



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GIBSON CLAUDINO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA PROTEÇÃO COSTEIRA E RECUPERAÇÃO DE PRAIAS EM  
MACEIÓ**

**MACEIÓ**

**2022**

GIBSON CLAUDINO DA SILVA

AVALIAÇÃO DA PROTEÇÃO COSTEIRA E RECUPERAÇÃO DE PRAIAS EM  
MACEIÓ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção de título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. M.Sc. Gabriel Louis Le Campion

Coorientador: Eng. Civil Marco Antonio de Lyra Souza

MACEIÓ

2022



*Dedico este trabalho ao meu Deus, meus pais, minha esposa, meus filhos, meus professores e aos meus amigos companheiros de jornada desta graduação.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus eterno, pai amoroso, amigo fiel e companheiro, por me permitir viver cada dia desta jornada tão difícil, mas que por Sua graça cheguei até aqui.

Aos meus pais que sempre me apoiaram, especialmente durante a graduação onde vivi alguns dias muito difíceis, repletos de muitos obstáculos e com muitas incertezas, mas, em todos estes momentos sempre estiveram presentes, principalmente minha mãe, ela foi minha base forte onde pude procurar ajuda em diversas situações desta jornada.

Agradeço também a minha esposa por ter segurado a barra durante os anos que precisei me dedicar a esta graduação, e aos meus filhos que são um dos meus motivos para prosseguir.

Em especial agradeço ao Professor M.Sc. Gabriel Louis Le Campion, por toda atenção dada a mim, pelos ensinamentos como professor e orientador, e por ter me inspirado para escolha do objeto de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Em especial também agradeço ao Engenheiro Civil, Especialista em Obras de Proteção Costeira, Marco Antônio de Lyra Souza, por toda atenção dada a mim durante o período de coleta de dados, pela gentileza de aceitar ser meu coorientador e por todos os incentivos dados a mim durante todo este período.

Aos professores que contribuíram para que esta graduação fosse possível, em especial à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elica Amara Cecília Guedes, por todo o incentivo e atenção que me foram dados durante o período na qual cursei a disciplina de Botânica 1 e ao Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes, por todo carinho, respeito e atenção dedicados não somente a mim, mas a todos os seus alunos.

Agradeço também aos professores do Setor de Práticas Pedagógicas: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Danielle Araújo Mota, pelo acolhimento no Laboratório de Práticas Pedagógicas enquanto fui monitor e por toda força que me deu; Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Carmen Lima dos Santos; Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giana Raquel Rosa Gouveia e ao Prof. M.Sc. Saulo Verçosa Nicácio, por todos os ensinamentos, incentivos e pelo olhar humano e acolhedor que todos possuem para com os seus alunos. Por fim, agradeço aos meus amigos e colegas desta graduação, por toda força que me deram nos momentos difíceis que paralelamente vivi durante o curso.

*Tenho esperança de que um maior conhecimento do mar, que há milênios dá sabedoria ao homem, inspire mais uma vez os pensamentos e as ações daqueles que preservarão o equilíbrio da natureza e permitirão a conservação da própria vida.*

*(Jacques-Yves Cousteau, Oceanógrafo)*

## RESUMO

Há décadas a capital alagoana vem sofrendo com problemas gerados pela erosão costeira. Um dos fatores agravantes desses problemas é a intervenção antrópica, devido as construções feitas muito próximas à praia, as mesmas tomaram o lugar das vegetações típicas de restinga, onde outrora ocuparam aquele espaço e em seu ciclo natural ajudavam a reter os sedimentos aerotransportados. Por este motivo se fez necessário o uso de obras de engenharia para a proteção costeira e recuperação da praia, no intuito de inibir os processos erosivos. Logo, o objetivo principal deste trabalho é analisar e avaliar os principais efeitos causados pelos processos erosivos sobre a linha de costa das praias de Maceió (AL) e, através das soluções utilizadas para conter esses processos erosivos, observar a nível comparativo, qual destas tecnologias possui maior e melhor eficácia no processo de contenção das erosões e a recuperação da praia através da engorda natural gerada pelo possível acúmulo de sedimentos. A metodologia para a obtenção dos resultados se deu através de uma revisão de literatura baseada em estudos publicados nos últimos 24 anos, e através de acompanhamento de casos em campo nas praias de Maceió. Foi utilizada para este trabalho a pesquisa descritiva, tendo em vista que com base nos trabalhos dos diversos autores que discutem este tema, ocorre a integração conceitual entre ambos, o que colaborou como um norteador para a identificação e análise das evidências. Na análise dos resultados obtidos através da revisão de literatura e do acompanhamento de campo, observou-se que a maioria das soluções adotadas para conter erosões costeiras nas praias de Maceió, obtiveram resultados insatisfatórios devido a fatores como: falta de manutenção, colapso, poluição visual, poluição ambiental e risco de acidentes com transeuntes, dentre estas soluções podemos citar o Bolsacreto, enrocamento, gabião e o muro de arrimo. As soluções que se observou resultados satisfatórios foram o *Bagwall* e o *Sandbag*, estas soluções apresentaram fatores positivos como: durabilidade, baixo custo de manutenção, estabilidade, indução da engorda natural da praia, baixo e baixíssimo impacto ambiental, interação com o ambiente e recuperação da paisagem natural.

**Palavras-Chave:** Proteção costeira; Erosão costeira; Oceanografia; Restinga.

## ABSTRACT

For decades, the capital of Alagoas has been suffering from problems generated by coastal erosion. One of the aggravating factors of these problems is human intervention, due to the constructions made very close to the beach, they took the place of the typical vegetation of restinga, where they once occupied that space and in their natural cycle helped to retain the airborne sediments. For this reason, it was necessary to use engineering works for coastal protection and beach recovery, in order to inhibit erosive processes. Therefore, the main objective of this work is to analyze and evaluate the main effects caused by the erosive processes on the coastline of the beaches of Maceió (AL) and, through the solutions used to contain these erosive processes, to observe at a comparative level, which of these technologies has greater and better effectiveness in the process of containment of erosion and the recovery of the beach through the natural fattening generated by the possible accumulation of sediments. The methodology for obtaining the results was through a literature review based on studies published in the last 24 years, and through the monitoring of cases in the field on the beaches of Maceió. Descriptive research was used for this work, considering that, based on the work of several authors who discuss this topic, there is a conceptual integration between them, which collaborated as a guide for the identification and analysis of evidence. In the analysis of the results obtained through the literature review and field monitoring, it was observed that most of the solutions adopted to contain coastal erosion on the beaches of Maceió, obtained unsatisfactory results due to factors such as: lack of maintenance, collapse, visual pollution, environmental pollution and risk of accidents with passersby, among these solutions we can mention the Bolsacreto, rockfill, gabion and retaining wall. The solutions that showed satisfactory results were the Bagwall and the Sandbag, these solutions presented positive factors such as: durability, low maintenance cost, stability, induction of natural fattening on the beach, low and very low environmental impact, interaction with the environment and recovery of natural landscape.

**Keywords:** Coastal protection; Coastal erosion; Oceanography; Restinga.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Aspectos físicos e morfológicos de uma praia arenosa típica.....  | 16 |
| Figura 2 – Perfil esquemático da restinga.....   | 17 |
| Figura 3 – Vegetação herbácea (vegetação de praia) .....   | 17 |
| Figura 4 – Vegetação arbustiva esparsa (aberta) sobre campo de dunas.....  | 18 |
| Figura 5 – Vegetação florestal.....  | 18 |
| Figura 6 – Impacto da deriva litorânea nas alterações das linhas costeiras.....  | 20 |
| Figura 7 – Fluxo da água retornando ao mar através da corrente de retorno...   | 21 |
| Figura 8 – O famoso coqueiro Gogó da Ema em seu esplendor.....   | 25 |
| Figura 9 – O coqueiro Gogó da Ema sucumbe à erosão marinha.....  | 26 |
| Figura 10 – Sessão transversal de um Bagwall.....  | 28 |
| Figura 11 – Acesso ao bar Lopana em 2008.....  | 29 |
| Figura 12 – Bagwall do Lopana em 2022.....   | 29 |
| Figura 13 – Dissipador de Energia Bagwall sob pressão da maré de sizígia....   | 30 |
| Figura 14 – Dissipador de Energia Bolsacreto sob pressão da maré, praia de Ponta Verde, Maceió.....  | 31 |
| Figura 15 – Enrocamento na praia de Ponta Verde, Maceió.....   | 32 |
| Figura 16 – Enrocamento na praia do Pontal da Barra, Maceió.....   | 32 |
| Figura 17 – Muro de gabião com objetivo de conter o avanço do mar.....   | 33 |
| Figura 18 – Muro de arrimo na praia de Ponta verde, Maceió.....  | 34 |
| Figura 19 – Saco geotêxtil sendo preenchido com areia do próprio local.....  | 35 |
| Figura 20 – Imagem aérea do Hibiscus Beach Club na praia de Ipioca com notável formação da praia no local da instalação do Sandbag em outubro de 2019..... | 36 |
| Figura 21 – Engorda natural da praia ocorrendo sobre o Sandbag, agosto de 2019, praia de Ipioca (Hibiscus Beach Club) .....                                | 36 |
| Figura 22 – Área adjacente ao local da instalação do Sandbag, praia de Ipioca, Maceió.....   | 37 |
| Figura 23 – Bolsacreto em colapso na praia de Ponta Verde, Maceió.....   | 41 |
| Figura 24 – Bolsacreto em colapso na praia de Jatiúca, Maceió.....   | 42 |
| Figura 25 – Enrocamento após colapso com as rochas dispersas na praia de Ponta Verde, Maceió.....  | 43 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 26 – Enrocamento na praia do Pontal da Barra, Maceió.....  | 43 |
| Figura 27 – Gabião em colapso na praia de ponta verde, Maceió.....  | 45 |
| Figura 28 – Gabião com estrutura colapsada na praia de Ponta Verde, Maceió  | 45 |
| Figura 29 – Muro de arrimo utilizando proteção no intuito de evitar acidentes com quedas de transeuntes, praia de Ponta Verde, Maceió.....          | 46 |
| Figura 30 – Escavação do local da instalação de um Sandbag com a utilização de máquina escavadeira hidráulica.....                                  | 47 |
| Figura 31 – Local escavado para instalação dos sacos geotêxteis na obra do Sandbag no Hibiscus Beach Club em julho de 2019, na praia de Ipioca..... | 48 |
| Figura 32 – Sandbag instalado e totalmente imperceptível ao final da obra em agosto de 2019, praia de Ipioca (Hibiscus Beach Club).....             | 48 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Análise da utilização dos dispositivos de proteção costeira..... | 38 |
| Quadro 2 – Custo comparativo de obras de proteção costeira.....             | 40 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|              |  |
|--------------|--|
| ABNT         | <i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>                |
| ASTM         | <i>American Society for Testing and Materials</i>              |
| NBR          | <i>Norma Brasileira</i>  |
| IMA/AL       | <i>Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas</i>         |
| GERCO        | <i>Gerenciamento Costeiro</i>                                  |
| CRs          | <i>Correntes de Retorno</i>                                    |
| ASCOM<br>IMA | <i>Assessoria de Comunicação do Instituto do Meio Ambiente</i> |
| SEMINFRA     | <i>Secretaria Municipal de Infraestrutura</i>                  |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>13</b> |
| 1.1      | Recifes de corais e recifes de arenito .....  | 14        |
| 1.2      | Praia e berma .....   | 14        |
| 1.3      | Vegetação de restinga .....   | 16        |
| 1.4      | Rios e estuários .....  | 19        |
| 1.5      | Corrente de deriva litorânea e corrente de retorno .....                                    | 20        |
| 1.6      | Problema .....  | 22        |
| 1.7      | Objetivos .....   | 22        |
| 1.7.1    | Objetivo Geral .....  | 22        |
| 1.7.2    | Objetivos Específicos .....   | 23        |
| 1.8      | Justificativa .....   | 23        |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....  | <b>24</b> |
| 2.1      | Erosão costeira .....   | 24        |
| 2.2      | Sistemas dissipativos utilizados na contenção da erosão costeira nas praias de Maceió ..... | 27        |
| 2.2.1    | Bagwall .....   | 27        |
| 2.2.2    | Bolsacreto .....  | 30        |
| 2.2.3    | Enrocamento .....   | 31        |
| 2.2.4    | Gabião .....  | 33        |
| 2.2.5    | Muro de Arrimo .....  | 33        |
| 2.2.6    | Sandbag .....   | 34        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....   | <b>38</b> |
| 4.1      | Discussão .....   | 40        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>49</b> |
| 5.1      | Sugestões para estudos posteriores .....  | 49        |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>50</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A zona costeira de Alagoas é dividida entre litoral sul, central e norte. A costa alagoana possui 230 km de extensão, nos quais 40 km pertencem ao município de Maceió (AL), que está situado no litoral central do Estado e possui um ecossistema costeiro bastante diversificado, típico da Região Nordeste do Brasil, entre estes estão: Mata Atlântica, praias, restingas, dunas, manguezais, recifes de corais e recifes de arenito (CORREIA & SOVIERZOSKI, 2008). Dentro deste ecossistema costeiro, também podemos incluir as lagoas, rios e estuários, complementando assim, um sistema ambiental costeiro extremamente diverso. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Para o entendimento das características ambientais costeiras e marinhas, a oceanografia caracteriza-se como sendo um dos temas fundamentais para investigar os processos físicos, químicos, geológicos e biológicos dos oceanos e das zonas costeiras, seus limites e suas interações com a atmosfera, com os continentes e com a sociedade. Fenômenos oceanográficos e fenômenos meteorológicos estão intimamente interligados e, em uma maior escala de tempo, aos climatológicos (FIGUEIREDO, 2011).

Devido às constantes modificações naturais em uma área de alta elasticidade, a zona costeira é uma área dinâmica, que sofre fortes influências resultantes das interações atmosféricas, que são: intensidade e direção do vento, precipitação e pressão. A Zona costeira também sofre interações astronômicas, como as marés, além de também sofrer interações oceanográficas através das ondas, correntes oceânicas, costeiras e de maré, incluindo os substratos que compõem a zona costeira, com as mais variadas características granulométricas (NOERNBERG; MARONE; ÂNGULO, 2001).

Para Souza (2020), o ambiente litorâneo, por se tratar de um sistema dinâmico e complexo, remete a sistemas onde tudo ocorre de forma aleatória e não previsível. Tendo em vista que a evolução desses sistemas no tempo e no espaço, acontecem através de um comportamento desequilibrado e irregular, a forma como este ambiente vai estar no futuro, é extremamente dependente do estado atual e, por isso, as mudanças no presente são tão decisivas para a forma como este sistema irá se comportar posteriormente.

Desta maneira é possível identificar a importância do entendimento acerca da dinâmica costeira e da vulnerabilidade à erosão das praias de Maceió, mediante ao gradativo aumento do nível do mar e seu conseqüente avanço em direção à costa, assim como a relevância da assertividade na escolha das tecnologias utilizadas na recuperação das praias na cidade.

Toda a complexidade que envolve o ambiente costeiro, revela sistemas e ecossistemas que influenciam e são influenciados através das relações entre eles. Tendo em vista que o conjunto dos fatores constituintes destas relações são altamente dinâmicos, se faz necessário que haja a compreensão de cada um deles.

### **1.1 Recifes de corais e recifes de arenito**

Os recifes de corais se constituem em formações que abrigam uma rica e diversificada fauna e flora, onde é possível encontrar relações harmônicas que se dão através de simbiose entre os pólipos, onde as zooxantelas, microalgas que vivem dentro dos corais, absorvem nitrogênio e fósforo dos resíduos minerais excretados pelos corais e transformam o dióxido de carbono em oxigênio, permitindo a estes organismos uma alternativa autotrófica e que também facilitam aos corais zooxantelados acelerarem o processo de calcificação do seu esqueleto (COHEN & MCCONNAUGHEY, 2003).

Outra importante formação é a de recife de arenito, de acordo com Baptista (2010), os recifes de arenito estão presentes nas zonas costeiras tropicais e intertropicais, na qual sua formação se dá através da cimentação de areias e fragmentos de conchas. Sua composição granulométrica é variada, isso faz com que ocorra diferenças na sua identificação e interpretação, tanto do termo que os denomina, quanto da sua formação.

As barreiras de recifes, são constituídas de muita riqueza e beleza em fauna e flora, além de protegerem a costa, pois reduzem a energia das ondas, minimizando as erosões costeiras.

### **1.2 Praia e berma**

Segundo Araujo & Campion (2011), pode-se dizer que a praia é a região litorânea cujo limite se situa entre os dois maiores ambientes do planeta, o continental

e o litorâneo. Neste contexto fica claro que é na praia onde as energias resultantes desses enormes ecossistemas são dissipadas. Contudo, a praia arenosa é a que melhor dissipa essas energias.

De acordo com Schmiegelow (2004), a formação das praias se dá através de sedimentos inconsolidados (areias e cascalhos), desta forma, de um lado temos a delimitação na região onde as ondas não mais movimentam os sedimentos do assoalho marinho, sendo assim, a esta profundidade denomina-se base da onda. Do outro lado, existe a região denominada berma ou até mesmo pode ser formada por alguma feição do relevo, como por exemplo, uma falésia.

De modo geral normalmente não ocorre movimentação de areia de forma hidrodinâmica na região da berma, a exceção nos períodos de fortes tempestades. No entanto, os sedimentos finos podem ser transportados através da ação eólica. Após a mobilização da areia pelas ondas e correntes, ela é depositada na praia, ao ser exposta ao ar, ela seca e é movimentada pelos ventos (VILLWOCK *et al.* 2005).

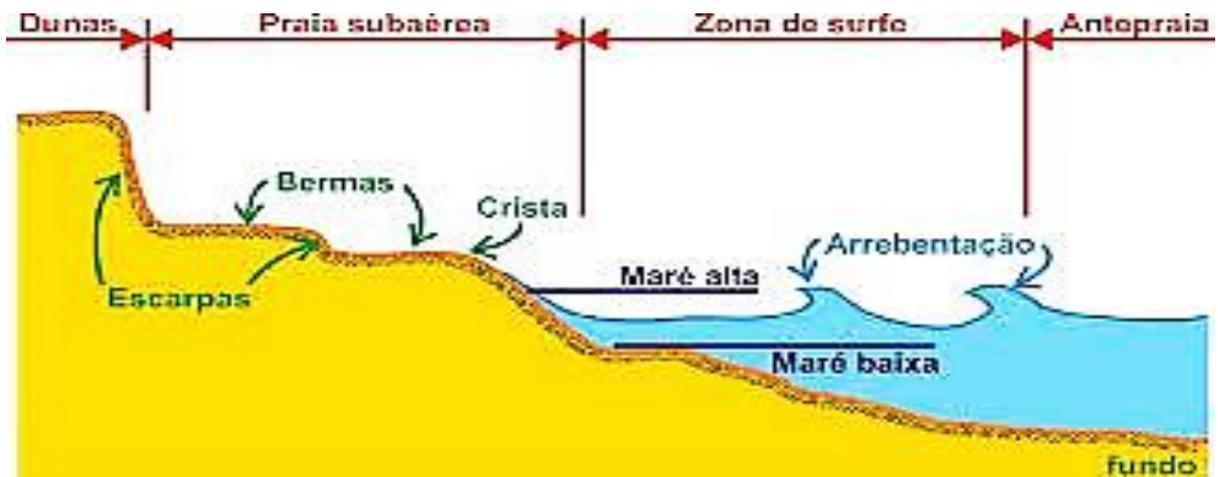
A movimentação dos sedimentos por meio da ação eólica na costa, também pode provocar erosões, como afirma Brito (2012), “[...] a erosão eólica é provocada pela ação do vento e será mais intensa quanto maior a sua velocidade e a área livre de vegetação e obstáculos naturais.” Sem a cobertura vegetal nessas regiões, a energia cinética do vento desloca as partículas do solo.

A berma, segundo Acioly (2019), é constituída naturalmente de uma elevação do perfil da praia, caracterizada pelo acúmulo de sedimentos que são depositados na região de espraiamento das ondas, em consequência da ação da corrente de deriva litorânea e transportados pelo vento praia acima onde são retidos por ação da vegetação pioneira da frente de restinga (Figura 1).

Acioly (2019) também afirma que:

A berma naturalmente sofre processos erosivos, constata-se que esses processos são cíclicos muito embora possam ocorrer com grandes variações temporais e cujos efeitos erosivos podem ser mais ou menos intensos. A vegetação de cobertura (fixadora) da Berma representa importante papel na recuperação e manutenção dela, por possibilitar o aprisionamento e acelerar a deposição dos sedimentos aerotransportados.

Tendo em vista que Davidson-Arnott (2010), defende que a divisão do ambiente praial pode ser feita de acordo com a sua composição e os processos que se dão para que ela alcance tal morfologia. A atuação dos processos hidrodinâmicos, expõe como mostrado na Figura 1, a compartimentação de uma praia e suas feições geomorfológicas.

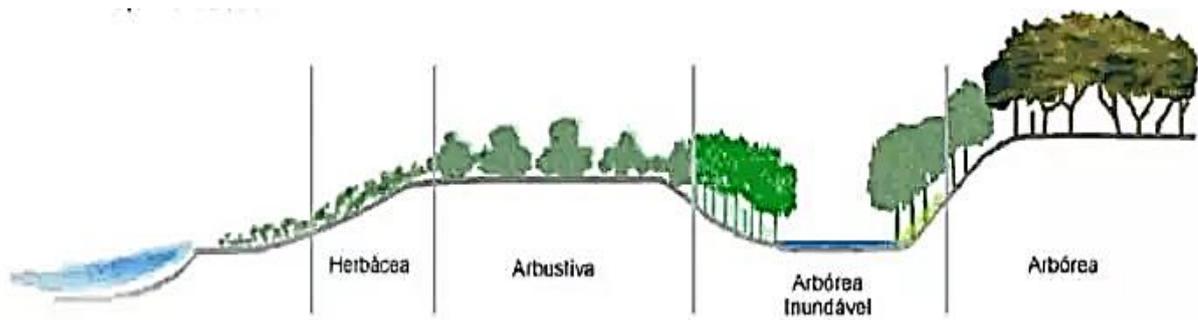


**Figura 1** – Aspectos físicos e morfológicos de uma praia arenosa típica. Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis, Secretaria Municipal de Obras (2011).

### 1.3 Vegetação de restinga

Sobre a planície arenosa costeira, encontramos a vegetação de restinga, um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas que se encontram sob influência fluviomarina. Essa vegetação ocorre em áreas de grande diversidade ecológica e por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima, são consideradas comunidades edáficas (CAMPOS, 2007).

Campos (2007) ainda afirma que, os diferentes tipos de vegetação ocorrentes nas restingas brasileiras variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20m (Figura 2). São em geral caracterizadas por comunidades com pouca riqueza, quando comparadas a outras comunidades vegetais, sendo protegidas por lei devido à sua fragilidade. Contudo, é possível constatar que a vegetação de restinga, através das suas formações herbáceas (Figura 3), formações arbustivas (Figura 4) e formações florestais (Figura 5), influenciam diretamente na manutenção dos sedimentos nessa região, inibindo assim erosões provocadas pelo avanço do mar.



**Figura 2** – Perfil esquemático da restinga. Fonte: Campos (2007).

Essa região da costa é em geral caracterizada por comunidades com pouca riqueza, quando comparadas a outras comunidades vegetais, sendo protegidas por lei devido à sua fragilidade. Contudo, é possível constatar que a vegetação de restinga, através das suas formações herbáceas (Figura 3), formações arbustivas (Figura 4) e formações florestais (Figura 5), influenciam diretamente na manutenção dos sedimentos nessa região, inibindo assim erosões provocadas pelo avanço do mar.



**Figura 3** – Vegetação herbácea (vegetação de praia). Fonte: Imagem do autor (2019).



**Figura 4** – Vegetação arbustiva esparsa (aberta) sobre campo de dunas. Fonte: Campos (2007).



**Figura 5** – Vegetação florestal. Fonte: Campos (2007).

## 1.4 Rios e estuários

Como apontam Paul & Meyer (2001), historicamente pode-se dizer que muitas das cidades surgiram às margens dos rios, porém com o passar do tempo, esses rios foram sofrendo mudanças em decorrência de intervenções antrópicas feitas sem o menor critério, tais como canalizações, barramentos, retificações, desassoreamento, entre outras alterações. Como uma das consequências de tais mudanças, o aporte de sedimentos arenosos transportados pelos rios até o oceano, é prejudicado em decorrência dessas intervenções o que influencia diretamente na morfologia da costa resultando no total descontrole sobre o acréscimo ou o déficit de sedimento arenoso que constitui a praia. A zona costeira pode sofrer impactos danosos em decorrência das ações antrópicas nas bacias hidrográficas, o que influencia na quantidade de sedimentos transportados pelos rios e seu consequente aporte para a zona costeira. (MILLIMAM & MEADE, 1983, *apud* SYVITSKI *et al.* 2005).

De acordo com Miranda, Castro, Kjerfve (2002, p. 34) “[...] o termo estuário é utilizado para indicar a região interior de um ambiente costeiro, onde ocorre o encontro das águas fluviais com a do mar transportada pelas correntes de maré, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré”.

Os estuários desempenham funções importantes, além de viveiros para muitos tipos de peixes, mariscos, anfíbios, répteis e aves, também servem como uma barreira protetora para os ecossistemas interligados, já que agem como um amortecedor contra tempestades. “Um de seus muitos serviços é proteger a linha da costa contra a natural erosão” (MESQUITA, 2018).

A dinâmica sedimentar tende a ser mais intensa, em sistemas estuarinos, onde há a transição entre o continente e o oceano, resultado da influência de processos adicionais que são comumente associados à mobilização, transporte e deposição de sedimentos. Sendo assim, é possível que diversos agentes atuem na dinâmica sedimentar estuarina, como por exemplo: o aporte de sedimentos fluviais e marinhos, a ação das ondas incidentes, a descarga dos rios, a batimetria local e, as correntes (NEVES, 2013).

Segundo Dyer (1997), dentre os fatores já citados anteriormente, também podemos incluir, como agentes que atuam na dinâmica sedimentar estuarina, a altura da maré, por diversificar a dinâmica local e, de acordo com o autor, pode ser

classificada da seguinte forma: micromarés ( $\approx 0$  a 2 m), mesomarés (2 a 4 m), macromarés (4 a 6 m), e hipermarés (acima de 6 m de altura).

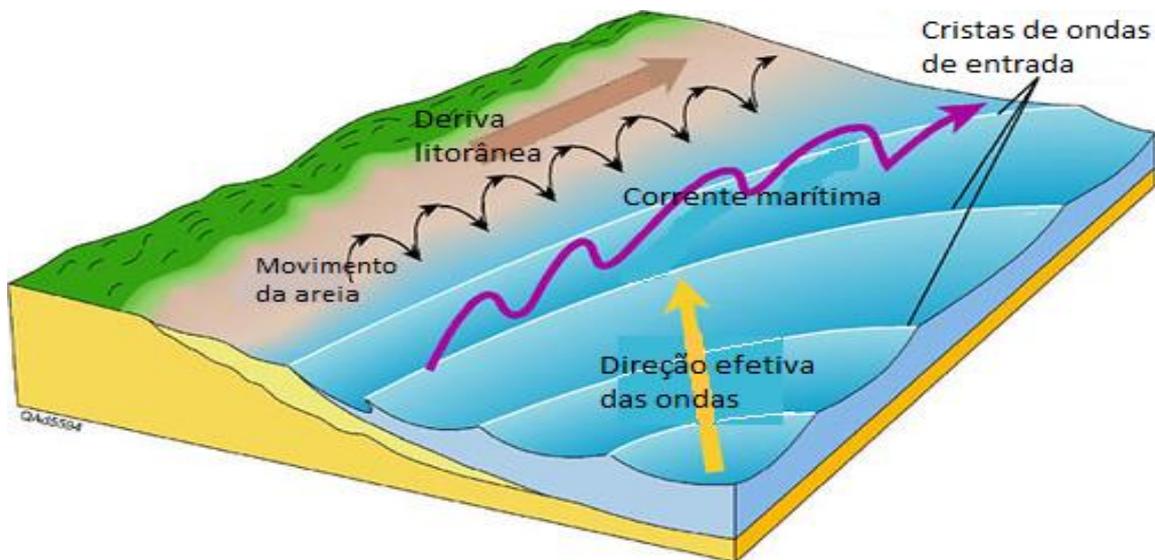
Winge (2018), afirma que:

Correntes de marés antepõem-se à descarga fluvial em maior ou menor grau na dependência sazonal ou de maré alta ou baixa bem como do afluxo fluvial variável podendo se formar canais erosivos diferentes e regime de correntezas variáveis no estuário o que fomenta uma grande biodiversidade em função dessa variabilidade ambiental salina e de carga das águas, sendo típico o ambiente de manguezais.

### 1.5 Corrente de deriva litorânea e corrente de retorno

A corrente de deriva litorânea é o resultado de duas componentes que necessitam de força, aceleração, velocidade e deslocamento, uma delas, a deriva costeira, atua na zona de surfe tem sentido paralelo a linha de praia, a outra é a deriva praial, que é atuante na face praial que por sua vez define um padrão de transporte de sedimentos em “zig-zag” (TAGGART & SCHWATZ, 1988 *apud* SOUZA *et al.*, 2005). Sendo geradas por ondas que se aproximam da costa obliquamente e atingindo valores máximos quando formam um ângulo de 45 graus em relação à costa, a corrente de deriva litorânea é uma das formas mais eficientes de mover sedimentos ao longo da costa.

O impacto da deriva litorânea (Figura 6) na alteração das linhas costeiras depende de diversos fatores, dentre estes fatores estão: mudanças geológicas, mudanças nas forças hidrodinâmicas, alteração do balanço sedimentar e a intervenção antrópica (GEOCACHING, 2013).

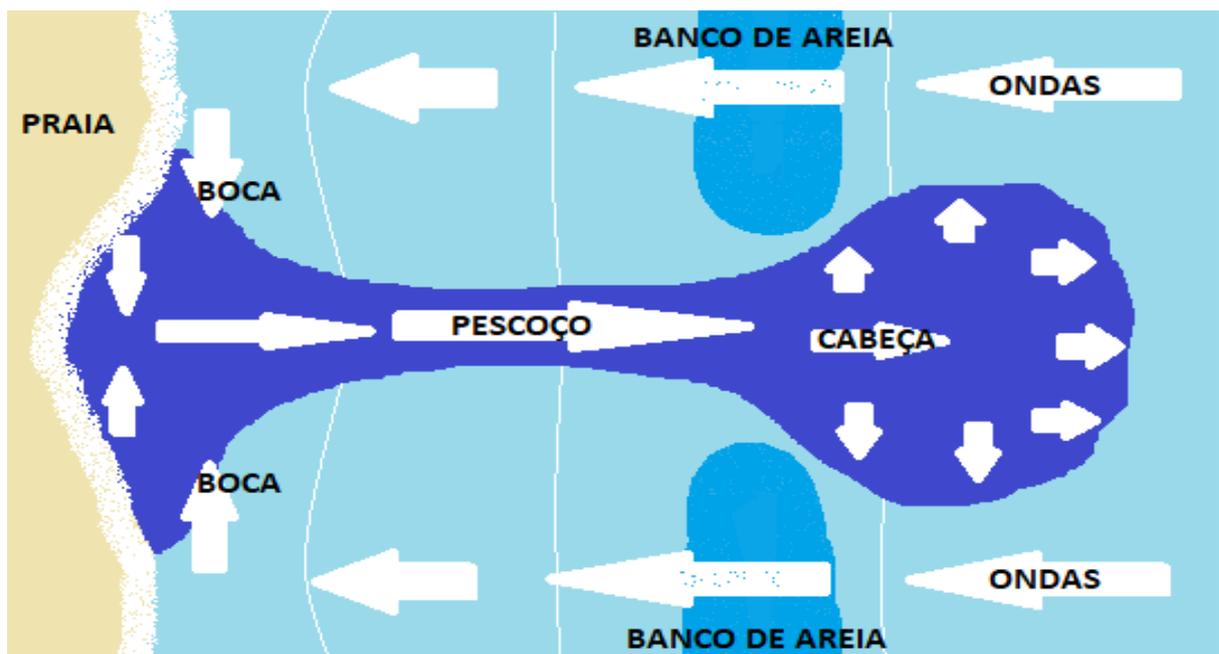


**Figura 6** – Impacto da deriva litorânea nas alterações das linhas costeiras. Fonte: Adaptada de Geocaching (2013).

Correntes de retorno (CRs), também citadas na língua inglesa como “*rip currents*”, são correntes de água que fluem de maneira rápida, alcançando velocidades de deslocamento de até 3 m/s, de forma perpendicular a praia, se movem na direção do mar. Tais condições podem fazer com que em alguns casos, essas correntes ultrapassem o limite da zona de surfe (PEREIRA *et al.* 2003).

A corrente de retorno é a corrente litorânea mais ativa que atinge a praia. Essas correntes possuem uma grande capacidade de arraste devido as altas velocidades em que se deslocam. A denominada boca ou vulgarmente conhecida como bacia, é a parte da corrente que mais avança em direção ao continente (Figura 7), devido à grande força de tração desta corrente, muitos banhistas não conseguem escapar e logo são arrastados para a cabeça, culminando em afogamentos (ARAUJO & CAMPION, 2011).

Para Brandão (2008), as correntes de retorno estão entre os principais mecanismos que geram a remoção de sedimentos em direção à plataforma continental adjacente. As correntes de retorno geradas pela atuação de correntes longitudinais de sedimentos opostos, convergem na mesma área da praia, formando assim, células de circulação litorânea, a velocidade de deslocamento da massa de água em direção à plataforma continental adjacente, favorece a remoção de sedimentos.



**Figura 7** – Fluxo da água retornando ao mar através da corrente de retorno. Fonte: Adaptado de Wikipédia (2016).

## **1.6 Problema**

Há décadas que a capital alagoana vem sofrendo com os efeitos causados por erosões na sua costa praieira, esses efeitos afetam diretamente o aspecto visual da orla marítima, além de visivelmente causar impactos ambientais em detrimento dos tipos de soluções de engenharia costeira usados na tentativa de conter essas erosões.

Boa parte das soluções utilizadas até então para conter o avanço do mar sobre a costa praieira da capital alagoana, tem sofrido impactos severos por consequência dos diversos fatores que contribuíram para o colapso destas obras. A falta de manutenção em algumas dessas obras e o uso da solução inadequada para conter as erosões e o avanço do mar em alguns locais específicos da orla marítima são alguns fatores causais que podem ser citados.

Para Souza (2020), é necessário fazer um estudo de reconhecimento do problema, para então realizar um estudo de viabilidade do projeto a ser executado. No estudo de reconhecimento do problema é preciso observar três aspectos que são determinantes para definir a viabilidade do projeto, o primeiro deles é saber se existe uma solução técnica viável, o segundo é saber se esta solução é técnica e economicamente viável, e o terceiro é identificar qual o impacto que a solução técnica irá causar ao meio ambiente.

Sendo assim, se fez necessário analisar quais são os principais fatores que tem contribuído com processo de colapso destas contenções, para assim entender, qual seria a solução mais eficaz para conter o avanço do mar e desta forma diminuir os impactos físicos, morfológicos e ambientais que vem modificando de forma drástica o cenário das praias de Maceió.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho teve por objetivo geral, analisar e avaliar os principais efeitos causados pelos processos erosivos sobre a linha de costa das praias de Maceió e observar a nível comparativo em eficácia, qual ou quais tecnologias de proteção costeira melhor se destacam no processo de contenção das erosões, recuperação da praia e da esperada engorda da praia através do acúmulo de sedimentos.

### 1.7.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho foram elaboradas as seguintes ênfases:

- Identificar as tecnologias utilizadas nas praias de Maceió para a contenção da erosão costeira e analisar se as tecnologias são eficazes em seu propósito;
- Fazer o comparativo entre as soluções utilizadas até então para conter o avanço do mar nas praias de Maceió em relação ao geossintético do tipo *Sandbag*;
- Analisar se houve progresso no acúmulo de areia (engorda natural da praia) na área onde foi instalado o *Sandbag* e avaliar se ocorreu a recuperação da berma nos arredores e o ressurgimento da floresta de restinga como consequência deste acúmulo sedimentar de areia;
- Distinguir os pontos positivos e negativos do uso do *Sandbag* com relação às demais tecnologias utilizadas como forma de conter erosões nas praias de Maceió;

### 1.8 justificativa

O município de Maceió vem sofrendo há décadas com erosões na sua costa, tendo em vista que a urbanização não deixou espaço suficiente para a dinâmica costeira, o que gera prejuízos ambientais, comerciais e recreacionais. Por esse motivo, é relevante que se estude a presença de intervenções urbanas para que se entenda como elas afetaram na morfologia dos ambientes costeiros.

O trabalho tem por foco, portanto, evidenciar os tipos de soluções utilizadas para inibir as erosões no município, além de avaliar se são eficazes no desempenho a qual foram projetadas, visando fazer o comparativo entre elas e distinguir quais obtiveram resultados satisfatórios visando a recuperação do trecho afetado.

A relevância desse estudo está firmada principalmente nos impactos ambientais causados pelo uso de soluções que na tentativa de sanar as erosões marítimas, podem não atender às expectativas resultando em danos ao meio

ambiente, causados pelo acúmulo de entulhos em decorrência do colapso de suas estruturas.

Nesse contexto, o trabalho mostrará como o estudo do tema pode ser aplicado na área das Ciências Biológicas, ressaltando a importância da preservação do ambiente costeiro e identificando quais são as soluções de engenharia costeira, que melhor contribuem para a recuperação das praias e a consequente restauração desses ecossistemas, restabelecendo espécies nativas de fauna e flora.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Erosão costeira**

A linha de costa possui em sua formação geomorfológica, a maior estrutura em dinamicidade do planeta Terra, pois estão em constante estado de modificação. As interações físicas que ocorrem nesta fronteira são por isso únicas, complexas, e difíceis de compreender. A linha da costa como um todo, e como parte integrante desta costa, as praias em particular, são sistemas extremamente dinâmicos e de uma variação contínua no tempo e no espaço (SOUZA, 2020).

A erosão costeira ocorre em função de um conjunto de fatores que juntos resultam em uma maior retirada de sedimentos da praia em relação a sua reposição. O avanço do mar sobre o continente em decorrência da erosão marinha pode gerar grandes prejuízos materiais, caso alcance estruturas construídas em locais muito próximos à linha de costa. Esses eventos também ocorrem em áreas onde não houve intervenção humana, porém só se torna um problema, de fato, quando atinge locais ocupados (SANTOS, 2004).

O fator climático vem influenciando de forma drástica e contribuindo negativamente com as erosões costeiras em todo o planeta, principalmente em decorrência do aumento do nível dos oceanos, somando-se a isto, as ressacas também são responsáveis por grande parte dessas erosões.

Sousa (2020), relata que:

Desta forma, as causas da erosão podem ser naturais, antrópicas ou um resultado da interação entre os dois. Como causas naturais podem ser listados o aumento do nível do mar, a intensificação de tempestades, a subsidência tectônica e as alterações nas bacias hidrográficas. Como causas antrópicas, podemos citar a subsidência do solo, a retirada de areia para atividades humanas e a construção de barragens. Nesse contexto, a

associação dessas causas gera o aumento de altura e energia das ondas que chegam à costa, a intensidade da erosão, a redução no aporte de sedimentos e alterações drásticas no balanço sedimentar.

Dentro desta perspectiva, temos adicionalmente as tempestades excepcionais sendo reconhecidas como os principais elementos indutores de erosões e também do colapso de estruturas de proteção costeira. Aliado a isto, temos uma zona costeira que possui déficit de sedimentos, o que potencializa a falta de acomodação e deposição de sedimento. (LEAL JUNIOR, *et al.* 2019, p. 28).

De acordo com Vieira (2020), o litoral alagoano é bastante vulnerável a processos erosivos, devido ao déficit de sedimentos, o que é agravado ainda mais devido ao avanço do mar. Segundo Ricardo César, diretor do Gerenciamento Costeiro (Gerco) do IMA/AL, os problemas causados pelas erosões na costa alagoana sempre existiram devido a fatores naturais. No entanto, as mudanças climáticas têm agravado ainda mais esse fenômeno, acarretando na elevação do nível dos oceanos.

Os problemas causados pela erosão marinha não são recentes, há longas décadas a orla marítima de Maceió sofre com este problema. Dentre os registros históricos que podem evidenciar tal afirmação, é possível destacar a queda do famoso coqueiro Gogó da Ema (Figura 8), o coqueiro torto que veio a ser cartão postal da cidade por décadas (TICIANELI, 2015).



**Figura 8** – O famoso coqueiro Gogó da Ema em seu esplendor. Fonte: História de Alagoas (2015).

O avanço do mar na curva da praia de Ponta Verde foi o responsável pela derrubada do coqueiro Gogó da Ema (Figura 9), assim como de diversos outros. A consequência de sua queda foi atribuída às mudanças das correntes marinhas a partir da construção do cais de Maceió. A queda ocorreu no dia 27 de julho de 1955, às 14:20 horas em consequência da erosão marinha (TICIANELLI, 2015).



**Figura 9** – O coqueiro Gogó da Ema sucumbe à erosão marinha. Fonte: História de Alagoas (2015).

Como bem nos assegura Leal Junior *et al.* (2019), as correntes agem de forma convergente ou divergente, chegando à praia ou se afastando da praia. Neste contexto, fica evidenciado que de acordo com as observações feitas em diversos trabalhos sobre o sentido da corrente de deriva litorânea na cidade de Maceió, essa corrente tem o sentido norte-sul, mesmo que a aproximação da costa seja em velocidades reduzidas, é possível constatar que podem agravar os processos erosivos nas áreas urbanizadas, tendo em vista que há a diminuição do fornecimento de massa de areia para dinamizar este trabalho de fornecimento desse sedimento pela maré até a costa.

## 2.2 Sistemas dissipativos utilizados na contenção da erosão costeira nas praias de Maceió

Souza (2020, p. 23), define sistema dissipativo como sendo “todo e qualquer sistema onde haja transformação de energia em outras modalidades, seja de cinética para potencial, seja de gravitacional para elástica, em qualquer modelo que se estiver trabalhando”.

No entanto, algumas tecnologias de sistemas dissipativos podem ser diversificadas, levando-se em conta as peculiaridades de cada trecho. Em Maceió, muitos casos de obras de contenção de erosão costeira, foram implantadas em caráter emergencial, pois o poder público levou em consideração apenas os custos financeiros e o conhecimento que se tinha sobre a aplicação técnica no momento, no entanto existe a necessidade de que outros fatores, como os sociais e ambientais, sejam especialmente favorecidos (LEAL JUNIOR, *et al.* 2019, p. 28).

Dentre as tecnologias utilizadas como sistemas dissipativos de energia do trem de ondas nas praias de Maceió, podemos destacar os seguintes sistemas: *bagwall*, bolsacreto, enrocamento, gabião, muro de arrimo e o *sandbag*.

### 2.2.1 Bagwall

Segundo Lawson (2006), *Bagwall* é uma estrutura que utiliza sacos de geotêxtil para aprisionar e modelar o concreto com auxílio das formas de madeiras e sacos têxteis. Em geral, são recipientes de pequeno volume que são preenchidos no local da construção da estrutura, os sacos de geotêxtil são utilizados para recobrimento em locais que apresentam instabilidade e estão passando por processo erosivo.

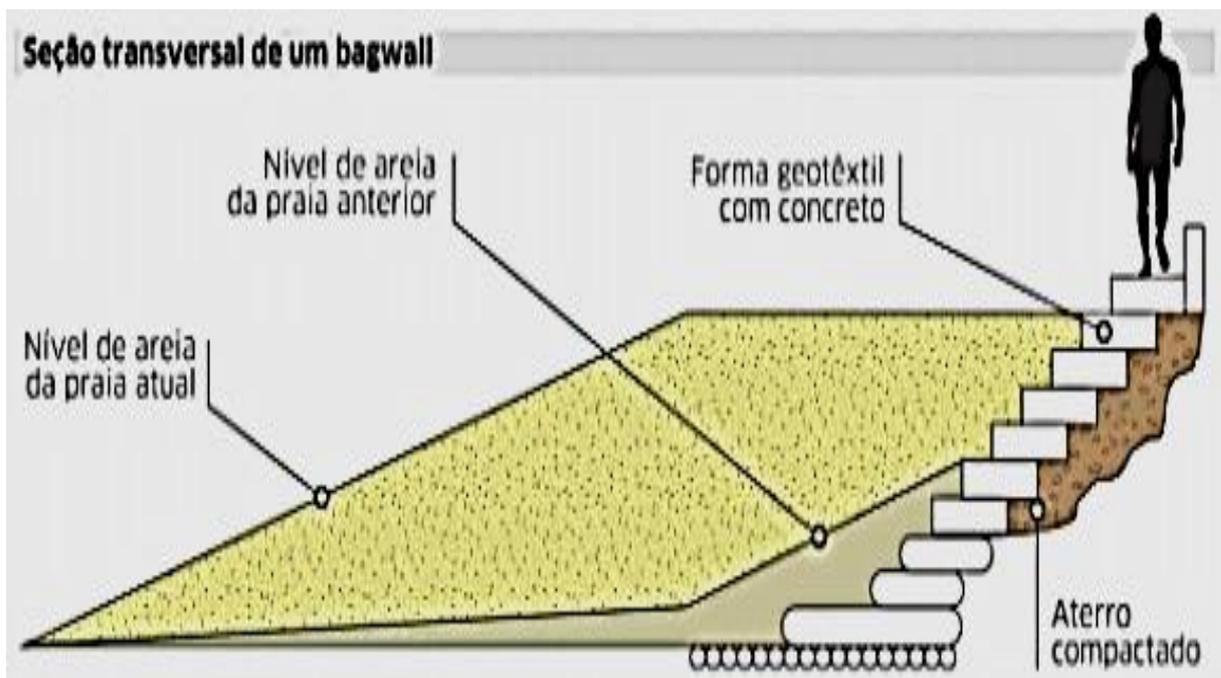
De acordo com Souza (2011), o objetivo dessa estrutura construída ao longo da linha de costa é dissipar a energia das ondas, sem transferir o processo erosivo para áreas adjacentes e sem interferir na dinâmica de agitação marítima do local.

O muro de gravidade dissipador de energia do tipo *Bagwall* apresenta vantagens que viabilizam a sua aplicação, como por exemplo: a obra é durável, já que possui uma vida útil média em torno de 30 anos; tem baixo impacto ambiental, uma vez que esteticamente o dissipador se harmoniza com o ambiente urbanizado com bom efeito visual; possui disponibilidade do material, já que o material utilizado na

construção é de fácil obtenção; possui baixo custo de manutenção, uma vez que se necessário, a manutenção pode ser feita eventualmente a cada 10 anos (SOUZA, 2013).

O dissipador de energia *Bagwall* por ser uma obra aderente e longitudinal a linha de costa, é uma obra que tem como propósito proteger a propriedade agredida pela erosão marinha, promovendo a recuperação do perfil praial e ocasionando a engorda natural da praia (Figura 10), devolvendo a população o acesso à praia natural recreativa (SOUZA, 2013).

Ainda conforme Souza (2013), os dissipadores de energia *Bagwall* funcionam como um sistema essencialmente evolutivo nas praias onde foram instalados (Figura 11 e Figura 12). Sendo assim, o sistema é capaz de apresentar instabilidade que lhe permite sofrer mudanças, mas que com tudo isso apresente capacidade de absorver impactos significativamente fortes (Figura 13), sem comprometer o processo de auto-organização do sistema em questão que é a praia.



**Figura 10** – Sessão transversal de um Bagwall. Fonte: Adaptada da Câmara Municipal de Camaçari (2018).



**Figura 11** – Acesso ao bar Lopana em 2008. Fonte: Marco Lyra (2008).



**Figura 12** – *Bagwall* do Lopana em 2022. Fonte: Imagem do autor (2021).

A estrutura se mantém estável, sem a necessidade de manutenção durante o período entre os registros fotográficos, além de promover a engorda natural da praia que por sua vez, gera o acúmulo de sedimentos na área protegida e favorece o acesso de banhistas à praia sem o risco de acidentes.



**Figura 13** – Dissipador de Energia *Bagwall* sob pressão da maré de sizígia. Fonte: Imagem do autor (2021).

### 2.2.2 Bolsacreto

São formas permeáveis e flexíveis feitas de tiras planas de polipropileno, essas tiras formam um tecido com excelentes características na qual são preenchidos com argamassa ou concreto que quando sobrepostos, formam um grande enrocamento. O seu uso é adequado para obras de proteção de margens de rios, construção de estabilização de encostas, quebra-mares, diques, barragens, taludes, pilares e muros. Os sacos preenchidos com argamassa ou concreto, tem a permeabilidade necessária para que o excesso de água passe livremente para o exterior. Uma vez que os sacos são levados vazios para o local da obra, facilita o transporte e armazenamento, onde posteriormente serão preenchidos e instalados. Após a instalação, o Bolsacreto toma a forma do ambiente circundante e da superfície sobre a qual é colocado (SUÁREZ, 2003).



**Figura 14** – Dissipador de Energia Bolsacreto sob pressão da maré, praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2021).

### 2.2.3 Enrocamento

O dissipador de energia do tipo Enrocamento é utilizado como uma proteção longitudinal aderente. Sua instalação se dá através da colocação de uma grande quantidade de blocos rochosos dispostos paralelamente à praia, tem como principal objetivo, proteger temporariamente as construções a beira mar. A partir da edificação do Enrocamento a praia tende a estreitar, fazendo com que a praia submersa fique mais inclinada. Uma das desvantagens desse tipo de estrutura é o desaparecimento da praia com o avanço do mar, porém, isso pode ser uma vantagem nos casos onde são construídos ancoradouros, tendo em vista que ocorre o aumento da profundidade das margens, facilitando o atracamento de barcos. Os paredões de enrocamento (Figuras 15 e 16) necessitam de manutenção periódica devido a sua exposição à energia do mar. (GUIMARÃES, 2012).



**Figura 15** – Enrocamento na praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2019).



**Figura 16** – Enrocamento na praia do pontal da barra, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2021).

### 2.2.4 Gabião

Barros (2008), define gabião como sendo “um muro de gravidade flexível construídos de elementos metálicos feitos com telas de malha hexagonal de dupla torção, preenchidos com pedras que podem ser seixos rolados, pedras basálticas e granito”.

Onodera (2015), complementa afirmando que o gabião é um tipo caixa com estrutura armada, flexível, drenante e de grande durabilidade e resistência, sua confecção é feita a partir de malha de fios de aço galvanizado, e vértices por fio de diâmetro maior. Na sua utilização como muro, são sobrepostos e alinhados por toda a extensão da área a ser protegida (Figura 17), os estudos para a sua aplicação devem observar o tipo de solo e o projeto deve especificar suas dimensões.



**Figura 17** – Muro de Gabião com objetivo de conter o avanço do mar. Fonte: Geo Diprotec Geossintéticos (2015).

### 2.2.5 Muro de Arrimo

O dissipador de energia conhecido popularmente como muro de arrimo, é um tipo de estrutura de contenção do solo tida como uma das mais antigas construções da humanidade. Tem como função, a contenção do maciço de terra ou de rochas,

transmitindo sua carga para o solo e desta forma proporciona estabilidade e garante a segurança do que se encontra acima e abaixo da estrutura (GERSCOVICH, 2010).

Gerscovich (2010) complementa a definição de muro de arrimo afirmando que são estruturas de contenção, na qual geralmente é construída com paredes verticais ou quase verticais, podendo ser de alvenaria ou concreto (simples ou concreto armado), apoiadas em uma fundação que pode ser direta (rasa ou corrida), ou profunda (em estacas ou tubulões).

A NBR 11682 (2009) define muro de arrimo como sendo, “um ou mais, elementos que juntos se opõem aos esforços advindos do solo e de sobrecargas acidentais e/ou permanentes também a ele aplicados”.



**Figura 18** – Muro de arrimo na praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Marco Lyra (2020).

### 2.2.6 Sandbag

Souza (2020), afirma que “as paredes do muro de contenção são construídas utilizando forma geotêxtil do tipo *Sandbag* preenchidas com areia da própria praia” (Figura 19). Para isto o saco geotêxtil precisa atender a requisitos específicos como a resistência à tração, as características hidráulicas, como abertura de filtração e condutividade hidráulica, e a durabilidade face aos agentes de degradação. Desta forma, os geossintéticos produzidos no Brasil devem atender as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), já para os importados é

recomendável adquirir os que atendam as normas da *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

O muro de gravidade dissipador de energia do tipo *Sandbag* é uma obra que funciona como um revestimento enterrado, age como um anteparo que contém o avanço do mar no local da erosão, dissipando a energia do trem de ondas que incide sobre sua estrutura reduzindo sua velocidade, e com isso promove a recuperação do perfil da praia no local da intervenção (Figura 20). Desta forma, a aplicação da estrutura garante o acesso à praia natural recreativa e o resultado é um baixíssimo impacto ambiental na paisagem e no meio ambiente (SOUZA, 2020).

Ainda segundo Souza (2020), o dispositivo de proteção costeira *Sandbag*, trata-se de uma obra de engenharia não rígida que induz a engorda natural da praia (Figura 21) dissipando a energia das ondas no local da intervenção, contendo o avanço do mar antes da linha de preamar, sem que o processo erosivo seja transferido para as áreas adjacentes (Figura 22), garantindo assim, o equilíbrio do perfil da praia.



**Figura 19** – Saco geotêxtil sendo preenchido com areia do próprio local. Fonte: Ascom IMA (2020).



**Figura 20** – Imagem aérea do *Hibiscus Beach Club* na praia de Ipioca com notável formação da praia no local da instalação do *Sandbag* em outubro de 2019. Fonte: Vanderlei Turatti (2019).



**Figura 21** – Engorda natural da praia ocorrendo sobre o *Sandbag*, agosto de 2019, praia de Ipioca (*Hibiscus Beach Club*). Fonte: Marco Lyra (2019).



**Figura 22** – Área adjacente ao local da instalação do *Sandbag*, praia de Ipioca, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2019).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho se trata de uma revisão de literatura de estudos publicados nos últimos 24 anos, entre 1997 e 2021, baseando-se em parte no acompanhamento de casos em campo no município de Maceió (AL). Para o presente estudo foi utilizada a pesquisa do tipo descritiva, aumentando assim, a capacidade de síntese, integração conceitual e análise de características metodológicas básicas. Em sua confecção foram estabelecidas as seguintes etapas: definição do problema; planejamento das estratégias de busca de dados a serem coletados e analisados; definição dos critérios de seleção; análise crítica das evidências selecionadas para o estudo; interpretação e discussão dos resultados.

O estudo foi feito através de pesquisa bibliográfica e análise de artigos escritos em Português, Espanhol e Inglês; textos completos em suporte eletrônico, publicados em periódicos nacionais e internacionais; teses; trabalhos de conclusão de curso; livros; anais de simpósios.

Ao longo da construção do trabalho foram realizadas visitas periódicas aos locais observados, que compreendem as praias do Pontal da Barra, Ponta Verde, Jatiúca e Ipioca, onde estão instalados dissipadores de energia do tipo: *Bagwall*, Gabião, Enrocamento, Bolsacreto, Muro de Arrimo e *Sandbag*. O primeiro local visitado para levantamento de dados foi a praia de Ponta Verde, no dia 03 de agosto de 2019, durante a baixa-mar (maré baixa); o segundo local visitado foi a praia de Ipioca, no dia 27 de setembro, durante a baixa-mar; a terceira visita foi à praia do Pontal da Barra, no dia 28 de outubro de 2020, durante a preia-mar (maré alta); a terceira visita foi realizada no dia 07 de outubro de 2021, às praias de Ponta Verde e Jatiúca, durante a preia-mar em maré de sizígia; a quarta visita, novamente à praia do Pontal da Barra, foi feita no dia 14 de outubro de 2021, durante a baixa-mar.

Os dados analisados através de registros fotográficos, foram utilizados para melhor visualização das obras de proteção costeira construídas no município de Maceió, e também para demonstrar os efeitos causados em decorrência do colapso de algumas dessas obras. Os registros fotográficos também serviram para destacar as obras que melhor atenderam aos resultados esperados.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

**Quadro 1** – Análise da utilização dos dispositivos de proteção costeira

| <b>Autor (es) / ano de publicação</b> | <b>Dispositivos de Proteção Costeira</b> | <b>Considerações do (s) autor (es) sobre o uso</b>   |
|---------------------------------------|--|--|
| MEDEIROS / 2012                       | BAGWALL                                  | Facilita o acesso das pessoas à praia recreativa; possui uma vida útil bastante significativa e apresenta baixo nível de impactos ambientais que decorrem do seu uso, porém, apresenta alto custo no quesito implantação.  |
| RAFFO & CALAGUA / 2015                | BOLSACRETO                               | Os Bolsacretos contêm a massa de argamassa ou concreto formando um grande enrocamento, adequado para obras de proteção costeira e estabilização de taludes. No entanto, sua durabilidade e tempo de manutenção, dependem do material na qual os sacos são preenchidos, pois em casos onde é utilizada argamassa para o |

|                           |                |   |
|---------------------------|----------------|---|
|                           |                | preenchimento, sua durabilidade costuma ser menor, o que pode ocasionar o adiantamento do processo de desmoronamento da sua estrutura.  |
| CUEVAS / 2009             | ENROCAMENTO    | Esta solução apresenta baixo custo de instalação e de manutenção por se tratar de uma estrutura feita de rochas colocadas e dispostas, com a finalidade de proteger encostas, evitando a sua erosão e diminuição da energia das ondas. Entretanto, necessita de um curto espaço de tempo para manutenção, tendo em vista que sua estrutura sofre deslocamentos constantes devido a absorção da energia das ondas e pela dinâmica das marés. |
| LEAL JUNIOR et al. / 2019 | GABIÃO         | Apresenta baixo custo e significativa durabilidade, porém também é válido ressaltar suas desvantagens quanto ao comprometimento da biota, devido ao soterramento e também por interferir no acesso à praia. O colapso de sua estrutura pode prejudicar a desova de tartarugas e abrigar roedores e variadas espécies de insetos.  |
| SANDES E SANTOS / 2017    | MURO DE ARRIMO | É uma das tecnologias mais antigas utilizadas na contenção marítima, geralmente são construídos com a utilização de pedras e gabiões. Entre as vantagens do seu uso é possível destacar o baixo custo e a simplicidade da sua construção, entretanto, nota-se desvantagens que devem ser analisadas e consideradas como por exemplo, a poluição visual e os riscos de acidentes.  |
| SOUZA / 2020              | SANDBAG        | Este dispositivo favorece o equilíbrio do perfil praiar, além de não promover dano ambiental no ponto de intervenção e na paisagem, além de induzir a engorda natural da praia.   |

Fonte: Autoria própria (2022).

#### 4.1 Discussão

Através do quadro acima é possível identificar algumas evidências sobre cada um dos dispositivos utilizados na cidade de Maceió, para a proteção costeira e a recuperação de praias. Segundo Medeiros (2012), o dispositivo *Bagwall* se apresenta como uma solução vantajosa em relação ao acesso à praia recreativa e ainda destaca que sua capacidade de gerar impactos ambientais não é tão grande. Souza (2013), acrescenta que o *Bagwall* é uma obra durável, já que possui uma vida útil média que gira em torno dos 30 anos, podendo ser feitas manutenções periódicas de baixo custo a cada 10 anos. Todavia, é importante ressaltar que a implantação desta tecnologia requer um alto investimento (Quadro 2) se comparado a outras soluções utilizadas para proteção costeira, o que pode fazer com que haja preferência por outros dispositivos.

**Quadro 2** – Custo comparativo de obras de proteção costeira

| Tipo de obra utilizada        | Durabilidade da obra | Manutenção da obra | Disponibilidade do material | Custo da implantação | Impactos ambientais |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| Pedras de enrocamento         | Mais de 50 anos      | Alto               | Fácil                       | US\$ 500,00/m        | Alto                |
| Arrimo com pedras graníticas  | Até 10 anos          | Médio              | Fácil                       | US\$ 550,00/m        | Alto                |
| Gabiões                       | Até 5 anos           | Médio              | Médio                       | US\$ 725,00/m        | Alto                |
| Dissipador de energia Bagwall | Até 50 anos          | Baixo              | Médio                       | US\$ 2.000,00/m      | Baixo               |
| Dissipador de energia Sandbag | Até 15 anos          | Baixo              | Fácil                       | US\$ 420,00/m        | Baixíssimo          |

Fonte: Adaptado de Souza (2008).

O quadro acima não apresenta informações a respeito do dissipador de energia Bolsacreto, tendo em vista que não foi possível encontrar fontes que fornecessem os dados necessários e suficientes para o preenchimento do mesmo.

Raffo e Callagua (2015) também buscaram investigar a proteção costeira e ao analisar a funcionabilidade dos dispositivos de contenção marítima, chegaram a

concluir sobre o Bolsacreto que essa tecnologia é eficiente na proteção e na estabilização de taludes, porém sua durabilidade, manutenção e valor investido estão firmados sobre o material que o compõe, que pode ser argamassa ou concreto, sendo este segundo o mais ideal na composição para um melhor proveito da obra.

O município de Maceió já sofreu alguns transtornos em relação à proteção costeira com o uso do Bolsacreto. O Instituto do Meio Ambiente (IMA), em matéria publicada em seu site no dia 19 de junho de 2019, informou ter notificado a Secretaria Municipal de Infraestrutura de Maceió (SEMINFRA) por causa do colapso das obras de contenção de erosão costeira, nos bairros de Ponta Verde e Jatiúca. Na ocasião, o IMA tomou esta atitude em decorrência dos desmoronamentos que ocasionaram a contaminação dos trechos e a inacessibilidade da população à praia recreativa causados pelo colapso das obras (Figura 23) e consequente falta de manutenção das mesmas (Figura 24). A notificação tomou como referência o processo que tratou da autorização ambiental nº 90/2015 para “Implantação de obra de Contenção Costeira em Bolsacreto Nas Orlas de Ponta Verde e Jatiúca”, com responsabilidade operacional e manutenção da SEMINFRA.



**Figura 23** – Bolsacreto em colapso na praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2019).



**Figura 24** – Bolsacreto em colapso na praia de Jatiúca, Maceió. Fonte: Marco Lyra (2020).

Dando continuidade à discussão acerca dos dispositivos de proteção costeira, Cuevas (2009) enfatiza o baixo custo tanto em instalação como em manutenção da solução Enrocamento. Porém, também deixa claro que este dispositivo necessita de um curto espaço de tempo entre suas manutenções tendo em vista que sua estrutura sofre deslocamentos constantes devido à absorção da energia das ondas e pela dinâmica das marés. Em concordância com as afirmações supracitadas, Guimarães (2012), reforça que os paredões de enrocamento necessitam de manutenção periódica devido a sua exposição à energia do mar.

Leal Junior *et al.* (2019) também tratam em um estudo sobre o Enrocamento e afirmam que essas estruturas comprometem o acesso à praia, o que afeta as atividades econômicas de forma bastante significativa. Este comprometimento para o acesso à praia se dá através do colapso das rochas que se desprendem e rolam para o leito da praia (Figura 25), podendo ocasionar graves acidentes com transeuntes, soterrar a biota, interferir na desova das tartarugas que utilizam esses locais como local de desova, além de servirem de esconderijo para roedores e insetos que se alojam entre as frestas das rochas. A imagem da Figura 26 exemplifica bem as problemáticas citas anteriormente, com o agravante de que nesta situação, pode ocasionar graves acidentes até com veículos automotores.



**Figura 25** – Enrocamento após colapso com as rochas dispersas na praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Marco Lyra (2020).



**Figura 26** – Enrocamento na praia do pontal da barra, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2021).

Outra solução utilizada para a proteção costeira em Maceió é o Gabião. Segundo Onodera (2015), esta solução apresenta grande durabilidade e resistência feita a partir de malha de fios de aço galvanizado e preenchidas com fragmentos de rochas.

Leal Junior *et al.* (2019), afirmam e ressaltam as consequências do colapso deste tipo de dispositivo, onde ocorre o soterramento da biota e também comprometem a desova das tartarugas, além de se configurarem como abrigo para roedores e insetos. O baixo custo deste tipo de estrutura e a durabilidade, são vantagens que incentivam o uso dessa técnica e faz com que ela seja bastante difundida na proteção costeira, porém, ao entrar em colapso, esta estrutura impede ou dificulta o acesso à praia (Figura 27), podendo até, ocasionar acidentes com transeuntes que ocasionalmente podem vir a se ferirem nos fios soltos das telas (Figura 28). Ainda segundo Leal Junior *et al.* (2019), o Gabião transfere o processo erosivo para pontos que seguem o sentido da corrente de deriva litorânea, onde nestes pontos há déficit de sedimentos.

Nas praias é possível encontrar uma diversa e bem adaptada biota que se desenvolve nestes ecossistemas, além de serem utilizadas por animais da Ordem Testudines, das Famílias Cheloniidae e Dermochelyidae, para fins de desova. Como um exemplo da fauna que habita este ambiente, temos o caranguejo maria-farinha (*Ocypode quadrata*), uma, dentre outras centenas de espécies que habitam a faixa de areia, se trata de uma espécie bioindicadora onde através da sua presença ou ausência é possível fazer a análise dos impactos ambientais do ecossistema. Outro exemplo são as tartarugas marinhas (Ordem Testudines), estas utilizam a praia para desova. Nas praias de Maceió já foram feitos diversos registros de desova de tartarugas marinhas, como exemplo temos as tartarugas-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), que frequentemente utilizam essas praias para desova. Como já afirmado por Leal Junior *et al.* (2019), de fato, o colapso dessas obras compromete a biota, tendo em vista que tanto a fauna, quanto a flora sofrem em consequência dos efeitos negativos destas obras.



**Figura 27** – Gabião em colapso na praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Marco Lyra (2020).



**Figura 28** – Gabião com Estrutura Colapsada na Praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2021).

Outra solução utilizada para conter o avanço do mar na orla marítima de Maceió é o Muro de Arrimo. Gerscovich (2010), o define de forma simples afirmando que são estruturas de contenção, na qual geralmente é construída com paredes verticais ou quase verticais, podendo ser de alvenaria ou concreto. Conforme exposto no quadro

acima, Sandes e Santos (2017), afirmam que o Muro de Arrimo é uma das tecnologias mais antigas utilizadas como proteção costeira e destacam que sua construção geralmente se utiliza de pedras e gabiões, sendo dessa forma, uma tecnologia de baixo custo no que se refere à instalação. Entretanto, esta solução possui algumas desvantagens, na qual podemos destacar alguns exemplos como: a poluição visual e os riscos de acidentes (Figura 29).



**Figura 29** – Muro de Arrimo utilizando proteção no intuito de evitar acidentes com quedas de transeuntes, praia de Ponta Verde, Maceió. Fonte: Imagem do autor (2021).

Outra solução usada em Maceió é o Muro de Gravidade Dissipador de Energia do Tipo *Sandbag*, sua instalação foi na praia de Ipioca, em frente ao *Hibiscus Beach Club*, a extensão do dissipador de energia *Sandbag* instalado no local é de 220 metros.

Souza (2020), destaca sua funcionalidade afirmando que, se trata de uma obra de engenharia rígida que induz a engorda natural da praia dissipando a energia das ondas no local da intervenção, contendo o avanço do mar antes da linha de preamar, sem que o processo erosivo seja transferido para as áreas adjacentes, garantindo assim, o equilíbrio do perfil da praia. Ainda segundo o autor, as paredes do muro de contenção são construídas utilizando forma geotêxtil do tipo *Sandbag* preenchidas com areia da própria praia, toda a estrutura do dissipador de energia fica soterrada após a conclusão da obra, o que garante o acesso à praia natural recreativa e o resultado é um baixíssimo impacto ambiental na paisagem e no meio ambiente.

Durante a execução da obra, é perceptível o impacto visual e ambiental devido aos recursos necessários para viabilizar esta etapa da instalação, que utiliza máquina retroescavadeira (Figura 30) no local onde será instalado o muro de gravidade dissipador de energia do tipo *Sandbag* (Figura 31). No entanto, o resultado final após o término da obra, mostra que os impactos causados durante a sua execução, tornam-se totalmente imperceptíveis (Figura 32).



**Figura 30** – Escavação do local da instalação de um *Sandbag* com a utilização de máquina escavadeira hidráulica. Fonte: Marco Lyra (2020).



**Figura 31** – Local escavado para instalação dos sacos geotêxteis na obra do *Sandbag* no *Hibiscus Beach Club* em julho de 2019, na praia de Ipioca. Fonte: TNH1 (2019).



**Figura 32** – *Sandbag* instalado e totalmente imperceptível ao final da obra em agosto de 2019, praia de Ipioca (*Hibiscus Beach Club*). Fonte: Vanderlei Turatti (2019).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações obtidas através do estudo das estruturas de proteção costeira utilizadas nas praias de Maceió, foi possível analisar e avaliar os efeitos causados pelos processos erosivos sobre a linha de costa, também foi possível observar dentre as soluções adotadas, os pontos positivos e negativos de cada uma delas, onde, de acordo com estas análises, observou-se que dentre as soluções utilizadas para conter as erosões costeiras em Maceió, a maioria sofreu colapso em suas estruturas. Bolsacreto, Enrocamento, Gabião e o Muro de Arrimo, foram as que sofreram colapso, no entanto, duas soluções demonstraram resultados positivos, o *Bagwall* e o *Sandbag*.

No local da instalação do *Bagwall*, na praia de Ponta Verde, o processo erosivo foi contido e ocorreu a engorda natural da praia. Após quase 20 anos desde a sua construção, a obra se mantém intacta. Já o *Sandbag* instalado na praia de Ipioca em frente ao *Hibiscus Beach Club*, logo no primeiro mês após sua instalação, houve o recuo do mar, cerca de 30 metros da faixa de areia foi recuperada devido ao acúmulo de mais de 6.000 m<sup>3</sup> de sedimentos. Desta forma, ao fazer o comparativo entre o *Sandbag* e as demais soluções de proteção costeira utilizadas nas praias de Maceió, conclui-se que apenas o *Bagwall* obteve resultados positivos semelhantes.

Fatores ambientais também foram analisados. As soluções adotadas que sofreram colapso causaram danos gravíssimos ao meio ambiente, já as soluções que apresentaram bons resultados, influenciaram diretamente na recuperação da praia e em consequência, impactaram positivamente na restauração da fauna e da flora nos locais onde foram instaladas.

### 5.1 Sugestões para estudos posteriores

Para um estudo mais completo a respeito desta temática, se faz necessário que se dê continuidade à análise do comportamento destas obras e de futuras obras nos trechos afetados por erosões nas áreas que foram objeto de estudo deste trabalho, com o objetivo de realizar um panorama mais integrado no monitoramento das mesmas, levando em consideração todas as vulnerabilidades dessa região costeira. É essencial que se produza mais informações detalhadas e precisas sobre a vulnerabilidade a erosões na costa marítima de Maceió.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLY, B. R. **Transporte Sedimentar Como Influência na Erosão Marinha e os Aspectos Morfodinâmicos da Praia do Francês (Marechal Deodoro – Alagoas)**. Orientador: Prof. M.Sc. Gabriel Lous Le Campion. 2019. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2019.
- ARAUJO, A. S. & CAMPION, G. L. Le. **Estudo do transporte de sedimentos por correntes de retorno na Praia do Francês, Marechal Deodoro – AL**. Maceió, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682: Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro, 2009.
- BAPTISTA, E. M.C. **Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea do estado do Piauí, Brasil**. Orientador: Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho. 2010. 305 f. Tese de Doutorado - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- BARROS, P. L. A. **Manual técnico de obras de contenção**. 1. ed. São Paulo: Maccaferri do Brasil, 2008.
- BRANDÃO, R. L. **Regiões costeiras**. In: SILVA, C. R. (Ed.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.
- BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. Orientador: Prof. Dr. Ildeu Soares Martins 2012. 78 f. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2012.
- CAMPOS, R. **Restinga**, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/vrestinga.html>. Acesso em: 29 jan. 2022.
- COHEN, A.; & MCCONNAUGHEY, T. **Geochemical perspectives on coral mineralization**. Reviews in mineralogy and geochemistry, v. 54, n. 1, p. 151-187, 2003.
- CORREIA, M. D. & SOVIERZOSKI, H. H. **Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil**. Revista da Gestão Costeira Integrada, Alagoas, v. 8, n. 2, 25-45, out., 2008. Disponível em: [https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-146\\_Correia.pdf](https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-146_Correia.pdf). Acesso em: 15 jan. 2022.

CUEVAS, J. M. R. **Estudio experimental de rompeolas superficiales permeables con ampliación de bermas**. Director de Tesis: M. em C. Jaime Roberto Ruiz y Zurvia Flores. 2009. 196 f. Tesis (Maestro en ciencias en hidráulica), Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Profesional Adolfo Lopez Mateos, Instituto Politécnico Nacional, Mexico D.F, 2009.

DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

DYER, K. R. **Estuaries: A Physical Introduction**. 2. ed. Chichester, John Wiley; Sons, 1997.

FIGUEIREDO, A. H. et al. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil/ IBGE**, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

GEOCACHING. **Gold Coast Seaway – Who Gives a Spit**, 2013. Disponível em: [https://www.geocaching.com/geocache/GC4KF9W\\_gold-coast-seaway-who-gives-a-spit](https://www.geocaching.com/geocache/GC4KF9W_gold-coast-seaway-who-gives-a-spit). Acesso em: 25 jan. 2022.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estruturas de Contenção: Muros de Arrimo**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Estruturas e Fundações – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

GUIMARÃES, B. F. C. **Erosão Costeira e Produção de Blocos para Obras de Proteção com Enrocamento**. Orientador: Prof. Alexandre Júlio Machado Leite, Coorientador: Prof. José Cardoso Guedes. 2012. 111 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas e Geoambiente - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2012.

IMA, Instituto do Meio Ambiente. IMA notifica prefeitura de Maceió por causa de entulhos em praias, 2019. Disponível em: <https://www.ima.al.gov.br/ima-notifica-prefeitura-de-maceio-por-causa-de-entulhos-em-praias/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

LAWSON, C.R. **Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering. 8ICG 8th International Geosynthetics Conference Proceedings**. Millpress Science Publishers. Japan, 2006.

LEAL JUNIOR, C. R. M. *et al.* **Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)**. Prefeitura Municipal de Maceió / SEMINFRA. Maceió, 2019. p. 28.

MEDEIROS, E. C. S. **Capacidade de Carga e Percepção Ambiental da Praia do Icará – Caucaia – Ce**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Parente Maia. 2012. 200 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MESQUITA, J. L. **Estuário, ecossistema marinho importante, venha conhecer**, 2018. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/estuario-ecossistema-marinho/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MILLIMAM J.D. & MEADE R.H. **World-wide delivery of river sediment to the oceans**. *The Journal of Geology*, 1983. 91: 1-21.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Zona Costeira e Marinha. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/itemlist/user/80001-administrador-cgti.html>. Acesso em: 11 jan. 2022.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo. Edusp. 2002.

NEVES, L. C. L. **Dinâmica Sedimentar de uma Porção do Banco Arenoso na Desembocadura do Sistema Estuarino dos Rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, Aracruz – ES**. Orientadora: Valéria da Silva Quaresma. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

NOERNBERG, M. A.; MARONE, E.; ÂNGULO, R. J. Detecção de processos costeiros associados a transporte de sedimentos em um evento pós-frontal na costa do Paraná utilizando Landsat7/ETM+. In: ANAIS SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, v. 1. Foz do Iguaçu, 2001. **Anais [...]**. INPE, p. 831-834. Disponível em: Acesso em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.27.56/doc/0831.834.080.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

ONODERA, L.T. **O uso de gabiões como estrutura de contenção**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2005.p. 62.

PAUL, M. J.; MEYER. J. L. Streams in the urban landscape. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.32, p.333-365, 2001.

PEREIRA, P. S.; CALLIARI, L. J.; LÉLIS, R. J.; FIGUEIREDO S. A. 2003. **Riscos associados ao banho de mar e sua relação com a heterogeneidade morfodinâmica das praias do Rio Grande do Sul**. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Recife. p. 49-61. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/36775/23639>. Acesso em: 10 fev. 2022.

RAFFO, G. J. B.; CALAGUA, J. A. P. **Análisis comparativo del enrocado y del sistema bolsacreto en la construcción de la rada interior del proyecto lima marina club, costa verde**. Asesor: Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes. 2015. 275 f. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Programa de Titulación por Tesis, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima, 2015.

SANDES, M. V. N. & SANTOS, J. V. G. **Dispositivos Utilizados em Obras de Contenção no Combate ao Avanço da Erosão Costeira no Litoral de Alagoas: Análise do Trecho da Orla de Pajuçara à Ponta Verde**. Orientadora: Professora M.Sc. Roseneide Honorato dos Santos. 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2017.

SANTOS, R. C. de A. L. **Evolução da linha de costa a médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais da planície costeira de Maceió**. Orientador: Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coltinho. 2004. 176 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul. Uma Introdução às Ciências Marinhas**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2004.

SYVITSKI J.P.M., VOROSMARTY C.J., KETTNER A.J., GREEN P. Impact of Humans on the Flux of Terrestrial Sediment to the Global Coastal Ocean. **SCIENCE**, 2005. April, vol. 308.

SOUZA, M. A. L. **Bagwall: uma alternativa eficaz para controle da erosão costeira**, Marco Lyra / Engenheiro Civil, Maceió, 10, maio. 2013. Disponível em: <http://marcolyra.blogspot.com/2013/05/bagwall-uma-alternativa-eficaz-para.html>. Acesso em: 05 fev. 2022.

SOUZA, M. A. L. **Como Controlar o Avanço do Mar**, 1. Ed. Timburí, SP: Editora Cia do eBook, São Paulo, 2020.

SOUZA, M. A. L. Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no Litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil. **Revista Gestão Costeira Integrada**. Pernambuco, 2011.

SOUZA, M. A. L. **Uso de geossintéticos para proteção costeira em praias do Nordeste**, 2020. Disponível em: <http://pernambucoemfoco.com.br/uso-de-geossinteticos-para-protecao-costeira-em-praias-do-nordeste>. Acesso em: 26 set. 2020.

SUÁREZ, J. **Control de Erosión en Zonas Tropicales**. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga, Colombia, 2003.

TAGGART, B. E.; SCHWARTZ, M. L. Net shore-drift direction determination: a systematic approach. **Journal of Shoreline Management**, v. 3, n. 4, p. 285-309, 1988.

TICIANELI, E. **A queda do Gogó da Ema. História de Alagoas**, 2015. Disponível em: <https://www.historiadealagoas.com.br/gogo-da-ema.html>. Acesso em: 06 set. 2021.

VIEIRA, D. Obras tipo Sandbag são feitas para conter erosão costeira no litoral norte de Alagoas. **Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas**, Maceió, 2020. Disponível em: <https://www.ima.al.gov.br/obras-tipo-sandbag-sao-feitas-para-conter-erosao-costeira-no-litoral-norte-de-alagoas/>. Acesso em: 08 fev. 2022.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ANGULO R.J.; DILLENBURG, S.R. **Geologia e geomorfologia de regiões costeiras**. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Coords.), **O Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p. 94-113, 2005.

WINGE, M. **Estuário**. Home page Glossário Geológico, 2018. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/estuario.htm>. Acesso em: 29 jan. 2022.