

AVANÇO DO MAR EM TRECHOS DE PRAIAS DO LITORAL DA PARAÍBA

Gabriel Rodrigues Correia de Sousa

grcs1@discente.ifpe.edu.br

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

Tendo em vista que a dinâmica entre o continente e o oceano está em constante alteração, seja de forma natural ou devido à ação do homem, é comum observar inúmeros dispositivos de engenharia para intervir na preservação do solo. O litoral da Paraíba tem aproximadamente 133 km de extensão, sendo que 26 km fazem parte do município de Pitimbu. A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho foi a análise de informações coletadas *in loco* em dois trechos na orla de Pitimbu. Sendo o primeiro, localizado na orla de Praia Azul nas coordenadas de latitude: 7,493078°, e longitude -34,8170088° com a extensão aproximada de 2,8 km e o segundo, em Praia Ponta Coqueiros ponta de coqueiros de coordenadas de latitude: -7,5168755 ° e Longitude: -34,8077693 com extensão aproximada de 1,6 km. O avanço do mar encontra-se em diferentes níveis nestes intervalos destacados, logo se faz necessário tomar ações distintas em cada caso, porém quanto ao tipo de contenção foi recomendado a construção de Bag Wall, por conta dos benefícios de sua utilização. O objetivo desse trabalho foi avaliar o avanço do mar e estudar métodos de contenção da maré que possam ser utilizados nessas áreas.

Palavras chaves: mar, litoral, contenção

ABSTRACT

Considering that the dynamic between the continent and the ocean is constantly changing, either naturally or due to human action, it is common to observe numerous engineering devices to intervene in the preservation of the soil. The coast of Paraíba is approximately 133 km long, of which 26 km are part of the municipality of Pitimbu. The methodology used in the development of this work was the analysis of information collected *in loco* in two sections of the Pitimbu coastline. The first, located on the shore of Praia Azul at coordinates latitude: 7.493078°, and longitude -34.8170088° with an approximate extension of 2.8 km and the second, in Praia Ponta Coqueiros tip of coordinates latitude: -7.5168755 ° and longitude: -34.8077693 with an approximate extension of 1.6 km. The advance of the sea is at different levels in these highlighted intervals, so it is necessary to take different actions in each case, but as for the type of containment was recommended the construction of Bag Wall, because of the

benefits of its use. The objective of this work was to evaluate the advance of the sea and study tidal containment methods that can be used in these areas.

Keywords: sea, coastline, containment

1. INTRODUÇÃO

Por conta da extensa zona costeira do Brasil, com mais de 8.000 km de linha de costa, faz com que estudo em escala nacional se torne um grande desafio, tanto pela sua gigantesca área, como pela sua diversidade ecossistêmica (BRASIL, 2018).

Segundo relato em Brasil (2018), a linha da costa é extremamente dinâmica e é influenciada diretamente pela elevação do nível de mar, clima, ondas e resultados de obras de engenharia como construção de estruturas próxima a zona costeira.

A berma é uma ótima referência para identificar o nível de processo erosivo que o ambiente se encontra, pois, é a área da praia que tem a maior deposição de sedimentos. A berma se localiza no limite da pós-praia e consiste no resultado da deposição/erosão efetuada pelas ondas no limite da zona de espreamento, constituindo elevações planas com mergulho abrupto (MOURA, 2012).

As forças do meio ambiente, naturalmente, agem movendo a linha da costa através de tempestade, elevação do nível do mar, enquanto o ser humano tenta se fixar cada vez mais próximo a costa, e para isso se utiliza de meios de intervenções estruturais para poder proteger seu patrimônio (KOERNER et al., 2013)

O Estado da Paraíba tem aproximadamente 133 km de extensão do seu litoral no qual passa por vários municípios. Ao observar a extensão da orla, é possível verificar que muitas delas necessitam de uma melhoria estética e principalmente na sua infraestrutura, decorrente do tipo de urbanização e fenômenos morfodinâmicos presentes nesta área.

A morfologia praial é influenciada pela variação da ação das ondas e marés na praia. No período mais seco os sedimentos sofrem menor influência de vento em ondas, porém no período chuvoso ocorre uma homogeneização na morfologia da praia. (MANJATE, 2017)

A erosão costeira é o conjunto de processos nos quais é removido mais material da praia do que suprido, devido à quebra do equilíbrio dinâmico original, sendo um dos principais problemas mundiais do ponto de vista da preservação do solo. De fato, nas zonas densamente povoadas, com infraestruturas urbanas, industriais e turísticas de alto valor econômico, a erosão costeira representa custos sociais, ambientais e econômicos muito elevados (ALFREDINI, 2014).

As obras de defesa dos litorais são intervenções estruturais cujas funções são agir no balanço do transporte sólido, favorecer a estabilização ou a ampliação da linha da costa, e defendê-la contra a erosão (ALFREDINI, 2014).

As intervenções realizadas por estes dispositivos, sejam emergenciais ou preventivas são de grande importância. Mas para que se possa escolher as melhores opções se faz necessário fazer análises detalhadas de cada situação, para assim poder propor o melhor tipo de contenção da maré para que esta seja utilizado na orla de Pitimbu.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O avanço do mar pode ocorrer de forma natural ou até por conta da interferência humana. Uma das grandes dificuldades da engenharia é projetar de acordo com forças naturais não exatas, tais como, clima, material, relevo da localidade, teor de umidade, entre tantos outros fatores adversos (SILVA, 2019).

Segundo Sila, Moraes e Struminski (2018), as contenções utilizadas para impedir o avanço do mar e o aumento de erosão costeira também possui outros usos. Sendo o gabião e muro de arrimo também utilizados em encostas e o enrocamento em barragens de contenção de água.

Jayaratne et al. (2021), destaca a importância de estudar os tipos de contenção ao avanço do mar e como isso é fundamental para mitigar os efeitos das mudanças climáticas nas áreas costeiras. A escolha do método de contenção a ser utilizado deve considerar não apenas aspectos técnicos, mas também socioeconômicos e ambientais.

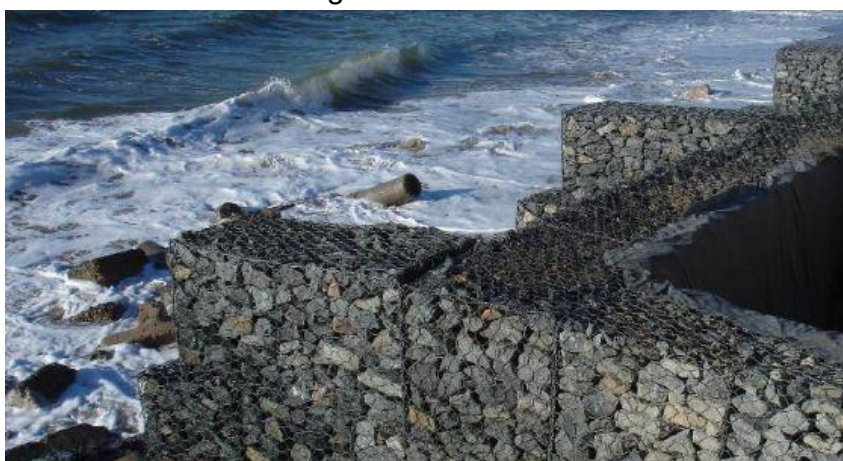
2.1 GABIÃO

O uso do gabião no Brasil teve início no final da década de 60. O gabião normalmente é constituído por uma gaiola em forma de paralelepípedo, constituído por telas em malha hexagonal de dupla torção, preenchidos por rochas que não se fragmentam facilmente e com a granulometria sendo pelo menos 1,5 vez maior que a abertura da malha metálica (ARCELORMITTAL, 2018).

Segundo Silva (2019), as estruturas de contenções por gabiões é considerado uma alternativa simples, pois tem um baixo custo e sua execução além de rápida não se faz necessário o uso de uma mão de obra especializada. Além desses pontos destacados, as pedras que são usadas dentro dos gabiões são fáceis de se encontrar.

Esse tipo de contenção utiliza do próprio peso, para fornecer estabilidade aos taludes e as estruturas flexíveis e é composto por materiais que podem sofrer até um certo limite de deformação, sem afetar a estabilidade e eficiência da contenção (GOUVEIA, 2014).

Figura 1 - Gabião



Fonte: <http://www.contento.eng.br/site/> , 2023

2.2 ENROCAMENTO

Segundo Tedesco (2016), o enrocamento é constituído basicamente por aglomeração de rocha britada, que interagem por meio de contato mecânico. Essas

barragens são construídas sobre fundações resistentes justamente por serem compostas essencialmente de pedras, ou sobre materiais que tenham como uma das características a resistência ao cisalhamento e ao intemperismo.

O conceito de enrocamento é relativamente amplo e o seu uso depende do tipo de obra em que se pretende ser executado. São comumente definidos como um conjunto de fragmentos rochosos cuja granulometria varia entre 2 até 200 cm, podendo apresentar pequena porcentagem de finos. (Mendonça, 2014)

O enrocamento pode ou não ser preenchido por argamassa, isso dependerá das condições locais, da intensidade das correntes de água e do grau de importância do enrocamento. Quando realizado o rejuntamento por conta do efeito impermeabilizante, se faz necessário executar um sistema de drenagem (SANEPAR, 2012, apud SANDES, SANTOS 2018).

Figura 2 - Enrocamento



Fonte: <https://www.engwhere.com.br/>, 2018

2.3 MURO DE ARRIMO

É basicamente um muro que tem como principal função conter forças horizontais, sendo usado em aterros, encostas, contenções. Este tipo de construção tem uma baixa permeabilidade, logo se faz necessário o uso de um sistema de drenagem. Um sistema de drenagem utilizado nesse tipo de contenção consiste em introduzir pequenos tubos capaz de extrair a água que ficaria acumulada, ou são feitas pequenas valas em sua estrutura (Henrique, 2013).

Esses tipos de muros podem ser feitos de diversos materiais, como concreto, pedra, madeira, metal, entre outros. De acordo com Lima e Marcos (2016), os muros de arrimo podem ser classificados em dois tipos: gravitacionais e estruturais. O primeiro é constituído por uma massa de solo apoiada em uma inclinação natural, enquanto o segundo é formado por uma estrutura que suporta o empuxo da terra, podendo ser de concreto armado, aço, gabiões ou outro material.

Figura 3 – Muro de Arrimo



Fonte: <https://abmpremoldados.com.br/>, 2022

2.4 BAGWALL

Segundo Sila, Moraes e Struminski (2018), o Bagwall pode ser considerado uma adaptação de um dissipador de energia de ondas que é utilizado nos estados unidos, que é denominado Seawall. O bagwall Além de servir como dissipador de energia das ondas, também combate a erosão costeira provocada pelo avanço do mar nessas áreas. A sua estrutura é formada por blocos de concretos maciços nas dimensões de 1 metro de comprimento por 2 metros de largura e 30 cm de altura, que chegam a pesar 2 toneladas cada bloco.

Este concreto é depositado em formas composto por materiais geotêxtis, este tipo de forma é de fundamental importância para garantir a rapidez dos serviços e a resistência do concreto dentro da água. Os sacos de geotêxtil podem ser utilizados para recobrimento em locais que apresentam instabilidade e estão passando por processo erosivo. As obras de contenção que possuem formas geotêxtis, são geralmente aplicadas em obras hidráulicas e marinhas (SILA, MORAES e STRUMINSKI 2018).

O Bagwall basicamente funciona como uma parede em que as ondas batem e voltam. Mas por conta dessa movimentação das ondas quando são formados trens de ondas, faz que as ondas que estão retornando acabem por chocar com as que estão indo em direção a estrutura fazendo com ela perca a força e assim reduza o impacto. Outro ponto bastante importante é seu baixo impacto ambiental, já que funciona como um recuperador artificial da praia (SILA, MORAES e STRUMINSKI 2018).

Figura 4 – Bag Walls



Fonte <https://jornaldosmunicipios.com.br> , 2022

Figura 5 – Praia do Icaraí, com contenção Bagwall



Fonte <https://marcolyra.blogspot.com>, 2010

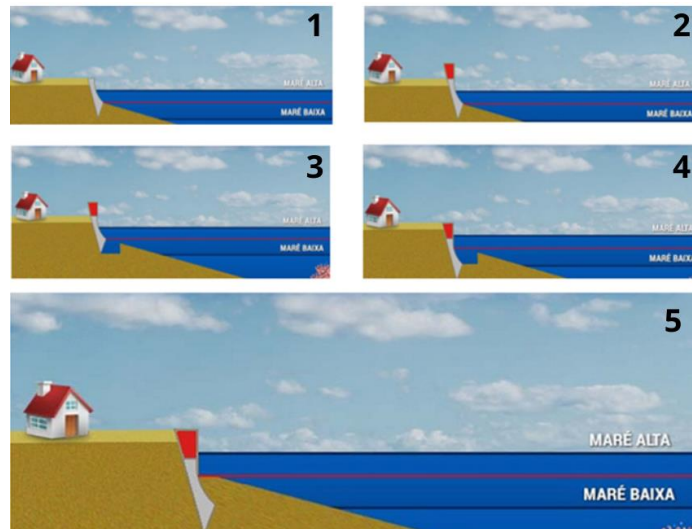
2.5 MURO AUTOAFUNDANTE

Em 2008 a construtora Eficaz Construções criou e desenvolveu uma solução inovadora e mais eficaz contra o avanço do mar: o MURO AUTOAFUNDANTE, um muro de contenção móvel. Pode ser construído fora do local e depois transportado em poucas horas para ser montado no local da aplicação. As placas dos muros possuem uma base em forma de guilhotina, que corta a areia úmida, descendo. À medida que desce, o mar não consegue mais cavar sob a parede, impedindo-a de entrar em colapso. Considerando a dificuldade e o alto custo de construção de uma base muito profunda abaixo do lençol freático e a falta de previsão de como a erosão costeira irá modificar a praia, surge a necessidade de uma construção dinâmica que se mova por si mesma e acompanhe a evolução da erosão. (RICARTE, 2008)

Ricarte (2018), afirma que mesmo que as placas dos muros afundem a ponto de a maré atingir o topo, é possível preenche-la, fazendo com que as placas fiquem mais

longa e assim possa continuar protegendo a área costeira. Segue o processo no esquema da figura 6.

Figura 6 - Muro Autoafundante



Fonte: <https://eficazconstrucoes.com>

Na figura 7, é possível observar o processo de afundamento da placa, na área identificada.

Figura 7 – Afundamento da Placa



Fonte: <https://eficazconstrucoes.com>, 2022

3. METODOLOGIA

O meio de captação das informações e desenvolvimento deste estudo, foi realizado através de pesquisas e levantamento de informações in loco, que foram reunidas e analisadas.

Os materiais reunidos com as abordagens técnicas para a contenção da maré e o

avanço do mar foram retirados de vários autores por meio de site, livros, artigos e revistas científicas. Para que assim haja uma melhor compreensão do funcionamento e as características dos métodos que foram abordados por estes autores.

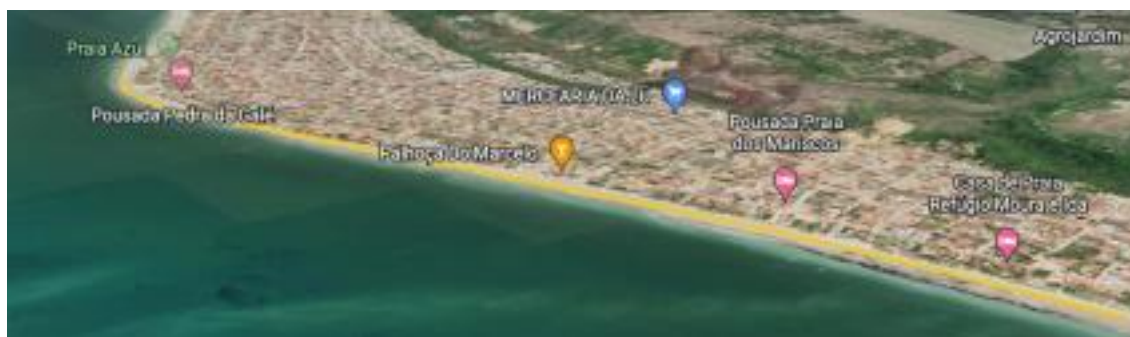
4. ANÁLISE E RESULTADOS

Na área litorânea no município de Pitimbu, no estado da Paraíba, as áreas próximas ao mar sofrem constantemente com as mudanças climáticas e com os efeitos de desequilíbrio, sendo necessária a intervenção realizada por dispositivos de engenharia.

A falta de dispositivos de contenção adequados, fazem com que os moradores, fiquem em constante risco, por conta do avanço do mar. Além disso, as implantações de forma errada destes dispositivos podem causar mais problemas que benefícios.

No trecho da orla de Praia Azul que está indicado na figura 8, possui aproximadamente uma extensão de 2,8 km no município de Pitimbu.

Figura 8- Trecho de Praia Azul



Fonte: Google Earth, 2023

Nesta área observa-se que por conta do avanço do mar, as contenções estão sendo atingidas diretamente pela água do mar, havendo risco de colapso dessas construções. Na figura 9, pode se observar o muro de arrimo rompido.

Figura 9 – Muro de Contenção derrubado no trecho de Praia Azul



Fonte: Autor. 2022

Na figura 10, temos um exemplo de enrocamento como método de contenção. Nesta figura é possível observar que este método de contenção não foi muito eficaz, pois é possível observar que o muro da frente da casa, acabou cedendo, por conta do avanço do mar.

Figura 10 – Contenção de enrocamento no trecho de Praia Azul



Fonte: Autor, 2023

Na figura 11, está indicado um trecho localizado em Praia Ponta Coqueiros, nas coordenadas de latitude $-7,5168755^\circ$ e Longitude: $-34,8077693$ com extensão aproximada de 1,6 km.

Figura 11 – Trecho da Praia de Ponta de Coqueiro



De acordo com uma imagem mais antiga, representada na figura 12, pode ser observado uma maior distância do mar em relação às áreas residenciais. Percebe-se ainda a área livre de influência direta do mar, que antes possuía uma faixa de praia maior.

Figura 12 – Foto Antiga em um trecho da Praia de Ponta de Coqueiro



Fonte: Autor, 1996

Na Figura 13, é possível verificar através de registros feitos entre 2021 a 2023 no mesmo trecho, que a faixa de areia que sofre influência direta do mar aumentou em grandes proporções. Na primeira imagem referente ao ano de 2021 observa-se uma maior faixa de areia, já no ano seguinte (2022), observasse, uma grande declividade entre a área molhada e seca. Na última imagem representando a ano de 2023, percebe-se que por conta do avanço do mar, o cerco da casa acabou, e o processo de erosão continuo, fez com que o desnível diminuísse, indicando que aquela areia que deixava bem nítida a definição dessas duas áreas se desfez.

Figura 13 – Diminuição da faixa de areia em um trecho na Praia de Ponta de Coqueiro



2021

2022

2023

Fonte: Autor, 2021 a 2023

Na Figura 14, possui registros em 2023, no mesmo trecho na praia de Ponta de Coqueiro em diferentes períodos do ano. Através da imagem, é possível observar o quanto de faixa de areia foi deslocado por conta do avanço do mar e consequentemente causando a erosão costeira.

Figura 14 – Registros do avanço do mar



Janeiro

Fevereiro

Março

Fonte: Autor, 2023

A partir dos dados coletados, é possível observar a necessidade de uma intervenção nas áreas em estudos. No trecho localizado na orla de Praia de Ponta de Coqueiro, o processo de sedimentação e avanço do mar estão crescendo de forma progressiva, mas ainda é possível observar uma certa área que ainda se encontra livre do contato direto com a água do mar. Já no trecho de Praia azul é possível observar outra realidade, o avanço do mar já está atingindo as residências e estabelecimentos.

No trecho de Praia azul é possível observar que o mar está a bater diretamente nas áreas residenciais, e para poder diminuir esse impacto causado pelo avanço do mar, os moradores executaram contenções por conta própria. Que por conta da falta

de planejamento percebe-se que não foi a melhor opção para as situações. Ao analisar os tipos de contenções e verificar alguns estudos de casos através de diversas bibliografias, recomenda-se a contenção do tipo Bagwall.

O Bagwall dissipa energia das ondas nas praias nos quais são instalados. É um sistema essencialmente evolutivo, de uma forma que ele se adapta com as necessidades que surgem de uma maneira que não comprometa o sistema, mantendo a praia em seu funcionamento. Além de todos os benefícios citados, sua durabilidade é bastante elevada e os custos com manutenção são quase zero. (SOUZA, 2008, apud SILVA, MORAES E STRUMINSKI 2018).

Em relação às localizações citadas neste trabalho, a execução do tipo de contenção Bagwalls seria um ótimo dissipador de energia sendo muito eficiente e ao mesmo tempo contribuindo para o engordamento da praia. Além disso, suas características físicas fazem com que ele possa ser usado como uma escada, podendo ajudar no acesso a áreas com grande desnível, além de não agredir a paisagem natural, pois possui uma estética muito agradável.

Executar uma contenção no método de Bagwall, na orla da cidade de Pitimbu, a partir dos dados apresentados no projeto feito na orla de Ponta Verde, se mostra uma ótima maneira de conseguir proteger a orla do avanço do mar sem dissipar a erosão das áreas adjacentes. Sanando os dois maiores problemas apresentados durante este artigo

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erosão costeira é um problema recorrente em áreas que sofreram urbanização. A constante erosão provocada pelo avanço do mar faz com que seja necessária a construção de dispositivos de contenção eficazes para atender aos problemas encontrados nas regiões.

Como foi verificado, o avanço do mar ao longo do litoral está em diferentes estágios, no trecho de Praia Azul o mar está atingindo as áreas de residências que demonstram risco aos moradores, no qual se faz necessário a execução de uma contenção planejada de forma emergencial. Já no trecho de Ponta do Coqueiro, existe uma outra realidade, cujos relatos demonstram um avanço contínuo do mar, e consequentemente a sedimentação da areia na área da berma, fazendo com que a água se aproxime cada vez mais das áreas residenciais, sendo de extrema importância a execução de contenções de forma a antecipar os problemas que já se podem ser vistos no outro trecho citado.

Observando o exemplo de sucesso da implantação de Bagwall na Praia de Ponta Verde localizada no estado de Maceió, apresentado no estudo sobre os dispositivos utilizados em obras de contenção na orla de Maceió para combater a erosão costeira. Essa investigação realizada na Praia de Ponta Verde, teve como propósito averiguar os fatores que influenciam na preservação e degradação do território costeiro e apresentar um plano de ações para o local. A pesquisa realizada identificou os dispositivos de contenção antigos e novos e suas vantagens e desvantagens. Após coletar todos os dados conclui-se que nos trechos que foram aplicados o bagwall na orla de Ponta Verde, obteve-se não só a estabilização do impacto causado pela erosão nos locais, mas também se percebeu o engordamento da praia, através dos acúmulo de sedimentos.

Após os relatos da implantação bem-sucedida no uso de Bagwalls, indica-se a implantação desse tipo de contenção de forma planejada, para que se possa conter o avanço contínuo do mar, nos trechos da orla da Paraíba, que foram citados neste artigo.

REFERENCIAS

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. **Engenharia Portuária**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

ARCELORMITTAL. **GABIÕES**. Manual Aços Longos, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. **PANORAMA DA EROSÃO COSTEIRA NO BRASIL**. Brasília, 2018. 759p.

GOUVEIA, Eduardo. **Contenções em solos e rochas: princípios básicos, projetos e detalhes construtivos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

HENRIQUE, Paulo. **Muro de Arrimo**. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix: **Fundações I**. Belo Horizonte, 2013.

Jayarathne, R; Ranasinghe, R; Mallawatantri, A. **Uma revisão das medidas de proteção costeira para mitigar a erosão costeira e as inundações**. Jornal de Pesquisa Costeira, 2021.

KOERNER, K.F; OLIVEIRA, U.R; GONÇALVES, G. **Efeito de estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo**. Rio Grande do Sul: Revista da Gestão Costeira Integrada, 2013 VOL.13, Nº 4 - DOI:10.5894/rgci40.

LIMA, Ricardo G.; MARCOS, Wílgies R. **Análise comparativa de muros de arrimo de gravidade e de aço**. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Paulo, v. 18, n. 75, 2016.

MANJATE, Ermenegildo. Monografia, **Caracterização Morfológica e Sedimentar da Praia de Zalala Queliman**. Quelimane: Moçambique, 2017.

MENDONÇA, Rayssa. **AVALIAÇÃO DO COLAPSO DE ENROCAMENTOS DEVIDO À ALTERAÇÃO DA ROCHA CONSTITUINTE**. Rio de Janeiro, 2014.

Moura, M. R. **Dinâmica Costeira e Vulnerabilidade à Erosão do Litoral dos Municípios de Caucaia e Aquiraz**. Ceará: Fortaleza, 2012

RICARTE, Joel. **Muro Auto-Afundate**. Disponível em: <https://eficazconstrucoes.com> acesso em: 2023

SANDES, Marcus; SANTOS, João. **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**. Alagoas, 2017.

SILA, Gomes; MORAES, Flaviana; STRUMINSK, Edson. **COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTENÇÃO DE ONDAS**. Alagoas, 2018

SILVA, Gabriel et al. **PRINCIPIOS DA UTILIZAÇÃO DO GABIÃO NA CONTENÇÃO DE SOLO DE UMA VIA DE ACESSO NUM COMPLEXO RESIDENCIAL**. São Pa: Revista Diálogos Interdisciplinares, 2019 VOL. 8 N° 2 - ISSN 2317-3793.

TEDESCO, Bruna. **MODELAGEM NUMÉRICA DE ENSAIOS DE ENROCAMENTO**. Brasília, 2016.