

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Um refinamento na modelagem das linhas de guinchos de sistemas *offshore*

AUTORES:

Eduardo da Silva Paranhos Sobrinho¹, Eduardo Nobre Lages¹, Fábio Martins Gonçalves Ferreira¹,
Heleno Pontes Bezerra Neto¹

INSTITUIÇÃO:

eduardosparanhos@gmail.com, ¹Laboratório de Computação Científica e Visualização, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas

UM REFINAMENTO NA MODELAGEM DAS LINHAS DE GUINCHOS DE SISTEMAS *OFFSHORE*

Abstract

The numerical simulation is an important step in the development of projects, being able to give the designer a prediction of the mechanical behavior of structures by the possible requests. In the offshore context, requests are defined from the environmental actions like wind, wave and current, as well as those existing during exploration, drilling and production, involving floating units, as well as the production lines and mooring lines. The winch system is one of the equipment present in various operations, through which are made variations in the lengths of the lines according to the operational demands. The computational program DYNASIM is a simulator of floating units, developed by PETROBRAS in partnership with some Brazilian universities, which allows the realization of static and dynamic analysis of offshore structures under various environmental and loading conditions. Associated with this program, the DOOLINES framework is responsible for the modeling of one-dimensional structural elements, such as mooring lines and risers. This computational simulation module was developed in C++ object-oriented language that facilitates the revision and expansion of the system with new features. In this sense, this work proposes and implements a new strategy for modeling of winch, where your line associated is considered a structural element, whose length can be changed over time, as the strategy previously implemented, but that also interacts with the environment receiving the actions, for example, resulting from wave, current, contact with obstacles and other additional effects. Some models of tests are presented and discussed in order to verify and validate the methodology proposed.

Introdução

Em ambientes *offshore* a exploração de petróleo se torna mais complexa devido aos desafios adicionais impostos pelas condições ambientais. Dentre diversas etapas de um projeto dessa magnitude, a simulação numérica se apresenta como uma das mais importantes, sendo capaz de fornecer ao projetista um comportamento prévio das estruturas diante das solicitações do ambiente marinho. Dentro desse contexto, através do sistema DYNASIM (*Dynamic Simulator*), desenvolvido pela PETROBRAS em conjunto com algumas universidades brasileiras, é possível analisar dinâmica e estaticamente o comportamento de unidades flutuantes sob ações hidrodinâmica e aerodinâmica, segundo COELHO *et al* (2001).

Interligado a esse sistema, o DOOLINES (*Dynamic Of Offshore LINES*) (SILVEIRA *et al.*, 2012) atua como um simulador de linhas de ancoragem e de produção através de elementos estruturais unifilares. Seu desenvolvimento como um *framework* e a utilização de orientação a objetos permitem uma maior facilidade na manutenção e aperfeiçoamento de suas funcionalidades, distribuídas em classes que se interatuam através de instâncias para montagem e execução do modelo (FERREIRA, 2005).

Na indústria *offshore* existem diversos equipamentos que auxiliam nas operações durante as várias etapas da exploração, sendo e o guincho um dos que agem diretamente no gerenciamento do comprimento das linhas de ancoragem e *risers*. A atual implementação de sistemas de guincho no DOOLINES age como a aplicação de uma variação no comprimento ou no esforço normal ao longo do tempo, dessa forma não há alteração da malha original e nem interação do guincho com o meio

externo. Essa estratégia é equivalente ao que está disponível no *software* comercial Orcaflex© (Orcina, 2015)

A estratégia proposta promove a alteração da malha original, através da inserção (pagamento) ou remoção (recolhimento) de nós e elementos. Esse tratamento permite que os nós e elementos associados ao guincho passem a ser considerados como elementos estruturais partícipes da linha simulada, e assim serão capazes de interagir como o ambiente marinho (onda, corrente e contato com possíveis obstáculos) sofrendo a mesma dinâmica que os demais elementos da malha.

Metodologia

A partir dos parâmetros que regem as operações do guincho associado a linha (comprimento de pagamento/recolhimento, instante inicial da operação, taxa de variação do comprimento), a malha é modificada pela adição ou remoção, para pagamento e recolhimento respectivamente, de elementos estruturais, então as respostas dessas estruturas sob as ações ambientais do modelo são calculadas através de algoritmos de integração no tempo.

A nova modelagem, responsável pelo gerenciamento das operações, aplica uma taxa de variação do comprimento dos elementos associados ao guincho, essa taxa atua até que o comprimento desejado seja atingido a partir do instante inicial estabelecido. No pagamento a variação do comprimento é positiva e no recolhimento a variação é negativa.

Durante as operações são atribuídas prescrições de deslocamento no nó a ser liberado, isso ocorre quando o elemento assume um comprimento muito pequeno para evitar problemas de instabilidade. Para o pagamento, a prescrição é feita antes da liberação do nó e da aplicação da taxa de variação do comprimento, conforme é mostrado na Figura 1. No recolhimento a prescrição é aplicada quando o elemento se torna muito pequeno, evitando assim problemas na convergência durante a simulação.

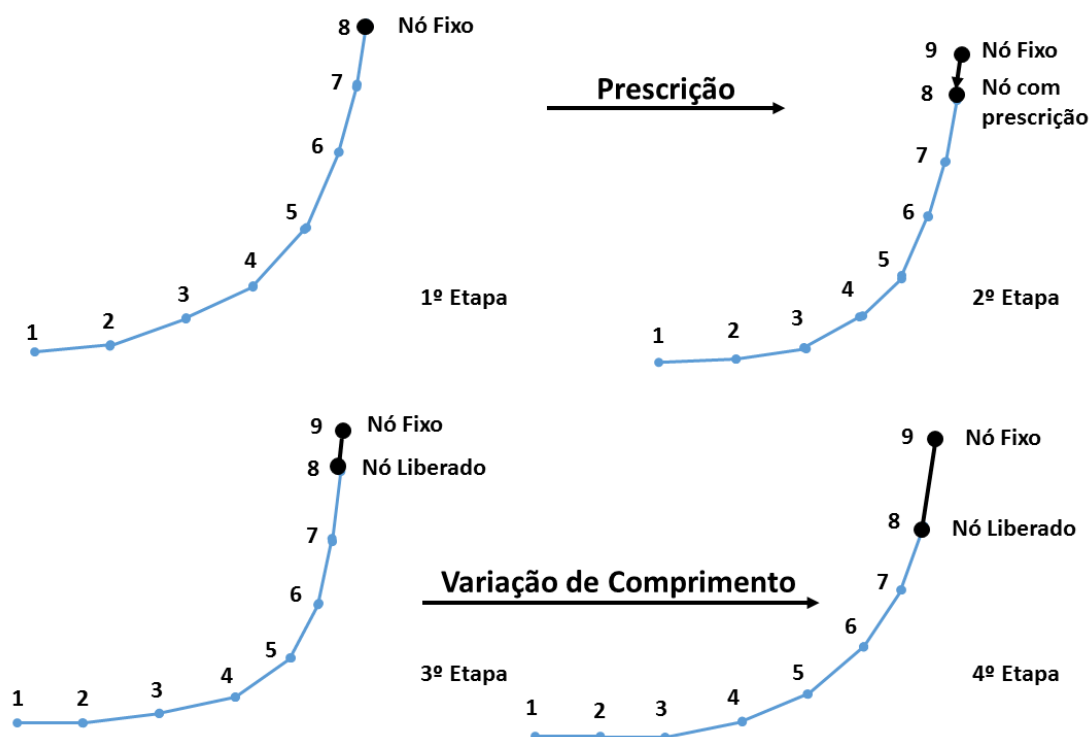


Figura 1 – Esquema das etapas da operação de pagamento

Resultados e Discussão

Para validar a nova modelagem de operações de guincho no DOOLINES são apresentados dois modelos com operações *offshore* fictícias. O primeiro cenário representa uma linha com comprimento de 100 m, composta por elementos unifilares de 10 m, a lâmina de água (LDA) do modelo é de 60 m com a presença de correnteza, descrita na Figura 2. Neste caso, a malha recebe um acréscimo de 20 m numa operação de pagamento com uma taxa de 20 m/min, e depois decresce 20 m (recolhimento) numa taxa de 30 m/min, conforme mostra a Figura 3, em vista lateral.

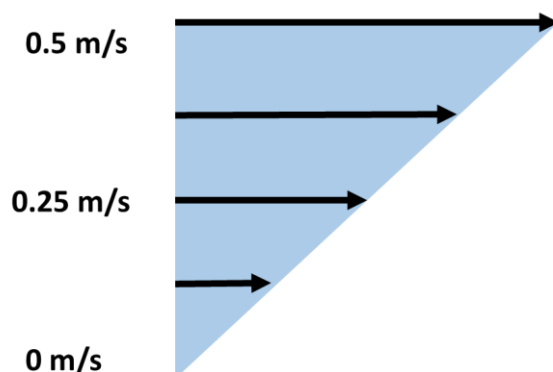


Figura 2 – Esquema de corrente do primeiro cenário

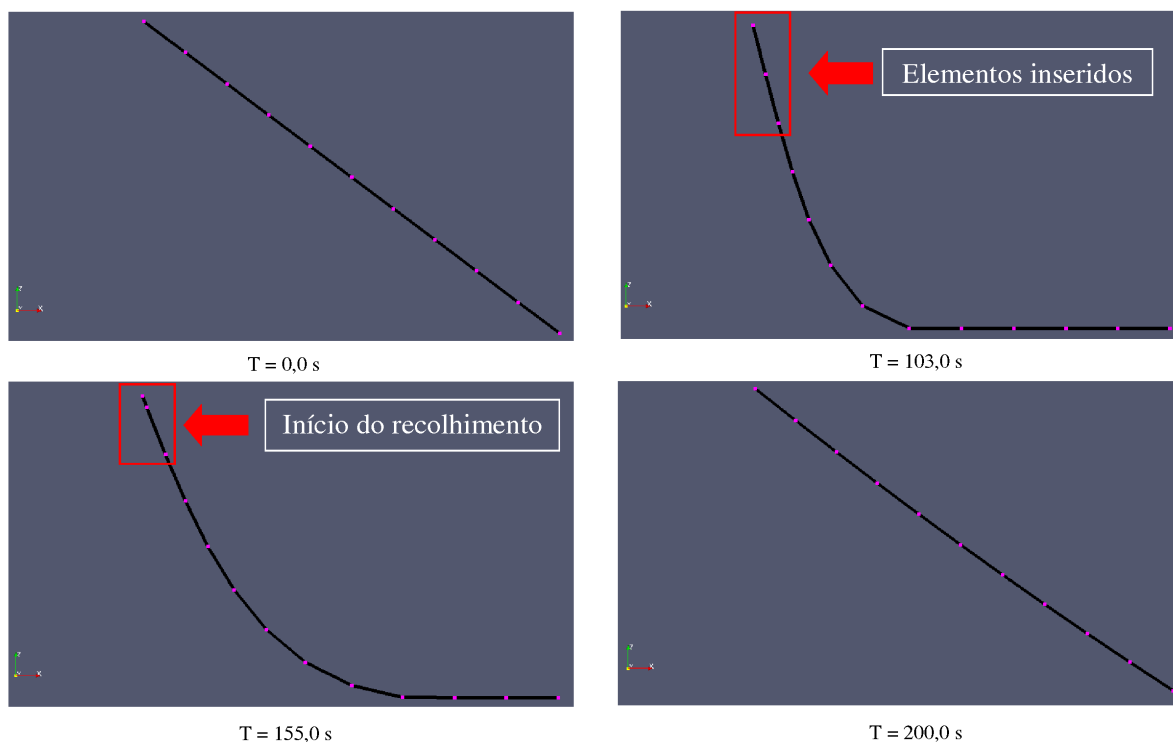


Figura 3 – Sequência de imagens, em vista lateral, do processo de pagamento e recolhimento

Através da sequência de imagens das operações de pagamento e recolhimento, nota-se que no instante inicial ($t = 0,0$ s) a linha encontra-se tensionada assumindo uma configuração *taut-leg*, em $t = 103,0$ s o pagamento já foi realizado e pode-se observar os elementos adicionados, e assim a linha assume a configuração catenária. No instante $t = 155,0$ s está ocorrendo o início recolhimento, e ao fim desta operação ($t = 200,0$ s) a malha retorna à configuração inicial.

O segundo cenário demonstra um processo de *offloading* submerso numa LDA de 90 m com ação de corrente, como mostra a Figura 4. O mangote utilizado para transferência possui 130 m de comprimento (elementos unifilares de 10 m) e sofre variação de 30 m através dos processos de pagamento e recolhimento, com o guincho operando a 30 m/min em ambos os casos. Os resultados do procedimento de alívio submerso são descritos pela sequência de imagens exibidas na Figura 5, em vista lateral.

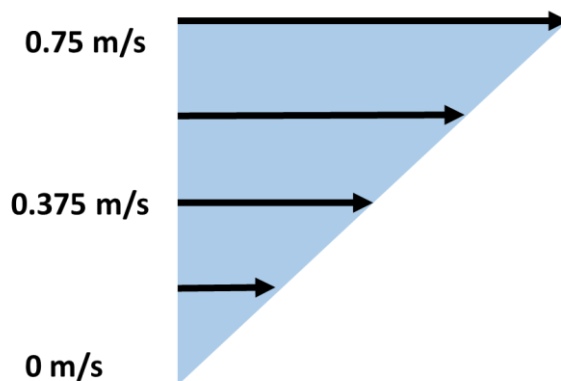


Figura 4 – Esquema de corrente do segundo cenário

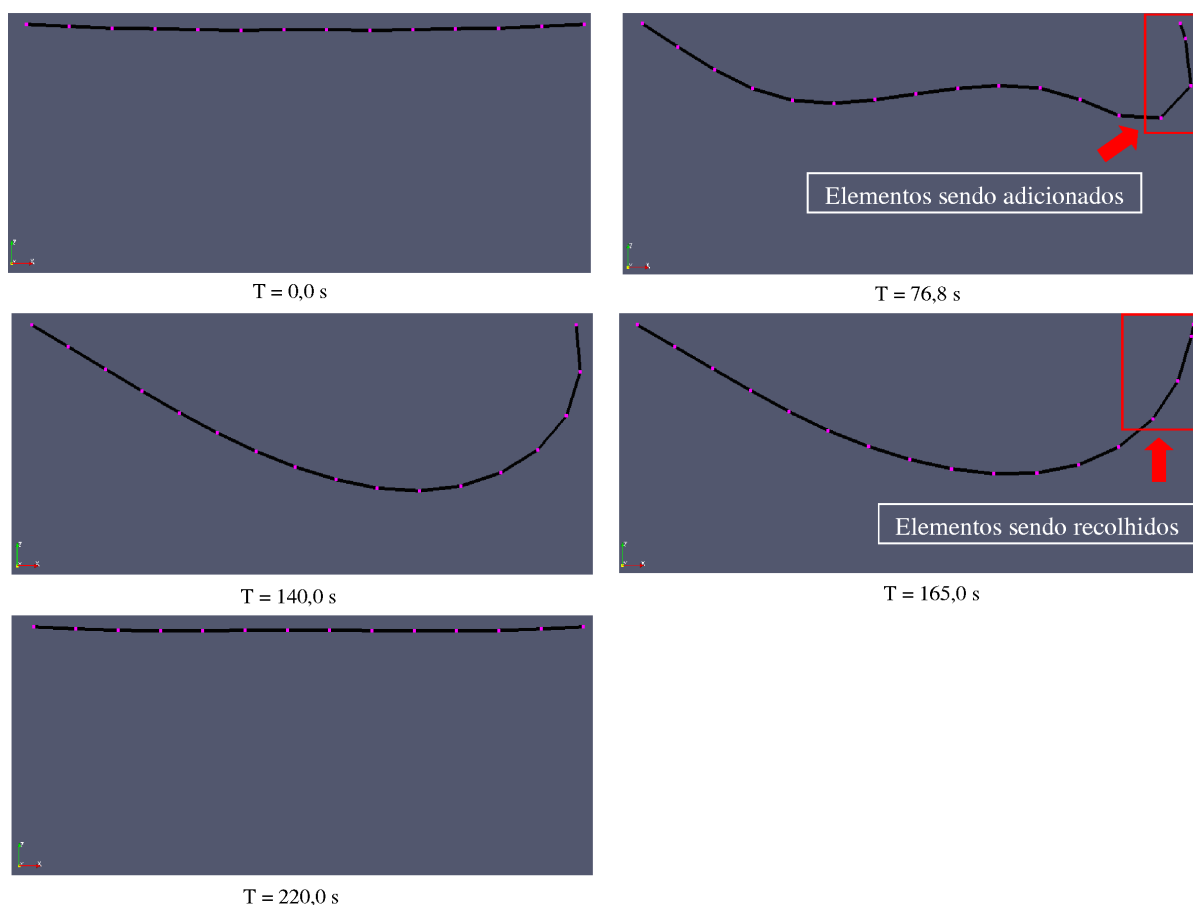


Figura 5 - Sequência de imagens, em vista lateral, das operações de pagamento e recolhimento num procedimento de alívio submerso

No instante inicial ($t = 0,0$ s), a linha encontra-se praticamente alinhada horizontalmente ao nível do mar. Para o instante 76,8 s é possível visualizar a linha adicionada, à medida que a linha é submersa lentamente devido ao empuxo e à ação da corrente. Em $t = 140,0$ s, a linha se encontra relaxada e preparada para a operação de *offloading* submerso. Ao término do processo de transferência de fluido,

a linha passa a ser recolhida, no instante $t = 150,0$ s, sendo essa operação exibida a partir do tempo de 165,0 s, até que a malha assuma novamente a configuração inicial ($t = 220,0$ s).

Conclusões

Este trabalho apresentou uma nova estratégia para a modelagem das linhas de guinchos de sistemas *offshore*. A nova modelagem passou a considerar os elementos associados ao guincho como componentes da malha, e assim o guincho deixou de atuar como um fator externo sobre as demais linhas de ancoragem e de produção. Dessa forma, todos os elementos da linha sofrem a mesma dinâmica das ações ambientais, não havendo, assim, distinção entre os elementos da linha e os elementos do guincho.

Os modelos fictícios apresentados e discutidos visaram a validação da metodologia proposta para operações de guincho no *framework* DOOLINES. Os resultados das simulações se mostraram satisfatórios, atendendo às expectativas. Em trabalhos futuros, é importante adotar modelos que representem cenários reais para analisar o desempenho da nova modelagem de guincho.

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 Bibliográficas

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.