

XXX CLH

CONGRESO LATINOAMERICANO
DE HIDRAULICA | BRASIL | 2022

ANALES

- VOLÚMEN 4 -

HIDRÁULICA MARÍTIMA Y DE ESTUARIOS



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China

Organizadores

Dr. Cristiano Poletto - UFRGS (Presidente)
Dr. José Gilberto Dalfré Filho - UNICAMP
Dr. André Luís Sotero Salustiano Martim - UNICAMP

**ANALES DEL
XXX CONGRESO LATINOAMERICANO DE
HIDRÁULICA 2022**

**- VOLÚMEN 4 -
HIDRÁULICA MARÍTIMA Y DE ESTUARIOS**



Madrid – España
2023

Copyright © 2023, by IAHR Publishing.

Derechos Reservados en 2023 por **IAHR Publishing.**

Montaje: Cristiano Poletto

Organización General de la Obra: Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho;
André Luís Sotero Salustiano Martim

Maquetación: Juliane Fagotti; Cícero Manz Fagotti

Relectura General: Elissandro Voigt Beier

Portada: Juliane Fagotti

Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim
(Organizadores)

ANALES del XXX Congreso Latinoamericano de Hidráulica – VOLÚMEN 4 –
HIDRÁULICA MARÍTIMA Y DE ESTUARIOS / Organizadores: Cristiano Poletto; José
Gilberto Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim – MADRI, España: IAHR
Publishing, 2023.

244p.: il.;

ISBN • 978-90-832612-5-6

*ES AUTORIZADA la libre reproducción, total o parcial, por cualquier medio, sin
autorización escrita del Editor o de los Organizadores.*

ESTUDO DA APLICABILIDADE DE GABIÕES DE CONCHAS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS COSTEIROS

Elisa Mitsue Yokemura⁽¹⁾ e Eduardo Puhl⁽²⁾

(1,2) Instituto de Pesquisa Hidráulica (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
elisayokemura@gmail.com, eduardo.puhl@ufrgs.br

RESUMO

Visando incentivar o uso de construções naturais, e assim, promover um desenvolvimento mais sustentável, (como definiu a Organização das Nações Unidas (ONU) na Conferência do Rio de 1992), este trabalho traz o conceito de construções baseadas na natureza. NBS, do inglês nature-based solution, agrega materiais vindos de formas naturais para solucionar os mais diversos problemas da sociedade atual. Com o objetivo de analisar o seu comportamento quando utilizados para atenuação de ondas, foi construída uma estrutura híbrida, feita com conchas de ostras reutilizadas, ensacadas com tela de polietileno em formatos de gabiões. Estas estruturas foram testadas em um canal bidimensional sob a ação de ondas de pequena amplitude, formadas a partir de movimentações de barcos ou do vento. Com os resultados, foi possível medir 3 parâmetros para avaliar o comportamento da estrutura: a transmissão e a reflexão da onda e a estabilidade da estrutura. Por fim, comparou-se os resultados deste trabalho com o de outros autores, tanto de estruturas de conchas quanto de estruturas convencionais de enrocamento. Podendo assim, concluir que os gabiões de conchas possuem melhor desempenho quando utilizados amarrados entre si, melhorando a sua estabilidade, e quando a profundidade em que está alocado é menor do que a sua altura total. Além disso, os resultados dos ensaios para os 3 parâmetros avaliados, mostram-se semelhantes aos de outras estruturas tanto de conchas quanto de enrocamento. Desta forma, são estruturas construídas com um material natural que possuem comportamento satisfatório quanto aos parâmetros avaliados neste trabalho.

ABSTRACT:

Aiming to encourage the use of natural constructions, and thus promote a more sustainable development (as defined by the United Nations (UN) at the 1992 Rio Conference), this work brings the concept of constructions based on nature. NBS, from the English nature-based solution, aggregates materials from natural ways to solve the most diverse problems of today's society. In order to analyze their behavior when used for wave attenuation, a hybrid structure was built, made with reused oyster shells, bagged with polyethylene screen in gabion shapes. These structures were tested in a two-dimensional channel under the action of small-amplitude waves, formed from boat movements or wind. With the results, it was possible to measure 3 parameters to evaluate the behavior of the structure: the transmission and reflection of the wave and the stability of the structure. Finally, the results of this work were compared with those of other authors, both from shell structures and from conventional rockfill structures. Thus, it can be concluded that shell gabions have better performance when used tied together, improving their stability, and when the depth in which they are allocated is smaller than their total height. In addition, the results of the tests for the 3 parameters evaluated, are shown to be similar to those of other structures, both shells and rockfill. In this way, they are structures built with a natural material that have satisfactory behavior regarding the parameters evaluated in this work.

PALAVRAS CLAVES: *Gabiões de conchas, conchas, proteção costeira, ondas, atenuação de ondas*

1) INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável reconhece que os recursos naturais são finitos e por isso, procura meios de garantir que as soluções para suprir as necessidades atuais não comprometam os recursos para as necessidades futuras (WWF, 2021). Assim, entende-se que garantir o desenvolvimento sustentável de um país é imprescindível para a sua economia.

Ao optar por um desenvolvimento sustentável, o país precisa buscar soluções que prezem pela qualidade e não pela quantidade, garantindo que haja economia no uso da matéria-prima e aumento da reutilização. Com a aplicação de desenvolvimento sustentável em soluções para as necessidades humanas, surge o conceito de *Nature-Based Solutions* (NBS) (EC, 2021), em português Soluções Baseadas na Natureza (SBN).

SBN incorpora os conceitos de sustentabilidade, economia e flexibilidade nas alternativas para vários objetivos. Essas soluções devem trabalhar com a natureza e não contra ela, possibilitando a criação de novos empregos e produtos sem esgotar os recursos.

Quando incorporado na construção civil, SBN utiliza materiais provenientes de formas naturais combinados com materiais estruturais, com o objetivo de impactar o mínimo possível no ambiente.

Assim, a solução escolhida para ser analisada neste trabalho é SBN constituída de conchas de ostras. Este tipo de solução já é utilizado em alguns países para reduzir o impacto do transporte de sedimentos e permitir que a biodiversidade local se desenvolva, como por exemplo em Tampa, EUA (Kirkpatrick, 2013). Neste exemplo, vários Arranjos de recifes são testados desde 2004 e, como resultado, permitem que a vegetação nativa se desenvolva.

Outro exemplo que inspira este trabalho, é o projeto *OceanWatch*, na Austrália. Há cinco anos este projeto incentiva o uso de Linhas Costeiras Vivas como ferramenta para reduzir a erosão costeira e restaurar o habitat local (*OceanWatch*, 2021). O projeto, incentiva dezenas de estudos universitários, no caso da engenharia, para encontrar, por exemplo, qual Arranjo possui o melhor desempenho para atenuar os efeitos das ondas (Dunlop et al., 2017).

A combinação de materiais não naturais com materiais naturais possui diversas vantagens, como a preservação da integridade ecológica do ambiente, a possibilidade de filtração da água e de se tornar habitat de seres vivos, entre outras. Segundo uma comparação feita pelo Departamento de Recursos Naturais do estado de Georgia, Estados Unidos, em 2013, os custos para a compra e instalação do material natural são menores do que para construções de concreto ou madeira com a mesma finalidade.

Por fim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar o comportamento hidrodinâmico de gabiões feitos de conchas de ostras a fim de sustentar a sua aplicabilidade como uma Solução Baseada na Natureza para proteção costeira.

2) MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CANAL DE ONDAS

O canal de ondas (Figura 1) em que foram realizados os ensaios físicos, possui 40 metros de comprimento por 1 metro de largura. As ondas são produzidas através de um batedor de ondas localizado a montante do canal. A jusante do canal, é necessário a construção de uma praia artificial para a dissipação das ondas, que no caso dos ensaios é de enrocamento. A altura máxima do canal é logo à frente do batedor de ondas e possui 1,10 metros. A 13,25 metros do batedor, a altura do fundo é elevada em 0,47 centímetros através de um degrau para facilitar o acesso para medição.

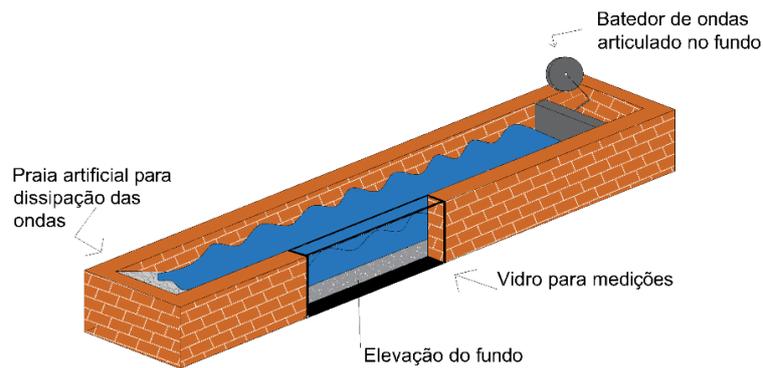


Figura 1.- Canal de ondas NECOD/IPH/UFRGS. Fonte: autora.

2.2 ESTRUTURA DE CONCHAS

As amostras de conchas de ostras utilizadas para montar a estrutura foram fornecidas pelo Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que estuda e produz larvas de moluscos a fim de incentivar a maricultura no estado.

A estrutura de conchas foi feita com conchas da espécie *Crassostrea Gigas* e com tela de polietileno de alta densidade indicadas para aplicações em ambientes corrosivos, úmidos e expostos a intempéries, com abertura de 5 cm (Figura 2). Tal estrutura consiste em cilindros de 10 cm de diâmetro.



Figura 2.- Estrutura de conchas. Fonte: autora.

Ao todo foram feitas 10 estruturas de 10 cm de diâmetro cada e 1 metro de comprimento. Com elas, foram testados dois Arranjos diferentes das estruturas das conchas, o primeiro Arranjo (Figura 3a), possui 36 cm de altura e o segundo Arranjo (Figura 3b) possui 27,35cm.

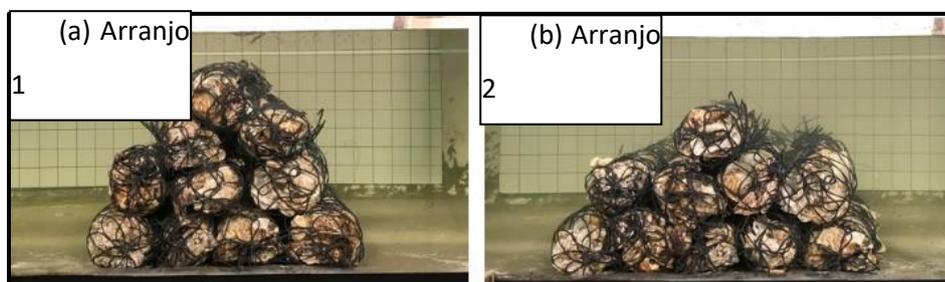


Figura 3. - Imagens dos dois Arranjos ensaiados quando instalados dentro do canal. Fonte: autora.

2.4 PARÂMETROS DO MODELO FÍSICO

Para definir os parâmetros do modelo reduzido, algumas considerações iniciais foram feitas referentes ao protótipo, que é o local onde essa estrutura seria aplicada, e encontram-se descritas a seguir.

- Considerou-se que as ondas do local são ondas de baixa amplitude e ocasionadas principalmente por forças de ventos e de travessia de barcos as características da onda considerada é de $H = 0,5$ m e $T = 3$ s;
- Considerou-se a estrutura instalada em um local com profundidade de $h = 1,0$ metro;
- E considerou-se a variação de maré de 1,0 metro aproximadamente, assim, a altura máxima da profundidade onde a estrutura estará localizada é de 2 metros;
- Finalmente, definiu-se a altura máxima da estrutura de conchas como 1,5 metro;

O limitador da análise dimensional para a definição dos parâmetros do modelo foi a profundidade máxima possível para os ensaios no canal de ondas igual a 0,4 metro e assim, considerando a profundidade máxima de 2 metros, temos que o parâmetro da semelhança (N_L) é igual a 5. Como $N_L = 5$, a altura da onda reproduzida no modelo será de 0,1 metro e a da estrutura será de aproximadamente 0,3 metro. Para garantir a semelhança hidrodinâmica e encontrar os demais parâmetros do modelo, utilizou-se o Número de Froude e com isso definiu-se que o período da onda do modelo será de $T_m = 1,34$ s.

2.5 EQUIPAMENTOS AUXILIARES

Para mensurar a transformação das ondas antes e depois da estrutura de conchas, foram utilizadas 4 sondas do tipo capacitivas (DHI, modelo Type 202). As sondas foram mantidas fixas em todos os ensaios com espaçamentos diferentes, conforme a Figura 4.

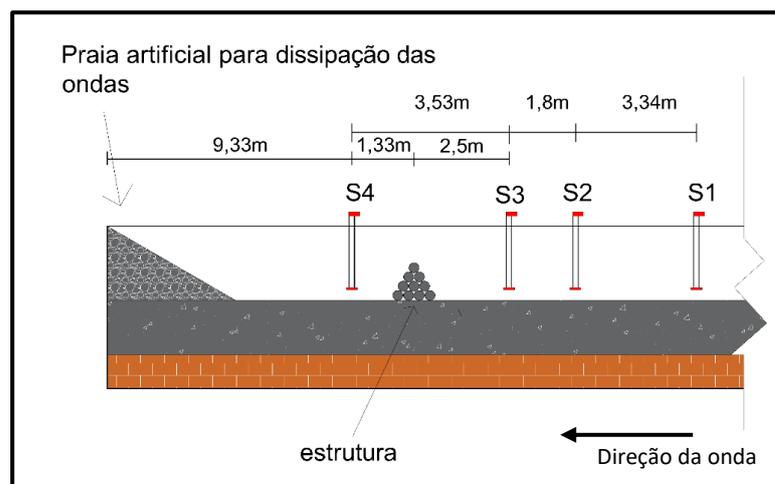


Figura 4.- Identificação e posicionamento das sondas capacitivas no canal. Fonte: autora.

Para o registo dos ensaios, utilizou-se um *Ipad Pro* da 5ª geração que capturou imagens em formato de vídeo. Além dele, utilizou-se também uma *Gopro black 7*, por ser à prova d'água, para registros mais próximos da estrutura.

2.6 PROCEDIMENTO DOS ENSAIOS

Os ensaios com as estruturas foram divididos em duas etapas diferentes: a primeira consistiu em testar os Arranjos 1 e 2 apenas empilhados, sem amarrações. Já na segunda etapa, as estruturas foram amarradas de 3 em 3 com o objetivo de melhorar a estabilidade dos dois Arranjos. Utilizou-se para a amarração abraçadeiras plásticas como mostra a Figura 5.



Figura 5.- Arranjos soltos (esquerda) e amarrados (direita). Fonte: autora.

Para cada etapa, foram realizados seis ensaios utilizando a estrutura e os equipamentos descritos nos itens anteriores. Foram consideradas três alturas diferentes do nível da água (h) para cada Arranjo. A tabela 1 traz a nomenclatura utilizada para identificar cada ensaio em função da profundidade e o Arranjo utilizado. Em todos os ensaios, a altura da onda (H) e o período (T) foram constantes.

Tabela 1: Parâmetros dos ensaios. Fonte: autora.

Ensaio	Arranjo	h (m)	H (m)	T (s)
H40A1	1	0,4	0,1	1,34
H40A2	2	0,4		
H30A1	1	0,3		
H30A2	2	0,3		
H25A1	1	0,25		
H25A2	2	0,25		

2.7 TRATAMENTO DOS DADOS

2.7.1 Onda incidente

No caso da onda incidente, utilizou-se apenas os dados da sonda S1, a mais próxima do batedor. Obteve-se a altura da onda (H_i) a partir da média das primeiras 10 ondas completas, pelo método do cruzamento ascendente pelo eixo (Kamphuis, 2010). Analisou-se visualmente cada registro (Figura 6) para determinação do momento em que as ondas ficavam completamente formadas e utilizou-se uma média destas para a obtenção das médias.

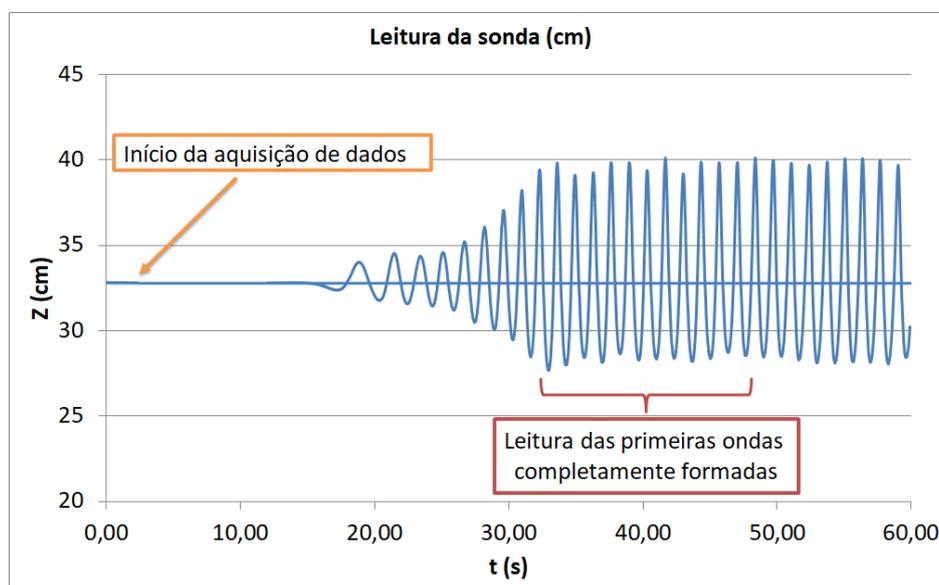


Figura 6.- Gráfico com exemplo de medição do nível d'água pela sonda. Fonte: autora.

2.7.2 Onda transmitida

No caso da altura da onda transmitida (H_t), seguiu-se os mesmos passos para o cálculo da onda incidente, entretanto, com os dados da sonda S4, posicionada logo após a estrutura.

O coeficiente de transmissão K_t , foi calculado pela razão entre a altura da onda transmitida (H_t) pela altura da onda incidente (H_i), segundo a equação:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \frac{H_{S4}}{H_{S1}} \quad (1)$$

2.7.3 Onda Refletida

Com o auxílio do pacote SAM (Simulação da Agitação Marítima), desenvolvido por Capitão e Carvalho (2001) no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC-Portugal), e com os dados lidos pelas 3 sondas instaladas antes da estrutura, foi possível calcular o coeficiente de reflexão (K_r) da estrutura pelo método de Mansard e Funke (1980).

Para comparar os resultados de reflexão deste trabalho com os de estruturas convencionais, utilizou-se a equação de Seelig (1980) abaixo para estimar o coeficiente de reflexão (K_r) de quebra-mares de enrocamento. Utilizou-se como parâmetros a e b os mesmos que Benoit e Teisson (1994), sendo respectivamente 0,6 e 6,6, por terem utilizado parâmetros de profundidade e onda parecidos com os deste trabalho.

$$K_r = \frac{a\xi^2}{(b + \xi^2)} \quad [1]$$

Onde:

a = 0,6

b = 6,6

E ξ é o chamado parâmetro de Iribarren, o qual é definido como:

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi H}{gT}}} \quad [2]$$

Onde:

α é o ângulo da estrutura.

H = altura da onda

g = gravidade

T = período da onda

3) RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TRANSMISSÃO

Referente à transmissão, no caso dos gabiões amarrados, o Arranjo 1 mostrou-se mais eficaz na dissipação de energia (Figura 7) visto que o coeficiente de transmissão apresenta menores valores. Também se observa que quanto menor a profundidade em relação a estrutura, menor é a transmissibilidade da onda pela estrutura. Essa mesma conclusão é feita quando comparados os resultados dos mesmos parâmetros de ensaio entre a estrutura amarrada e solta. Com a amarração, os coeficientes de transmissão apresentam-se majoritariamente mais baixos do que sem a amarração.

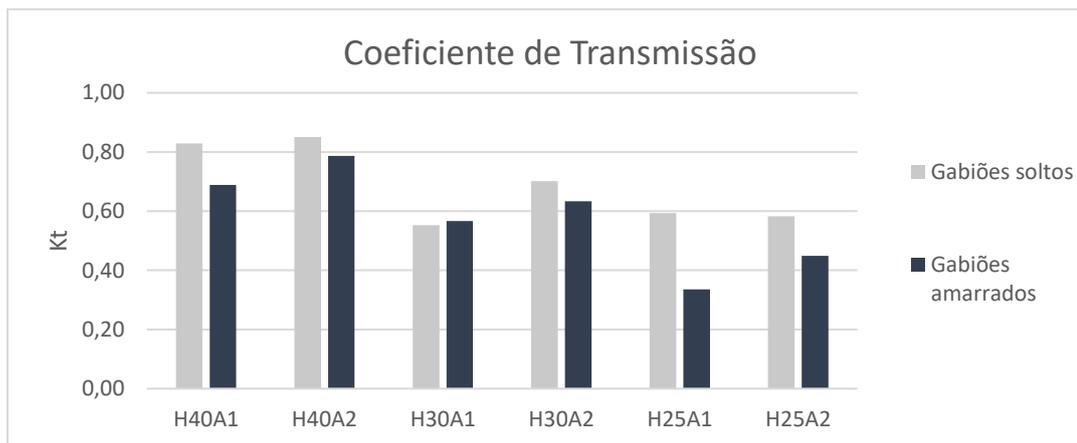


Figura 7 - Resultados dos coeficientes de transmissão. Fonte: autora.

3.2 REFLEXÃO

Os coeficientes de reflexão calculados variaram de acordo com cada ensaio como mostra a Figura 8. Quando os gabiões estão completamente submersos, ($h = 40$ cm), o coeficiente de reflexão apresenta maiores valores, o que significa maior reflexão, no caso dos gabiões amarrados.

No caso da profundidade de 30 cm, quando a estrutura está na mesma altura que a linha d'água, no caso do Arranjo 01, a reflexão é menor com o gabião amarrado. Já no caso do Arranjo 2, em que a estrutura ainda está parcialmente submersa, acontece o mesmo que na profundidade de 40 cm, ou seja, a reflexão com os gabiões amarrados é maior do que com os gabiões soltos.

Na situação em que a estrutura está com parte exposta e parte submersa nos dois Arranjos ($h = 25$ cm), é a que apresenta os maiores valores de coeficiente de reflexão. Sendo que, para os Arranjos amarrados, esse coeficiente foi um pouco menor nos dois casos.

Apesar da tendência de haver maiores coeficientes de reflexão quanto maior a altura da água em comparação com a altura da estrutura, não é possível definir um padrão exato de comportamento. Isto se deve a grande variação de valores entre os ensaios.

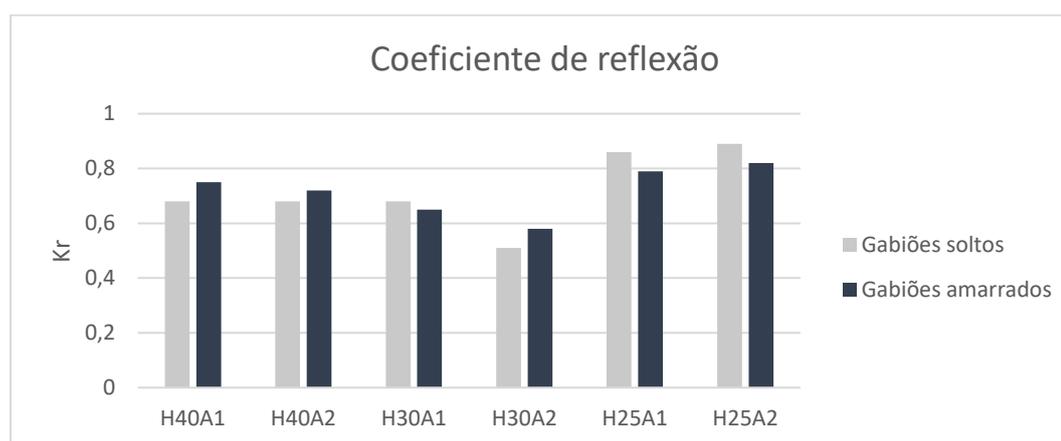


Figura 8.- Resultados dos coeficientes de reflexão. Fonte: autora.

3.3 ESTABILIDADE

A estabilidade das estruturas foi analisada através das filmagens feitas durante os ensaios que tiveram duração média de 2 minutos. Analisou-se dois tipos de movimentações dos gabiões:

- 1) Movimentos para frente e para traz denominado "Balanço";
- 2) Deslocamento de um ou mais gabiões, afastando-se da posição original;

3) Colapso total da estrutura.

Em todos os ensaios (Tabela 2 e 3), tanto com gabiões soltos quanto com amarrados, foi possível identificar o movimento de balanço, porém, nos casos dos gabiões soltos, este balanço foi mais intenso, ocasionando inicialmente o deslocamento de um gabião e por fim o colapso da estrutura inteira. Apenas o ensaio H40A2 dos gabiões soltos não foi identificado o colapso da estrutura.

No caso dos gabiões amarrados, apesar de alguns se afastarem um pouco da posição inicial devido ao balanço, não ocorreu o colapso da estrutura.

Tabela 2: Análise da estabilidade para gabiões soltos. Fonte: autora.

Ensaio	Balanço	Deslocamento	Colapso
H40A1	✓	✓	✓
H40A2	✓	✓	
H30A1	✓	✓	✓
H30A2	✓	✓	✓
H25A1	✓	✓	✓
H25A2	✓	✓	✓

Tabela 3: Análise da estabilidade para gabiões amarrados. Fonte: autora.

Ensaio	Balanço	Deslocamento	Colapso
H40A1	✓	✓	
H40A2	✓	✓	
H30A1	✓	✓	
H30A2	✓	✓	
H25A1	✓	✓	
H20A2	✓	✓	

3.4 COMPARAÇÃO COM OUTROS AUTORES

Para a comparação com outros autores, foi calculado o coeficiente adimensional R^* segundo a equação:

$$R^* = \frac{R_c}{T_p \sqrt{g \cdot H_i}} \quad [3]$$

Onde R_c é o *freeboard*, ou seja, a altura da estrutura menos a altura da coluna d'água. R_c é positivo quando a profundidade de água é menor que a altura da estrutura e negativa quando a estrutura é submersa. T_p e H_i são respectivamente o período e a altura da onda gerada, e g a gravidade.

O gráfico da Figura 9, relaciona o coeficiente de transmissão (K_t) com a variável adimensional R^* e apresenta a comparação dos resultados deste trabalho com Allen (2013), Dunlop (2016) e Coghlan et al (2016) que também testaram em laboratório o comportamento de conchas ensacadas para a atenuação de ondas.

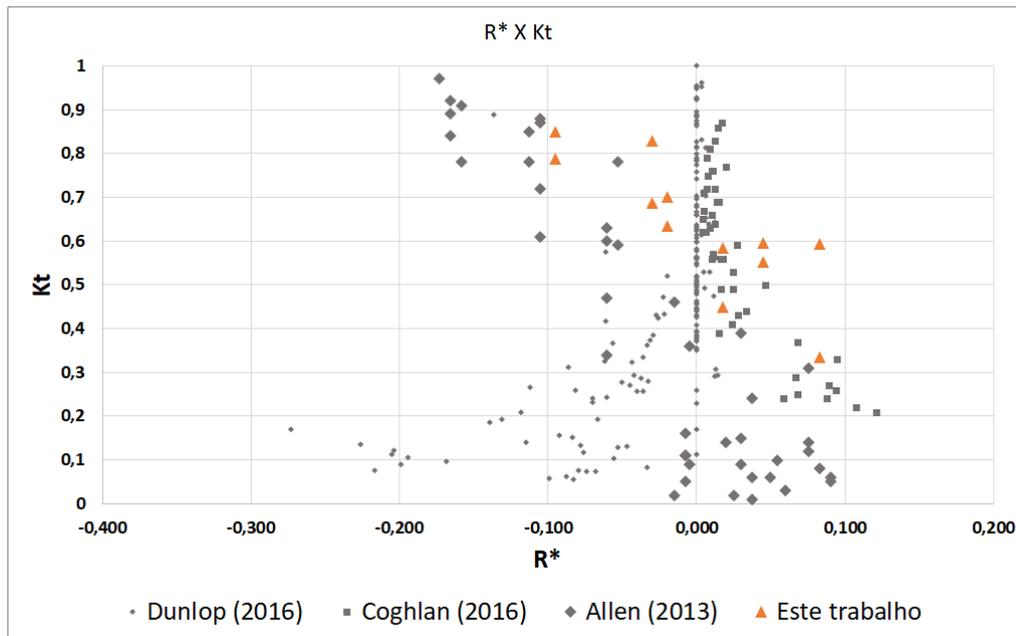


Figura 9.- Comparação K_t X R^* com outros autores que também utilizaram gabiões de conchas. Fonte: autora.

Dunlop (2016) também calculou o coeficiente de reflexão (K_r) para os mesmos valores de altura e profundidade anteriores e seus dados foram comparados com os deste trabalho na Figura 10.

No caso do coeficiente de transmissão (Figura 9), os valores deste trabalho apresentaram a mesma tendência que os dados de Coghlan et al (2016) e Allen (2013), à medida que o R^* aumenta, o K_t diminui, ou seja, melhores resultados de transmissão. Entretanto, quando comparados com os valores de Dunlop (2016) os dados divergem bastante. Isso pode se justificar pela diferença da largura das estruturas testadas por ele.

Já para os coeficientes de reflexão (Figura 10), a tendência dos dados fica um pouco mais similar aos dados apresentados por Dunlop (2016). Existe o aumento do K_r à medida que a profundidade diminui em relação à altura da estrutura.

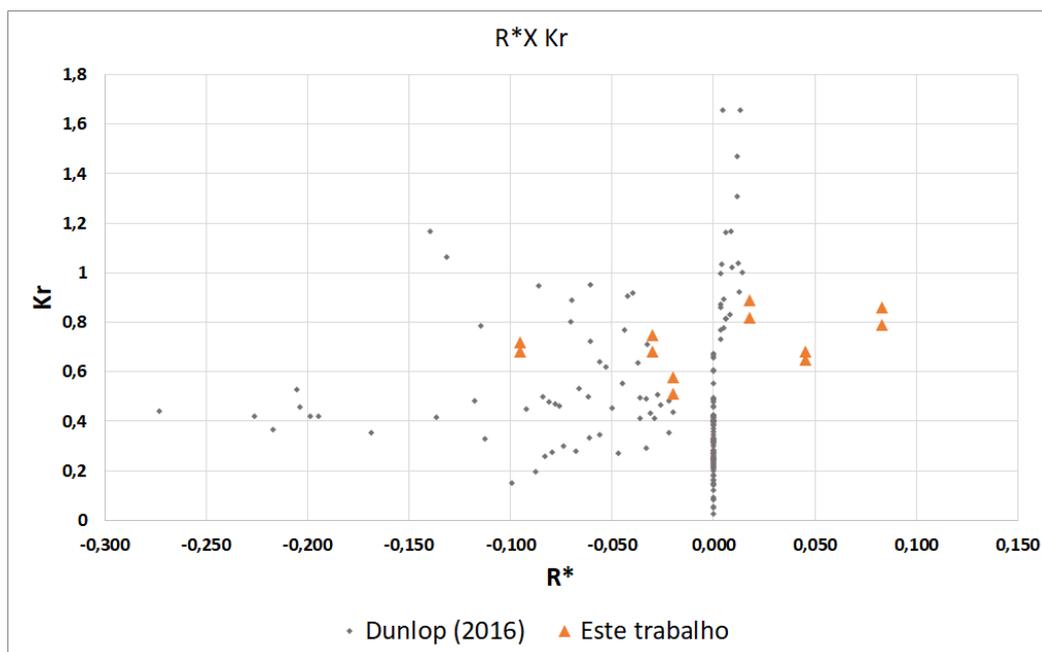


Figura 10.- Comparação K_r X R^* com outros autores que também utilizaram gabiões de conchas. Fonte: autora.

3.4.1 Estruturas convencionais

Para a análise dos resultados, também comparou-se este trabalho com autores que testaram o comportamento de estruturas de materiais convencionais. Allsop (1983) testou um quebra-mar com 3 camadas diferentes enquanto HR (1985) testou 3 quebra mares de uma camada de rocha apenas e diferentes tamanhos de crista. Na Figura 11, o coeficiente de transmissão K_t foi plotado no gráfico em função da variável adimensional R^* .

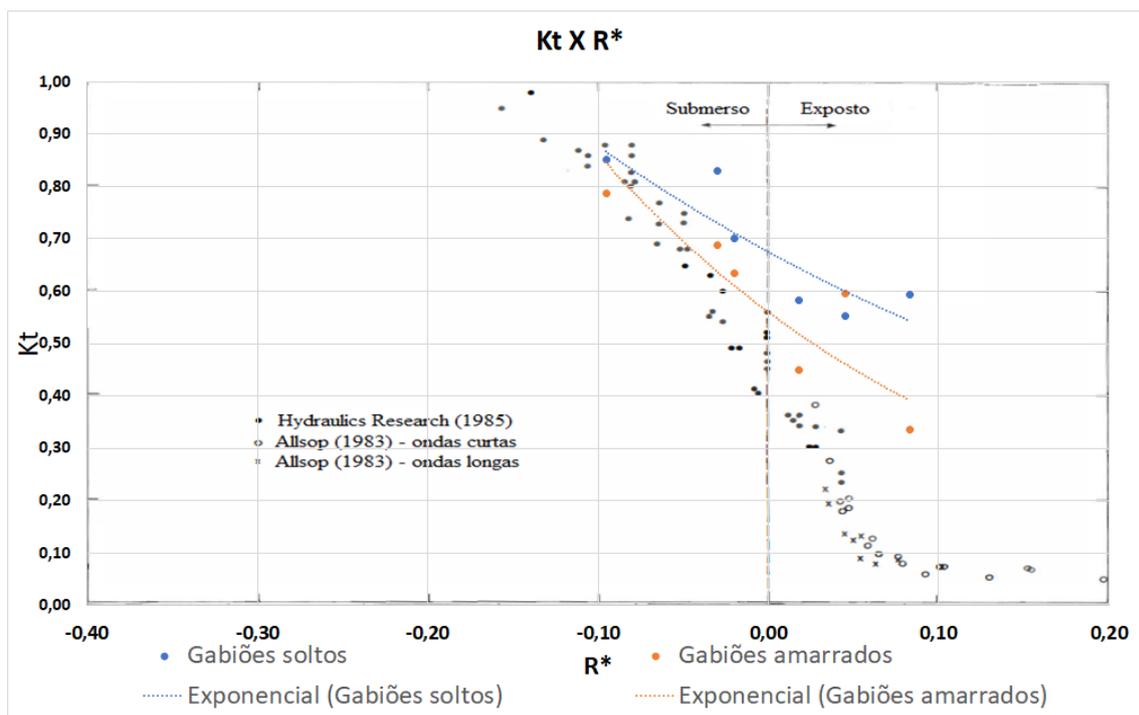


Figura 11.- Coeficiente de transmissão $K_t \times R^*$. Fonte: modificado de Powell e Allsop (1985).

No gráfico da Figura 12, estão apresentados os valores do coeficiente de reflexão K_r , calculado para a estrutura utilizada neste trabalho e o calculado para quebra-mares de enrocamento pela equação de Seelig (1980) (Eq.1). É possível observar que os valores deste trabalho apresentam, em todas as situações, valores semelhantes, porém, sempre maiores que os calculados pela equação de Seelig (1980).

4) CONCLUSÃO

Ao final de todo o trabalho, algumas comparações podem ser feitas entre os diferentes parâmetros dos ensaios: Arranjo 1 e 2, profundidade da linha d'água e gabiões amarrados ou soltos.

- O Arranjo 1 possui melhor desempenho na maioria dos ensaios uma vez que apresenta menor transmissibilidade. Porém, a reflexão da onda é magnificada para o mesmo;
- A amarração dos gabiões reduziu a transmissão da onda para o tardoz da estrutura, além de permitir maior estabilidade.
- A altura da linha d'água influenciou de forma clara quanto a transmissibilidade da estrutura, ou seja, quanto menor a profundidade no canal, melhor a atenuação das ondas;
- De forma geral, os gabiões de conchas apresentam desempenho bem semelhante aos de outros gabiões de conchas da literatura;

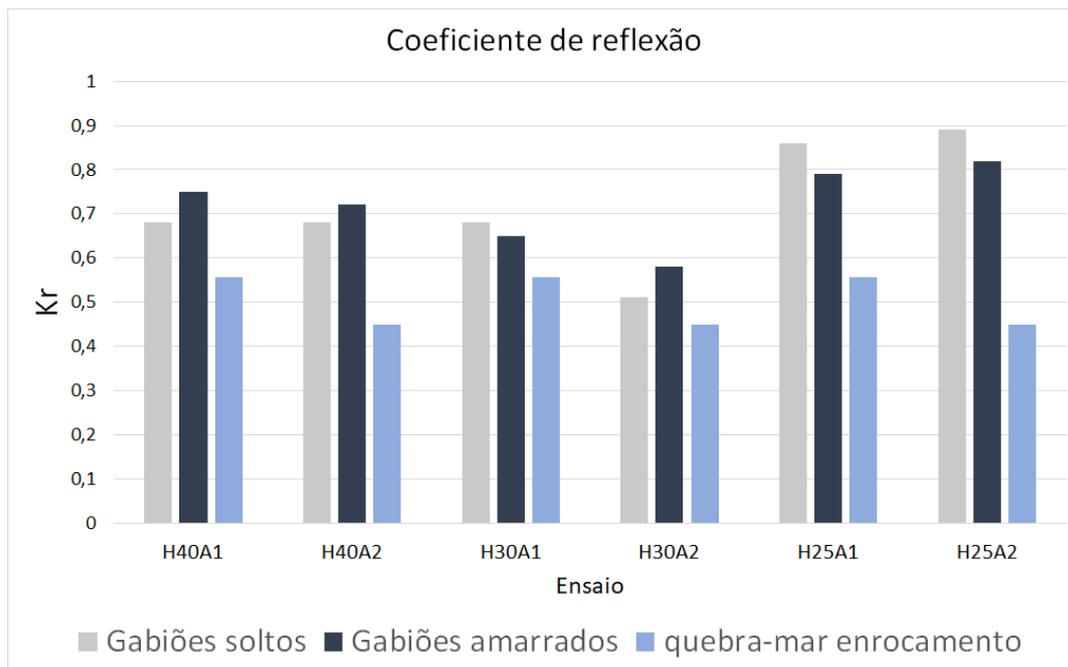


Figura 12.- coeficientes de reflexão comparados com estruturas convencionais. Fonte: autora.

- Quando comparados com estruturas convencionais, os gabiões também obtiveram resultados satisfatórios, apesar de apresentarem coeficientes de transmissão e reflexão maiores nas comparações;
- Conclui-se que os gabiões de conchas possuem resultados promissores na utilização para a atenuação de ondas e redução de impactos ambientais.
- É válido observar, também, que os gabiões de conchas podem servir de substrato para o crescimento de outras espécies, e como consequência positiva dessas incrustações, aumentam o seu tamanho, melhorando ainda mais o seu desempenho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Moluscos da UFSC, ao Prof. Claudio de Melo (UFSC), ao Prof. Claudio Tureck (Univille) ao Prof. Antonio Klein (UFSC) pelo apoio. Além disso, ao Núcleo de Estudos de Correntes de Densidade (Necod), principalmente aos seus integrantes, por terem viabilizado esta pesquisa. À CAPES e à UFRGS por incentivarem as mulheres na pesquisa ao promoverem o projeto “Mulheres na Ciência” da qual faz parte a autora e pelo auxílio financeiro recebido através da Bolsa PROBIC-UFRGS-Meninas na Ciência.

REFERENCIAS

- ALLEN, R.J.** Physical Modeling of Wave Transmission for Submerged and Emergent Breakwaters used in Living Shorelines. University of South Alabama ProQuest Dissertations Publishing, 2013.
- ALLSOP, N.W.H.** “Low-crest breakwaters, studies in random waves” Proc Coastal Structures 83, ASCE, Arlington, 1983.
- BENOIT, M.; TEISSON, C.** Laboratory comparison of directional wave measurement systems and analysis techniques. Coastal Engineering Proceedings, v. 1, n. 24, 29 Jan. 1994.
- CAPITÃO, R.; CARVALHO, M.M. (2001).** Pacote de software geral para tratamento e geração de agitação marítima de curto prazo. Aplicação à geração em canal de ondas irregulares de perfis de agitação pré-estabelecidos. Seminário sobre a Hidroinformática em Portugal, Lisboa, Novembro de 2001.

- CERDEIRA, V.S.R.** Estudo sobre as características físicas de um canal de ondas. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2006.
- COGHLAN, I.R.; HOWE, D.; GLAMORE, W.C.** Preliminary Testing of Oyster Shell Filled Bags. WRL Technical Report 2015/20.2016.
- Declaration of the united nations conference on the human environment.** Stockholm declaration, 1972 and the Rio declaration on environment and development, 1992.
- DUNLOP, T.** Optimal oyster reef design for shoreline protection using combinations of oyster shell filled bags and sandbags. Honours Thesis, UNSW Sydney, 184 pages. 2016.
- DUNLOP, T., FELDER, S., GLAMORE, W.C., HOWE, D., COGHLAN, L.** Optimising Ecological and Engineering Values in Coastal Protection via Combined Oyster Shell and Sand Bag Designs. UNSW Sydney, Manly Vale, Australia, 2017.
- EUROPEAN COMMISSION:** An official website of the European Union. Disponível em: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/biodiversity/nbs-resources_en. Acesso em dezembro de 2021.
- HYDRAULICS RESEARCH,** “Seaford frontage – model tests of low crest breakwaters, performance and stability”, HR Report Ex 46, Wallingford, 1985.
- KAMPHUIS, J. WILLIAM.** Introduction to coastal engineering and management. Hackensack: World Scientific Publishing, 2010.
- KIRKPATRICK, J.** Constructing Oyster Reef for Shoreline Stabilization and Restoration. MacDill AFB, 2013.
- MANSARD, E.P.D., FUNKE, E.R.** The Measurement of Incident and Reflected Spectra Using a Least Square Method. 17 th International Coastal Engineering Conference, pp 154-172, Sydney, 1980.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). National Ocean Service.** Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/living-shoreline.html>. Acesso em dezembro de 2021.
- OCEANWATCH AUSTRALIA. NATIONAL MARINE NRM.** Disponível em: <https://www.oceanwatch.org.au/community/livingshorelines/>. Publicado em 2020. Acesso em dezembro de 2021.
- POWELL, K.A.; ALLSOP, N.W.H.** “Low-crest breakwaters, Hydraulic Performance and Stability”. Hydraulics Research Limited, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BA. Report SR 57, 1985.
- SEELIG, W.N.** Two-dimensional tests of wave transmission and reflection characteristics of laboratory breakwaters. CERC TR 80-1, Fort Belvoir, June 1980.
- WORLDWIDE FUND FOR NATURE (WWF).** Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em dezembro de 2021.