



Foto: Gagah Samudera Class – Royal Malaysian Navy (RMN)

Elaborado por: BRUNO ASSIS DE LIMA

Engenheiro Naval

## **RESUMO:**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma nova possibilidade por meio de um novo conceito de lançamento e docagem, na qual consiste em utilizar roletes infláveis denominados de AirBags, tal conceito vem se expandindo mundialmente devido a sua dinamicidade, e os custos agregados a implementação deste método. Além da utilização deste sistema na indústria naval tanto para construção como para reparo dos diversos tipos de meios flutuantes.

Por se tratar de um conceito teoricamente simples em comparado com outros métodos de lançamento e docagem, a aplicação deste sistema representa uma opção viável em termos econômicos frente a outras formas utilizadas. O que pode possibilitar a diversas estaleiros e bases navais, que não contam com capacidade ou infraestrutura adequada, desenvolver novas metodologias de manutenção e reparo de suas respectivas frotas permitindo uma análise profunda deste recurso e futuras avaliações deste conceito de docagem

## **ABSTRACT:**

The present work aims to present a new possibility through one of a new concept of docking, which consists of using inflatable rollers called AirBags, this concept has been expanding worldwide due to its dynamics, and the added costs of implementing this method. In addition to exposing the use of this system in the shipbuilding industry, both for construction and for the repair of various types of floating object.

As it is a theoretically simple concept compared to other launching and docking methods, the application of this system represents a viable option in economic terms compared to other forms used. This can enable several shipyards and naval bases, which do not have adequate capacity or infrastructure, to develop new maintenance and repair

methodologies for their respective fleets, allowing for an in-depth analysis of this resource and future evaluations of this docking concept.

## **INTRODUÇÃO:**

A necessidade de manutenção dos navios requer a parada do meio de modo a realizar o processo de docagem, que consiste na retirada do meio de um ambiente de flutuabilidade 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 tange a área referente as obras vivas da embarcação.

Atualmente existem 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. Em função da necessidade de manutenção e aos custos implícitos no serviço de docagem, alguns estaleiros asiáticos, iniciaram a utilização de roletes infláveis denominados de AirBags para realizarem os serviços de docagem e lançamento de suas embarcações no início dos anos 1980. Este sistema baseia-se em métodos mais rústico na qual eram utilizados troncos de árvores para lançamento de embarcações medievais, sendo utilizados até o período das grandes navegações, tais métodos foram substituídos no período da revolução Industrial por dique seco e carreiras de lançamento com utilização de sistema de trilhos para lançamento.

Este tipo de lançamento apresenta algumas vantagens dentre elas o fato de exigir um nível mais simples referente a investimento em infraestrutura, basicamente no que tange a custos permanentes. Os AirBags fornecem suporte para o casco do navio, e o movimento de rolamento dos AirBags leva o lançamento do navio para a água, assim como a retirada da água para a docagem do meio, apresentando-se como a opção mais econômica em comparação com outros conceitos utilizados atualmente, como o lançamento em carreira transversal por exemplo.

Ao contrário da maior parte dos outros métodos de lançamento, que contam com estruturas fixas, o lançamento ou recolhimento com utilização de AirBags apresentam um menor número de limitações, podendo ser utilizado de maneiras versáteis. 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 de lançamento e recolhimento de embarcações marítimas são roletes infláveis dimensionados para utilização em terrenos com as mais diversas características. Estes AirBags são confeccionados de camadas reforçadas de cordão de pneu sintético e camadas de borracha também denominados de AirBags marítimos. Este sistema encontra-se disponível no mercado a cerca de 40 anos, onde vem se expandindo cada vez mais, e sendo incorporados por muitos estaleiros, tanto de novas construções como de reparo.

Ao longo dos anos, e com o desenvolvimento deste sistema, novas tecnologias vêm sendo aplicadas na produção dos AirBags, o que vem permitindo que se tenha maior capacidade de sustentação. Proporcionando a utilização deste método em lançamento de embarcações de maior porte, em junho de 2012 registrou-se o lançamento do navio “He Ming” (Número IMO 9657105), com DWT de 73.541 toneladas, lançado com sucesso por este sistema.

### **APLICAÇÃO EM NAVIOS MILITARES:**

Atualmente este sistema vem sendo cada vez mais implementado em marinhas de guerra ao redor do mundo. Em face ao “novo” conceito de docagem que permite maior agilidade para manter a rotina de manutenção planejada dos meios navais, além do baixo custo atrelado ao processo em comparação aos demais, vem se expandindo ainda entre os meios militares. As marinhas do sudeste asiático já implementam em seus meios este sistema para lançamento e docagem. A marinha da Indonésia lançou em agosto de 2012 uma nova classe KRI Klawang de trimarã utilizando o sistema de AirBags, estas embarcações possuem as seguintes características; comprimento total de 63 metros e deslocamento de 230 toneladas. Em 2011 registrou-se a docagem de um submarino museu Chinês Classe-A Type-33 com 76,6 metros de comprimento e 1.300 toneladas de deslocamento.



Foto: Lançamento de Trimarã KRI Klawang-Class Marinha da Indonésia.

Mais recentemente em fevereiro de 2013 é 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.



Foto: Docagem de Submarino Museu Chinês Class A-33.

**ESTRUTURA DOS AIRBAGS:**

De acordo com a ISO14409 os roletes infláveis AirBags marítimos consistem basicamente em três partes:

- 1- Corpo dos AirBags: O corpo cilíndrico principal do AirBag depois de ser totalmente inflado com ar comprimido proporciona a sustentação da embarcação;
- 2- Conexões dos AirBags: São peças cônicas que se conectam ao corpo cilíndrico do AirBag; e
- 3- Válvulas dos AirBags: São válvulas de metal montadas em ambas as extremidades do AirBag para inflar com ar, com uma válvula composta por manômetro em uma extremidade e um terminal de metal na outra extremidade para transporte do AirBag.

**CARACTERÍSTICAS DOS AIRBAGS:**

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

**MODELOS:**

Os AirBags são normalmente divididos em três ou seis camadas de reforço do cordão do cilindro. Podendo haver mais camadas, embora normalmente haja menos de dez.

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

A capacidade máxima de carga de um AirBag, que é a carga máxima sob a qual ele não sofrerá deformações ou danos permanentes, pode ser encontrada conforme disposto em norma ISO 17682 ou pelo manual do fabricante.

**MATERIAL DOS AIRBAGS:**

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 DOS AIRBAGS:**

Antes da utilização dos AirBags, são requeridos a execução de testes de estanqueidade. O que consiste no enchimento do AirBag sem nenhuma carga de modo que o mesmo atinja a pressão interna alcançando a pressão nominal de trabalho. Depois de 1 hora, a perda de pressão deve ser inferior a 5% da pressão inicial. São realizados testes de estouro, estes testes consistem em encher o AirBag 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.

### ARRANJO DOS AIRBAGS:

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 DE AIRBAGS:

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

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

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

Onde:

N – é a quantidade de AirBags utilizada no lançamento do navio;

K<sub>1</sub> – é um coeficiente de carga, em geral, K<sub>1</sub> ≥ 1,2;

Q – é o deslocamento da embarcação [toneladas]

g – aceleração da gravidade [m/s<sup>2</sup>], g = 9,8;

C<sub>b</sub> – e o coeficiente de bloco da em embarcação;

R – é a capacidade de carga permitida dos AirBags [kN/m], olhar tabela 3 da norma ISO 14409;

L<sub>d</sub> – é o 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 necessário 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 de pelo menos duas vezes maiores que a pressão de trabalho dos AirBags. Para navios com deslocamento superior a 3.000 toneladas e com 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 1.000 toneladas, e menor ou igual a 3.000 toneladas de deslocamento, com comprimento maior que 90 metros, e menor ou igual a 120 metros de comprimento, a rampa de lançamento deve ser construída com concreto de cimento e a diferença de altura entre os dois bordos direito e esquerdo devem ser menores que 50 mm. Para navios com deslocamento não superior a 1.000 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 este for lançado, devendo correr por gravidade. A rampa au-

xiliar 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, 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, devendo ser fixados a proa da embarcação ou acoplados a máquina de suspender da mesma, o que for mais seguro.

De maneira geral são necessários a seleção de 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 a 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:**

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 diversidade de solo. Entretanto o sistema também apresenta limitações, como a capacidade de carga, e embarcações com determinadas peculiaridades do casco, como por exemplo meios que guarnecem dolmo do sonar dentre outros exemplos. Outro fator limitante trata-se da possibilidade de surgimento de furos ou rasgos nos AirBags.

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

### **VANTAGENS E FACILIDADES:**

A utilização do sistema de AirBags representa uma inovação no conceito de lançamento e docagem de embarcações, permitindo ampliar-se novos horizontes no que tange a construção e reparo.

Em comparado aos sistemas tradicionais de lançamento e docagem, a facilidade de se utilizar um terreno com saída para o mar ou para um rio, permite a utilização deste para manutenção e até mesmo a 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 aos 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 encontram-se migrando para este sistema devido a sua praticidade e 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 abertura de novos estaleiros inclusive.

Os próximos desafios vão girar em torno de uma legislação e regras por parte de sociedades classificadoras, referente ao uso dos AirBags, o que irá requerer a atualização junto aos órgãos regulamentadores e demais órgãos vinculados.

Ademais a docagem por AirBags já se trata de uma realidade na indústria Naval mundialmente falando, sendo aplicada inclusive em embarcações de grades frotas comerciais, forças navais ao longo do mundo.

### Notas:

1 – IACS: International Assosiation of Classification Societies.

2 – IMO: Assembly Resolution A.1104(29).

3 – ISO: International Organization for Standardization.

4 – NORMAM: Normas da Autoridade Marítima.

5 – ENRG: Estação Naval do Rio Grande.

### Referências:

PORTAL RASMI TENTERA LAUT DIRAJA MALAYSIAN

<https://online.fliphtml5.com/lrakl/ucme/#p=18>

Sunarso Sugeng, Mohammad Ridwan, Suharto, Samuel Febriary Khristyson.

**Technical and Economic Analysis of Ship Launching with Slipway and Airbag** KM. Sabuk Nusantara 72 in PT. Janata Marina Indah Shipyard Semarang.

<http://ejournal.undip.ac.id/index.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. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.106947>

Yamagami, T., Iijima, 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. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2006.01.011>

Ye, Z. (1994). **Dynamics of ships side launching.** *Computers & Structures*, 53(4), 861–865. [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. <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.** <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.** <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.

<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.**

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.003>