

Tipos de blocos de concreto para estrutura hidráulica de proteção às ondas marinhas e análise visual dos Tetrápodes da Barra de Rio Grande

Alessandra V. Migliorini & André T. C. Guimarães

¹*Mestranda do Curso de Engenharia Oceânica – FURG, Rio Grande, RS –
alessandamigliorini@gmail.com*

²*Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS – atcg@vetorial.net*

RESUMO: Devido à insatisfação com as características hidráulicas e estruturais relacionadas aos blocos de concreto cúbicos e paralelepípedicos utilizados na estrutura de quebra-mares, foi lançado no mercado uma variedade de blocos artificiais, tornando-se, assim, um grande sucesso comercial. Este estudo trata dos mais variáveis tipos de blocos de concreto para o uso de contenção às ondas marinhas, em especial do Tetrápode – bloco criado na década de 1950 e utilizado no molhe leste da Barra Cassino (Rio Grande – RS) nos quais, em análise visual pode-se verificar sua deterioração através de quebras e desgastes. Esta pesquisa está tendo continuidade em mestrado com estudo de fibras para a possível adição aos blocos de modo a influenciar na durabilidade dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: blocos, Tetrápode, molhe.

ABSTRACT: Due to dissatisfaction with hydraulic and structural characteristics related to parallelepipedic and cubic blocks used in the break water structure, it was released a variety of artificial blocks, which were a great commercial success. This project is about the most changeable types of concrete blocks to the use of containment of marine waves, dealing mainly with Tetrapodo - a block created in the 1950s and used in the east piers of Barra do Cassino (Rio Grande - RS) in which in visual analysis it was possible to check its deterioration through the breaks and erosion. This research is being continued in a Master's course with fiber studies to a possible addition to blocks in order to influence in their durability.

KEYWORDS: blocks, Tetrapodo, piers.

1. INTRODUÇÃO

O transporte marítimo no Brasil é de grande importância econômica. É através dele que a maioria das operações comerciais internacionais ocorre de fato. Este, por sua vez, necessita, cada vez mais, de portos com capacidade e com características técnicas específicas, como por exemplo: áreas onde a agitação do mar seja reduzida, para que sejam possíveis as operações de acostagem, carga e descarga de navios.

Inicialmente, os portos eram constituídos por zonas naturalmente abrigadas das desarmonias marítimas (por exemplo: baías, estuários e zonas protegidas por cabos, ilhas, restingas, etc.). No entanto, com a inexistência dessas características em locais comercialmente importantes, houve a necessidade de se construir áreas artificiais que

possibilitassem assim o escoamento das mercadorias e, desta forma, evitasse a paralisação do comércio. Devido a esse fato, surgiram estruturas capazes de frear a agitação marítima, permitindo desse modo, a carga e descarga de navios.

Segundo a definição apresentada por Pita [9] “... quebra-mar é qualquer obstáculo à propagação normal de ondas de gravidade geradas pelo vento sobre uma superfície de água”. Esses quebra-mares cuja existência se deve às condições naturais é atribuída à designação de quebra-mares naturais. Se for resultado da ação do homem, chama-se de quebra-mares artificiais. Quando seu paramento interior é parcial ou totalmente utilizado em operações de carga e descarga de navios, ou quando tem funções de guia de correntes, o quebra-mar é também chamado de “molhe”.

2. OBJETIVO

O objetivo específico deste projeto é apresentar a situação atual dos blocos de concreto inseridos na Barra do Cassino, para que possam estudar metodologias que possibilitem uma maior vida útil dos blocos de concreto. Essa avaliação deve determinar maneiras de aumentar a resistência e a durabilidade desses materiais diminuindo assim, custos e serviços com reposições e mão-de-obra.

3. BLOCOS DE CONCRETO

Como as pedras não apresentavam nenhuma maneira de intertravamento entre si, existindo a possibilidade de deslocamentos e rolamentos até mesmo a grandes distâncias, muitas vezes comprometendo a sua estrutura, foram projetados para substituir essas pedras de maior tamanho em quebra-mares e molhes, com inúmeras vantagens, entre as quais: menor custo, agilidade nos serviços de produção e lançamento dos blocos.

Os blocos são utilizados para dissipar e absorver a energia das ondas em molhes de portos de mar. Estes blocos são simplesmente justapostos, encaixados e sobrepostos uns aos outros, formando arranjos mais ou menos regulares e relativamente compactados ao longo de diques portuários e obras costeiras.



Figura 1 - Blocos em sua função de proteção às ondas [8].

As características de projeto de estruturas hidráulicas determinam a seleção da geometria mais adequada. Deve-se levar em conta a proteção contra a ação de ondas marinhas, facilidade de produção dos blocos, montagem da estrutura e eficiência estrutural proporcionada pelo seu formato.

A geometria ideal dos blocos deve conferir à estrutura alta estabilidade, que os blocos sejam facilmente moldáveis. Em caso de rompimento de algum bloco, a estrutura estável não deve apresentar tendência ao rolamento.

Após sua instalação, os blocos podem permanecer estáveis por um longo período. Porém, com o decorrer do tempo, devido ao ataque químico do mar, à abrasão da areia transportada pela água, ou ainda, pelo simples atrito entre os mesmos, tais blocos podem tornar-se instáveis.

Podendo ser decorrentes da violência das ondas, desgaste do material, mal intertravamento dos blocos ou até mesmo desmoronamento do terreno, os blocos podem apresentar fraturas em seu molde.

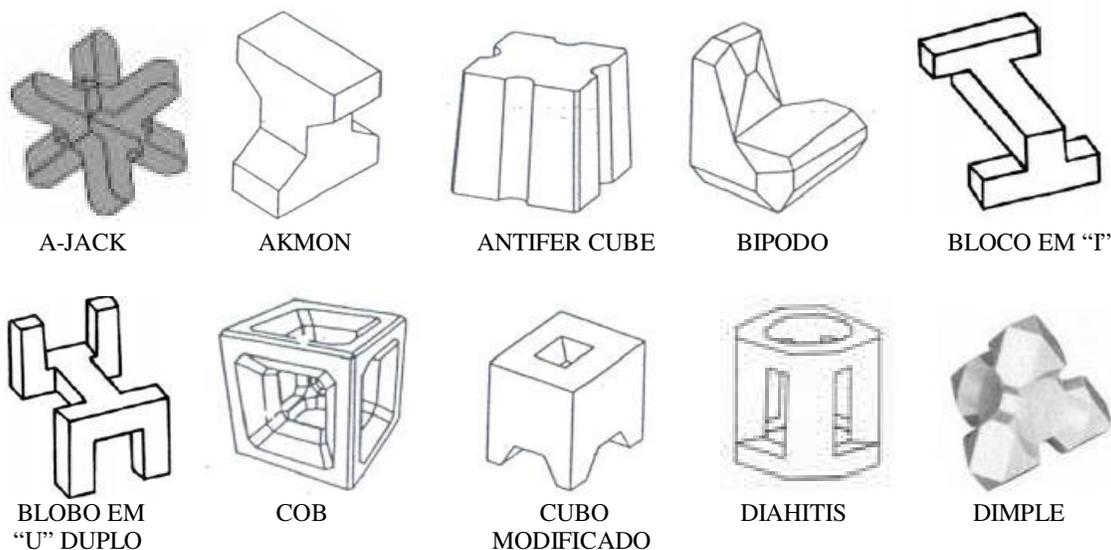
Quando esse fato ocorre estas peças devem ser substituídas e, esse fato não é possível sem que ocorra a remoção de um número maior de unidades vizinhas.

4. TIPOS DE BLOCOS

Os blocos utilizados podem ser de difícil produção ou aplicação e apresentar problemas estruturais internos ou no intertravamento, químicos, como suscetibilidade à corrosão, e econômicos. Essas restrições fizeram com que surgisse uma variedade de modelos geométricos. Cada modelo apresenta uma indicação e um desempenho específico de acordo com a sua finalidade.

Os desenvolvimentos dos tipos de blocos foram realizados na busca de uma maior estabilidade hidráulica, fácil fabricação e instalação além de custo baixo e alta durabilidade da carapaça.

Nas pesquisas de revisão bibliográfica foram encontradas diversas formas de blocos artificiais em concreto, como as apresentadas a seguir:





DIDO



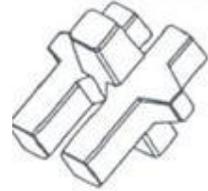
DOLOS



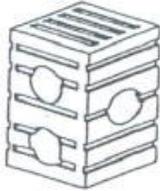
DUGONG



FOUR SIDE
GIMLET BLOCK



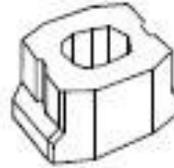
GASSHO



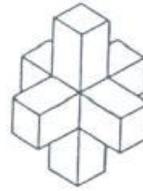
GRABELLAR



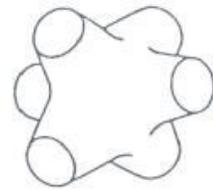
HOLE BLOCK



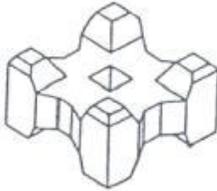
HARO



HEXALEG



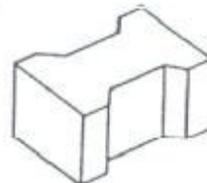
HEXAPODO



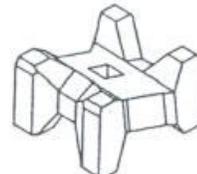
HOLLOW
SQUARE



HOLLOW
TETRAHEDRON



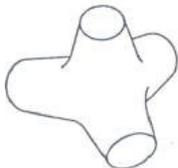
INTERLOCKING
H-BLOCK



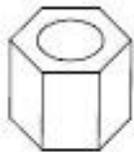
N-SHAPED
BLOCK



PELICAN



QUADRIPODO



SEABEE



SEA LOCK



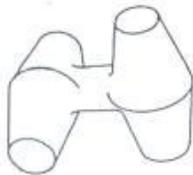
SHAKE BLOCK



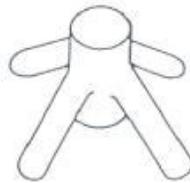
SHED



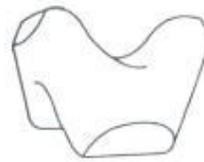
SIX LEG BLOCKS



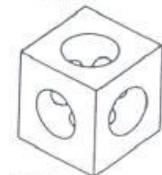
STA-BAR



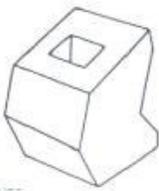
STA-POD



STABIT



STALK CUBE



SVEE



TETRAEDRO
(maciço)



TETRAEDRO
(perfurado)



THREE BASIC



THREE PILLAR

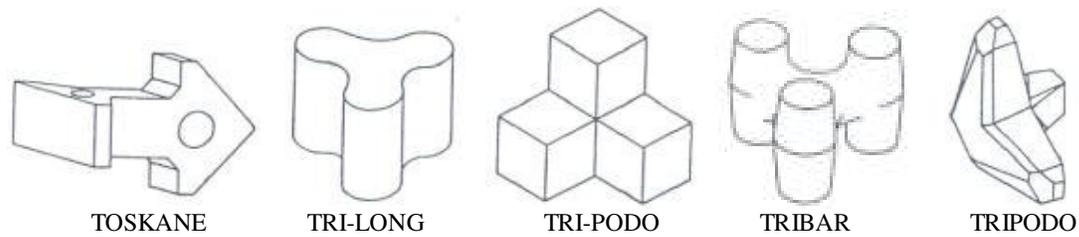


Figura 2 - Variedades em blocos de concreto [9], [16], [14], [5] e [6].

Na bibliografia pesquisada ainda foram encontrados blocos utilizados na região do Japão, cujos nomes não foram obtidas traduções, tais como:

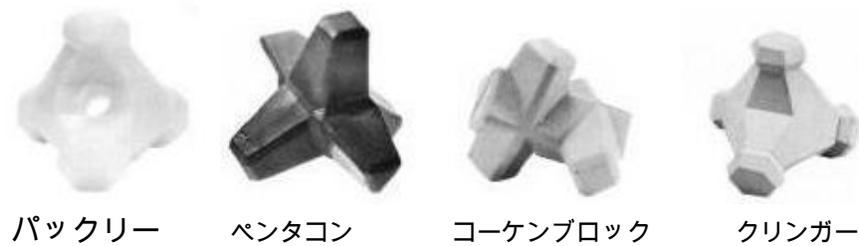


Figura 3 - Blocos de origem japonesa [14].

Entre os blocos lançados recentemente destacam-se:

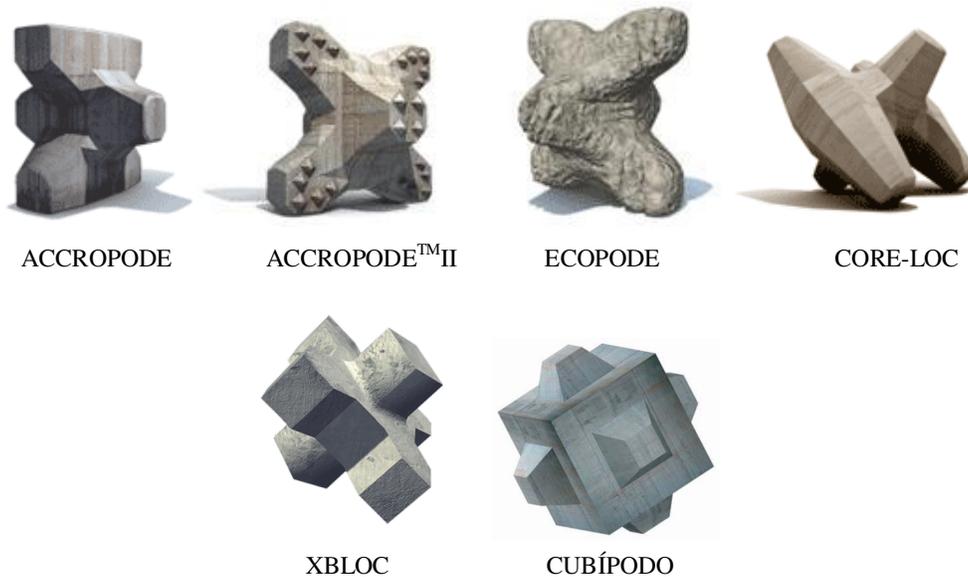


Figura 4 - Blocos recentemente lançados [3], [16] e [1].

5. O TETRÁPODE

Em 1950, a Sociedade de Genobla de Estudos e de Aplicações (SOGREAH), lançou no mercado a primeira unidade projetada para proteção de molhes e diques.

Constituído em concreto maciço, o bloco é disposto de um eixo central, no qual são tangentes quatro cones alongados (patas) e arredondados, distribuídos igualmente a 120° no espaço.

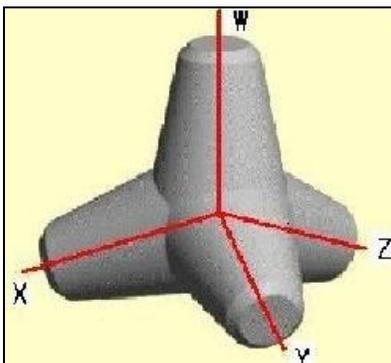


Figura 5 - Geometria do Tetrápode [15].

Estas “patas” facilitam a conexão entre os blocos, tornando a estrutura mais estável. O centro de gravidade do Tetrápode encontra-se na união das quatro “patas”, o que dificulta o balanço e o rolamento da carcaça.

Projetado para ser instalado em camada dupla, a utilização destes blocos diminui consideravelmente a energia das ondas e o nível da água que ultrapassa pelos interstícios. Com isso, a agitação das ondas num porto torna-se inferior comparada ao mar aberto.

O Tetrápode é indicado para zonas onde a agitação marítima é mais enérgica e em locais profundos [12].

6. ESTUDO DE CASO

6.1. Tetrápode dos molhes de Rio Grande

De modo a recuperar o molhe leste da barra do Rio Grande - RS, foram introduzidos 10.200 tetrápodes de 8 toneladas cada pela carapaça externa - na transição para o cabeço e no cabeço do molhe.



Figura 6 - Instalação dos Tetrápodes no molhe leste [11].

Executados pela Companhia Brasileira de Projetos e Obras (CBPO) [10], os Tetrápodes foram fabricados com variação da resistência à compressão aos 28 dias (f_{ck}) de 27,6 MPa à 53,3 MPa. E a relação a/c foi bastante alterada durante a execução, variando de 0,37 a 0,60

[4]. Os mesmos foram confeccionados com cimento Serrana, Portland especial para pré-moldados, com teor de C_3A inferior a 8% conforme ensaios indicados do fabricante [4].

Na sua composição, foi utilizada pedra granítica como agregado graúdo e areia quartzosa como agregado miúdo.

No topo da perna vertical - 50 cm de diâmetro, os Tetrápodes apresentam uma barra de aço de 25,4 mm de diâmetro, dobrada de forma a obter uma alça envolvida de duas pernas por concreto, afastadas de 13 cm uma da outra, formando um gancho na perna superior do Tetrápode [7], com a finalidade de tornar ágil o seu transporte e manuseio.

Para permitir o desfôrme (Figura 7) e transporte das peças para a área de estoque e a cura, o concreto precisou apresentar resistência mínima de 15 MPa em 24 horas após o envase, e resistência à compressão nominal de 26 MPa, aos 28 dias [7].

Além disso, os blocos tiveram que estar dentro das especificações de qualidade e forma geométrica exigidas para o projeto.

A primeira etapa de concretagem cobriu a metade inferior do bloco, formada pelos três troncos de cone. Após era feita à vibração desse concreto em cada um dos troncos (Figura 8). Na seqüência, a fôrma foi preenchida, seguindo-se então uma nova vibração do concreto recém colocado. De cada caminhão foi retirado material para a confecção de três corpos de prova para a realização dos respectivos ensaios e, todo o controle era feito na obra pela FURG.



Figura 7 - Canteiro de fabricação – Desfôrma [10].



Figura 8 - Vibração durante o processo de concretagem [10].

Para a liberação e retirada do Tetrápode da fôrma, após 15 horas da concretagem, rompeu-se o primeiro corpo-de-prova para verificar a sua resistência.

Quando colocadas na área de estoque, as peças passaram por um período de cura úmida (Figura 9).

O Tetrápode somente pode ser retirado do canteiro de obras depois de satisfeitas duas exigências técnicas: atingidos 28 dias, mínimos para a cura e após emissão do laudo confeccionado pelo Laboratório de Materiais de Concreto do DMC/FURG comprovando que a peça atingiu a resistência de 26 Mpa, de acordo com os ensaios de rompimento dos corpos de prova.



Figura 9 - Tetrápodes em processo de cura úmida [11].



Figura 10 - Tetrápode em condições de transporte para os molhes [10].

Os blocos retirados das fôrmas foram levados ao pátio de armazenagem a fim de aguardar a cura. Por recomendação, o piso deste pátio era revestido de areia (Figura 11) para que pudesse ser amoldada à forma dos Tetrápodes, de modo a apoiar a parte inferior, evitando à tração no concreto antes da cura completa.

Para o posicionamento definitivo dos Tetrápodes na carapaça, no controle de alinhamento (Figura 12), talude, cotas e arranjo das pedras, foi utilizado além de controle subaquático com GPS, um acompanhamento por mergulhadores durante a sua execução.

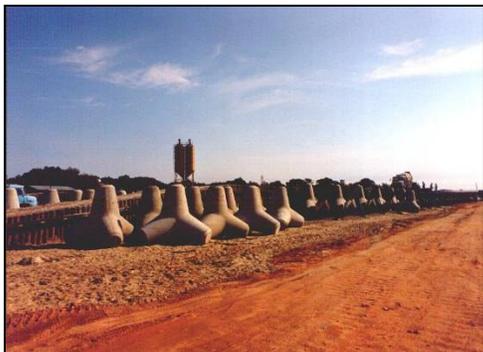


Figura 11 - Situação de estocagem dos Tetrápodes [11].



Figura 12 Processo de alinhamento para colocação de um Tetrápode [10].

A colocação dos blocos foi feita em duas camadas sucessivas. Na camada inferior os blocos foram apoiados em três pernas sobre o talude do enrocamento. Na camada superior, os blocos foram acomodados entre os blocos da camada inferior com uma das pernas para baixo, conforme apresentado na figura à seguir:

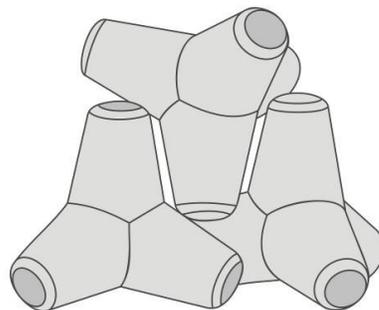


Figura 13 - Posicionamento dos tetrápodes.

Em exame visual aos blocos, realizado após 5 anos de uso destes elementos, foi constatado em muitos Tetrápodes marcas de caminho de bolhas de ar (Figura 14), ocasionadas possivelmente durante a concretagem [7]. As marcas foram localizadas na perna que contém a barra de aço e, possivelmente ocasionadas por estar posicionada verticalmente na fôrma. Embora em grande quantidade essas marcas se assemelham muito com fissuras e, por sua baixa profundidade, não comprometem os elementos.

Próximas à barra de aço foram encontradas fissuras (Figura 15), algumas ocasionadas pela retração, pois não passam pela barra e outras formadas a partir da barra, certamente geradas pela corrosão do aço [7].

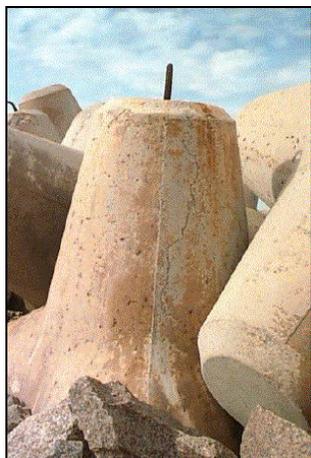


Figura 14 - Tetrápode com caminho de bolhas de ar [7].



Figura 15 - Fissuras junto à barra de aço [7].

6.2. Situação atual dos blocos

Passados quase 10 anos da recuperação do molhe leste e instalação dos Tetrápodes junto à carapaça, foram encontrados em exame visual um grande número de blocos quebrados, gerados possivelmente na acomodação ou no lançamento inadequado dos blocos – esta quebra ainda pode ter sido ocasionada pela locomoção devido à obra de ampliação do molhe e paralisação desta.

A quebra se dá na totalidade das vezes na junção das pernas.

6.2.1. Talude oeste

O lado oeste do molhe leste apresenta-se mais protegido das ondas do que o lado leste, pois está voltado para canal. Isso contraria a situação encontrada, pois os blocos estão mais desalinhados.

Os blocos quebrados encontrados deste lado da mureta, começaram a aparecer aleatoriamente contado 80 metros antes do farol.

No primeiro bloco localizado (Figura 16), a quebra certamente aconteceu na época em que o molhe teve uma desarrumação. Esta obra ocasionou um grande número de blocos deteriorados, inclusive o alto desgaste dos blocos do cabeço do molhe. O deslocamento de uma grande quantidade de Tetrápodes foi feito para que pudesse, assim, ser iniciado o seu prolongamento. O bloco quebrado está localizado na parte interna do talude e acomodado sob ele um outro Tetrápode, exatamente onde se dá fratura. Este fator será desconsiderado neste estudo.

Curiosamente um Tetrápode foi encontrado quebrado na junção das pernas e a parte superior removida. Estava localizada ao lado do bloco (Figura 17). Por estar na parte interna do talude, certamente foi ocasionada também na época da desarrumação. Sua análise também será desconsiderada.



Figura 16 - Tetrápode quebrado no lançamento.



Figura 17 - Tetrápode com a perna superior deslocada.

Os blocos encontrados apresentam o fraturamento sempre na junção das “pernas”, independente do seu posicionamento, de estarem localizados entre pedras ou submersos.



Figura 18 - Fraturamento encontrado na junção das “pernas”.

6.2.2. Talude leste

Ao contrário do esperado, por estar exposto ao mar e as fortes ondas, os blocos estavam em posição bem mais ordenada que do talude oeste.



Figura 19 - Blocos expostos ao mar.

Contados 35 metros antes do farol, começam a aparecer pedras entre os Tetrápodes e uma leve desarrumação entre eles. Até o farol foram encontradas 10 peças quebradas, sendo 3 próximas e no meio de pedras e 7 delas sem pedras pelos seus interstícios.



Figura 20 - Blocos rachados interligados e sem pedras.



Figura 21 - Blocos quebrados, grande presença de pedras e limo.

Quando se têm pedras próximas, a trinca pode ocorrer pela batida constante da pedra no bloco com a ação da onda. No caso da ausência de pedras, e vários blocos perto deteriorados, pôde acontecer pela acomodação destes.

No cabeço são encontrados vários blocos arredondados. Muitos deles não mais com aparência definida de um Tetrápode.

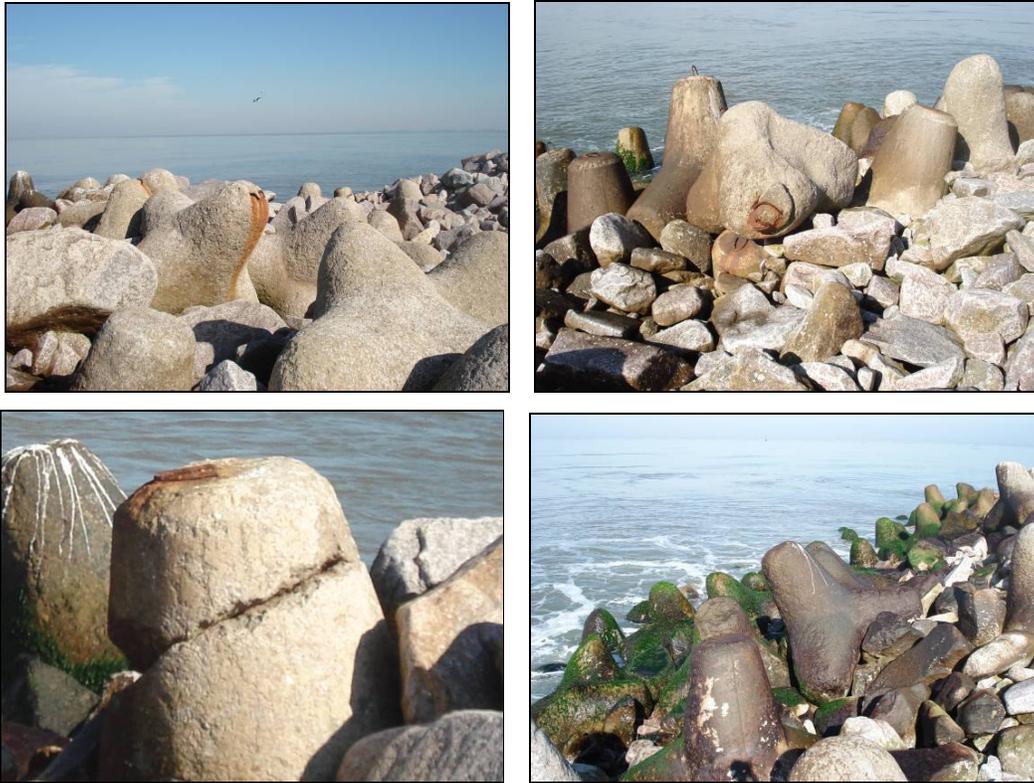


Figura 22 - Blocos arredondados encontrados no cabeço do molhe.

O desgaste natural no qual originou blocos arredondados certamente foi ocasionado pelas pedras soltas que batem e vão desgastando o material e, também pela ação das ondas constantes.

Este fato ocorreu, em tão pouco tempo, pela desarrumação feita na ponta do molhe, para que assim pudesse ser iniciada a sua obra de extensão.

Um único bloco em todo o exame visual apresentou ruptura em um ponto diferente dos demais, conforme mostrado na figura acima. Neste, foi encontrada uma rachadura inclinada na perna vertical, possivelmente gerada pelo choque na batida das pedras.

6.3. Regime de ondas

A altura significativa de uma onda é dada pela média do 1/3 das ondas mais altas da amostra. Portanto altura significativa não significa altura máxima de onda e sim um valor abaixo destas largamente utilizado para representar as ondas mais importantes que devem ser consideradas em um trabalho de engenharia costeira.

A tabela a seguir apresenta um regime de ondas significativas sob condições atmosféricas normais medidas a 15 m de profundidade ao largo da desembocadura da Barra do Rio Grande [2].

Tabela 1 - Estatística básica de ondas significativas [2].

	Altura Significativa (m)	Período Zero-Ascendente (s)	Direção de Pico Espectral (°)	%
N	-	-	-	-
NE	0	0	0	0
E	1,3	4,6	101	18,1
SE	1,4	5,3	136	58
S	1,4	5,3	167	23,1
SW	1,2	3,8	213	0,7
W	0,9	3,2	2,81	0,2
NW	0	0	0	0

6.4. Análise da situação atual

O talude oeste, conforme análise visual encontra-se menos reforçado. As ondas de SW caracterizam-se por uma menor altura significativa e um pequeno percentual de incidência se comparado com o restante do espectro, o que aponta para um provável baixo índice de ataque aos molhes, embora contra si possa ser identificado o fato de os períodos serem muito baixos (Figura 23). As ondas vindas do S também incidem na parte interna do talude e é uma das mais fortes, apresentando um percentual de 23,1%.

O talude leste, por apresentar-se com maior exposição ao oceano aberto tem uma camada maior de Tetrápodes para proteção – um coroamento mais alto, uma carapaça mais pesada, mais compacta e com blocos mais imbricados. Neste lado do talude incidem as ondas de SE, no qual estão em maior porcentagem na estatística das ondas significativas porém, pela carapaça ser mais robusta, pode ser a possível razão da falta de maiores desgastes aos blocos.

A Figura 23 apresenta a distribuição de incidência das ondas conforme a sua direção de propagação a partir das medições realizadas por Strauch [9] e tratadas por Coli [2]. Vale ressaltar que estes dados são sob condições atmosféricas normais.

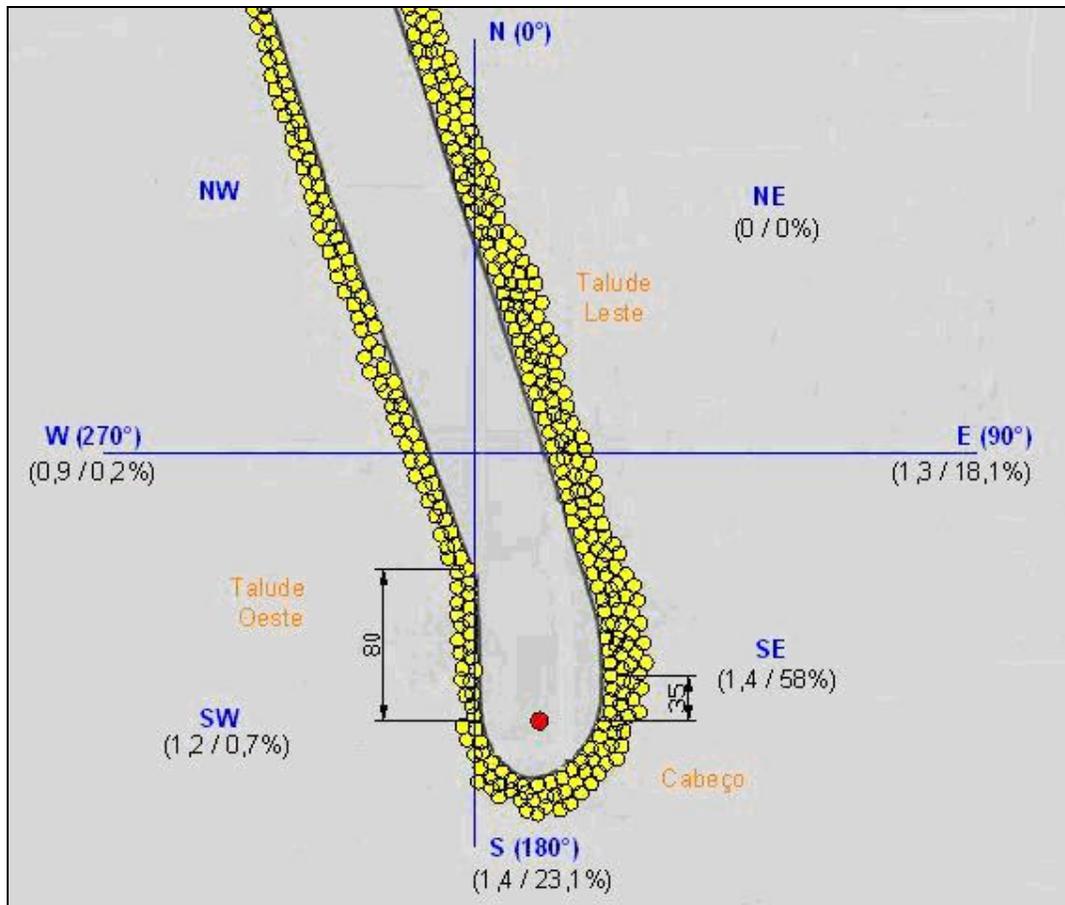


Figura 23 - Distribuição das ondas significativas em relação ao cabeço do molhe leste (altura significativa / %).

Conforme Coli [2] a ondulação mais alta foi registrada em 8/6/98 com altura de 7m e período de 11,8 s seguida em ordem de grandeza pela ondulação registrada no dia 11/12/96 com 6m e período de 8,1 s, com os dois eventos tendo sua direção de propagação a partir de SE.

Isso levanta uma questão importante: seria o tamanho das ondas a principal influência sobre os Tetrápodes? Ou então: a frequência alta (período baixo) em que estas ondas ocorrem seria o maior problema, ocasionando a fadiga nos blocos?

Pelos dados analisados, tem-se que uma grande onda (muito maior que as registradas no trabalho acima citado) que viesse a ocorrer em grandes intervalos de tempo poderia ser a causadora de uma ruptura completa da estrutura do molhe ao passo que as pequenas rachaduras encontradas nos tetrápodes podem ser creditadas a um regime de ondas de menor intensidade, porém de maior frequência capaz de expor os blocos a constantes variações de tração e compressão.

O trecho de 80 m contendo peças quebradas no lado oeste do molhe em questão é comparativamente maior ao trecho de igual posição no lado leste do mesmo molhe (35 m). Este fato pode estar associado à presença de uma maior quantidade de energia proveniente deste quadrante quando da ocorrência de tempestades costeiras, já que normalmente estas ocorrem com maior frequência dos quadrantes S e SW. Observações recentes indicam a ocorrência média de 4 entradas de frentes frias por mês e não raro acompanhadas de tempestades costeiras que varrem o litoral.

Esta obra de alto investimento inicial e uma vida útil prevista para 50 anos, têm apresentado nos 10 primeiros anos de funcionalidade e instalação dos Tetrápodes, blocos quebrados, desgastados e altamente comprometidos, nos trechos descritos anteriormente.

O alto desgaste analisado nos blocos da ponta do molhe deve-se ao desarranjo ocasionado pelas pedras. Com isso, pedras soltas movimentam-se com facilidade pela agitação das ondas, desgastando de maneira significativa os Tetrápodes.

Do ponto de vista da engenharia, medidas devem ser tomadas de modo a influenciar na durabilidades destes blocos.

6.5. Contribuição para a melhoria do desempenho dos tetrápodes

Uma contribuição para a durabilidade dos Tetrápodes seria aumentar o seu peso, tornando-os mais robustos e propícios a menores deslocamentos. Isso acarretaria em um maior consumo de concreto e, conseqüentemente em maiores gastos para sua confecção. O que não seria viável, pois aumentaria também seu custo com transporte e manuseio destes blocos.

Outra solução para a utilização de um concreto mais resistente seria a adição de fibras, a fim de evitar a quebra do material. Esta análise está sendo estudada em mestrado para a seqüência deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. ARGOS, E. C. *Cubípedo: Nuevo elemento para la construcción de diques*. Disponível site: http://www.lpc.upv.es/lpc2/upload/File/Patentes/OT_K_49_5_2_cas%20B01.pdf. Acessado em: 15, julho de 2007.
2. COLI, A. B. *Estudo sobre o clima de ondas em Rio Grande – RS*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica – FURG. Rio Grande, 2000.
3. CONCRETELAYER. Disponível site: <www.concretelayer.com> Acessado em: 23, maio de 2007.
4. DIAS, C. R. R. D., *Relatório técnico dos centros de pesquisas e orientação industrial – FURG*. Rio Grande, 1997 à 1998.
5. DRAFT. *Types and functions of coastal tructures*. 30, abril de 2003. 51 págs.
6. FRANCO, L. *Nuove tecnologie per la difesa dei litorali*. In: AMINTI, P.; PRANZINI, E. (eds.) *La difesa dei litorali in Italia*. Roma, Edizioni delle Autonomie, p. 25-49. (1993).
7. GUIMARÃES, A. T. C.; BANDEIRA, F.; GUIMARÃES, D.; PENNA, L.; *Durabilidade de tetrápode de concreto contaminado com íons cloreto: estudo de caso*. Rio Grande, 2003.
8. GUIMARÃES, A. T. C.; RECENA, F. A. P.; PEREIRA, F. M. Produtos de Cimento Portland. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e engenharia de Materiais*. IBRACON, São Paulo, 2005. Págs 945-982
9. PITA, C. *Dimensionamento Hidráulico do Manto Resistente de Quebra-Mares de Talude*. Memória N° 670. LNEC. Lisboa 1986. pág 1 - 33.
10. RIMA, 1999, Relatório de Impacto ao Meio Ambiente. Disponível site: http://www.dnit.gov.br/menu/meio_ambiente/arquivos/rima_portoriogrande.pdf Acessado em: 29, março de 2007.
11. RIO GRANDE VIRTUAL. Disponível site: <http://www.riograndevirtual.com.br/molhesdabarra/conteudo/objet.html>. Acessado em: 30, março de 2007.
12. SOTRAMER - SCIETÉ D'EXPLORAITATION DE BREVETS POUR TRAVAUX A LA MR. *Le Tetrapode*. Paris, 1960.

13. STRAUCH, J.C.S. 1996. *Estudo do clima ondulatório em Rio Grande*. Anais do XII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnologia em Engenharia, Curitiba, PR. 51 págs. 1996.
14. TETRA'S MATH. Disponível site: <http://homepage3.nifty.com/tetratamami/block/block01.htm>. Acessado dia: 13, julho de 2007.
15. TOUKAKU. Disponível site: <http://members.aol.com/paperworks77/ToukakuToueiMokei/ToukakuToueiMokei.htm>. Acessado em: 14, julho de 2007.
16. XBLOC. Disponível site: www.xbloc.com. Acessado em: 5, maio de 2007.