

## **ESTRUTURAS DE CONTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA: O USO DE DISSIPADORES DE ENERGIA DO TIPO BAGWALL**

NAGILA VEIGA ADRIÃO MONTEIRO<sup>1\*</sup>, EMANOEL CUNHA ARAUJO<sup>2</sup>; LOHHANA PESSOA LINHARES<sup>3</sup>; RICARDO JOSE RICARDO SILVA<sup>4</sup>; DAVIS PEREIRA DE PAULA<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UVA, Sobral-CE, monteironag@gmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, UVA, Sobral-CE, emanoel.cunha@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UVA, Sobral-CE, lohhana\_pl@hotmail.com

<sup>4</sup>Dr. em Estruturas, Prof. no curso de Engenharia civil, UVA, coordenador do grupo de pesquisa GEM, Sobral-CE, ricardo.carvalho222@gmail.com

<sup>5</sup>Dr. em Ciências do Mar e do Ambiente, Prof. Mestrado em Geografia UVA, coordenador do projeto Resmar, Sobral-CE, davispp@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O litoral Nordeste do Brasil tem sido afetado por diversos agentes erosivos naturais e antrôpicos, levando o ambiente a ser modificada com a inserção de estruturas rígidas de proteção (espigões, enrocamentos, bagwall e aterros hidráulicos), para recuperação ou contenção, porém as estruturas levam à artificialização do litoral. As estruturas artificiais de proteção e contenção, por sua vez, necessitam de estudos prévios para sua implantação, requerendo, assim, um estudo minucioso dos agentes naturais que regem o ambiente. A falta de um estudo prévio detalhado e bem executado pode levar a erros de execução e de dimensionamento, tornando as estruturas ineficientes para o que foram projetadas. A estrutura presente na Praia do Icaraí, em Caucaia, no estado Ceará, é um exemplo de uma obra rígida de concreto empregada para o controle erosivo, que de início mostrou eficiência para o local, resistindo à agitação marítima dominante. Porém com o passar do tempo, observou-se que a obra não estava bem dimensionada para eventos que excedessem a moda dominante de agitação marítima. Em casos de eventos mais energéticos a obra apresentou problemas estruturais, vindo a colapsar mais de três vezes em pouco mais de dois anos de construção. Atualmente, um trecho de 1 km da Praia do Icaraí está tomado por blocos que ruíram da obra, tornando o aspecto paisagístico da praia desagradável e perigoso aos usuários. Deste modo, o objetivo desse estudo é realizar uma análise da estrutura construtiva dessa obra, considerando dimensionamento, materiais, resistência e execução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão costeira, estruturas geossitéticas, bagwall, materiais.

## **ESTRUTURAS DE CONTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA: O USO DE DISSIPADORES DE ENERGIA DO TIPO BAGWALL**

**ABSTRACT:** The Northeast coast of Brazil has been affected by several natural erosive agents and anthropic, taking the environment to be modified with the insertion of rigid protection structures (spikes, rockfill, bagwall and landfills), for recovery or containment, but the structures lead the artificiality of the coast. The artificial structures of protection and containment, in turn, require previous studies for your deployment, requiring a thorough study of the natural agents governing the environment. The lack of previous study detailed and well executed can lead to sizing and execution errors, making it inefficient for the structures that have been designed. The structure present in Icaraí Beach in Caucaia, Ceará, is an example of a rigid piece of concrete used to control erosion, which initially showed efficiency for the place, resisting dominant maritime agitation. But over time, it was observed that the work wasn't well sized for events that exceed the dominant maritime agitation. In cases of more energetic events the work showed structural problems, collapsing more than three times in little more than two years of construction. Currently, a 1 km stretch of beach in Icaraí is full of blocks that have collapsed, making the landscape look unpleasant and dangerous beach users. Thus, the objective of this study is to conduct an analysis of the constructive structure of this work, considering dimensioning, materials, strength and execution.

**KEYWORDS:** Coastal erosion, geotextile structures, bagwall, materials.

## INTRODUÇÃO

Os geossintéticos conforme Bathurst (2010) define, abrangem uma variedade de materiais poliméricos especialmente fabricados para serem utilizados em aplicações geotécnicas, ambientais, hidráulicas e de transporte. É conveniente identificar a função primária do geossintético, onde se destacam as seguintes: separação, filtração, drenagem, reforço, contenção de fluidos/gases, ou controle de processos erosivos. Em alguns casos, o geossintético poderá desempenhar dupla função.

As obras de contenção que possuem formas geotêxtis, são geralmente aplicadas em obras hidráulicas (canais de transposição de rios) e marinhas (portos). Segundo Ehrlich (2010) o geotêxtil tem como função principal a drenagem (conduz água ou outro fluido por sua estrutura) e a separação em obras geotécnicas (impede a mistura ou interação de materiais de diferentes granulometrias). É utilizado também como reforço (melhora as características mecânicas de estruturas, como muros e taludes), controle de erosão, proteção e impermeabilização (quando impregnado com material asfáltico). Além de ser um produto versátil porque, em princípio, podem ser utilizados em substituição aos sistemas convencionais de material granular (areia e brita) ou em associação com esses. Têm a vantagem de dispensar o uso de jazidas de materiais naturais muitas vezes inexistentes na região onde a obra é realizada (Figura 1A).

Figura 1. 1A) Bagwall: saco geotêxtil; 1B) Bawgall na praia do Icarai.



Fonte: 1A) Lawson, 2006; 1B) Projeto Resmar, 2015.

O Bagwall é por tanto, uma estrutura que utiliza sacos de geotêxtil para aprisionar e modelar o concreto com auxílio das formas de madeiras e sacos têxteis. Em geral, são recipientes de pequeno volume que são preenchidos no local da construção da estrutura (Lawson, 2006). Os sacos de geotêxtil são utilizados para recobrimento em locais que apresentam instabilidade e estão passando por processo erosivo. A erosão costeira é um processo natural causados por parâmetros múltiplos e associados (onda, maré, estruturas rígidas, urbanização, mudanças climáticas e outros). Podendo ser potencializado por fatores como: o tipo de solo, a cobertura vegetal e a topografia. A erosão costeira e a falta de planejamento das estruturas de controle podem provocar um aumento da instabilidade local, afetando ou agravando situações de risco (Shin e Rao, 2010).

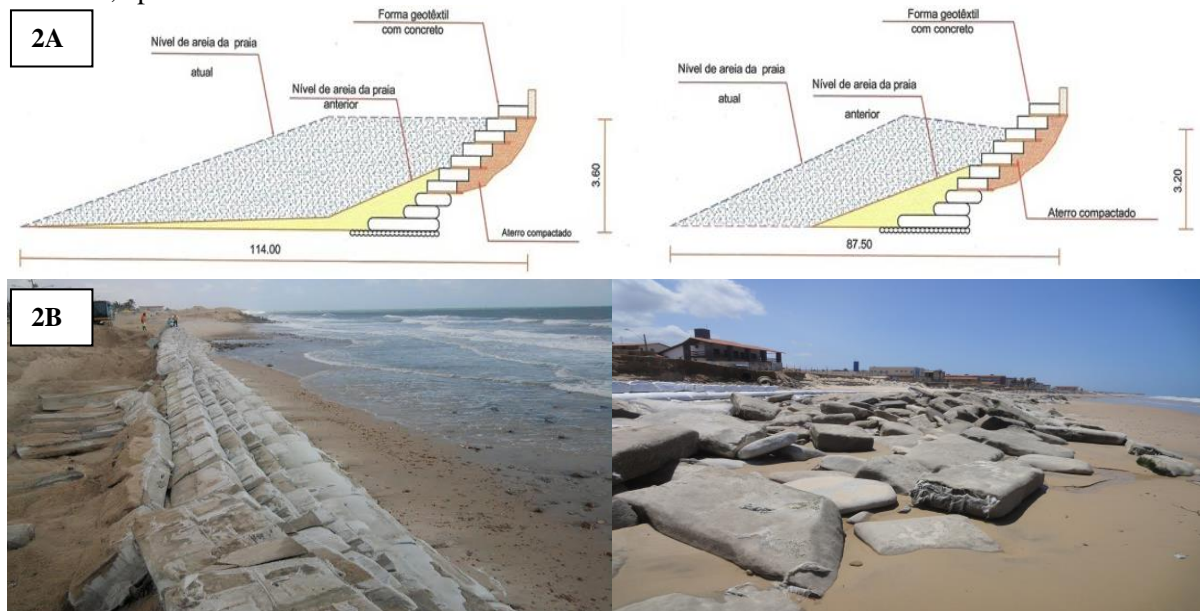
## MATERIAIS E MÉTODOS

No caso da Praia do Icarai (Figura 1B), Paula et al., (2013) conta que: o método se mostrou eficaz nos primeiros meses de construção, vindo a perder eficiência com o passar do tempo e com a ocorrência de eventos de alta energia que rompiam a moda dominante de agitação marítima. O mesmo autor destaca que para compreensão entre os processos hidrodinâmicos/oceanográficos e a resposta morfológica da praia e preciso uma análise integrada dos fatores, a fim de se minimizar possíveis fragilidades nos projetos de engenharia costeira, especialmente, ligados à proteção do litoral, como é o caso do Bagwall do Icarai.

Como afirma Lawson (2006), as estruturas de contenção devem ser usadas para fornecer a estabilidade física a um local com forte processo de erosão, porém precisam ser bem dimensionadas e estruturadas conforme as condições ambientais locais. Souza (2011), completa que a praia é o grande dissipador natural de energia das ondas do mar. Essa é a idéia concebida no projeto do dissipador de energia Barra-Mar, do tipo Bagwall. Logo o objetivo dessa estrutura construída ao longo da linha de costa é dissipar a energia das ondas, sem transferir o processo erosivo para áreas adjacentes e sem interferir na dinâmica de agitação marítima do local.

Souza (2008 e 2011) descreve a estrutura construída no Icaraí, em Caucaia, como: uma estrutura rígida construída paralelamente à costa, separando terra e mar. A sua estrutura assemelha-se a uma escadaria (degraus), forma projetada para dissipar a energia das ondas e evitar que o espraio máximo das ondas atinja a frente urbana marítima e provoque danos físicos e prejuízos econômicos, sociais e patrimoniais. A estrutura construída na Praia do Icaraí é composta por 11 (onze) degraus e utiliza formas geotêxteis preenchidas com concreto (Figura 2A).

Figura 2. 2A) Seções Transversais do *Bagwall* do Icaraí, sem escala em maio de 2013. 2B) *Bagwall* no Icaraí, após um evento de ressaca do mar.



Fonte: 2A) Souza, 2011; 2B) Projeto Resmar, 2015.

Matos no Blog Washington Matos (2012) narra que “em maio de 2012, parte dos blocos de concreto não resistiram à forte ressaca ocorrida no período. Pelo menos 100 metros da parede de contenção de marés, na Praia do Icaraí, em Caucaia, foram destruídos de domingo até ontem. O equipamento, denominado de "Bagwall", não resistiu às fortes ondas registradas nos últimos dias e sucumbiu com os paredões de concreto e com as águas arrastando também coqueirais.” (Figura 2B). O objetivo deste trabalho é investigar as possíveis causas estruturais da falta de resistência da construção geotêxtil.

Para estudo do caso, foi realizado: pesquisa bibliográfica como normas técnicas, monografias, dissertações, teses, livros e revistas técnicas, conteúdo nacionais e internacionais relacionadas ao objeto de estudo. Junto com trabalho de campo: com monitoramento topográfico, morfodinâmico, sedimentar, para aprofundamento da erosão na praia, além de amostras de blocos de concreto do Bagwall para análise estrutural. E ainda entrevistas com a população local e registro fotográfico. O material estudado permitiu o fazer uma avaliação simplificada sobre o modelo da estrutura, com relação aos materiais utilizados para execução, forma e sua resistência de projeto.

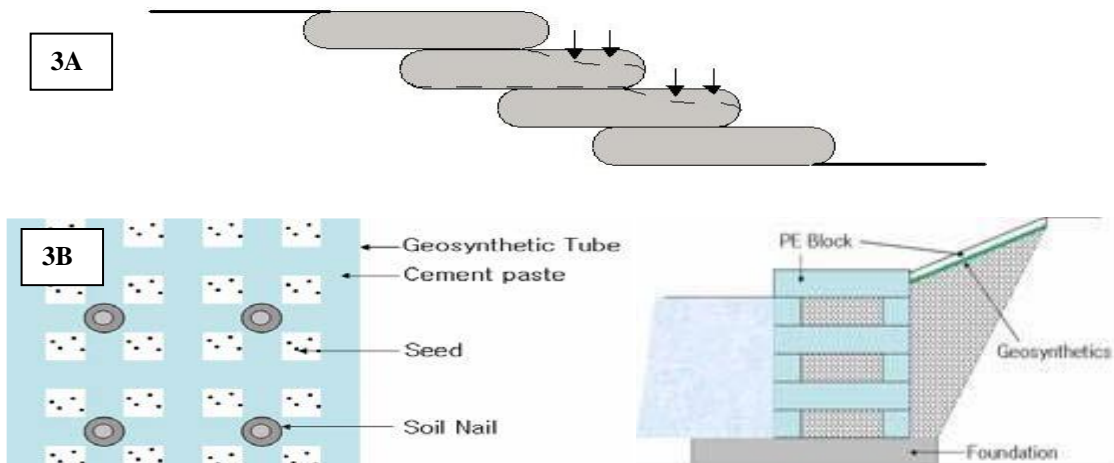
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa realizada pode caracterizar alguns possíveis motivos para o desabamento dos blocos de concreto do Bagwall, entre eles, de acordo com Lawson (2006), a água corrente  $\geq 1,5$  m/s e as ondas podem afetar o desempenho em longo prazo dos sacos de geotêxtil, causando liquefação e movimentação interna do preenchimento areia, especialmente se os sacos de geotêxtil não foram preenchidos corretamente, ou a pele de geotêxtil sofre deformação significativa ou deslizamento (Figura 3A). Como a praia do Icaraí é bastante afetada pela erosão, sazonalmente sofre com as fortes ressacas do mar pode ter havido um dimensionamento que subvalorizou as condicionantes naturais, levando a possíveis erros de projeto, que podem ter refletidos na execução, já que os blocos de concreto estão falhados, fragmentados e, por vezes, esfarelados com o peso da própria estrutura.

No que se refere o desempenho em longo prazo, distinção também deve ser feita de acordo com o tipo de ambiente hidráulica agindo sobre o recipiente de geotêxtil. Por exemplo, a ação da água

tem um efeito diferente no contêiner de geotêxtil do que a ação de ondas dissipando energia sobre a estrutura (Lawson, 2006). A forma que os sacos de geotêxtil são fabricados também pode vir a influenciar na resistência e efetividade da estrutura. Lawson (2006) descreve que em uma variedade de formas em que elas são instaladas em um arranjo padrão, dispo-ndo-as de uma forma que melhore seu desempenho e estabilidade geral.

Figura 3. 3A) Deformação de preenchimento contida do saco geotêxtil; 3B) Preenchimento do talude com blocos de concreto e telas geotêxtil.

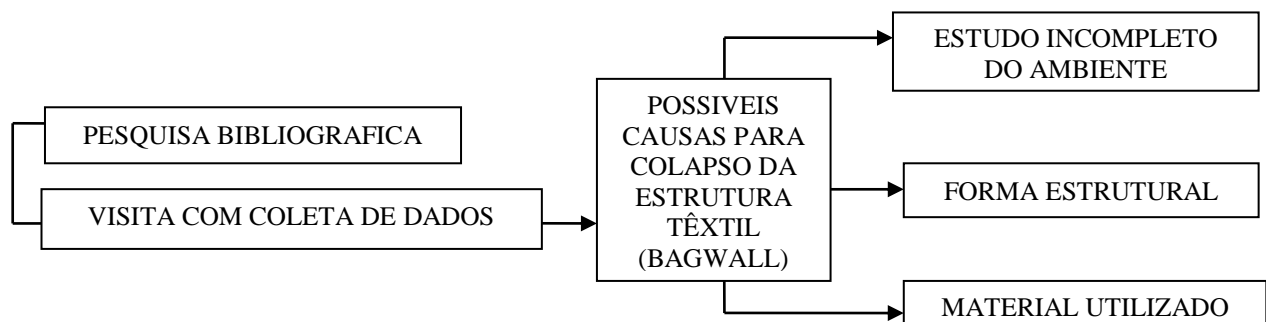


Fonte: 3A) Lawso, 2006; 3B) Shin e Rao, 2010.

Quanto ao material de acordo com a NBR ISO 10318 - Geossintéticos termos e definições (ABNT, 2013), para máxima estabilidade é importante que o preenchimento dos sacos seja com areia de densidade máxima (compactado) nos sacos de geotêxtil para que não sofram deformação e não possibilitando que o solo desfadigue após a colocação. A International Geosynthetics Society (2000) destaca o uso de combinações de blocos de concreto ou poliméricos e geossintéticos (Figura 3B) podem ser empregadas para a proteção de canais, margens de rios e orlas marítimas.

No caso da estrutura empregada no Icaraí, composta somente por sacos em torno de 5 m<sup>3</sup> preenchidos com concreto especial (cimento, areia, brita e aditivos para resistir a erosão), assim formando blocos rígidos em forma de caixa. Onde devido à falta de reforço no projeto e materiais utilizados, juntamente com as fortes ressacas que o local sofre, a construção veio a ruir. Podemos demonstrar os resultados obtidos de maneira simplificada como mostra o diagrama (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de causas para o relaxamento da obra Bagwall na praia do Icaraí.



## CONCLUSÕES

De acordo com o estudo realizado pode se constatar que a estrutura geotêxtil, Bagwall. Veio a desmoronamento por diversos fatores externos, ou seja, de projeto (dimensionamento, materiais, resistência e execução) e fatores naturais presentes no local. Em casos de eventos mais energéticos a obra apresentou problemas estruturais, vindo a colapsar mais de três vezes em pouco mais de dois

anos de construção. Atualmente, um trecho de 1 km da Praia do Icaraí está tomado por blocos que ruíram da obra, tornando o aspecto paisagístico da praia desagradável e perigoso aos usuários. E que as entidades públicas precisam recorrer a medidas paliativas quanto aos resíduos de concreto e a obra que se encontra inapropriada para o uso do público em geral.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – NBR ISO 10318 – Geossintéticos termos e definições. Rio de Janeiro, 2013.
- Coelho, L. Engenharia Flexíveis - Nas contenções, drenagem e reforço de solos, mantas garantem a viabilidade e segurança das obras. Revista Técnica, Ed. 163. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/163/engenharia-flexivel-nas-contencoes-drenagem-e-reforco-de-solos-285825-1.aspx>. Acesso em: 24/06/2016.
- Gazeta de Itapoia. Santa Catarina, 2012. Disponível em: <http://gazetadeitapoa.com/index.php/arquivo/82-arquivos/16174-icarai-recupera-litoral-degradado-da-erosao>. Acesso em: 24/06/2016.
- Lawson, C.R.; Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering. 8ICG 8th International Geosynthetics Conference Proceedings. Millpress Science Publishers. Japan, 2006.
- Matos W.; Blog Washington Matos - Maré destrói 100 metros do 'Bag wall' na Praia do Icaraí Caucaia, 2012. Disponível em: <http://caucaia.ce.blogspot.com.br/2012/05/mare-destroi-100-metros-do-bag-wall-na.html>. Acesso em: 24/06/2016.
- Paula, D. d. P. et al. Uso de estrutura rígida do tipo Bagwall para controle da erosão costeira na praia do Icaraí, Caucaia, Ceará, Brasil. Fortaleza, 2013.
- Shin E.C., Rao G., Preparado Traduzido por Maia C.A.P. K.; Classificação dos Geossintéticos. International Geosynthetics Society (IGS). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos>. Acesso em: 24/06/2016.
- Shin E.C., Rao G., Preparado Traduzido por Maia C.A.P. K.; Função Geotêxtil. International Geosynthetics Society (IGS). Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos>. Acesso em: 24/06/2016.
- Shin E.C., Rao G., Preparado Traduzido por Maia C.A.P. K.; Geossintéticos no Controle de Erosão. International Geosynthetics Society (IGS). Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos>. Acesso em: 24/06/2016.
- Souza, C. R. de G.; A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, n 9(1), p. 17-3. Pernambuco, 2009.
- Souza, M.A.L. Benefícios ambientais no controle de erosão costeira com uso do dissipador de energia Bagwall no litoral de Alagoas, NE Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada, 8(2). Pernambuco, 2008.
- Souza, M.A.L. Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no Litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada, 11(4). Pernambuco, 2008.
- Souza, M.A.L. Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no Litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada, 11(4). Pernambuco, 2011.