

O EMPREGO DE UM NOVO CONCEITO DE DOCAGEM

BRUNO ASSIS DE LIMA*
Capitão-Tenente (EN)

SUMÁRIO

Introdução
Airbags
Aplicação em navios militares
Estrutura, características e arranjo dos *airbags*
Rampa de docagem e lançamento
Arranjo de reboque
Limitações e vulnerabilidades
Vantagens e facilidades
Conclusão

INTRODUÇÃO

A necessidade de manutenção dos navios requer a parada da embarcação, de modo a realizar o processo de docagem, que consiste na retirada do meio de um ambiente de fluutuabilidade para um ambiente seco. Desta maneira é possível realizar os serviços preconizados no período de manutenção geral do navio ou de qualquer meio flutuante, principalmente no que tan-

ge à área referente às obras vivas do meio. Atualmente contamos com metodologias e conceitos distintos para docagem e lançamento de navios, como, por exemplo, dique seco, dique flutuante, *shiplift* (sistema de elevador) e carreira longitudinal ou transversal. Embora todos estes exemplos citados sejam de comprovada eficácia, os elevados custos de implementação e manutenção requerem um estudo logístico para sua real viabilidade econômica.

* Gerente de Projetos na Estação Naval de Rio Grande (ENRG).

Em função da necessidade de manutenção e dos custos implícitos no serviço de docagem, alguns estaleiros asiáticos, conforme registros históricos, iniciaram a utilização de roletes infláveis, denominados *airbags*, para realizarem os serviços de docagem e lançamento de suas embarcações no início dos anos 1980. Tal sistema baseia-se em métodos mais rústicos nos quais eram utilizados troncos de árvores para lançamento de embarcações medievais, usados até o período das grandes navegações e substituídos na época da Revolução Industrial por dique seco e carreiras de lançamento com utilização de sistema de trilhos. Este tipo de lançamento apresenta algumas vantagens, entre elas o fato de exigir um nível mais simples de investimento em infraestrutura, basicamente no que tange a custos permanentes.

Os *airbags* fornecem suporte para o casco do navio, e o movimento de rolamento destes lança o navio à água, assim como o retira para a docagem, apresentando-se como a opção mais econômica em comparação com outros conceitos utilizados atualmente, como o lançamento em carreira transversal.

Ao contrário da maior parte dos outros métodos de lançamento, que contam com estruturas fixas, o lançamento ou o recolhimento com utilização de *airbags* apresenta um menor número de limitações, podendo ser utilizado de maneira versátil. Superando a desvantagem de locais que contam com estrutura fixa, o que muitas vezes torna a capacidade de construção ou

reparo limitada em virtude de não haver espaço físico em carreira ou dique, por exemplo, tal impacto afeta especialmente estaleiros de pequeno e médio porte.

AIRBAGS

Os *airbags* marítimos de lançamento e recolhimento de embarcações são roletes infláveis dimensionados para utilização em terrenos com as mais diversas características. São confeccionados de camadas reforçadas de cordão de pneu sintético e camadas de borracha. Este sistema encontra-se disponível no mercado há cerca de 40 anos, expandindo-se cada vez

mais, sendo incorporado por muitos estaleiros, tanto de novas construções como de reparo.

Ao longo dos anos e com o desenvolvimento deste sistema, novas tec-

nologias vêm sendo aplicadas na produção, o que permite maior capacidade de sustentação. Com a utilização deste método em lançamento de embarcações de maior porte, foi lançado com sucesso, por este sistema, em junho de 2012, o navio *He Ming* (IMO¹ 9657105), com DWT de 73.541 toneladas.

APLICAÇÃO EM NAVIOS MILITARES

Atualmente este sistema vem sendo cada vez mais implementado em Marinhas de guerra ao redor do mundo. Diante do “novo” conceito de docagem, que permite

O sistema de *airbags* vem sendo cada vez mais implementado em Marinhas de guerra ao redor do mundo

1 IMO: Assembly Resolution A.1104(29).



Foto 1 – Lançamento de trimarã *KRI Klewang-Class* na Marinha da Indonésia

maior agilidade para manter a rotina de manutenção planejada das embarcações e o baixo custo atrelado ao processo, seu uso vem se expandindo ainda mais entre os meios militares. As Marinhas do sudeste asiático já implementam em seus meios este sistema de docagem. A Marinha da Indonésia lançou, em agosto de 2012, uma nova classe *KRI Klewang* de trimarã com tecnologia *stealth* utilizando *airbags*. Estas embarcações possuem dimensões de comprimento total de 63 metros e deslocamento de 230 toneladas. Em 2011 registrou-se a docagem de um submarino

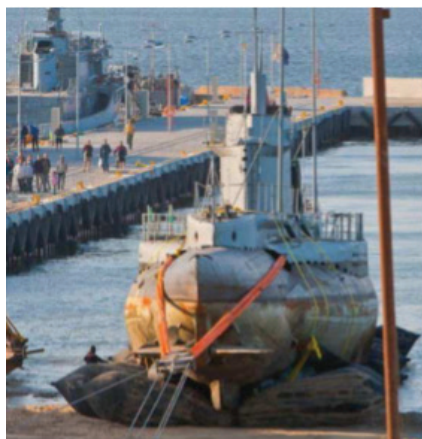


Foto 2 – Docagem de submarino-museu chinês classe *A-33*

museu chinês classe-A, type-33, com 76,6 metros de comprimento e 1.300 toneladas de deslocamento.

Mais recentemente, em fevereiro de 2013, foi lançado, pela Real Marinha da Malásia, o navio de treinamento classe *Gagah Samudera*, com comprimento de 76,5 metros e 1.270

toneladas de deslocamento.

ESTRUTURA, CARACTERÍSTICAS E ARRANJO DOS AIRBAGS

De acordo com a ISO²14409, os roletes infláveis marítimos consistem basicamente em três partes:

1- corpo: corpo cilíndrico principal, que, depois de ser totalmente inflado com ar comprimido, proporciona a sustentação da embarcação;

2- conexões: peças cônicas que se conectam ao corpo cilíndrico; e

3- válvulas: válvulas de metal montadas em ambas as extremidades do *airbag* para inflar, com uma válvula composta por manômetro em uma extremidade e um terminal de metal na outra para transporte.

Os *airbags* apresentam tipos e modelos diversos, os quais variam de acordo com diâmetros distintos que incluem as medidas a partir de 0,8 metro, 1,0 m, 1,2 m, 1,5 m, 1,8 m etc. O comprimento é especificado pelo cliente quando é fabricado.

Modelos

Os *airbags* são normalmente divididos em três ou seis camadas de reforço do

² ISO: International Organization for Standardization.

cordão do cilindro, podendo haver mais camadas, embora normalmente haja menos de dez.

A capacidade de carga pode ser dimensionada de acordo com a necessidade de elevação de carga.

O limite de carga desse equipamento, que é a carga máxima sob a qual ele não sofrerá deformações ou danos permanentes, pode ser encontrado conforme disposto em norma ISO 17682 ou pelo manual do fabricante.

Material

Os *airbags* de lançamento são confeccionados com camadas de corda de pneu sintético, conforme mencionado anteriormente, além de camadas de borrachas internas e externas eventualmente, adicionadas para trabalho em locais com maior dificuldade de acesso. Todos os materiais utilizados são vulcanizados.

Testes

Antes da utilização é requerida a execução de testes de estanqueidade. Estes testes consistem no enchimento do *airbag* sem nenhuma carga, de modo que o mesmo atinja a pressão interna alcançando a pressão nominal de trabalho. Depois de uma hora, a perda de pressão deve ser inferior a 5% da pressão inicial. São realizados testes de estouro, que consistem em encher o rolete inflável com água até que o mesmo estoure. A pressão da água no momento do rompimento não deve ser inferior a três vezes a pressão nominal de trabalho.

O arranjo da utilização dos *airbags* varia de acordo com a forma da embarcação, podendo ser lançado de acordo com a configuração proposta, longitudinal ou transversal.

Definindo a quantidade

Os *airbags* devem atender aos requisitos preconizados conforme a norma ISO 17682.

De acordo com o deslocamento do navio a ser lançado, a quantidade necessária para a operação de lançamento ou docagem deve ser calculada de acordo com a formulação a seguir:

$$N = K_1 \frac{Q_g}{C_b R L_d}$$

Em que:

N – quantidade de *airbags* utilizada no lançamento do navio;

K1 – coeficiente de carga, em geral, $K1 \geq 1,2$;

Q – deslocamento da embarcação [toneladas];

g – aceleração da gravidade [m/s²], $g = 9,8$;

C_b – coeficiente de bloco da embarcação;

R – capacidade de carga permitida [kN/m] (ver Tabela 3 da norma ISO 14409); e

L_d – trecho de contato entre o fundo do navio e o corpo do *airbag* a meio navio (m).

RAMPA DE DOCAGEM E LANÇAMENTO

Para a manobra de docagem e lançamento, se faz necessária a utilização de terreno, com inclinação e comprimento adequados, de modo que o mesmo exerça a função de rampa para lançamento.

Os requisitos devem ser definidos de acordo com as dimensões da embarcação e a condição hidrológica da água que a área proporciona. A capacidade de carga da rampa de lançamento deve ser pelo menos duas vezes maior que a pressão

de trabalho do sistema. Para navios com deslocamento superior a 3 mil toneladas e comprimento maior que 120 metros, a rampa de lançamento deve ser construída com concreto armado, e a diferença de altura entre os bordos deve ser inferior a 20 mm. No caso de navios com deslocamento maior que mil toneladas e menor ou igual a 3 mil toneladas e com comprimento maior que 90 metros e menor ou igual a 120 metros, a rampa de lançamento deve ser construída com concreto de cimento, e a diferença de altura entre os dois bordos, direito e esquerdo, deve ser menor que 50 mm. Para navios com deslocamento não superior a mil toneladas ou comprimento inferior a 90 metros, a rampa de lançamento pode ter um declive de terra e deve ser compactada por rolos. A diferença de altura entre os bordos deve ser inferior a 80 mm.

A rampa de lançamento principal deve permitir que o navio deslize automaticamente quando for lançado, devendo correr por gravidade. A rampa auxiliar deve ser determinada de acordo com o tipo de navio, o nível da água no momento do lançamento, o diâmetro dos *airbags* e os requisitos de segurança.

ARRANJO DE REBOQUE

A manobra de reboque requer alguns sistemas para retirada do navio da água de modo a docar o casco no seco. Um guincho ou sarilho deve ser utilizado para controlar o movimento de retirada do navio, e o sistema de reboque deve compreender um molinete, dotado de cabo

de aço e conjunto de polia, devendo ser fixado de acordo com todos os requisitos de segurança preconizados para a manobra, à proa da embarcação ou acoplados à máquina de suspender da mesma, o que for mais seguro.

De maneira geral, é necessário selecionar no mínimo um sistema de guincho ou sarilho, compressores e gerador para manobra tanto de docagem quanto de lançamento. A velocidade de operação do molinete deve estar compreendida entre 9 m/min e 13 m/min. As cargas de operação para dimensionamento do molinete e cabo de aço devem ser calculadas e inspecionadas cuidadosamente para que não haja risco na operação.

LIMITAÇÕES E VULNERABILIDADES

Este sistema apresenta limitações, como a capacidade de carga e uso em embarcações com certas peculiaridades do casco

Como apresentado ao longo deste trabalho, o campo de atuação para docagem e lançamento de navios trata-se de uma demanda muito vasta, visto que a dinâmica de manobra proporcionada pelos *airbags* permite que

a movimentação seja realizada em uma gama de solos. Entretanto o sistema também apresenta limitações, como a capacidade de carga e embarcações com determinadas peculiaridades do casco, como, por exemplo, meios que guarnecem domo do sonar. Outro fator limitante é a possibilidade de surgimento de furos ou rasgos nos roletes.

As vulnerabilidades apresentadas por este sistema também se adicionam a fatores como condições ambientais para realização da manobra.

VANTAGENS E FACILIDADES

A utilização de *airbags* representa uma inovação no conceito de lançamento e docagem de embarcações, permitindo a ampliação de novos horizontes em relação a construção e reparo.

Comparado aos sistemas tradicionais de lançamento e docagem, oferece a facilidade de se utilizar um terreno com saída para o mar ou para um rio e permite a utilização da área para manutenção e até mesmo construção de uma embarcação, de acordo com as características da saída para a água. Este sistema não necessita de grandes adequações da área, tendo basicamente como premissa a construção de uma rampa longitudinal, atendendo a padrões como inclinação e capacidade, de acordo com o deslocamento do porte da embarcação com que se pretende trabalhar. Além de requerer menor investimento de implementação em comparado aos demais sistemas, o custo de manutenção apresenta-se de forma atraente, haja vista a não necessidade de manutenção de trilhos e carrinhos de encalhe, no caso de carreira longitudinal, e de reparo em bombas

e manutenção de redes, além da porta batel no caso de dique seco.

CONCLUSÃO

A implementação do sistema de lançamento e docagem por *airbags* vem se proliferando ao longo dos anos, conforme a crescente demanda de construção e reparo de embarcações ao redor do planeta. Muitos estaleiros estão migrando para este sistema devido à praticidade e à viabilidade econômica quando comparado aos métodos mais tradicionais. Trata-se de uma manifestação disruptiva, iniciando uma nova tendência da indústria naval, o que vem abrindo portas para a revitalização e criação de novos estaleiros inclusive.

Os próximos desafios vão girar em torno de legislação e regras por parte de sociedades classificadoras, referentes ao uso desse recurso, o que irá requerer a atualização junto a órgãos regulamentadores e vinculados.

Ademais, a docagem por *airbags* já se trata de uma realidade na indústria naval, mundialmente falando, sendo aplicada inclusive em embarcações de grandes frotas comerciais e forças navais ao longo do mundo.

CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<APOIO>; Docagem; Dique; Lançamento; Manutenção de Navios;

REFERÊNCIAS

- PORTAL RASMI TENTERA LAUT DIRAJA MALAYSIAN. Disponível em: <https://online.fliphtml5.com/lraki/ucme/#p=18>.
- SUGENG, Sunarso; RIDWAN, Mohammad; SUHARTO; KHRISTYSON, Samuel Febriary. "Technical and Economic Analysis of Ship Launching with Slipway and Airbag KM". Sabuk Nusantara 72 in PT. Janata Marina Indah Shipyard Semarang. Disponível em: <http://ejournal.undip.ac.id/idex.php/teknik>.

- TUPPER, E. (2013). *Introduction to Naval Architecture*. 7th ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.
- XIAO, Q.; ZHOU, W. & ZHU, R. (2020). “Effects of wave-field nonlinearity on motions of ship advancing in irregular waves using HOS method”. *Ocean Engineering*, 199, 106947. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.106947>.
- YAMAGAMI, T.; IJIMA, I.; IZUTSU, N.; KAWASAKI, T.; MATSUZAKA, Y.; NAMIKI, M.; SAITO, Y.; SEO, M.; TORIUMI, M.; TANAKA, S.; & MATSUSHIMA, K. (2006). “Launching of a 500,000 cubic meter balloon with the semi-dynamic launching method”. *Advances in Space Research*, 37(11), 2033–2037. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asr.2006.01.011>.
- YE, Z. (1994). “Dynamics of ships side launching”. *Computers & Structures*, 53(4), 861–865. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0045-7949\(94\)90374-3](https://doi.org/10.1016/0045-7949(94)90374-3).
- YU, L.; LI, Y.; XIA, L.; DING, J., & YANG, Q. (2015). “Research on mechanics of ship-launching airbags I – Material constitutive relations by numerical and experimental approaches”. *Applied Ocean Research*, 52, 222–233. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apor.2015.06.008>.
- DEK, C.; OVERKAMP, J.-L.; TOETER, A.; HOPPENBROUWER, T.; SLIMMENS, J.; VAN ZIJL, J.; ARESO ROSSI, P.; MACHADO, R.; HEREIJGERS, S.; KILIC, V. & NAEIJE, M. (2020). “A recovery system for the key components of the first stage of a heavy launch vehicle”. *Aerospace Science and Technology*, 100, 105778. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2020.105778>.
- FITRIADHY, A. & MALEK, A. M. A. (2017). “Computational fluid dynamics analysis of a ship’s side launching in restricted waters”. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 11, 2993–3003. Disponível em: <https://doi.org/10.15282/jmes.11.4.2017.3.0269>.
- HE, H.; CHEN, Z.; HE, C.; NI, L. & CHEN, G. (2015). “A hierarchical updating method for finite element model of airbag buffer system under landing impact”. *Chinese Journal of Aeronautics*, 28(6), 1629–1639. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2015.10.010>.
- MANN, B. Q.; MAGGS, J. Q.; KHUMALO, M. C.; KHUMALO, D.; PARAK, O.; WOOD, J. & BACHOO, S. (2015). “The KwaZulu-Natal Boat Launch Site Monitoring System: A novel approach for improved management of small vessels in the coastal zone”. *Ocean & Coastal Management*, 104, 57–64. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.003>.