LUMEN ET VIRTUS

Emprego de técnicas de contenção de ondas do mar

https://doi.org/10.56238/levv15n40-054

Ester Lage de Souza Almeida
Bacharel em Engenharia Civil

Fabiano Ferreira Pontes
Técnico em Automação

Gabriel Rosa Viana
Bacharel em Engenharia Civil

Pedro Henrique Pizette
Bacharel em Engenharia Civil

Claudio Bonfante de Oliveira (Orientador)
Mestre

RESUMO
Este trabalho faz uma comparação entre diferentes métodos de controle de ondas aplicados em cidades litorâneas, utilizando um modelo experimental em escala reduzida. A zona litorânea do Brasil se estende por uma área considerável e abrange uma significativa porção do território nacional. É comum encontrar uma variedade de construções à margem do mar, desde grandes edifícios até pequenos quiosques, muitas das quais são irregulares, pois não seguem as devidas autorizações das autoridades competentes, resultando em problemas ambientais, sociais e econômicos. O meio litorâneo é dinâmico, sujeitando-se a constantes alterações em sua configuração, já que as ondas transportam e depositam areia, mesmo em pequenas quantidades. Contudo, a atividade humana tem acelerado esse processo, embora seja natural. Por isso, alguns métodos foram desenvolvidos para mitigá-lo.

Palavras-chave: Litoral, Maquete, Mar, Maré.

1 INTRODUÇÃO

Um quebra-mar é uma estrutura de proteção costeira construída em locais onde o mar e os processos costeiros impactam diretamente as propriedades próximas à costa. O objetivo dos quebra-mares é proteger áreas habitadas e preservadas da influência de marés, ondas ou tsunamis. Como uma estrutura fixa, um paredão entra em desarmonia com a natureza dinâmica da costa, interrompendo a troca de sedimentos entre a terra e o mar.

Este estudo tem como propósito examinar os efeitos das marés na costa e explorar algumas técnicas para controle da maré por meio de um modelo experimental em escala reduzida que simula uma praia durante uma sequência de grandes ondas, visando identificar a mais adequada para os ambientes costeiros. O protótipo do tanque de ondas foi desenvolvido por estudantes de engenharia da Universidade de Vassouras em 2023, com o intuito de aprimorar a formação de profissionais qualificados para o mercado de trabalho, oferecendo a oportunidade de resolver, na prática, problemas reais do cotidiano.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho faremos o comparativo de quatro tipos de barreiras artificialmente construídas para a contenção de ondas e marés, são estes:

2.1 OS PAREDÕES VERTICAIS E RECURVADOS

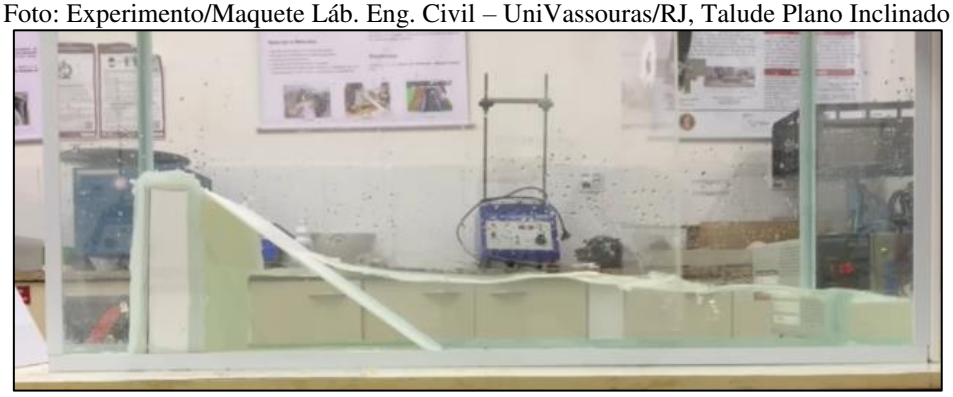
São estruturas construídas pelo homem com o objetivo de proteger a costa da erosão e do avanço do mar. Essas estruturas podem ser construídas com diferentes materiais, como concreto, pedra, rochas, entre outros.

Os paredões artificiais podem ter diferentes formatos, como verticais, inclinados ou curvos, dependendo da finalidade para a qual foram construídos. Eles podem ser construídos em locais onde a erosão costeira está avançando rapidamente, como em áreas urbanas, portos ou zonas industriais.

Apesar de terem o objetivo de proteger a costa, a construção de paredões artificiais pode ter impactos negativos no ecossistema costeiro, como a destruição de habitats de espécies marinhas e a alteração da dinâmica natural da praia. Além disso, a manutenção dessas estruturas pode ser bastante custosa e complexa.

Por isso, antes de construir um paredão artificial, é importante avaliar cuidadosamente a necessidade da obra e seus possíveis impactos, buscando alternativas mais sustentáveis e menos impactantes para a proteção da costa.

Foto: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Plano Inclinado



2.2 REVESTIMENTOS ESCALONADOS E INCLINADOS

São técnicas de proteção costeira utilizadas para minimizar os efeitos da erosão marinha em áreas costeiras. Essas técnicas envolvem a criação de uma camada de pedras ou outro material resistente que é disposta de maneira escalonada ou inclinada na costa.

No caso dos revestimentos escalonados, as pedras são dispostas em camadas horizontais que se sobrepõem em diferentes alturas, criando uma escada de pedras ao longo da costa. Isso ajuda a dissipar a energia das ondas, reduzindo sua força antes que atinjam a costa.

Já no caso dos revestimentos inclinados, as pedras são dispostas em uma inclinação suave ao longo da costa. Isso ajuda a reduzir a velocidade das ondas, dissipando sua energia e reduzindo o impacto da erosão costeira.

Essas técnicas podem ser utilizadas em diferentes situações, como na proteção de praias, portos e outras estruturas costeiras. No entanto, é importante que essas técnicas sejam implementadas com cuidado e que sejam realizados estudos prévios para avaliar seus impactos ambientais, como a interferência na circulação de sedimentos e na vida marinha local.

Fotos: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Revestimento Escalonado e inclinado com onda alongada em formação e com onda ao empilhamento de energia



2.3 ARMADURA DE ROCHA

É uma técnica de proteção costeira que consiste na colocação de grandes blocos de rocha na costa para minimizar os efeitos da erosão marinha. Essa técnica é especialmente eficaz em áreas com alto índice de energia das ondas, onde outras técnicas de proteção costeira podem ser menos eficazes.

A camada de pedras formada pela armadura de rocha serve como uma barreira natural que dissipa a energia das ondas, reduzindo seu impacto na costa e protegendo as estruturas costeiras contra a erosão. Além disso, a armadura de rocha também ajuda a manter a estabilidade da costa, evitando deslizamentos e desmoronamentos.

Essa técnica é amplamente utilizada em todo o mundo e pode ser aplicada em diferentes situações, desde a proteção de pequenas praias até grandes portos e estruturas costeiras. No entanto, é importante que a implementação da armadura de rocha seja realizada com cuidado e que sejam considerados os impactos ambientais da técnica, como a interferência na circulação de sedimentos e na vida marinha local.

Foto: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Armadura de Rocha com e sem energia empilhada



2.4 QUEBRA-MAR SUBMERSO

É uma técnica de proteção costeira que consiste em colocar uma barreira de pedras ou outro material resistente ao longo da costa, submersa na água. Essa barreira é projetada para quebrar a energia das ondas antes que elas atinjam a costa, reduzindo o impacto da erosão costeira.

O quebra-mar submerso é geralmente construído perto da costa, em áreas onde a erosão costeira é mais intensa. Essa técnica é especialmente útil em áreas onde a construção de um quebra-mar convencional não é possível ou desejável, como em áreas de preservação ambiental ou em áreas com alto tráfego de navios.

A construção de quebra-mares submersos envolve a colocação de grandes blocos de rocha ou outros materiais resistentes no fundo do mar, formando uma barreira que se estende ao longo da costa. Essa barreira pode ser projetada para se integrar ao ambiente marinho, criando habitats para a vida marinha local.

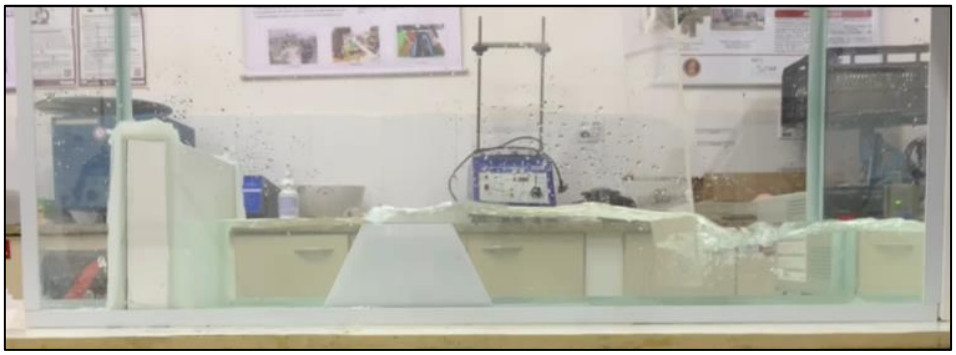
Foto: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Quebra Mar Submerso alongado sem energia



Foto: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Quebra Mar Submerso com empilhamento de energia



Foto: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ, Talude Quebra Mar Submerso com empilhamento de energia quebrado



O uso de quebra-mares submersos é uma técnica eficaz para proteger a costa contra a erosão costeira. No entanto, é importante que a implementação da técnica seja realizada com cuidado e que sejam considerados os impactos ambientais da técnica, como a interferência na circulação de sedimentos e na vida marinha local.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O proposito inicial seria automatizar o esperimento/maquete do simulador de ondas, padronizando o metodo para assim obter a real avaliação de cada uma das barreiras.

O disposto a seguir, trata de um gerador de ondas para o tanque citado acima[1], com as dimensões de 100 X 50 X 30 (escala em centímetros – cm).

Com as medidas em mãos, o primeiro passo foi definir o movimento necessário para a geração de onda e controlá-la. Para tanto foi necessário levar em consideração os seguintes cálculos:

- Volume do tanque;
- Líquido utilizado;
- Peso específico do líquido;
- Tipo de movimento mecânico que melhor atendesse;
- Tipo de motor elétrico;
- Tipo de controle do motor.

3.1 PROJETO E INSTALAÇÃO MECÂNICA – EXPERIMENTO PRÁTICO

Com as dimensões do tanque extraímos o volume em cm³, que é de 150000cm³, convertendo para m³ temos 0,15m³; a massa específica da água pelo sistema internacional é de:

Fluido	$kg.m^{-3}$	$N.m^{-3}$
Água 4ºC	1000	9810
Água 25ºC	997	9780

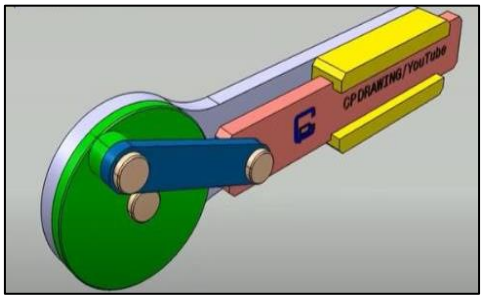
Fonte: Massa específica: fórmula, tabela, exercícios - Brasil Escola (uol.com.br)

Logo, a mecânica teria que suportar um esforço acima de 15 Kg.m³.

Foram estudados alguns modelos mecânicos de variação e transformação de movimento e foram levados em conta também os estudos em dinâmica e cinemática.

Um dos critério de classificação de mecanismos mecânicos, é que eles tem como pricnipal base a transformação do movimento entre os órgãos motor e movido. Suas caracteristicas são de transformar movimento de rotação em rotação, rotação em translação e translação em translação,

Dos movimentos estudados foi necessário juntar dois deles para tingir o nosso objetivo, girar no próprio eixo gerando o movimento exêntrico e ordenar esse movimento para frente e para atras, transformando GIRO em EXPANSÃO e RETRAÇÃO. O resultado escolhido foi a BIELA MANIVELA.



Fonte da Imagem: +60 PRINCÍPIOS MECÂNICOS IMPRESSIONANTE (youtube.com)

As fórmulas utilizadas para se calcular o movimento perfeito nas gerações das ondas e a quantidade de Trabalho exigido para tal, foram:

- Deslocamento: $\Delta S = S - S0$
- Momento da força: $M = F \cdot b$
- Trabalho: $w = F \cdot d \cdot \cos \theta$
- Quantidade de movimento: $Q = m \cdot v$
- Densidade: $\mu = m/V$
- Pressão: $p = Fn/A$
- Pressão em uma coluna líquida: $p = \mu \cdot g \cdot h$

O protótipo foi até o MARK 3, sendo os seus antecessores com falhas na estrutura de compensado, madeira e acrílico. Todos resultaram em falhas por desbalanceamento, pouca resistência elástica e pouco dúctil. O protótipo finalizado ficou portanto feito de alumínio de 2 e 3mm de espessura para a Biela e suporte articulado, e a haste da Manivela em ACM de 2mm.

3.2 PROJETO E INSTALAÇÃO ELÉTRICA – EXPERIMENTO PRÁTICO

Com a mecânica desenvolvida, precisávamos dimensionar o motor. Esse por sua vez foi o que deu mais trabalho, indo até o MARK 5, seus antecessores foram testados com motor DC de carro de controle remoto, bandeja de DVD antigo, motor de máquina de costura, liquidificador e ventilador de pequeno porte. Quando finalizado, o melhor teste foi com o motor de Limpador de para-brisas com caixa redutora acoplado ao seu eixo.

As fórmulas utilizadas para se calcular a força necessária para o movimento exigido, foram:

Velocidade escalar média: $vm = \Delta S/\Delta t$ – Se variasse velocidade causaria desestabilidade na mecânica e poderia quebrar o protótipo;

Aceleração escalar média: $am = \Delta v/\Delta t$ – Se iniciasse rápido demais, espalharia as ondas e a maquete não cumpriria o seu propósito;

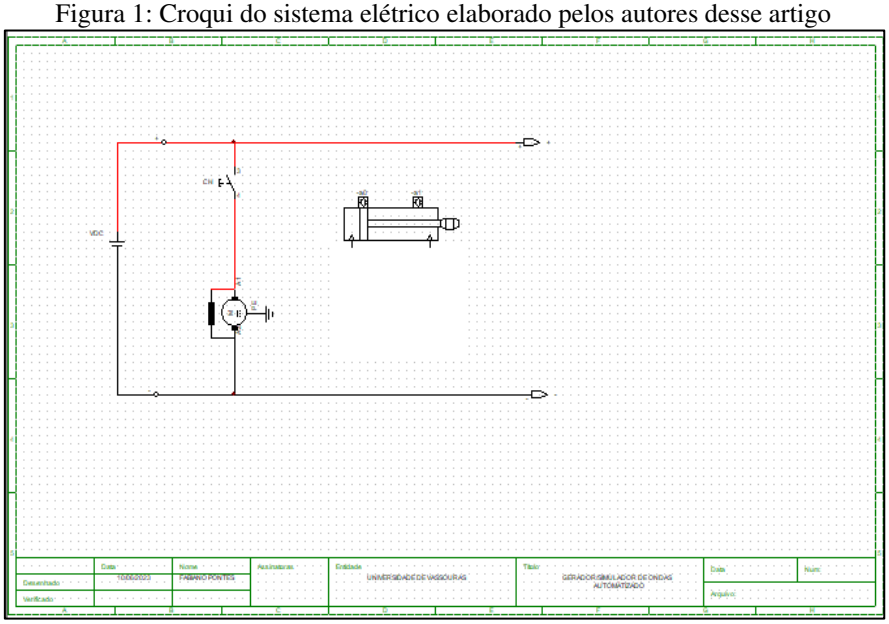
2ª lei de Newton: $F = m \cdot a$ – Se fraco não realizaria o movimento necessário e se forte demais, poderia rachar a palheta de acrílico que fica em contato com a água;

Momento da força: M = F . d – Se Fixado a haste mecânica em local errado, a palheta se quebraria no primeiro teste. O momento exato onde se aplicar a força da mecânica foi sem dúvidas o mais tenso de se testar;

Potência média: Potm = E/Δt – Graças ao motor dimensionado, tempos nossa potência média constante, sendo ela Energia pelo Tempo de trabalho. A potência só perderá seu rendimento caso a fonte de energia se acabe, logo a potência ficará limitada a bateria do sistema (melhor opção é a bateria automotiva de 12Vdc de 60Ah ou uma fonte estabilizada CC/CC Buck de 12Vdc 10A).

3.3 CIRCUITO DE FUNCIONAMENTO

Figura 1: Croqui do sistema elétrico elaborado pelos autores desse artigo



4 CONCLUSÃO

A escolha da melhor técnica de proteção depende das características específicas do local, dos objetivos de proteção e dos impactos ambientais considerados. Cada uma tem vantagens e desvantagens, a escolha ideal deve levar em conta fatores como a intensidade das ondas, a profundidade da água, o tipo de solo, as condições ambientais locais e os impactos ambientais potenciais. Não existe uma única técnica que seja a melhor em todos os cenários. Cada abordagem tem suas vantagens e vantagens. Aqui estão algumas considerações gerais:

4.1 QUEBRA-MARES SUBMERSOS

Vantagens: Pode dissipar eficientemente a energia das ondas, reduzindo a erosão continental. Pode ser menos visível na linha do horizonte. Em nosso experimento, foi o que melhor dicipou as ondas.

Desvantagens: Pode interferir nos ecossistemas marinhos e na dinâmica sedimentar. A construção pode ser complexa e cara.

4.2 ARMADURA DE ROCHA

Vantagens: Oferece uma barreira robusta contra a erosão. Pode ser relativamente simples de implementar.

Desvantagens: Pode afetar a estética da praia e impactar as qualidades da vida marinha. A manutenção pode ser necessária.

4.3 REVESTIMENTOS ESCALONADOS E INCLINADOS

Vantagens: Reduzem a força das ondas e ajudam a evitar a erosão costeira. Podem ser integrados à paisagem de maneira mais natural.

Desvantagens: Podem exigir manutenção e ajustes periódicos. A eficácia pode depender da configuração específica.

A decisão sobre qual técnica usar deve ser baseada em estudos detalhados de engenharia, levando em consideração fatores locais, custos, impactos ambientais e outros aspectos específicos do projeto. Além disso, A consultoria de especialistas em engenharia naval e ambiental e outros campos relevantes no processo de tomada de decisão para garantir que a solução escolhida seja eficaz e sustentável a curto e longo prazo.

REFERÊNCIAS

JBA TRUST. JBA Trust Wave Tank Technical Factsheet. Disponível em: https://www.jbatrust.org/download/jba-trust-wave-tank-technical-factsheet. Acesso em: 25 set. 2024.

PRINCÍPIOS MECÂNICOS. +60 Princípios Mecânicos Impressionantes. Acesso em: 25 set. 2024.

MASSA ESPECÍFICA: fórmula, tabela, exercícios. Brasil Escola. Disponível em: https://www.uol.com.br. Acesso em: 25 set. 2024.

FIGURA: Desenvolvimento próprio através do programa CADe-SIM.

FOTOS: Experimento/Maquete Láb. Eng. Civil – UniVassouras/RJ; Taludes Diversos.