



ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA PARA A MODELAGEM DE GUINCHO DE SISTEMAS OFFSHORE

Eduardo da Silva Paranhos Sobrinho

Eduardo Nobre Lages

Fábio Martins Gonçalves Ferreira

Heleno Pontes Bezerra Neto

eduardosparanhos@gmail.com

enl@lccv.ufal.br

fabio.ferreira@lccv.ufal.br

helenopontes@lccv.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Laboratório de Computação Científica e Visualização

Av. Lourival Melo Mota S/N, 57072-970, Alagoas, Maceió, Brasil

Resumo. *Através da simulação numérica o projetista obtém uma previsão do comportamento mecânico das estruturas mediante as solicitações, que são resultado das ações ambientais como vento, onda e correnteza, além das existentes durante a fase upstream. O sistema de guincho é um dos equipamentos presentes em diversas operações, através do qual se impõem variações nos comprimentos das linhas segundo as demandas operacionais. O programa computacional DYNASIM é um simulador de unidades flutuantes, desenvolvido pela PETROBRAS em parceria com algumas universidades brasileiras, que possibilita a realização de análises estáticas e dinâmicas de estruturas offshore. Associado a esse programa, o framework DOOLINES é o responsável pela modelagem dos elementos estruturais unifilares, a exemplo das linhas de ancoragem e dos risers. Nesse sentido, este trabalho propõe e implementa uma nova estratégia para modelagem de guincho, em que o comprimento da linha pode ser alterado ao longo do tempo, como na versão existente, sendo que nessa nova abordagem a linha do guincho apresenta as mesmas características da linha do modelo, ou seja, sofre influência de ações de onda, correnteza, contato com obstáculos e outros efeitos adicionais. Alguns modelos de testes são apresentados e discutidos visando-se verificar e validar a metodologia proposta.*

Keywords: *Análise dinâmica, Estruturas offshore, Redefinição de malha, Simulação de guincho*

1 INTRODUÇÃO

A exploração *offshore* de petróleo requer diversas etapas em seu projeto, e uma delas é a simulação numérica, a qual auxilia o projetista a compreender o comportamento das estruturas diante das solicitações do ambiente marinho. Nesse contexto, o sistema DYNASIM (*Dynamic Simulator*), fruto de uma parceria entre a PETROBRAS e algumas universidades brasileiras, possibilita a análise do comportamento estático e dinâmico das unidades flutuantes sob ações hidrodinâmicas e aerodinâmicas (Coelho *et al.*, 2001).

Integrado a esse sistema, o DOOLINES (*Dynamic Of Offshore Lines*) (Silveira *et al.*, 2012) opera com elementos estruturais unifilares, sendo capaz de simular linhas de ancoragem e produção (*risers*). Esse módulo de simulação é desenvolvido como um *framework* e utiliza o conceito de orientação a objetos, o que ajuda na manutenção e aprimoramento de suas funcionalidades, as quais estão distribuídas entre várias classes que interagem umas com as outras através de instâncias para a montagem e execução do cenário descrito, por exemplo, no arquivo de entrada (Ferreira, 2005).

Na indústria *offshore*, existem diversos equipamentos operadores, e o guincho é um dos que atuam diretamente nas linhas de ancoragem e de fluxo de fluido, sendo responsável pela variação de comprimento das mesmas. Até então, a modelagem de guinchos presente no DOOLINES é baseada na aplicação de uma variação no comprimento ou no esforço normal ao longo do tempo para realizar as operações de pagamento e recolhimento, não ocorrendo modificação na malha original de discretização, por exemplo, das linhas de ancoragem. Essa estratégia é equivalente a que se encontra disponível no programa comercial Orcaflex® (Orcina, 2015).

A nova estratégia de modelagem de guinchos propõe a alteração da malha original através da adição (pagamento) ou remoção (recolhimento) de nós e elementos. Dessa forma, a linha associada ao guincho passa a ser considerada como um elemento estrutural, sofrendo a mesma dinâmica atuante no restante da linha pelas ações ambientais, tais como: onda, correnteza e contato com possíveis obstáculos, garantindo assim uma maior representatividade nos resultados.

2 METODOLOGIA

De acordo com os parâmetros relacionados às operações de guincho associadas à linha (comprimento de pagamento/recolhimento, instante inicial da operação, taxa de variação do comprimento), o modelo é atualizado em termos de elementos estruturais, em seguida são calculadas as respostas da estrutura às ações ambientais por meio de algoritmos de integração no tempo.

A nova implementação é responsável pelo gerenciamento das operações na malha da linha, aplicando uma taxa de variação no comprimento dos elementos associados, assumindo uma variação positiva no pagamento e negativa no recolhimento.

Quando o pagamento é acionado, inicialmente aplica-se uma prescrição de deslocamento ao nó a ser liberado, devido a problemas de instabilidade numérica causada por elementos muito pequenos. Em seguida, o nó é definitivamente liberado e passa a sofrer a movimentação induzida pela taxa de pagamento fornecida. A Fig. 1 ilustra esse procedimento. De forma

análoga, durante a operação de recolhimento, aplica-se uma prescrição de deslocamento quando o elemento se torna muito pequeno, a fim de evitar problemas de convergência durante a simulação.

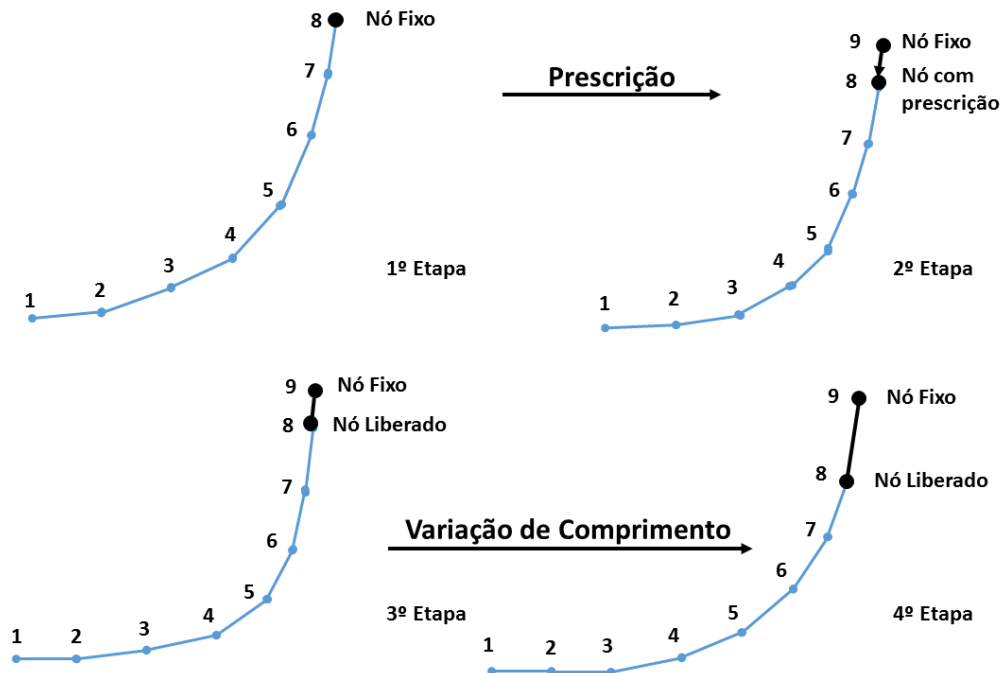


Figura 1. Esquema com etapas da operação de pagamento

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A classe implementada é capaz de gerenciar múltiplas operações de guincho em uma mesma linha, sendo possível representar sua funcionalidade em diversas aplicações. A fim de validar o funcionamento das operações de guincho, desenvolve-se um modelo para representar uma operação de *offloading* submerso, na qual a linha recebe um acréscimo de comprimento para submergi-la, e, após a operação fictícia de alívio, a mesma é recolhida.

O ambiente marinho do modelo apresenta uma lâmina de água (LDA) de 90 m e sofre ação de um perfil de corrente, descrito na Fig. 2. A linha simulada possui 130 m de comprimento, sendo composta por elementos unifilares com 10 m de comprimento. Durante ambas as operações, de pagamento e de recolhimento, a variação imposta ao tamanho da linha é de 30 m. As propriedades do material do mangote utilizado nesta operação estão descritas na Tabela 1.

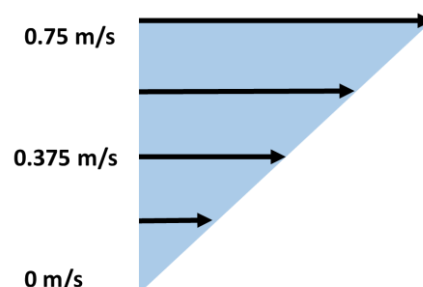


Figura 2. Esquema do perfil de corrente do modelo

Tabela 1. Propriedades do mangote

Parâmetro	Valor
Diâmetro externo	1,050 m
Diâmetro interno	0,475 m
Rigidez axial (EA)	22250 kN
Rigidez flexional (EI)	130 kN·m ²

A simulação do modelo apresentado, para uma análise dinâmica, possui uma duração de 220 s, onde a operação de pagamento se inicia aos 30 s e a operação de recolhimento ocorre apenas aos 150 s. Em ambas as operações deste exemplo, adota-se uma taxa de variação de comprimento de 30 m/min, gerando-se configurações mostradas na Fig. 3, em vista lateral.

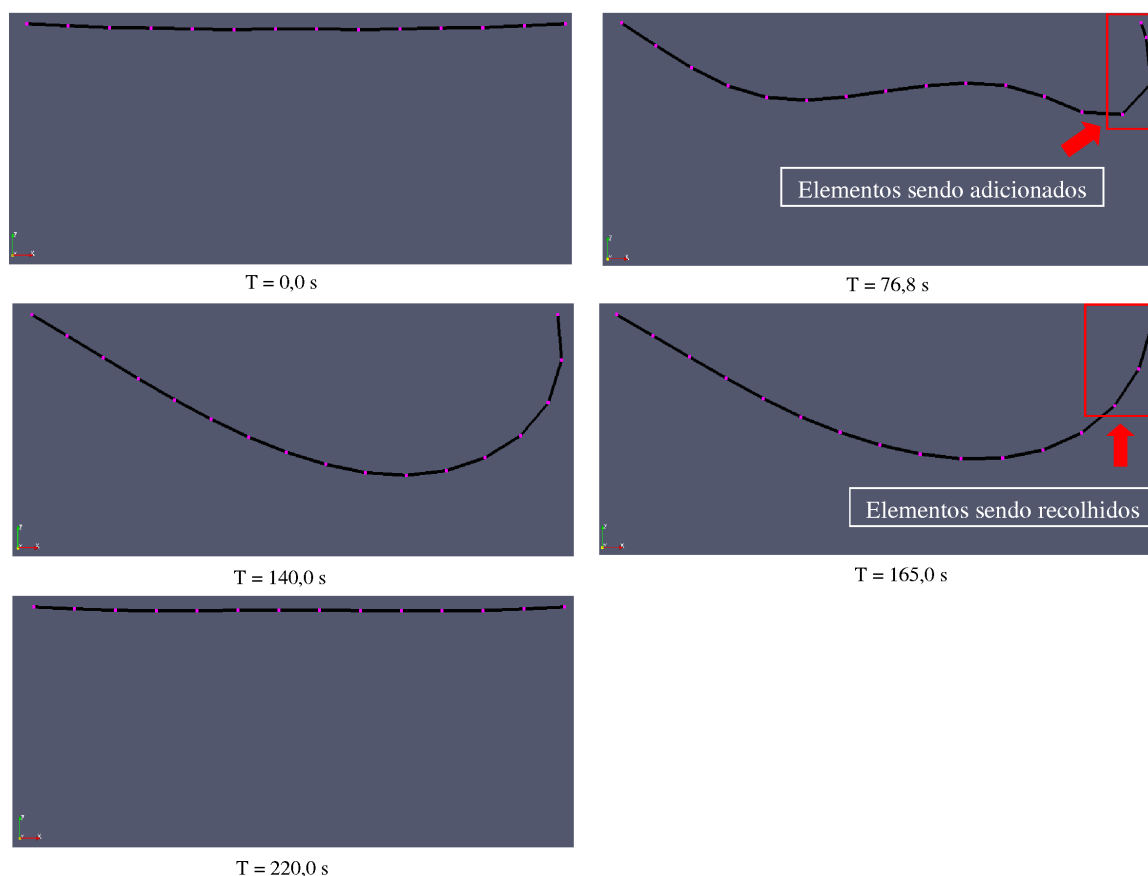


Figure 3. Sequência de imagens, em vista lateral, do processo de pagamento e recolhimento em uma operação de alívio submerso

Observando-se as etapas das operações de guincho, para o momento inicial ($t = 0,0$ s), a linha está praticamente alinhada horizontalmente no nível do mar. A partir de 30,0 s o pagamento é iniciado, e no instante 76,8 s fica visível os 3 elementos adicionados, à medida que a linha está sendo submergida lentamente devido ao empuxo e à ação da corrente. No instante $t = 140,0$ s, a linha se encontra estabilizada e pronta para a operação de *offloading* submerso. Ao término do processo de transferência, a linha começa a ser recolhida, no

instante $t = 150,0$ s, sendo essa operação mostrada a partir do tempo de $165,0$ s, até que a malha retorne à configuração inicial ($t = 220,0$ s).

4 CONCLUSÕES

O caso fictício estudado tem como único objetivo validar a metodologia proposta. Com ela a modelagem de guincho passa a considerar os elementos associados ao mesmo como componentes estruturais da malha do modelo e, assim, deixam de ser tratados como ação externa nas demais linhas do modelo. Com este trabalho, os elementos do guincho passam a sofrer influência do meio externo através das ações ambientais da mesma forma que a linha, não havendo distinção entre os elementos do guincho e os elementos da linha. Os resultados encontrados foram satisfatórios, atendendo a todos os requisitos estabelecidos. Em futuros trabalhos, pretende-se realizar estudos em cenários reais para avaliar a robustez da implementação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão das bolsas de iniciação científica ao primeiro autor e de produtividade em pesquisa para o segundo autor, assim como à Petrobras, pelo apoio financeiro ao projeto de P&D que resultou no trabalho em pauta.

REFERÊNCIAS

- Coelho, L. C., Nishimoto, K., & Masetti, I. Q., 2001. Dynamic simulation of anchoring systems using computer graphics. *OMAE Conference*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ferreira, F. M. G., 2005. *Desenvolvimento e aplicações de um framework orientado a objetos para análise dinâmica de linhas de ancoragem e de risers*. (Dissertação de Mestrado), p. 35-89. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Maceió/AL.
- Orcina, 2015. *Orcaflex Manual – Version 9.8a*, Daltongate, Cumbria, UK. URL: www.orcina.com/SoftwareProducts/OrcaFlex/Documentation/index.php
- Silveira, E. S. S., Lages, E. N., & Ferreira, F. M. G., 2012. DOOLINES: an object-oriented framework for non-linear static and dynamic analyses of offshore lines. *Engineering with Computers*, v. 28, n. 2, pp. 149-159. ISSN 0177-0667