

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTENÇÃO DE ONDAS

Islan Gomes Sila¹

Flaviana Silva Moraes²

Edson Struminski³

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Neste trabalho é feita uma comparação entre os métodos de contenção de ondas mais usados nas cidades costeiras. Como é sabido, a área costeira brasileira é bastante vasta e abrange boa parte do território do nosso país e no estado de Alagoas não é diferente. Com 15 municípios, fazendo parte da zona litorânea, incluindo a capital Maceió, é normal ver uma variedade de construções à beira mar, que vão desde edifícios a simples quiosques e pode-se dizer que boa parte dessas construções (quiosques) são irregulares, já que não consultam os órgãos responsáveis para autorizá-los a funcionar, ocasionando um problema social e ambiental. É de grande importância se ter em mente que a própria praia é um dissipador de energia natural e que a erosão também é um processo que ocorre com ou sem a ação do homem, já que o ambiente em questão é um local dinâmico, ou seja, sofre alterações constantemente em sua forma, uma vez que as ondas levam e trazem areia, mesmo em pequenas quantidades. No entanto, a ação do homem também vem fazendo com que esse processo, que apesar de ser natural, se intensifique, é devido a isso que foram desenvolvidos vários métodos que visam diminuí-lo, como o muro de arrimo, gabião, enrocamento e recentemente o bagwall.

PALAVRAS-CHAVE

Impactos. Zona Litorânea. Bagwall.

ABSTRACT

In this work, a comparison is made between the most used wave containment methods in coastal cities. As it is known, the Brazilian coastal area is quite vast and covers much of the territory of our country, and in the state of Alagoas it is no different. With 15 municipalities forming part of the coastal zone, including the capital Maceió, it is normal to see a variety of buildings by the sea, ranging from buildings to simple kiosks, and it can be said that a good part of these constructions (restaurants) are irregular, already who do not consult the responsible bodies to authorize them to function, causing a social and environmental problem. It is of great importance to bear in mind that the beach itself is a natural energy sink and that erosion is also a process that occurs with or without the action of man, since the environment in question is a dynamic place, changes constantly in its form, since the waves take and bring sand, even in small amounts. However, the action of man has also made this process, which despite being natural, intensifies, and it is because of this that various methods have been developed that aim to reduce it, such as the retaining wall, gabion, recently the bagwall.

KEYWORDS

Impacts. Coastal Zone. Bagwall.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do presente estudo é averiguar o efeito das marés nas construções de obras litorâneas e abordar algumas técnicas para contenção da maré, para que se possa avaliar a melhor a ser utilizada nos ambientes litorâneos.

Na maioria das vezes, algumas das técnicas de contenção são adaptadas de outras áreas da engenharia, cujo uso original não seria o pretendido, a exemplo disso temos o gabião e o muro de arrimo, que são usados na contenção de encostas e o enrocamento, que tem seu uso em barragens de contenção de água e que talvez por esses motivos geralmente não tenham êxito no que diz respeito à dissipação de energia das ondas e no combate à erosão das praias. Uma vez que o avanço da maré é inevitável e as alternativas para impedir esse fenômeno são consideravelmente caras para os municípios. Pelo alto custo de manutenção, foi vista a necessidade de propor algo que tivesse uma relação custo/benefício mais acessível.

O engenheiro civil e especialista em vias costeiras, Marco Antônio de Lyra Souza, desenvolveu uma nova forma de minimizar os impactos causados por esse processo, a qual ele deu o nome de "Bagwall", que serve como dissipador de energia e que tem várias vantagens em relação a outras formas já existentes, sendo que uma delas seria a recuperação da praia através do processo de sedimentação, que também é uma característica desse novo método (Silva e Oliveira, 2016; Souza, 2008).

2 METODOLOGIA

O meio de obtenção das informações e desenvolvimento deste estudo, na maioria das vezes, foi por meio de pesquisa bibliográfica, em que foram reunidas, analisadas e discutidas as abordagens técnicas para a contenção da maré e o avanço do mar.

Os materiais reunidos foram trabalhos de outros autores além de notas de aula, artigos e revistas científicas, que também tinham aspecto de pesquisa. Logo, procuramos entender o funcionamento e as características dos métodos mais comuns e que foram abordados por estes autores. Todo o material foi armazenado em um banco de dados virtual (*drive*), o qual o professor orientou a fazer. Além disso, o desenvolvedor de um dos métodos pesquisados foi consultado, além de ter dado também uma palestra sobre esse método e forneceu algumas imagens.

Após reunir tudo, o comportamento dos dados foi analisado e depois foi definida a alternativa mais viável para resultados a longo e curto prazo e a que também recupere parte da praia que danificada pelo processo de erosão.

3 ALTERNATIVAS DISPONÍVEIS

3.1 GABIÃO

É usado originalmente na contenção de encostas, principalmente em rodovias, em que impede o avanço ou o deslizamento de massa de terra. Podemos dizer que é um subgrupo do muro de arrimo, é construído por gaiolas de metal, cujo formato é hexagonal e que dentro dessas gaiolas são colocadas pedras de tamanho consideráveis e uniformes (FIGURA 1). Por não haver concreto nem qualquer outro material em sua estrutura, além de pedras e a própria armação da gaiola, são bastantes permeáveis, não necessitando sistema de drenagem, ao contrário do muro de arrimo (GERSCOVICH, 2010).

Figura 1 – Muro de gabião

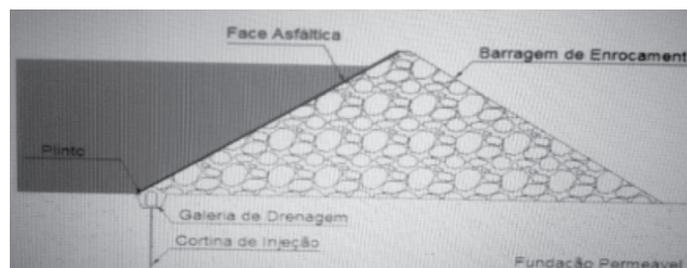


Fonte: Gerscovich (2010).

3.2 ENROCAMENTO

Segundo Ramos (2009 apud ASSIS *et al.*, 2003), podemos dizer que enrocamento é a aglomeração de pedras que variam de 15 cm a 2m de diâmetro. É originalmente usada como um dos tipos de barragem, que nesse caso seria a flexível, 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 por ser uma estrutura de grande coeficiente de permeabilidade, necessita de um elemento de vedação, que pode ser introduzido internamente, ou apenas em sua face (FIGURA 2).

Figura 2 – Seção de uma barragem de enrocamento com uma fina camada asfáltica



Fonte: Pedro (2009 apud modificado de ICOLD,1999).

3.3 MURO DE ARRIMO

É uma estrutura vertical, um muro, propriamente dito, cuja função é conter forças horizontais, tais como: barreiras, aterros e encostas, por exemplo, com o próprio peso. Usualmente, há três tipos: de gravidade, flexão e com ou sem tirantes. Por ter um fator de impermeabilidade bastante elevado, é essencial que haja um sistema de drenagem, então em seu interior são introduzidos pequenos tubos capas de "extrair" água que se acumula, chamados de tubos de drenagem, ou são feitas pequenas valas em sua estrutura (FIGURA 2), de acordo com Henrique (2013).

Figura 3 – Muro de arrimo do tipo gravidade



Fonte: Tecpar (2015).

3.4 BAGWALL

É uma adaptação de um dissipador de energia de ondas chamado *seawall*, dos Estados Unidos. Foi desenvolvido para também servir de dissipador de energia de ondas, além disso, é essencial para combater a erosão das praias, já que ao longo do tempo vai recuperando a areia trazida pelas ondas. Sua confecção é mais complexa, é o que conhecemos como estrutura pré-moldada, uma vez que não é construída no local de aplicação. São blocos de concretos maciços nas dimensões de 1 metro de comprimento por 2 metros de largura e 30 cm de altura, pesando 2 toneladas cada bloco. Inicialmente é feita uma base para sustentar toda a estrutura, logo após é colocada a primeira fileira, e a partir dela são construídas as próximas em forma de escadaria (informação verbal).

Figura 4 – Bagwall



Fonte: Marco (2016).

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE

Para uma obra ser realizada, é necessário que se leve em consideração diversos fatores e, feita também uma análise detalhada para que possa checar sua viabilidade. Dentre os fatores, pode-se ter como exemplo a disponibilidade do material utilizado, a mão de obra, se especializada ou não e, principalmente, o custo e sua duração. Será feita uma comparação entre os diferentes métodos de contenção.

4.1 MURO DE ARRIMO

Possui uma boa disponibilidade de material, pois, é composto basicamente de pedras, ou blocos e argamassa de cimento. A mão de obra também é outro fator positivo nessa estrutura, no entanto, como foi desenvolvido para suportar cargas estáticas, sua durabilidade é reduzida para em média 10 anos. Por ser uma estrutura vertical, dificulta bastante o acesso à praia e apesar de ser inicialmente uma alternativa barata, é necessário que haja uma constante manutenção. A foto abaixo mostra como ficou uma estrutura de muro de arrimo após sofrer constantemente impactos das ondas na praia de Pau Amarelo – PE.

Figura 5 – Muro de arrimo danificado



Fonte: Marco (2016).

4.2 GABIÃO

Tem aspectos semelhantes aos do muro de arrimo: média disponibilidade de material e mão de obra. Contudo, como usa uma estrutura de arame. Sua durabilidade também é reduzida. Graças à maresia, a malha de arame sofre oxidação e já não é capaz de conter as pedras, causando um risco aos banhistas e dificultando ainda mais o acesso (FIGURA 6).

Figura 6 – Gabião danificado



Fonte: Marco (2016).

4.3 ENROCAMENTO

Dentre as alternativas, é a mais fácil de ser implantada, pois, as pedras são colocadas umas sobre as outras sem qualquer tipo de organização (FIGURA 7). A disponibilidade do material e da mão de obra também são fáceis. Impede totalmente o acesso à praia e, além disso, é um grande gerador de pragas urbanas, como ratos, baratas e escorpiões, isso se deve ao fato do amontoado de pedras e a umidade do próprio local que são perfeitos para a proliferação dessas pragas.

Figura 7 – Construção de enrocamento

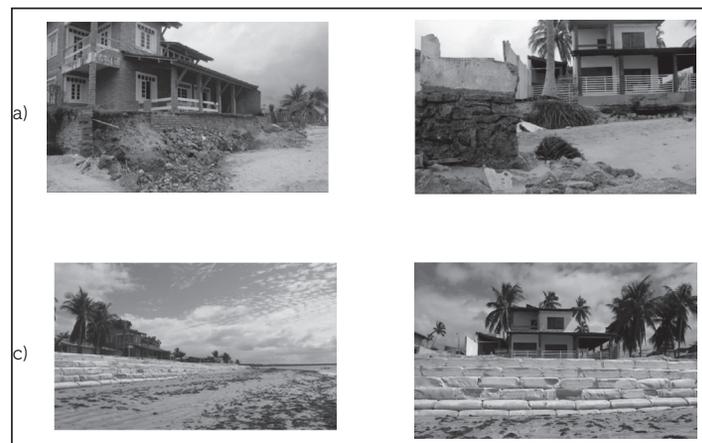


Fonte: Marco (2011).

4.4 BAGWALL

Esta alternativa não apresenta uma disponibilidade de material tão fácil quanto as outras, a mão de obra também é especializada, porém, sua durabilidade é bastante elevada e os custos com manutenção são quase zero. Sua ótima acessibilidade à praia é mais um fator que a difere das demais, já que sua estrutura é em formato de escadaria. Além de tudo, age também no combate à erosão (SOUZA, 2008).

Funciona como uma parede em que as ondas batem e voltam, não havendo problema quando são formados trens de ondas, fazendo com que a primeira delas volte, reduzindo a força das próximas que vêm de encontro à estrutura. Outro ponto bastante importante é seu baixo impacto ambiental, já que funciona como um recuperador artificial da praia, como mostram as fotos abaixo que fazem um comparativo de um trecho na praia de Ilha da Croa-AL, antes e após a implantação do bagwall (SOUZA, 2008).

Figura 8 – Antes e depois da instalação do *bagwall* na ilha da Croa

Legenda:

a) Estrutura de casa danificada com os efeitos das ondas;

- b) Antes da instalação do *bagwall*;
- c) Praia recuperada;
- d) *Bagwall* impede o avanço da maré.

Como qualquer tipo projeto é suscetível a falhas, com o *bagwall* não é diferente, segundo Emanuel e outros autores (2015), uma estrutura similar a esta na praia de Icarai-CE foi destruída em parte por ondas de *swell* (ondas formadas por tempestades em alto mar e que avançam para a costa) nos anos entre 2011 a 2014 e concluiu que seria uma solução pouco sustentável.

No entanto, o desenvolvedor do *bagwall* e engenheiro Marco Antônio de Lyra Souza confirmou que realmente houve essa falha e que as ondas ultrapassaram o limite máximo em que o *bagwall* é construído, fazendo com que 50m do trecho da estrutura fosse danificado. Após o ocorrido, o engenheiro responsável foi consultado e informou por meio de relatório técnico que haveria necessidade da construção de um sistema de esgotamento de água que se acumulou. A prefeitura não atendeu à recomendação e assim, o trecho que antes era de cinquenta metros, se estendeu para 600m (informe verbal)⁴.

A Tabela 1 a seguir compara os diferentes métodos.

Tabela 1 – Comparativo entre os métodos de contenção de ondas

Tipo de obra utilizada	Durabilidade da obra	Manutenção da obra	Disponibilidade do material	Custo de implantação por metro	Impactos ambientais
Pedras de enrocamento	Mais de 50 anos	Alto	Fácil	U\$ 500,00	Alto
Muro de arrimo	Até 10 anos	Médio	Fácil	U\$ 550,00	Alto
Gabião	Até 5 anos	Médio	Médio	U\$ 725,00	Alto
Bagwall	Até 50 anos	Baixo	Médio	U\$ 2.000,00	Baixo

Fonte: Marco (2008, p. 141).

5 CONCLUSÃO

É possível observar que, analisando a tabela acima e comparando os dados, temos valores e durabilidade bastante distintos para cada tipo de obra. Seguindo pela linha de obra “mais barata”, temos as pedras de enrocamento, com um custo de implantação mais baixo que as demais e com uma longa duração, o fator negativo é que impede o acesso à praia, sem contar as pragas urbanas que se instalam em sua estrutura.

⁴ Informe repassado em palestra na UNIT-AL, em março de 2016.

Em seguida temos o muro de arrimo e o gabião, que são bastante parecidos no funcionamento de impedir que as ondas alcancem ou danifiquem estruturas próximas à costa, entretanto, como suas características são de conter o empuxo passivo horizontal, ou seja, aquele em que o terrapleno exerce sobre suas paredes, não se obtém o mesmo grau de trabalhabilidade e eficiência.

Por último, temos o *bagwall* que é o que se adequa melhor às necessidades quando o assunto é recuperação da praia por meio do processo de sedimentação e também baixo impacto ambiental, pois, além de impedir que as ondas ultrapassem os limites, funciona também como um recuperador da praia, a qual a foi perdida devido ao avanço abrupto da maré na costa e, apesar de ser uma opção de alto valor inicial para sua implantação, uma disponibilidade não tão fácil em relação as demais, quando a manutenção e a vida útil são associados, o *bagwall* se torna a técnica mais indicada e com um custo benefício a ser considerado, portanto, é a mais aconselhável a ser usada em praias que sofram com erosão e com a ação das ondas.

Vale ressaltar que o método de *bagwall* mais antigo que se conhece é o que foi instalado na praia de Ponta verde-AL, há 14 anos e que até agora cumpre com às expectativas.

REFERÊNCIAS

GERSCOVICH, Denise M.S. **Estruturas de contenção muros de arrimo**. Faculdade de Engenharia Departamento de Estruturas e Fundações, Rio de Janeiro, nov. 2010.

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

MARCO LYRA. **Enrocamento necessita de mais R\$ 1,1 milhão e término é adiado**, 2013. Disponível em: <<http://marcolyra.blogspot.com.br/2013/11/enrocamento-necessita-de-mais-r11.html>>. Acesso em: 7 set. 2016.

MORORÓ, Emanuel A.A. *et al.* **Análise de 22 anos (1991 - 2013) da evolução costeira para a porção do litoral cearense, a oeste da cidade de Fortaleza, por meio de imagens históricas da série Landsat**. 2015. 7f. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

RAMOS, Pedro Paulo M. Análise de deformações transientes em misturas asfálticas aplicadas como elemento impermeabilizante em barragens de enrocamento. Universidade de Brasília: **Dissertação de Mestrado em Geotecnia**. Brasília, fev. 2009.

SILVA, I.G., OLIVEIRA, A.S. Entrevista realizada com o engenheiro Marco Antônio de Lyra Souza. 2016.

SOUZA, Marco Antônio de Lyra. Benefícios Ambientais no Controle da Erosão Costeira com o uso do Dissipador de Energia "Bagwall" no Litoral de Alagoas. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Maceió, v.8, n.2, p.140-147, 2008.

TECPAR PAVIMENTAÇÃO ECOLÓGICA. **Muro de Arrimo**, 2015. Disponível em: <<https://tecparpavimentos.wordpress.com/tag/muro-de-arrimo/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

Data do recebimento: 2 de Fevereiro de 2018

Data da avaliação: 7 de Março de 2018

Data de aceite: 28 de Março de 2018

1. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: islan.palmeiras@hotmail.com

2. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: islan.palmeiras@hotmail.com

3. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: duboisedson@gmail.com