A Figura 9 expressa que as interferências públicas e privadas são os verdadeiros responsáveis pelas mudanças significativas ocorridas na área. Além disso, pode-se observar que no local há uma concentração de intervenções antrópicas, o que resultou na supressão do igarapé, dunas, vegetação e mangue (Monzini, 2006, p.55).

Com pouco tempo de execução e sem estar finalizada, a construção do Espigão Costeiro, considerada uma obra de Engenharia Costeira e uma intervenção antrópica, exibiu alterações marcantes na paisagem em relação a região em estudo. É possível

notar que, inicialmente, o aporte e acúmulo de sedimentos oriundos do transporte litorâneo, isto é, a movimentação de sedimentos litorâneos longitudinais foi totalmente bloqueada pela proteção construída apenas de um lado, promovendo assim, o aparecimento de dunas e, a partir disso, o início do engordamento da praia.

Além disso, não houve, a princípio, transpasse sedimentar pelo Espigão construído, o que acabou desencadeando uma deficiência no balanço sedimentar originalmente vigente e, conseqüentemente, acabou dando início a uma erosão a sotamar em extenso trecho, mais especificamente nos bancos que se concentram próximo ao acesso do antigo canal do porto de São Luís (HM Consultoria e Projetos de Engenharia LTDA, 2007).

Comparado ao aspecto visual do ano de 2012 o ano de 2013 apresenta uma estabilização em relação ao acúmulo de todo o transporte de sedimentos. Podemos ser observados na Figura 10.



Figura 10 - Aspecto visual da Ponta d'Areia em 2012 e 2013 respectivamente

É possível observar ainda na concepção visual de 2013 houve a implantação de uma obra complementar ao Espigão Costeiro recém construído de acordo com a Figura 11 que teve objetivo de dar abrigo para uma Marina/Estação de Passageiros.



Figura 11- Início da implantação da estrutura complementar ao Espigão Costeiro

Haja vista que a proteção (Espigão Costeiro) já existente teve o intuito de conter o processo erosivo da Praia Ponta D'Areia, a estrutura complementar a ela iria funcionar como abrigo para pequenas e até médias embarcações, conseguiria atender as

necessidades vigente da comunidade com a execução de um terminal de passageiros, o que facilitaria a implantação de uma Marina, as atividades turísticas e de lazer para o local, conforme a Figura 12 (Memorial Descritivo da Ampliação do Espigão Costeiro da Ponta da Areia, 2012).

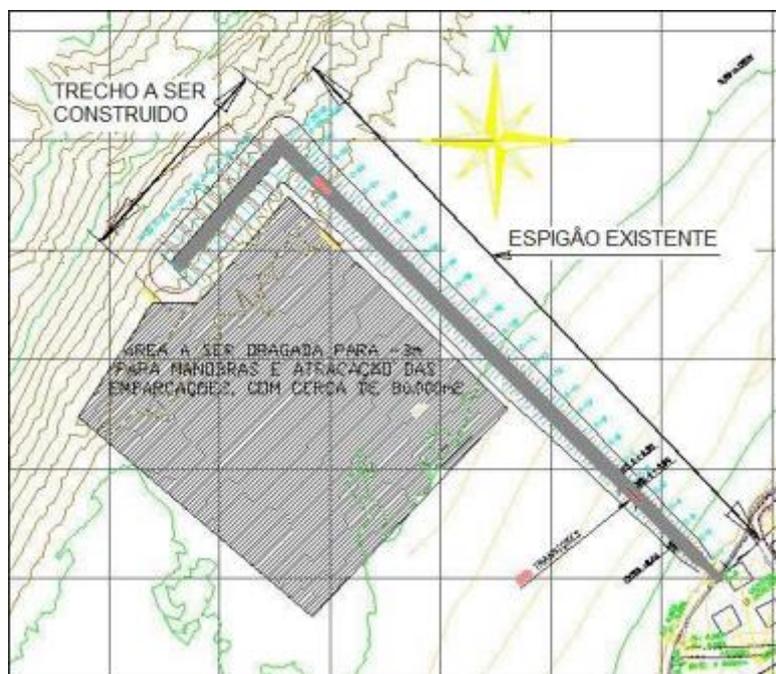


Figura 12 - Layout da obra proposta

Sendo assim, o prolongamento do Espigão foi efetuado com comprimento de 140 m, infletido de 90° para Sudoeste e finalizado em 2014. Vale ressaltar que a área da marina que seria dragada e implantada futuramente, teria aproximadamente 80.000 m<sup>2</sup>. Como pode ser observado na Figura 13.

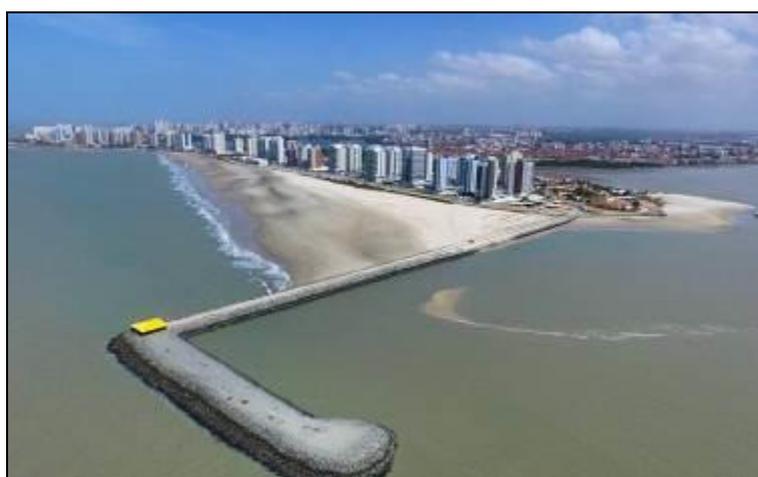


Figura 13 - Prolongamento de 140 m adjacente ao Espigão Costeiro

Em relação ao ano de 2014 (Figura 14), o mapa revela a ocorrência ainda maior do acúmulo de sedimentos, acarretando no recuo do mar e mantendo o engodamento da praia. Esse último ocorre semelhante a um movimento para o largo da linha da costa

próximo a estrutura e perpendicular à incidência de ondas, ou seja, se encontra paralelamente em direção a orla marítima de transporte nulo.



Figura 14- Aspecto visual da Ponta d'Areia em 2014

Outra ocorrência que pode ser observada no mesmo mapeamento e na Figura 13 é o surgimento de bancos de areia do outro lado da estrutura. Este aparecimento se deu pela redução de correntes a Sudoeste e Nordeste da estrutura implementada na área interna adjacente ao Espigão Costeiro e, somado a isso, a obra também causa este efeito mínimo em razão dessa estar localizada em uma região bastante rasa, acima da batimétrica -2m, próximo ao batente de baixa-mar e de preamar (Relatório Técnico de Ampliação do Espigão Costeiro da Ponta da Areia, 2012).

Os mapeamentos dos anos de 2015 e 2016 exibem um cenário de transição. Ou seja, é possível visualizar que na concepção visual de 2015, o engodamento artificial da praia ainda não havia atingido a extremidade do Espigão. No entanto, em 2016, a situação mudou de contexto, o engordamento que vinha ocorrendo gradualmente ao decorrer dos anos, atingiu completamente a estrutura de proteção construída. Podendo ser observado na Figura 15.



Figura 15 - Aspecto visual da Ponta D'Areia em 2015 e 2016 respectivamente

Ainda em relação aos dois mapas, pode-se notar semelhanças a respeito do transpasse de sedimentos que iniciou em 2015, promovendo a formação dos bancos de areia a esquerda da estrutura e que em 2016 é notório uma estabilização sedimentar. Vale ressaltar que ao longo orla marítima, as magnitudes das correntes de maré de enchente e

vazante redistribuem estes sedimentos em uma área distante da linha da costa, caso estejam em altas profundidades.

A construção do Espigão, juntamente com a movimentação de subidas e descidas do nível do mar, dera origem ao engordamento praial, haja vista que esse é caracterizado pela presença de dunas costeiras.

O desenvolvimento das dunas se deu pela ação conjunta do vento, da areia e da vegetação, isto é, o vento carregava a areia que vinha do mar, essa se acumulava ao encontrar um obstáculo e, a partir disso, dar-se início ao aparecimento da vegetação típica de dunas de zonas costeiras como pode ser visto na Figura 16. Com isso, o crescimento da vegetação implica na fixação da areia, promovendo a formação de dunas com diferentes desenhos e tamanhos.



Figura16- Aspecto visual da Ponta D'Areia em 2017

A construção do Espigão, juntamente com a movimentação de subidas e descidas do nível do mar, dera origem ao engordamento praial, haja vista que esse é caracterizado pela presença de dunas costeiras.

### 4.3 Análises das coordenadas dos pontos

Com base nas coordenadas obtidas por meio do GPS 76 Garmin, foram demarcados três pontos para análise das mudanças ocorridas na paisagem após a introdução da estrutura estudada, a posição em que eles se encontram está ou transversal ou paralela à linha da costa marítima como mostrado na Figura 17.



Figura 17- Pontos escolhidos para análise das problemáticas do Espigão Costeiro

Com base nas coordenadas obtidas por meio do GPS 76 Garmin, foram demarcados três pontos para análise das mudanças ocorridas na paisagem após a introdução da estrutura estudada, a posição em que eles se encontram está ou transversal ou paralela à linha da costa marítima como mostrado na Figura 17.

Tendo como referência as observações feitas em campo a partir do GPS supracitado, montou-se a Tabela 1 contendo as coordenadas de latitude e longitude dos pontos escolhidos. O equipamento apresenta as coordenadas em grau e minuto, no entanto, houve a necessidade transformá-las em grau, minuto e segundo para se obter maior precisão na localização.

Tabela 1- Coordenadas dos pontos de análise da área de estudo

<b>COORDENADAS</b>		
<b>Pontos de Análise</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
P1	2°30'15,7" S	44°19'6,8" W
P2	2°30'4,3" S	44°19'18,4" W
P3	2°30'8" S	44°19'21,5" W

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na análise da coordenada do ponto (P1), foi possível obter os seguintes resultados apresentados na Figura 18.



Figura18- Coordenadas do ponto P1

Pode ser observado a presença dos bancos arenosos que passaram a integrar a região no intervalo de tempo posterior à introdução da estrutura, assim como o aparecimento de vegetações próprias do ambiente costeiro. Com isso, a U.S. Army Corps of Engineers (1981), ressalta é possível evidenciar que estes fatores proporcionaram o engordamento da praia e, conseqüentemente, o recuo da maré, no intuito de restaurar a antepraia (Figura 19).

Estes eventos ocorridos na área de estudo são efeitos recorrentes da construção do Espigão Costeiro. À vista disso, foi perceptível que estas eventualidades impediram o avanço do mar nas proximidades da área urbanizada. Vale ressaltar ainda que o empreendimento, hoje em dia, abrange uma região que serve para fins comerciais e turísticos e que, os problemas causados ao local e a estrutura urbana evidentes antes da implantação foram controlados em partes.



Figura 19- Engordamento da Praia da Ponta D'Areia

A respeito das problemáticas que compreendem o local da pesquisa e devido a grandes variações ambientais no cenário atual, marcou-se a coordenada P2, que pode ser acompanhada pela imagem a seguir na Figura 20.



Figura 20 - Localização e coordenadas do ponto P2

Diferentemente do ponto analisado anteriormente, o ponto P2, em virtude de o local funcionar atualmente como atração turística, foi possível verificar que houve crescimento da poluição do ambiente, segundo Moura e Silva (2010). Outra variante observada não só na região que abrange este ponto, mas na estrutura como um todo, foi que os respingos da água salina oriundos do forte impacto entre as rochas e o mar resultaram em um elevado potencial corrosivo de estruturas urbanas, como, postes de iluminação, pilaretes, entre outras.

No que diz respeito a poluição, deve-se levar em consideração que os lixos deixados nas proximidades do empreendimento, juntamente com o esgoto doméstico proveniente da população que habita a região da Ponta D'Areia e do Rio Anil possuem influência direta em relação a qualidade dos recursos hídricos, sendo capazes de sofrer degradações. Desse modo, os ecossistemas aquáticos podem estar propícios a transmitir uma diversidade de patologias, o número excessivo de bactérias pode refletir em riscos de contaminação da fauna aquática e os despejos de esgotos apresentam um cenário de riscos à saúde aos pescadores e consumidores dos organismos marinhos pescados que são colocados no comércio para venda na cidade de São Luís, como estabelecido no Relatório de Impactos Ambientais do Espigão Costeiro (2008).

Um terceiro ponto, também foi considerado na tentativa analisar a influência da ampliação da estrutura, longitudinal ao mar, marcado pela coordenada P3 observado na Figura 21.



Figura 21 -Coordenadas do ponto P3

As considerações para este último ponto, região em que a obra de contenção foi ampliada, foram observados uma série de riscos em que a população está exposta, como exemplo, o fato de haver uma barreira de delimitação de passagem dos visitantes e ela não ser respeitada, afetando diretamente na segurança de quem a visita podendo ser observado na Figura 22.



Figura 22 - Área de ampliação do Espigão Costeiro

A falta de uma proteção de guarda-corpo nesta área em que houve o prolongamento do espigão desencadeia em ameaças a comunidade, proporcionando riscos de queda, podendo ou não haver afogamentos. Além disso, os problemas referentes a poluição voltam a aparecer, porém, neste caso, essa é ocasionada pela falta de consciência ambiental.

### 3. Considerações finais

A obra do Espigão Costeiro contribuiu para o controle do avanço da maré nas propriedades públicas e privadas no entorno, devido a sua funcionalidade de conter os sedimentos de um lado da estrutura. Porém, do outro lado, a sua tendência é erodir (sofre desgaste). Sendo assim, a implementação de estratégias que visam a gestão e o

planejamento ambiental tornam-se necessárias ao se tratar da conservação da dinâmica costeira.

Uma outra eventualidade que deve ser levada em consideração é a questão da qualidade de vida e segurança das pessoas, pois devido ao prolongamento perpendicular da construção, muitos estão sujeitos a perigos por não haver uma estrutura de proteção lateral, isto é, um guarda-corpo.

Além disso, o canal que dava acesso ao antigo Porto de São Luís que antes era prejudicado pelo crescimento intenso dos bancos de areia, impossibilitando a navegação na região, foi recuperado após a implantação deste empreendimento, o que contribuiu significativamente para a circulação das embarcações.

Quanto aos focos de alteração da paisagem, foi possível observar no decorrer dos anos que, a região que abrange o espigão sofreu uma estabilização da engorda praias após a introdução da estrutura de engenharia costeira, visto que isso ficou evidente mediante a formação de dunas junto a vegetação típica dessas, como também, o crescimento de bancos de areia do lado em que não houve a retenção de sedimentos e a definição das linhas de praia, isto é, a maré vazante e a marca de maré, conforme os mapas já apresentados nos resultados. Fora isso, houve o aumento da atividade turística no local, o que proporcionou o lazer e o comércio.

Este trabalho apresentou ainda que a execução do Espigão Costeiro não foi uma intervenção totalmente eficiente para a Praia da Ponta D'Areia em virtude da área em que age a deposição e propagação de sedimentos não atuar em toda a extensão da Ponta D'Areia, além do fato da existência de um outro espigão que se formou naturalmente, o qual acabou acarretando na permanência do processo de erosão na base do esporão arenoso, influenciando na diminuição do fornecimento sedimentar. Portanto, estudos prévios acerca do recuo da orla marítima seriam também uma medida viável no que diz respeito aos recursos ambientais e econômicos, uma vez que a implantação de uma nova estrutura acarretaria em danos ambientais e elevação de custos. Dessa forma, buscando sanar as problemáticas que abrange esta obra de contenção, propõe-se que sejam feitos investimentos como forma de tentar reaproveitar a estrutura já existente, bem como, alternativas menos invasivas de modo que não haja gastos excessivos.

## Referências

**ALBUQUERQUE, S. S. de.** *Estatigrafia, morfodinâmica evolução de um esporão arenoso em ambiente macromaré*: Ponta da Areia, São Luís. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, 2018, 116 f.

**ARRAES, T.** *Espigão da Ponta D'Areia*. 2014. Disponível em: <https://www.levarti.com.br/p/5a47ab383300003c00396997>. Acesso em: 11-Out.-2019.

**ARRUDA, N.** *Espigão da Ponta D'Areia*. 2013. Disponível em: <https://www.levarti.com.br/p/5a47ab383300003c00396997>. Acesso em: 11-Out.-2019.

**BALASUBRAMANIAN, A.** *Coastal Erosion*. University of Mysore, 2011, 1-4p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/310021433>. Acesso em: 23-Mar-2019.

**BUSH, D. M.; LONGO, N. J.; NEAL, W. J.; ESTEVES, L. S., PILKEY O. H.; PILKEY D. F.; WEBB, C. A.** *“Living on the edge of the Gulf”*. The west Florida and Alabama Coast. Duke University Press, Durhan and London, 2001, 340 p.

**CARVALHO, Renato Visintainer; SILVA, Kleber Grubel; CRIVELLARO, Carla Valeria Leonini.** *Gestão ambiental das dunas costeiras – conservação e manejo*. Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental – NEMA – Rio Grande, 2008.

**CECCARELLI, TALITA SAMPAIO.** *Paradigmas para os projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas.* Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2009, 125p.

**EIA - Estudo de Impacto Ambiental.** “*Molhe De Contenção Costeira (Espigão da Ponta da Areia) E Dragagem (Canal De Navegação – Acesso Bacanga), São Luís - Maranhão*”. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Departamento de Oceanografia e Limnologia - Laboratório de Hidrobiologia, Apoio Fundação Sósândrade, São Luís, 2008.

**FERREIRA, M. S.** *Morfodinâmica da Praia da Ponta D’Areia*, São Luís-MA. Monografia (Graduação) – Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, 2018, 83 f.

**FRANCO, B. J.** *Caracterização morfológica das praias oceânicas da Ilha do Maranhão.* Monografia (Graduação) – Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, 2018, 58 f.

**GOOGLE EARTH.** *Google Earth Website.* Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 15-Set.-2019.

**GOOGLE EARTH PRO.** *Google Earth Pro Program.* Acesso em: 15-Set.-2019.

**HM CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.** *Relatório do Estudo do Espigão Costeiro da Praia da Ponta da Areia: Estudos da Evolução Morfológica da Embocadura Estuarina de São Luís – Caracterização Conceitual de Obra Costeira para Controle dos Processos Marítimos.* Cliente: Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), 2007, 147p.

**MEMORIAL DESCRITIVO.** *Ampliação do Espigão Costeiro da Ponta da Praia: Análise de dados pretéritos.* Estado do Maranhão – Secretaria de Infraestrutura (SINFRA). R. PEOTTA PROGEN, São Luís, 2012.

**MOURA, C. A.; SILVA, E. V.** *Impactos ambientais decorrente da erosão costeira na orla marítima de Jaboatão dos Guararapes.* I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Paulo: Bauru, 2010, 2-4p.

**MONZINI, M. A. L.** *Avaliação pós-ocupacional urbana na Ponta D’Areia. Trabalho de Conclusão de Curso.* Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), 2016, 67p.

**PRASAD, D. H.; KUMAR, N. D.** *Coastal Erosion Studies – A Review.* *International Journal of Geosciences*, Department of Civil Engineering, JNTU, Hyderabad, India, 5, 2014, 341-345p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2014.53033>. Acesso em: 23-Mar-2019.

**RANGEL-BUITRAGO, N.** *Ocean and Coastal Management.* 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.027>. Acesso em: 23-Mar-2019.

**RELATÓRIO TÉCNICO.** *Ampliação do Espigão Costeiro da Ponta da Praia: Análise de dados pretéritos.* Estado do Maranhão – Secretaria de Infraestrutura (SINFRA). R. PEOTTA PROGEN, São Luís, 2012.

**RIMA – Relatório de Impacto Ambiental.** “*Molhe de Contenção Costeira (Espigão da Ponta da Areia) E Dragagem (Canal De Navegação – Acesso Bacanga), São Luís - Maranhão*”. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Departamento de Oceanografia e Limnologia - Laboratório de Hidrobiologia, Apoio Fundação Sósândrade, São Luís, 2008.

**SANTOS, A. C.; PEREIRA, A. T. R.; CORRÊA, M. C. C.; DUTRA, L. S.** *Dinâmica da paisagem: o caso da Praia D’Areia em São Luís – MA.* 9º SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia, Rio de Janeiro, 2012, 3p.

**SINFRA - Secretaria de Estado da Infraestrutura do Maranhão.** *Governo do Estado vai executar projeto do Espigão Costeiro.* Governo do Estado do Maranhão, 2011. Disponível em: <https://imirante.com/sao-luis/noticias/2010/02/24/governo-do-estado-vai-executar-projeto-do-espigao-costeiro.shtml>. Acesso em: 07-Nov-2018.

**TÁBUAS DE MARÉ E SOLUNARES.** *Praia-mares e baixa-mares.* 2019. Disponível em: <https://tabuademares.com/br/maranhao/sao-luis>. Acesso: 14-Out.-2019.

**U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS,** *Low Cost Shore Protection, a Guide for Engineers and Contractors.* 1981, 173 p.

