

## ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO À EROSÃO COSTEIRA

Emanoel Silva de Amorim<sup>1</sup>, Gaby Carvalho Alves<sup>1</sup>, Rayane Gabriella Pereira da Silva<sup>1</sup>,  
Girândia de Moraes Sampaio<sup>1</sup>, Pedro Henrique Dantas<sup>1</sup>, João Victor de Arruda Teles<sup>1</sup>,  
Kalinny Patrícia Vaz Lafayette<sup>1</sup>, Jonas da Silva Bezerra<sup>1</sup>

**RESUMO:** O crescimento desordenado e sem planejamento de grandes centros urbanos tende a agravar o processo de erosão costeira, tornando-se um problema que vem impactando cerca de 40% da população mundial que vive em áreas litorâneas. Neste cenário, a gestão costeira integrada surgiu com a função de tomada de decisões e ações voltadas para o desenvolvimento, uso sustentável e proteção das áreas costeiras. A gestão costeira integrada é constituída de duas medidas de proteção, sendo: medidas de prevenção e as medidas mitigadoras, que englobam as construções de estruturas rígidas na faixa litorânea com o objetivo de estabilizar a linha de costa na tentativa de minimizar os impactos de ondas de alta energia. Para definição das estruturas de contenção, deve considerar fatores como as características do solo, complexidade da execução, análise de custos, entre outros. Contudo, na literatura, existe uma escassez de pesquisas que auxiliem no processo de escolha das soluções. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre as principais estruturas de contenção, avaliando indicadores e aspectos ligados à viabilidade técnico-econômica. Para isso, foram avaliadas as estruturas de contenção à erosão costeira: bagwall, big bag (com coqueiros), enrocamento, espigão, engorda de praia e betonbloc. Foram compilados 05 (cinco) indicadores ligados à viabilidade técnica e econômica das estruturas de contenção à erosão costeira, sendo eles: processo construtivo, eficiência do uso, impactos socioambientais, durabilidade e custo. Como resultados obtidos foi o diagnosticado que o big bag possui o preço por metro linear mais baixo que os demais (2.400,00 m/R\$), contudo, quanto a durabilidade, enrocamento, espigão e betonbloc possuem baixo custo de manutenção, longo prazo para realização de manutenção preventiva e longa vida útil. Por fim, a presente pesquisa apresenta as particularidades de cada solução existente, constituindo um material facilitador do processo decisório de gestores e projetistas.

**Palavras Chaves:** Erosão costeira; Estrutura costeira; Contenção marítima; Viabilidade técnico-econômica; Indicadores de viabilidade.

**ABSTRACT:** The disorderly and unplanned growth of large urban centers tends to aggravate the process of coastal erosion, becoming a problem that has been impacting about 40% of the world's population that lives in coastal areas. In this scenario, integrated coastal management emerged with the role of decision-making and actions aimed at the development, sustainable use and protection of coastal areas. Integrated coastal management consists of two protection measures, namely: prevention measures and mitigation measures, which include the construction of rigid structures on the coastal strip with the objective of stabilizing the coastline in an attempt to minimize the impacts of waves of high energy. To define the containment structures, factors such as soil characteristics, execution complexity, cost analysis, among others, must be considered. However, in the literature, there is a lack of research that helps in the process of choosing solutions. In this way, the present work aims to carry out a comparative analysis between the main containment structures, evaluating indicators and aspects related to the technical-economic viability. For this, coastal erosion containment structures were evaluated: bagwall, big bag (with coconut trees), riprap, spike, beach fattening and betonbloc. 05 (five) indicators were compiled related to the technical and economic viability of coastal erosion containment structures, namely: construction process, efficiency of use, socio-environmental impacts, durability and cost. As results obtained, it was diagnosed that the big bag has the price per linear meter lower than the others (2,400.00 m/R\$), however, in terms of durability, rockfill, spike and betonbloc have low maintenance cost, long term for carrying out preventive maintenance and long service life. Finally, this research presents the particularities of each existing solution, constituting a material that facilitates the decision-making process of managers and designers.

**Keywords:** Coastal erosion; Coastal structure; Maritime containment; Technical-economic viability; Feasibility indicators.

---

@ Corresponding author: [esa7@poli.br](mailto:esa7@poli.br)

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco - UPE

## 1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são ambientes sensíveis (Silva *et al.*, 2019), consideradas espaços valiosos por possuírem grande potencial socioeconômico e conterem inúmeros atrativos, que atendem aos mais diversos propósitos, como turismo, recreação e moradia (Menezes; Pereira; Gonçalves, 2018; Possebon *et al.*, 2023). Dessa maneira, do ponto de vista estratégico, possuem grande importância aos fins econômicos, ambientais, sociais e culturais da população (SILVA *et al.*, 2019; Amorim; Sampaio; Silva, 2023).

Contudo, as áreas costeiras possuem uma dinâmica bastante peculiar, que é capaz de alterar todos os ambientes praias. A ação de forças naturais, como: eventos climáticos, marés astronômicas e correntes costeiras, modelam os perfis praias, sendo perceptíveis em séries históricas, onde se observam mudanças do balanço sedimentar e retrogradação da linha de costa (Bosom; Jimenez, 2010; Menezes; Pereira; Gonçalves, 2018).

Em áreas de maior adensamento populacional, a erosão costeira se torna uma grande preocupação, pois esses ambientes, por natureza, já são considerados frágeis, e a crescente ocupação desses espaços pelo homem tem acentuado os processos de degradação (Vasconcelos, 2010; Amorim; Sampaio; Silva, 2022; Sampaielias *et al.*, 2022). Isso vem sendo confirmado pelo monitoramento realizado entre os anos 2013 e 2018, pelo Ministério do Meio Ambiente Brasileiro, que constatou o aumento do processo erosivo nas zonas costeiras de 40% para 60% (PGGM, 2021).

As principais consequências da erosão costeira são os danos nas estruturas de defesa, além da perda do território habitável por propriedades comerciais e/ou habitacionais, e espaços recreativos. Essas consequências vêm gerando impactos severos na vida dos moradores do litoral brasileiro. Neste cenário, surgiu a gestão costeira integrada, que é um processo contínuo e dinâmico através de decisões e ações voltadas para o desenvolvimento, uso sustentável e proteção das áreas costeiras (Souza; Moura; Souza, 2023; Asmus *et al.*, 2006). A gestão costeira integrada é constituída de duas medidas de proteção, sendo prevenção, voltadas para evitar os impactos da erosão costeira, estabelecendo uma faixa de proteção destinada a absorver o recuo da linha da costa, adaptando os moradores para conviver com as especificidades do meio em que vivem. Já as medidas mitigadoras, englobam as construções de estruturas rígidas na área praias com o objetivo de estabilizar a linha de

costa na tentativa de minimizar os impactos de ondas de alta energia (Confessor; Silva; Araújo, 2022).

Para definir o tipo de estrutura de contenção é preciso levar em consideração fatores como: características do solo, cargas atuantes, complexidade da execução, análise de custos, entre outros. O fato é que nenhuma medida de proteção costeira consegue interromper permanentemente a erosão (Brayshaw; Lemckert, 2012), sendo possível apenas minimizar seus efeitos através da execução de obras de defesa do litoral (Bulhões, 2020). Vale salientar que é primordial identificar os fatores para escolher o melhor método de controle da erosão costeira: durabilidade da obra, disponibilidade de materiais para construção, tipos de transporte, custos e benefícios, impactos socioambientais, mão de obra qualificada e tipo de manutenção a longo prazo (Souza, 2008).

Os significativos prejuízos econômicos e os impactos no meio ambiente sofridos ao longo do tempo vêm estimulando a formulação de diferentes metodologias para a identificação da suscetibilidade à erosão costeira (Furtado; Woodroffe, 2021), através deste diagnóstico, é possível propor soluções eficientes e adequadas ao local da intervenção. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre as principais estruturas de contenção à erosão costeira, avaliando indicadores e aspectos ligados à viabilidade técnico-econômica, contribuindo tecnicamente no processo de escolha de soluções para intervir nas zonas costeiras.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa é de natureza estratégica pois visou complementar e sistematizar informações relativa aos aspectos e indicadores de qualidade das principais estruturas de contenção à erosão costeira, utilizando uma abordagem qualitativa onde foi possível avaliar as características de cada solução existente, produzindo um conhecimento útil que poderá ser, eventualmente, utilizado em estudos práticos e teóricos.

### 2.2 Etapas metodológicas

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, do tipo revisão narrativa teórica, com o objetivo de levantar as principais características das seguintes estruturas de contenção à erosão costeira: Bagwall, Big Bag (com coqueiros), Enrocamento, Espigão, Engorda de Praia e Betonbloc.

A revisão narrativa teórica é a análise da literatura somada à crítica pessoal do autor. O processo de coleta de dados utilizou como base o *google scholar* e portal de periódico CAPES, através dos seguintes termos de busca: “Erosão costeira”; “Estrutura costeira”; “Contenção marítima”; “Bagwall”; “Big Bag”; “Enrocamento”; “Espigão”; “Engorda de Praia”; “Betonbloc”. Foram aceitos para análise toda literatura publicada em livros, capítulos de livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas, trabalhos de graduação, dissertação ou tese, publicados em língua portuguesa ou inglesa, e em um período de 1980 a 2013. Como resultado, foi apresentado o relatório final da revisão narrativa teórica.

A segunda etapa consistiu na elaboração do estudo de viabilidade técnica-econômica por meio da análise e comparação dos dados obtidos através da revisão narrativa teórica, utilizando como instrumento a planilha apresentada na Figura 1.

A Figura 1 apresenta os 05 (cinco) indicadores ligados à viabilidade técnica e econômica das estruturas de contenção à erosão costeira, os quais foram analisados pela ótica de determinados aspectos:

#### I. Processo Construtivo

As estruturas de contenção à erosão costeira possuem processos construtivos peculiares, isso porque a intervenção acontece em um ambiente natural e dinâmico. A execução destas estruturas deve respeitar e se integrar às tábuas de marés (maré alta e baixa), a dinâmica do uso por moradores, turistas e trabalhadores, garantindo menor impacto e interferência na área de influência onde está localizada a obra.

- a) Localização do canteiro de obra, o qual foi analisado como: Perto / Médio / Longo.

INDICADORES DA VIABILIDADE	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO À EROÇÃO COSTEIRA					
	Bagwall	Big Bag	Enrocamento	Espigão	Engorda de Praia	Betonbloc
<b>I. Processo Construtivo</b>						
Localização do canteiro de obra						
Armazenamento de materiais e insumos						
Prazo de execução						
Equipe técnica e equipamentos necessários						
<b>II. Eficiência do uso</b>						
Dissipador de energia						
Muro de arrimo						
<b>III. Impactos socioambientais</b>						
Grau de interferência na fauna e flora do local						
Adaptação com a Acessibilidade						
Grau de Reversibilidade						
Propagação de vetores (ratos, baratas e mosquitos)						
Utilização da areia da praia ou utilização dos materiais in loco						
<b>IV. Durabilidade</b>						
Custo e prazo de manutenção						
Vida útil						
<b>V. Custo</b>						
Valor da obra por metro linear (M/R\$)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>LEGENDA</b>						
Baixo / Curto / Muito / Longe / Sem qualificação específica	[Red]					
Médio	[Yellow]					
Alto / Longo / Pouco / Perto / Mão de Obra Qualificada	[Green]					
Atende	A					
Não Atende	N/A					

Figura 1: Análise da viabilidade técnica-econômica. Fonte: Autores (2023).

- b) Local de armazenamento de materiais e insumos, o qual foi analisado como: Perto / Médio / Longo.
- c) Prazo de execução, o qual foi analisado como: Pouco / Médio / Muito.
- d) Equipe técnica e equipamentos necessários, o qual foi analisado como: Sem qualificação específica / Mão de Obra Qualificada.

#### II. Eficiência do uso

Quando a linha de costa apresenta uma plataforma urbanizada, para garantir a plena eficiência, as estruturas de contenção à erosão costeira devem possuir dupla função, atendendo os seguintes aspectos:

- a) A montante: Contenção marítima, inclusive com capacidade de dissipar a energia das ondas e combater o vórtex das ondas (para não acelerar o processo erosivo), o qual foi analisado como: Alta / Média / Baixa.
- b) A jusante: Muro de arrimo, para suportar os também esforços que o terreno fará sobre a estrutura, o qual foi analisado como: Alta / Média / Baixa.

#### III. Impactos socioambientais

A escolha das estruturas de contenção à erosão costeira deve considerar e avaliar os impactos socioambientais que a intervenção poderá causar no ambiente, portanto é importante verificar fatores, como:

- a) Grau de interferência na fauna e flora do local, o qual foi analisado como: Pouco / Médio / Muito.
- b) Adaptação com a Acessibilidade (padrão NBR 9050/2020), o qual foi analisado como: Atende ou Não Atende.
- c) Grau de Reversibilidade, o qual foi analisado como: Alta / Média / Baixa.
- d) Propagação de vetores (*ratos*, *baratas* e *mosquitos*), o qual foi analisado como: Pouco / Médio / Muito.
- e) Utilização da areia da praia ou utilização dos materiais in loco, o qual foi analisado como: Alta / Média / Baixa.

#### IV. Durabilidade

Um dos indicadores mais preponderantes na viabilidade técnica e econômica na escolha das estruturas de contenção à erosão costeira é a durabilidade, sendo observado os seguintes parâmetros:

- a) Custo de manutenção, o qual foi analisado como: Pouco / Médio / Muito.
- b) Prazo de manutenção, o qual foi analisado como: Curto / Médio / Longo.
- c) Vida útil, o qual foi analisado como: Curto / Médio / Longo.

#### V. Custo

Além da durabilidade, o custo tem sido o principal indicador na escolha das estruturas de contenção à erosão costeira. Preferencialmente, os dados foram extraídos através de pesquisa documental em processos licitatórios atuais e/ou antigos com valores ajustados para a mesma data/base. Sendo analisado o custo unitário do metro linear da obra (m/R\$).

As correções financeiras utilizaram o INCC - Índice Nacional de Custo da Construção e seguiram a Equação 1 apresenta a determinação do valor reajustado.

$$R = li - lo / lo \times V$$

Sendo:

R= Valor reajustado (R\$)

lo= Índice de preço verificado no mês de abertura do processo licitatório ou da proposta da obra privada

li= Índice de preço referente ao mês de janeiro/2023

V= Valor da obra (R\$)

### 3. RELATÓRIO FINAL DA REVISÃO NARRATIVA TEÓRICA

#### 3.1 Bag Wall

O Bag Wall é um dissipador de energia (Figura 2), uma estrutura rígida de proteção que utiliza um sistema de contenção têxtil (geoformas) a fim de prender e moldar o concreto, argamassa ou areia, com auxílio de formas de madeiras ou sacos têxteis.

Normalmente, são pequenos reservatórios de volume baixo preenchidos no ambiente destinado à obra de retenção do processo erosivo. Este método visa reter o avanço marítimo, estabilizando a linha costeira, dissipando a energia gerada pelas ondas no ambiente de ocorrência do processo erosivo sem deslocá-la para áreas circunvizinhas, viabilizando a engorda natural da praia (equilíbrio sedimentar) e possibilitando acessibilidade à praia pela sociedade (Saathoff; Witte, 1995; Lawson, 2008).



Figura 2: Bag Wall em Paulista/PE. Fonte: Autores (2023).

O uso de geoformas têxteis é essencial para assegurar celeridade nos serviços e a resistência do concreto dentro da água no decorrer da realização da obra. A longevidade da obra assim como a frequência de manutenção varia de acordo com o substrato de preenchimento dos sacos. Dessa forma, pode chegar, em média, até 10 anos, quando preenchido em areia, necessitando de uma frequência maior de manutenção que os sacos preenchidos de concreto ou argamassa, com vida útil de até 50 anos. Em contrapartida, os sacos preenchidos em areia possuem baixo impacto ambiental e alto grau de reversibilidade. Apresenta como desvantagem a dificuldade ou impossibilidade de aplicação da técnica em locais distantes do raio urbano, enquanto as vantagens, conforme Souza (2008), são:

- a) Adaptação às normas de acessibilidade: mesmo assegurando a integração de banhistas ao mar e à praia de forma prazerosa, não é comum a utilização de rampas de acesso.
- b) Material de fácil obtenção – a aquisição de geoformas é fácil, uma vez que seu enchimento é realizado com microconcreto.
- c) Mão de obra – faz uso da mão de obra local e sem qualificação específica.
- d) Estética Favorecida – o *Bag Wall* é compatível com o espaço urbano, gerando um efeito visual harmônico.
- e) Flexibilidade – Quando em areia, possui alto grau de reversibilidade, caso contrário, quando em concreto ou argamassa, uma vez que os blocos de concreto são aplicados justapostos e têm peso de 2 toneladas (quando estão fora da água), havendo necessidade de destino final dos resíduos. Contudo, caso haja uma demanda de aumento na altura do *Bag Wall* no futuro, pode ser ampliado com facilidade.

- f) Recuperação do perfil da praia – desempenha o papel de recuperar a zona erodida, favorecendo e viabilizando a engorda natural da área de intervenção.

Essa técnica auxilia na redução da erosão local ao evitar a perda de sedimentos, contribuindo com a manutenção do equilíbrio da sedimentação na área. Sendo assim, é uma ação importante para a proteção da zona costeira, tornando-se uma ferramenta eficaz em resposta à problemática da erosão costeira (BRASIL, 2018). Uma vez que atua como um muro de arrimo, dissipando a energia das ondas, evitando a formação de trens de ondas, assim, resultando no retorno da onda e minimizando o impacto e a força das ondas seguintes (SILA; MORAES; STRUMINSKI, 2018).

### 3.2 Big Bag (com coqueiros)

A estrutura visa a prevenção da linha de costa, dissipando a energia da onda, consiste na instalação de coqueiros na parte da frente e sacos de areia na parte de trás (Figura 3). A grande vantagem da obra de Big Bag com coqueiros é a viabilidade financeira, apresentando baixo custo com mão de obra e material. (Teixeira; Almeida; Lavenère-Wanderley, 2011; Vasconcelos, 2010; Takagi *et al.*, 2020).



Figura 3: Big Bag (com coqueiros) em Paulista/PE. Fonte: Autores (2023).

Em compensação, é muito importante analisar a vida útil deste tipo de material, visto que, a depender do grau de erosão da praia, será necessária a avaliação para saber se a utilização dessa metodologia é satisfatória ou não (Fischer; Calliari, 2006).

### 3.3 Enrocamento

O enrocamento, conhecido também como rip-rap, guias-correntes ou molhes (Figura 4), é um método que visa proteger taludes e canais contra os impactos erosivos ou solapamentos provocados pelos deslocamentos da água, amortecendo-os (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007; Alleanza, 2016).



Figura 4: Estrutura de Enrocamento com pedras - Paulista/PE. Fonte: Autores (2023).

É, geralmente, composto por uma infraestrutura de pedras ou blocos artificiais, podendo ser de: pedra arrumada ou lançada, na qual a pedra deve ser sólida e rígida, oriunda de rocha sã/inalterada, apresentado o diâmetro e a granulometria conforme a definição do projeto; e rejuntada ou sem argamassa, visando a constituição de um robusto bloco de pedras, onde o rejuntamento ocorre de acordo com o estabelecido por projeto, caso não exista uma indicação de uso, deve ser realizado com concreto com agregado máximo, composto por brita 1 ou por argamassa de cimento e areia (no traço mínimo de 1:3), em concordância com o formato das pedras (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007; Alleanza, 2016).

Quando utilizado este método as pedras precisam ser manuseadas manualmente, intercalando os seus diâmetros, de forma que seja adquirido o suporte das pedras de maior porte pelas de menor porte, garantindo estabilidade e poucas ou nenhuma brechas. Além disso, é necessário que a disposição

das pedras seja realizada de maneira que as faces visíveis do enrocamento permaneçam uniformes, sem concavidades, fossas ou proeminências maiores que a metade da maior dimensão das pedras aplicadas. Já nas estruturas de pedra rejuntada, ao passo que as superfícies visíveis do enrocamento sejam concluídas, suas juntas precisam ser limpas, molhadas até saturar e completadas com argamassa de traço 1:3 até 5 cm de profundidade. Juntas com 10 cm, não necessitam de preenchimento com argamassa para que atuem como canal de escoamento de água (barbacãs) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007).

Esta técnica possibilita a formação de estruturas costeiras de proteção, de corte diagonal trapezoidal, estabelecendo, deste modo, uma barreira à difusão frequente do fluxo das ondas, viabilizando a fragmentação e ruptura da sua energia, i.e., ocorre uma percolação no interior da onda com o rompimento da agitação no enrocamento. Além disso, tal método é estruturado com revestimentos resistentes, mensurados e estabelecidos para suportar os impactos provenientes das ondas, através de filtros de enrocamento e de um núcleo, com proporções e medidas diferentes. É fundamental realizar o levantamento de informações relevantes do local destinado, como estudos geológicos, geotécnicos hidráulicos, entre outros (Alleanza, 2016).

A finalidade principal do enrocamento é proporcionar a estabilização da linha costeira e minimizar as ações erosivas a partir da quebra da energia das ondas, visto que esta é uma técnica de intervenção permeável. O enrocamento é caracterizado por apresentar uma integridade operacional dependente da sustentação da base da porção de proteção que o envolve, ou seja, ele não é auto suportável, precisando, desta forma, do solo para ter estabilidade (Gois, 2018).

A estrutura do enrocamento pode ser desenvolvida em praia ou em encosta de falésia, apenas se houver estabilidade. É colocada com suas faces inclinadas, orientadas no sentido do mar, constituídas principalmente por elementos porosos, como blocos rochosos ou pré-moldados, fazendo-se de baixa refletividade quanto às ondas, reduzindo a incidência de ondas sobre a face da praia. A composição do enrocamento é constituída, basicamente, por três elementos (Gois, 2011; Press *et al.*, 2006):

- a) Camada de proteção ou armadura – é responsável por estabelecer as características dos demais componentes. Para ser eficaz, precisa ser consistente e perene quanto à ação das ondas e ser executada em arranjos de

rochas em granodecrescência ascendente (gradação do tamanho dos sedimentos que se tornam mais finos da base para o topo das camadas).

- b) Camada filtrante – é composta por um underlying filter (filtro inferior), possibilitando sustentação à armadura, para que a água subterrânea seja drenada na estrutura, impedindo, assim, que o solo seja arrastado ou transportado por impactos do fluxo da água na armadura ou por infiltrações.
- c) Proteção de pé – promove a estabilidade da estrutura e a protege contra assentamentos, recalques, deslocamentos ou remoção das bordas da estrutura com face para o mar.

Apresenta como vantagens o baixo custo de manutenção e a eficácia na quebra de energia das ondas. E tem desvantagens de precisar de mão de obra especializada, a possibilidade de ocasionar reflexão de ondas (oblíquas/de borda), seus materiais de construção são dependentes de jazidas (relação distância x valor x disponibilidade), além da possibilidade de perda quanto ao valor paisagístico, turístico e recreacional do litoral (PRATA, 2018).

### 3.4 Espigões

Os espigões estão entre as obras de proteção mais utilizadas para o controle de erosão costeira. São construções transversais fixadas na costa e se estendem até a faixa da praia, atuando diretamente sobre o transporte de sedimentos litorâneos na zona em que ele é mais expressivo, podem agir isoladamente ou em conjunto (Alfredini; Arasaki, 2009; Lyra, 2012).

Conforme Fischer e Calliari (2006), os espigões podem ser feitos de concreto, aço, madeira, pedras e sacos preenchidos com areia, com o objetivo de:

- a) Resistir às forças produzidas por ondas e correntes;
- b) Reduzir impactos de entulhos flutuantes;
- c) Diminuir pressões criadas pela diferença de altura da areia entre os lados da estrutura;
- d) Desviar o fluxo de eventuais zonas críticas, prevendo erosões; e
- e) Favorecer a sedimentação do material de arraste entre os mesmos e, neste caso, no interior, usualmente, são definidos como espigões retardadores de fluxo.



Figura 5: Espigões na orla de Fortaleza (CE). Fonte: PELLIZZON (2019).

As funções desse tipo de estrutura são estabilizar praias sujeitas a modificações, alargar a extensão da faixa litorânea (Figura 5) e evitar assoreamento no sotamar. Intervindo parcialmente ou totalmente no transporte de sedimentos litorâneos, fazendo com que ocorra deposição a barlamar (Alfredini; Arasaki, 2009).

Os espigões oferecem utilidade limitada em alguns estuários, onde a taxa de transporte ao longo da costa e o suprimento de areia são baixos. Eles também possuem restrição em locais onde o material litorâneo é formado por argilas e siltes, pois tendem a se mover, não sendo retidos pela estrutura. Outra desvantagem é que eles poderão prejudicar praias próximas, pois retêm a areia que iria suprir a faixa litorânea (Nordestron, 1992; Hegger, 1996; Bush, 2001).

O custo com esse tipo de estrutura pode variar de acordo com o material empregado. Em Chesapeake, nos Estados Unidos, foram construídos espigões de madeira "wood groins", em conjunto com a técnica de engordamento, para resolver problemas de erosão (Fischer; Calliari, 2006).

### 3.5 Engorda de Praia

Consiste em uma solução temporária, para os casos em que não se conhece suficientemente as causas da erosão (Figura 6). Este tipo de intervenção é muito utilizado quando não possuem proteção natural adequada (Netto; Bulhões, 2017). Tal processo busca estabilizar ou ampliar praias já existentes e que estão sujeitas à erosão, ou criar uma praia de proteção que absorva a energia das ondas (Patriota, 2021).

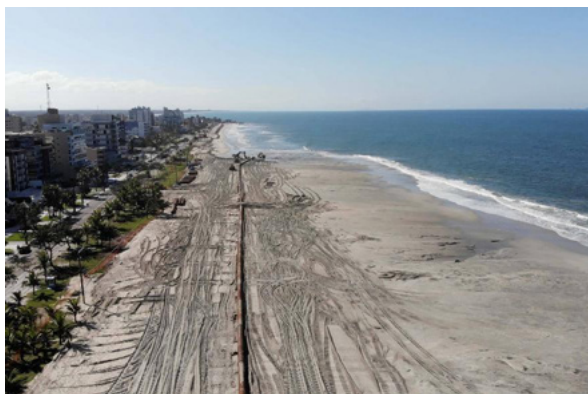


Figura 6: Espigão na praia de Matinhos (PR). Fonte: DIAS (2022)

Esta técnica é considerada eficaz, ambientalmente sustentável e relativamente positiva em relação a processos erosivos em curto prazo, e a erosões de médio e longo prazo (HAMM, 2002). Tem como objetivo restaurar e revitalizar as áreas utilizadas por banhistas, proteger construções civis através da diminuição da

erosão e criar novas praias (Fischer; Calliari, 2006).

Essa intervenção é uma alternativa estrutural reconhecida como uma das melhores defesas contra a erosão costeira, uma vez que não necessita de obras fixas, que destoam do ambiente natural e que podem trazer efeitos colaterais para as áreas vizinhas. São utilizadas principalmente as peças maciças de concreto nos muros de choque. Porém, podem ser construídos com estacas pranchas de concreto, estacas metálicas ou de madeira (Ceccarelli, 2009).

A vida útil desta estrutura vai depender do grau e velocidade de erodibilidade da praia. Eventos climáticos, como tempestades, poderão eliminar rapidamente o preenchimento em um pequeno espaço de tempo. É importante realizar uma análise de custo do projeto comparando-o com a praia em que será empregado o engordamento, se o valor é viável ou não, pois este tipo de obra requer manutenção periódica, sendo mais vantajoso em praias com baixo índice de erosão (Dean, 1995; Fischer; Calliari, 2006).

Uma simulação de custo de obras costeiras realizadas por Dean e Dalrymple (2004), apontaram valores 45,00/m<sup>3</sup> considerando uma área de alimentação entre (226,8m<sup>3</sup>/m e/ou 264,6m<sup>3</sup>/m) custaria em 1km de projeto o montante de R\$ 10.206.000,00/km e/ou R\$ 11.907.000,00/km dependendo do tipo de sedimento adicionado.

### 3.6 Betonbloc

O sistema Betonbloc é uma tecnologia de contenção marítima de origem holandesa, que consiste na construção de um muro composto por blocos de concreto, sem utilização de armadura, que se encaixam perfeitamente formando uma estrutura semirrígida, conforme a Figura 7, sendo suficiente para conter a energia do mar através da dissipação da energia no próprio corpo da contenção. Esse sistema Betonbloc vem sendo utilizado no Brasil como muro de contenção costeira desde o ano de 2015.

Esse sistema apresenta função dupla, como é demonstrado na Figura 08, pois a montante atua como contenção marítima, dissipando a energia de impacto das ondas e, a jusante, age como arrimo, suportando o peso que o terreno cria sobre o muro de contenção.

De acordo com Amorim *et al.* (2023), no sistema BetonBloc, existem características favoráveis em relação às demais tipologias de defesa costeira, pois apresenta:

- a) Menor prazo de execução – A utilização de peças pré-moldadas e em módulos confere velocidade à obra.



Quando comparadas com outras tecnologias, a redução de tempo é da ordem de 4:1;

- b) Contenção escalonada - Possui uma geometria de montante, em forma de escada, para dissipar a energia do mar, reduzir a força do retorno das ondas e diminuir o spray da água após o contato com o muro.

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

Conforme Figura 9, para realização do estudo do custo unitário, foram obtidos preços em pesquisa de processos licitatórios, sendo que, para o Bagwall, foi consultada a concorrência nº 001/2013, realizada em 14/11/2013 pela Prefeitura Municipal do Paulista/PE, para o Enrocamento, foi consultada a Tomada de Preços nº 032/2021, realizada em 21/12/2021

pela Prefeitura Municipal Angra dos Reis/RJ, para a Engorda de praia, foi consultada a concorrência nº 002/2021, realizada em 17/08/2021 pela Governo do Estado do Paraná. Os índices de reajustes foram obtidos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), onde todas as datas bases foram atualizadas para o índice do INCC de fevereiro/2023.

As demais obras não necessitam de reajuste, uma vez que os preços têm data base no mês de referência. Dessa forma, para o Espigão, foi consultada a Tomada de Preços nº 002/2023, realizada em 03/01/2023 pela Prefeitura Municipal Balneário Piçarras/SC. Além disso, foram obtidos preços através de consulta a obras privadas, como o Big bag, onde foi consultada a obra realizada em fevereiro/2023 no estado de Pernambuco e o Betonbloc, onde foi consultada a obra realizada em fevereiro/2023 no estado de Pernambuco.



Figura 07: Aplicação do Sistema BetonBloc: antes (a); depois (b) - Natal/RN. Fonte: Autores (2023).

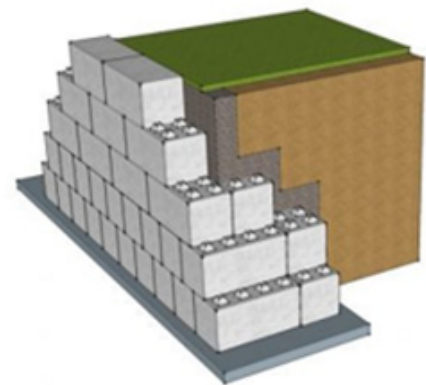
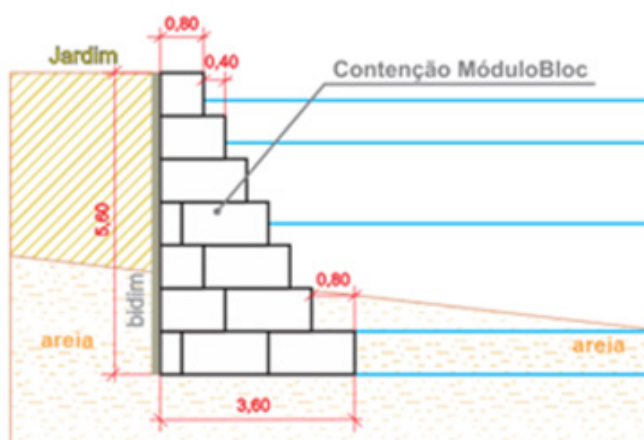


Figura 08: Sistema BetonBloc a) perfil transversal b) perspectiva. Fonte: autores (2023).

Ao analisar as estruturas de contenção apenas pela ótica dos custos, percebe-se que o Big Bag possui o preço por metro linear mais baixo. Contudo, no processo de escolha da solução, as boas práticas de gestão costeira integrada apontam que se faz necessário avaliar a viabilidade técnica de todas as estruturas de contenção. Por isso, com as informações acima acrescidas das informações obtidas pela revisão literária realizada no item

3.0, foi possível avaliar a viabilidade técnica-econômica das estruturas de contenção e consolidar os dados na Figura 10.

Quanto ao indicador processo construtivo, foi diagnosticado que a logística da obra é facilitada quando o canteiro de obras e do setor de armazenamento de materiais e insumos estão localizados próximos ao local de intervenção. Por esse

ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO À EROSÃO COSTEIRA	OBRAS DE REFERÊNCIA					CORREÇÃO VALOR PELO INCC			Custo unitário da obra (m/R\$)
	Instituição	Data base	Modalidade	Extensão (m)	Valor de referência (V)	II	Io	Valor reajustado (R)	
<b>Bagwall</b>	Prefeitura Municipal do Paulista/PE	14/11/2013	Concorrência nº 001/2013	500,00	R\$ 1.985.480,27	564,201	1051,632	R\$ 3.700.799,16	R\$ 7.401,60
<b>Big Bag</b>	Obra Privada	02/02/2023	Pernambuco	150,00	R\$ 360.000,00	---	---	R\$ 360.000,00	R\$ 2.400,00
<b>Enrocamento</b>	Prefeitura Municipal Angra dos Reis/RJ	21/12/2021	Tomada de Preços nº 032/2021	210,00	R\$ 1.249.948,20	962,321	1051,632	R\$ 1.365.953,28	R\$ 6.504,54
<b>Espigão</b>	Prefeitura Municipal Balneário Piçarras/SC	03/01/2023	Tomada de Preços nº 002/2023	70,00	R\$ 1.318.534,07	---	---	R\$ 1.318.534,07	R\$ 18.836,20
<b>Engorda de Praia</b>	Governo do Estado do Paraná	17/08/2021	Concorrência nº 002/2021	6300,00	R\$ 381.706.861,13	939,699	1051,632	R\$ 427.174.180,01	R\$ 67.805,43
<b>Betonbloc</b>	Obra Privada	02/02/2023	Pernambuco	121,60	R\$ 1.402.226,57	---	---	R\$ 1.402.226,57	R\$ 11.531,47

Figura 09: Custo unitário por metro linear de estruturas de contenção (m/R\$). Fonte: autores (2023).

INDICADORES DA VIABILIDADE	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO À EROSÃO COSTEIRA					
	Bagwall	Big Bag	Enrocamento	Espigão	Engorda de Praia	Betonbloc
<b>I. Processo Construtivo</b>						
Localização do canteiro de obra	Per to	Per to	Médio	Longo	Per to	Per to
Armazenamento de materiais e insumos	Per to	Per to	Médio	Longo	Médio	Per to
Prazo de execução	Médio	Pouco	Muito	Muito	Médio	Pouco
Equipe técnica e equipamentos necessários	SQE	SQE	SQE	MOQ	SQE	MOQ
<b>II. Eficiência do uso</b>						
Dissipador de energia	Médio	Baixo	Médio	Alto	Médio	Alto
Muro de arrimo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Alto
<b>III. Impactos socioambientais</b>						
Grau de interferência na fauna e flora do local	Pouco	Pouco	Médio	Médio	Pouco	Muito
Adaptação com a Acessibilidade	N/A	N/A	N/A	N/A	A	A
Grau de Reversibilidade	Médio	Alto	Médio	Médio	Médio	Baixo
Propagação de vetores (ratos, baratas e mosquitos)	Médio	Muito	Muito	Muito	Pouco	Pouco
Utilização da areia da praia ou utilização dos materiais in loco	Médio	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
<b>IV. Durabilidade</b>						
Custo de manutenção	Médio	Muito	Pouco	Pouco	Médio	Pouco
Prazo de manutenção	Médio	Curto	Longo	Longo	Médio	Longo
Vida útil	Médio	Curto	Longa	Longa	Médio	Longa
<b>V. Custo</b>						
Valor da obra por metro linear (M/R\$)	R\$ 7.401,60	R\$ 2.400,00	R\$ 6.504,54	R\$ 18.836,20	R\$ 67.805,43	R\$ 11.531,47
<b>LEGENDA</b>						
Baixo / Cur to / Muito / Longe / Sem qualificação específica	[Célula vermelha]					
Médio	[Célula amarela]					
Alto / Longo / Pouco / Per to / Mão de Obra Qualificada	[Célula verde]					
Atende	[Célula verde]					
Não Atende	[Célula cinza]					

Figura 10: Quadro comparativo da viabilidade técnica-econômica das estruturas de contenção. Fonte: autores (2023).

parâmetro, as estruturas mais viáveis são os Bagwall, Big Bag, Engorda de praia e Betonbloc. Também foi diagnosticado que o prazo de execução é menor nas obras em Big Bag e Betonbloc. Porém, referente à equipe e equipamentos obras, Betonbloc e Espigão necessitam de mão de obra qualificada e equipamentos especializados.

Quanto ao indicador eficiência do uso, foi diagnosticado que o Betonbloc é mais viável, tornando-se o único capaz de ter a função de dissipar a energia das obras e estabilizar a plataforma urbanizada pela ação de muro de arrimo.

Quanto ao indicador impacto socioambientais, conclui-se que o grau de interferência na fauna e flora é menor nas obras em Bagwall, Big bag e Engorda de praia. Já a adaptabilidade às normas de acessibilidade é apenas encontrada em obras de Betonbloc e Engorda de praia. Em casos de necessidade de substituir o tipo de estrutura, o diagnóstico realizado conclui que o Big bag é o único com alto grau de reversibilidade, tornando-se o mais viável quanto a este parâmetro. O Betonbloc e a Engorda de praia são as únicas estruturas de contenção que não facilitam a propagação de vetores, como ratos, baratas, escorpiões e outros.

Quanto ao indicador de durabilidade, conclui-se que o Enrocamento, Espigão e Betonbloc possuem baixo custo de manutenção, longo prazo para realização de manutenção preventiva e longa vida útil.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É identificável que todo litoral se encontra suscetível à ocorrência de erosões costeiras. Logo, faz-se necessário o manejo desta problemática, realizado a partir de intervenções viáveis, antes que atinja proporções alarmantes. Principalmente em áreas urbanas, pelo nível de ocupação e interferência com o espaço natural, é importante que haja a implementação de ações ligadas aos impactos ambientais e à gestão costeira que possam estabilizar e proteger o ambiente praias.

Todas as técnicas analisadas visam a redução da erosão local e proteção da zona costeira. Contudo, é necessário entender as particularidades do ambiente para poder escolher o melhor método a ser aplicado. Sendo essencial ao processo de escolha a observação e diagnóstico dos indicadores: durabilidade da obra, disponibilidade de materiais para construção, tipos de transporte, custos e benefícios, impactos socioambientais, mão de obra qualificada e tipo de manutenção a longo prazo.

Pela análise realizada, de modo geral, percebe-se que: é viável a utilização de Big Bag e Betonbloc quanto à gestão, localização e armazenamento de materiais próximos ao local e menor prazo de execução. O Big Bag é o mais viável quanto aos impactos socioambientais e é o único com alto grau de reversibilidade. Enquanto o mais eficiente, adaptável às normas de acessibilidade, dificulta a propagação de vetores, longa vida útil, menor custo de manutenção e longo prazo de manutenção preventiva é o Betonbloc. Apesar disso, apresenta as desvantagens de precisar de mão de obra qualificada e equipamentos especializados.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto*. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2014.
- Ahmad, Hafez. Coastal Zone Management Bangladesh Coastal Zone Management Status and Future Trends. *J Coast Zone Manag*, [S. l.], v. 22, n. 466, p. 1-6, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.4172/2473-3350.1000466>
- Alleanza. Sistema de Proteção Costeira da Orla de Itapema: Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras. *Relatório Técnico - Projeto Básico*, Santa Catarina, 2016.
- Alfredini, P. & Arasaki, E. *Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental*. 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.
- Amorim, E. S.; Sampaio, G. M.; Silva, H. L. F. Avaliação dos níveis de acessibilidade em vias públicas. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, v. 15, n. 2, p. 54-60, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v15i2.1126>
- Amorim, E. S.; Sampaio, G. M.; Silva, H. L. F. Diretrizes para elaboração de planos de acessibilidade em vias urbanas. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, v. 15, n. 3, p. 41-48, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v15i3.1141>
- Amorim, E. S. de; Sampaio, G. de M.; Lafayette, K. P. V.; Silva, S. R. da. Aplicação do sistema Betonbloc, como alternativa de contenção da erosão costeira no município de Ipojuca/PE: Application of the Betonbloc system, as an alternative to contain coastal erosion in the municipality of Ipojuca/PE. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 9, n. 1, p. 44-58, 2023. DOI:10.21680/2447-3359.2023v9n1ID31283. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/31283>. Acesso em: 25. maio. 2023.
- Asmus, M. L. et al. Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. *Gerenciamento Costeiro Integrado*, Rio Grande, v. 4, p. 52-57, 2006. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/2053>. Acesso em: 07 fev. 2023.

- Bosom, E.; Jiménez, J. A. Storm-induced coastal hazard assessment at regional scale: application to Catalonia (NW Mediterranean). *Advances in Geosciences*, v. 26, p. 83-87, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/adgeo-26-83-2010>
- Brasil. (2022). *Zona Costeira e Marinha*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha.html>. Acesso em: 03 mar 2023.
- Brasil. *Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira*. Brasília: GI-GERCO/CIRM, 2018.
- Brayshaw, S., Lemckert, C. (2012). Pitfalls of Shoreline Stabilisation – Tweed River Mouth, Gold Coast, Australia. In: COOPER, J., PILKEY, O. (eds) *Pitfalls of Shoreline Stabilization*. Coastal Research Library, vol 3. Springer, Dordrecht.
- Bulhões, Eduardo. Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral. In: Muehe, D.; Lins-de-Barros, F. M.; Pinheiro, L. (orgs.) *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos*. 1. ed. Rio de Janeiro: PGGM, 2020.
- Bush, D. M. et al. *Living on the edge of the Gulf*. The west Florida and Alabama Coast. Duke University Press, Durhan and London, 2001.
- Bush, D. M. et al. Utilization of geoinicators for rapid assessment of coastal hazard risk and mitigation. *Ocean & Coastal Management*, v. 42, p. 647- 670, 1999. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00027-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00027-7)
- Ceccarellii, T. S. *Paradigmas para os projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas*. 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Universidade Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- Confessor, J.G.; Silva, L. E.U.; Araújo, P.M.S. Avaliação das Perdas de Água e Solo em Pastagens do Cerrado Brasileiro Utilizando Chuvas Simuladas. *Sociedade & Natureza*, v. 34, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65618>
- Dean, R.G.; Dalrymple, R.A. *Coastal processes with engineering applications*. Cambridge University Press, 2004.
- Dias, A. Litoral do Paraná conta com areia da praia renovada antes da data prevista. Agência Estadual de Notícias, 2022. In: Governo do Estado do Paraná. (2022). *Governo conclui a engorda da praia de Matinhos e entrega obra antes do prazo*. Desenvolvimento Sustentável. <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Governo-conclui-engorda-da-praia-de-Matinhos-e-entrega-obra-antes-do-prazo>. Acesso em: 28 fev 2023.
- Elias, E. P. L. et al. Understanding meso-scale processes at a mixed-energy tidal inlet: Ameland Inlet, the Netherlands – Implications for coastal maintenance. *Ocean Coast. Manag.* n.11, v. 222, p. 106-125, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106125>
- Firmino, L. A. C.; Alves, L. D. Percepção socioambiental da população sobre eventos de erosão costeira no litoral de Atafona, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Do Departamento De Geografia*, v. 41, n. 1, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.173598>
- Fischer, A.; Calliari, L. J. Proposta para recuperação das áreas afetadas por erosão na praia estuarina do Barro Duro – Laguna dos Patos/RS. In: II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica, *Anais...* Rio Grande, p. 1-20, 2006
- Fischer, A.; Calliari, L. J. Proposta para recuperação das áreas afetadas por erosão na praia estuarina do Barro Duro – Laguna dos Patos/RS. In: *II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica*, 2006, Rio Grande.
- Furtado, T. V.; Bonetti, J. Proposta metodológica para o mapeamento de danos causados por eventos extremos em praias densamente urbanizadas. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 53, n. 2 (especial), p. 120-127, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v53iEspecial.42688>
- Gois, L. A. *A interferência das estruturas de proteção da costa na preservação dos sedimentos costeiros da praia de Bairro Novo, Olinda-PE*. 2018. 287 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- Gois, L. A. *Avaliação das opções de proteção costeira: praia de Boa Viagem, Recife-PE e praia de Bairro Novo, Olinda-PE*. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental para Recuperação de Ambientes Degradados) - Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife, 2011.
- Governo do Estado de São Paulo. Enrocamento. *Especificação Técnica*, p. 1-6, São Paulo: Departamento de Estradas de Rodagem, 2007.
- Governo do Estado do Paraná. (2021). *Edital da concorrência nº 002/2021*. PARANÁ: Curitiba, 2021.
- Hamm, L. et al. A Summary of European experience with shore nourishment. *Coastal Engineering*, v.47, n. 1, p. 237-264, 2002. Disponível em: [https://www.academia.edu/2998869/A\\_summary\\_of\\_European\\_experience\\_with\\_shore\\_nourishment](https://www.academia.edu/2998869/A_summary_of_European_experience_with_shore_nourishment). Acesso em: 15 fev. 2023.
- Hegge B.; Eliot, I.; Hsu, J. Sheltered Sandy Beaches of Southwestern Austrália. *Journal of Coastal Research*, Flórida, v. 12, n. 3, p. 748-760, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4298521>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- Lawson, C. R. Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering. *Geosynthetics International*, v. 15, n. 6, p. 384-427, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1680/gein.2008.15.6.384>
- Lima, M. et al. Medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e aos efeitos das alterações climáticas. *Revista Recursos Hídricos*, v. 42, nº 1, p. 61-70, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5894/rh42n1-cti7>

- Lyra, M. (2012). *Considerações Sobre Obras de Proteção Costeira: Espigões*. Disponível em: <http://marcolyra.blogspot.com/2012/10/consideracoes-sobre-obras-de-protecao.html>. Acesso em 10 mar. 2023.
- Meireles, T; Souza, I. (2017). Mapa de áreas e ações prioritárias na Zona Costeira e Marinha do Brasil foram debatidas nos dias 30/11 e 01/12. In: *WWF-Brasil e CI apoiam revisão da Zona Costeira e Marinha do País*. WWF-BRASIL, 2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?62542/WWF-Brasil-e-CI-apoiam-revisao-da-Zona-Costeira-e-Marinha-do-pais>. Acesso em: 03 mar 2023.
- Menezes, A. F.; Pereira, P. S.; Gonçalves, R. M. Uso de Geoindicadores para Avaliação da Vulnerabilidade à Erosão Costeira Através de Sistemas de Informações Geográficas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 1, p. 276-296, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.1.p276-296>.
- Nordstron, K. F. *Estuarine Beaches: an introduction to the physical and human factors affecting use and management of beaches in estuaries, lagoons, bays and fjords*. New York: Elsevier Science Publishers Ltd, 1992.
- Patriota, E. G. *Análise da proposta de intervenção para o processo erosivo da falésia do Cabo Branco, João Pessoa-PB*. 2021. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.
- Pellizzon, G. (2019) Espigões receberão investimentos privados. In: Barros, L. Diário do Nordeste. (2019). *Cinco espaços da orla devem ser concedidos à iniciativa privada*. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/politica/cinco-espacos-da-orla-devem-ser-concedidos-a-iniciativa-privada-1.2172143>. Acesso em: 28 fev 2023.
- Possebon, L. C. et al. Estudo sobre o impacto do clima de ondas nos processos erosivos da costa do município de Vera Cruz (BA), Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 01, p. 325-342, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p325-342>
- Prata, P. M. Obras de contenção de processos erosivos e medidas mitigadoras, 2018. In: *Curso Básico de Percepção de Risco Geológico*, Coordenação de Gestão Costeira e o Territorial (IEMA), Secretaria de Meio Ambiente, Vitória, 2018.
- Prefeitura Municipal Angra dos Reis. (2021). *Edital da tomada de preços nº 032/2021*. Rio de Janeiro: Angra dos Reis, 2021.
- Prefeitura Municipal Balneário Piçarras. (2023). *Edital da tomada de preços nº 002/2023*. SANTA CATARINA: Balneário Piçarras, 2023.
- Prefeitura Municipal de Fortaleza. (2019). *Prefeitura de Fortaleza lança edital de PMI para o espigão da João Cordeiro*. Disponível em: <https://fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-lanca-edital-de-mpi-para-o-espigao-da-joao-cordeiro>. Acesso em: 09 de Mar. 2023.
- Prefeitura Municipal do Paulista. (2013). Secretaria de Administração. *Edital da concorrência nº 001/2013*. Pernambuco: Superintendência de Licitações, 2013.
- Press, F. et al. *Para Entender a Terra*. 4ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- Ramos, L. *Diagnóstico dos processos de erosão costeira em um período de 35 anos (1985 - 2020) em relação à atividade de exploração de petróleo em terra no Rio Grande do Norte*. 2021. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) - Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2021.
- Rosati, J. D. Concepts in Sediment Budgets. *Journal of Coastal Research*. v. 212, n. 1, p. 307-322, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2112/02-475A.1>
- Saathoff, F.; Witte J. Use of geotextile containers for stabilizing the scour embankments at the Eidersperwerk. *Geosynthetics World*, v. 5, n. 2, p. 1-65, 1995. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/238661404\\_Environmental\\_Benefits\\_of\\_Sand\\_Filled\\_Geotextile\\_Structures\\_for\\_Coastal\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/238661404_Environmental_Benefits_of_Sand_Filled_Geotextile_Structures_for_Coastal_Applications). Acesso em: 05 mar. 2023.
- Sila, I. G.; Moraes, F. S.; Struminski, E. Comparação de técnicas de contenção de ondas. *Ciências exatas e tecnológicas*, v. 4, n.3, p. 25-34, Alagoas, 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5563>. Acesso em: 25 fev. 2023.
- Silva, E. P. et al. Uso do solo e caracterização morfométrica como subsídios para análise das áreas de alagamento e da qualidade da água nas microbacias do Macambira e Cascavel, Goiânia-GO. *Ciência e Natureza*, v. 41, p. e59, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X38425>
- Sousa, H. V. C. M. de; Moura, F. J. M. de; Souza, A. C. D. Proposições de gestão ambiental na zona costeira de Icarai de Amontada (CE), Nordeste, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, [S. l.], v. 43, p. e189549, 2023. DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2023.189549. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/189549>. Acesso em: 26 maio. 2023.
- Souza, M. A. L. Benefícios Ambientais no Controle de Erosão Costeira com o uso do Dissipador de Energia “Bagwall” no Litoral de Alagoas. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 8, n. 2, p. 139-148, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v49i2.6581>
- Teixeira, A. C. de O.; DE Almeida, T. M.; Lavenère-Wanderley, A. A. O. Erosão costeira na praia de São Miguel, Ilhéus-BA. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, MG, v. 12, n. 38, p. 108-122, 2011. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG123816344>
- Vasconcelos, R. G. F. *Estudo do fenômeno da erosão marinha na praia de Icarai no município de Caucaia-Ceará*. 2010. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Segurança Pública e Defesa Civil), Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza (FAMETRO), Fortaleza, 2010.

