



UMA NOVA PROPOSTA PARA INSTALAÇÃO TIPO FLOATOVER EM PLATAFORMAS FIXAS

Pedro Martins Gonçalves da Silva

Nelson Szilard Galgoul

pmartins.eng@gmail.com

nsg@nsg.eng.br

Universidade Federal Fluminense

Rua Miguel de Frias, 9 - Icaraí, Niterói - RJ, 24220-900

Abstract. *A etapa de instalação de um equipamento pesado sempre foi uma das fases críticas de um projeto de estruturas offshore. Atualmente existem basicamente dois tipos de instalações para convéses de plataformas fixas: são eles o içamento tradicional e o método floatover. O método floatover, objeto desta pesquisa, consiste em projetar a jaqueta de modo que o convés possa entrar flutuando, em barça, entre as pernas da jaqueta, sobre as quais é então abaixado. É sem dúvida o mais econômico, mas não pode ser usado indiscriminadamente por ter restrições severas quanto às condições ambientais. Estas restrições impedem com frequência que seja usado, causando um grande impacto no custo do projeto, tendo em vista o elevado preço das diárias de grandes guindastes de içamento. Este estudo tem como objetivo apresentar uma solução alternativa que permita o procedimento de instalação floatover em condições ambientais outrora impraticáveis ampliando, assim, as áreas de atuação desta operação. Em consequência o método floatover poderá viabilizar muitos projetos e se tornar mais popular no mercado offshore brasileiro, onde condições ambientais específicas o tem impedido. A proposta é exemplificada à luz de uma plataforma fixa que, devido às condições ambientais foi instalada pelo método tradicional de içamento (lift barge).*

Keywords: *Método, Floatover, Instalação, Topside, Içamento, Lift, Barça, Jaqueta e Transporte.*

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista o aumento das atividades de perfuração, resultando na proliferação de instalações de produção offshore, a indústria petrolífera deve utilizar maneiras mais eficientes e seguras de instalar seus equipamentos. Nos últimos anos as empresas de projetos offshore têm desenvolvido diversas formas para superar os desafios de transportar e içar cargas de grande porte.

A etapa de instalação de um equipamento pesado sempre foi uma das fases mais críticas de um projeto de estruturas offshore devido aos riscos inerentes à própria operação, à disponibilidade de navios guindaste de carga pesada e aos custos da mobilização de tais navios que não raramente chegam na base de 1 milhão de dólares a diária.

Para fazer face aos problemas relatados acima novos métodos vêm sendo estudados para a instalação de “topsides” visando a economia do processo, mas sem prejudicar a segurança. O método tipo floatover, criado há cerca de 30 anos, tem gerado grande interesse por parte das empresas de engenharia devido às vantagens que oferece.



Figura 1. ACG Topsides FloatOver (Topside com 16000t – OTC 19237, 2008)

O método tipo floatover possibilita a instalação de topsides de grande peso sem uso de navios guindastes, ao mesmo tempo em que oferece benefícios em termos de economia, layout e rapidez no processo de instalação. Estas características do método minimizam os custos e nada raramente chegam a viabilizar a operação para campos de baixa produção. Neste método o topside é fixado na barça para o transporte até o local de instalação, findo o que é apoiado por um sistema de macacos hidráulicos que no momento da instalação serão utilizados para sua acomodação sobre as pernas da jaqueta. A figura 2 a seguir detalha o layout e os componentes necessários para realização do método.

Haja vista as vantagens apresentadas pelo método de instalação tipo floatover, seria de se esperar que o seu emprego se tornasse uma prática corrente. De fato isso efetivamente ocorre em regiões de estado de mar brando e onde é difícil o acesso de embarcações de grande capacidade. Infelizmente, contudo, o método possui restrições quanto às condições ambientais. Isto porque os movimentos da barça, causados principalmente pelas ondas, podem atingir valores inadmissíveis para a instalação do topside.

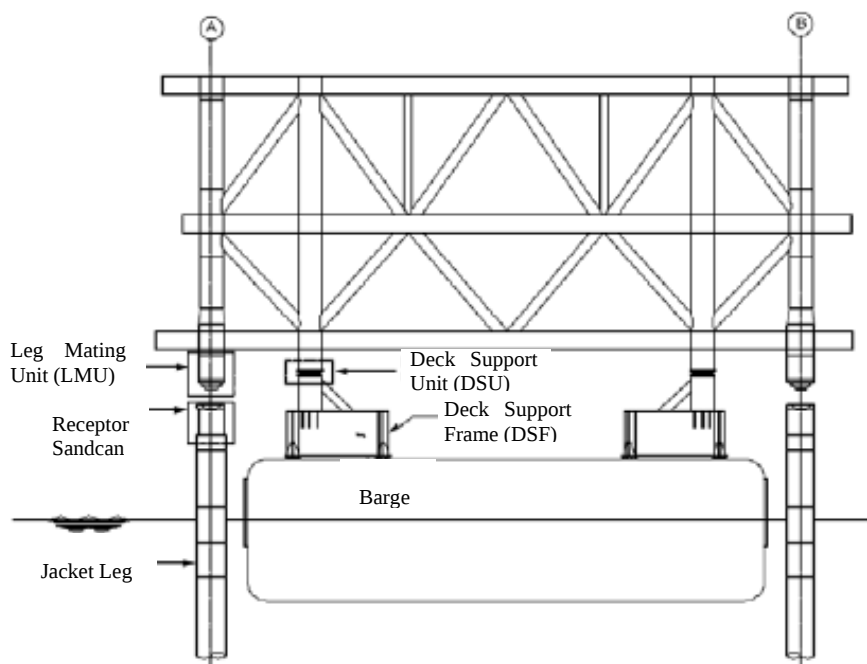


Figura 2. Localização dos componentes da instalação (OTC 19300, 2008)

O objetivo deste trabalho, portanto, é apresentar uma solução de engenharia que possibilite a prática do método de instalação tipo floatover em áreas onde ainda não foi possível seu emprego devido às más condições ambientais. A solução em apreço consiste em uma adequação do método já existente, de forma a garantir a estabilidade do sistema, tanto vertical quanto horizontal, no momento da instalação, em condições de mar adversas ($H_s < 2.0\text{m}$ e $T > 5.0\text{s}$).

Este estudo será feito tomando como exemplo uma plataforma de produção existente, localizada na costa brasileira, onde ao estado de mar irregular contínuo predominante (ondas de sudeste) se tem juntado um estado de mar regular de ondas vindas de leste, cuja superposição tem impedido o uso do método tradicional de work-over e onde ainda não se utilizou do método floatover. As análises, bem como as soluções estão descritas no item 4.0.

2 INSTALAÇÃO “FLOATOVER”

A ideia do “floatover” é muito simples e se encontra expressa no próprio nome do método: a estrutura do convés a ser instalado é transportada por barcaça e adentra a jaqueta que irá suportá-la, para então fazer descer a estrutura sobre os seus apoios definitivos através de controle de lastro ou um sistema de macaqueamento, liberando a seguir a barcaça para a sua remoção. Trata-se de uma opção de excelente custo benefício, através da qual chega a viabilizar algumas instalações marinhas, tamanha a redução de custo associada.

A definição acima foi dada de forma genérica porque o método em questão se aplica a diversos tipos de estruturas diferentes. O que todos estes tem em comum, contudo, são as condições praticamente “estáticas” com que a operação se faz realizar.

Esse fato em si responde à principal pergunta que se poderia fazer aqui, qual seja: porque não se usa sempre os métodos do tipo floatover? É óbvio que nem sempre as condições de instalação são associadas a um ambiente tão benigno que se possa classificá-lo como “águas

abrigadas”, ou seja, condições estáticas. Em termos práticos é necessário reconhecer que a grande maioria das instalações não atende a essa condição.

Não obstante as limitações inerentes ao método floatover, ele alcançou grande aplicabilidade sempre que possível. A primeira instalação por floatover se deu com a plataforma de Maurem, uma plataforma fixa com um topside de 18600t instalada na década de 80, no mar do Norte pela empresa KBR (Kellogg Brown & Root). Após o sucesso do projeto de Maureen, uma série de instalações se utilizou do conceito de floatover, inclusive por outras empresas como TECHNIP, ODL (DOCKWISE), EMAS AMEC, etc.

As figuras 3 e 4 a seguir tipificam uma tradicional instalação floatover para a plataforma fixa, OTC 19073.



Figura 3. Embarcação no momento da instalação fora da Jaqueta (OTC 19073, 2007)



Figura 4. Topside instalado após a retirada da embarcação (OTC 19073, 2007)

3 NOVA PROPOSTA PARA INSTALAÇÃO FLOATOVER

Tendo como objetivo realizar uma operação Floatover em condições de mar adversas ($H_s < 2.0\text{m}$ e $T > 5.0\text{s}$, além de um swell cruzado de 2m), a proposta aqui desenvolvida deve ser uma solução engenhosa viável que mantenha a estabilidade da embarcação e garanta a segurança do procedimento.

O desafio principal desta nova proposta é eliminar os deslocamentos causados pelos movimentos resultantes da ação do meio ambiente. Os deslocamentos em questão estão diretamente ligados às cargas de impacto que a estrutura pode exercer sobre os apoios, pelo que podem determinar o fracasso do procedimento de instalação.

O procedimento aqui apresentado diz respeito à instalação de conveses de plataformas fixas, onde se procura tirar proveito da diferença entre as cargas atuantes na jaqueta durante a instalação e aquelas que serão exercidas sobre a mesma durante a fase de operação.

Outro ponto importante do presente método reside na tentativa de eliminar completamente os movimentos da barça fazendo com que esta se “encalhe”, literalmente, na jaqueta. Isso só é possível graças à diferença entre as cargas de instalação e operação, conforme citado acima.

Sabendo que a jaqueta da plataforma tem nesta fase, grande reserva de carga, a solução estudada consiste em projetar uma viga rígida (ver figura 28) apoiada sobre as pernas da jaqueta e que sirva como uma rampa para a barça no momento da instalação, fazendo com que esta se eleve para fora da água reduzindo progressivamente seus movimentos até que cessem por completo.

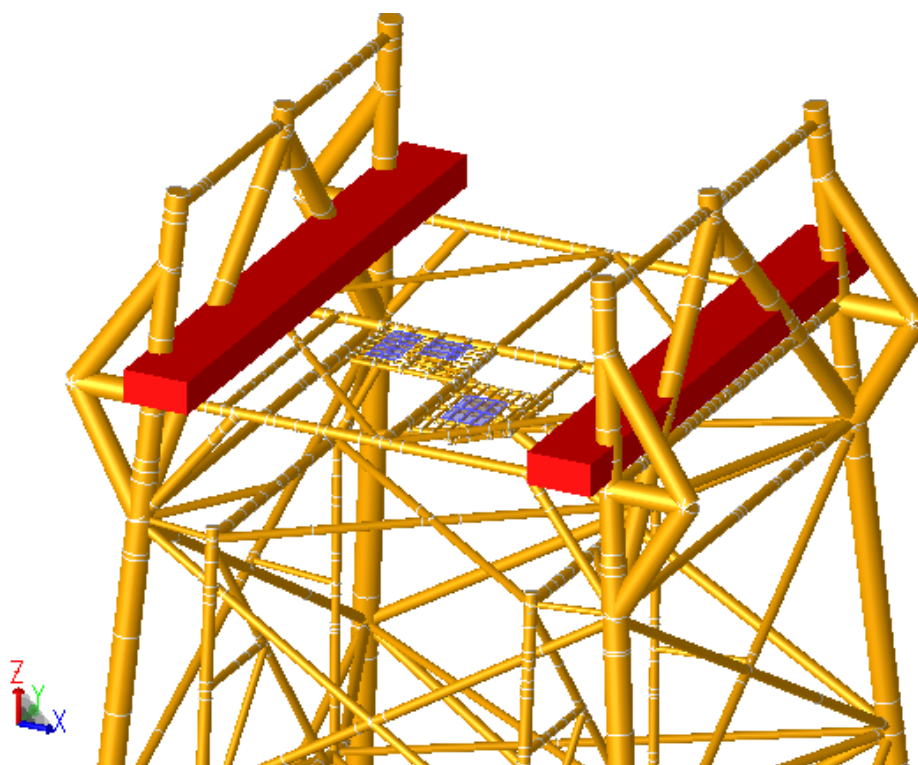


Figura 5. Viga inclinada projetada para a jaqueta (esquemática)

A inclinação desta viga-rampa é calculada em função da altura que a barçaça precisa ser levantada para paralisar os movimentos. Quando a barçaça entrar em contato com a viga é indesejável que a embarcação produza esforços horizontais de tombamento na jaqueta (salvo as ações de onda que são inevitáveis). Para que isso seja viabilizado a barçaça deve ser puxada para cima através de um sistema auto-equilibrado que faz com que o atrito seja vencido pelo puxamento da barçaça através de um sistema de guinchos.

Foi considerado conservadoramente no modelo o coeficiente de atrito de 0,3.

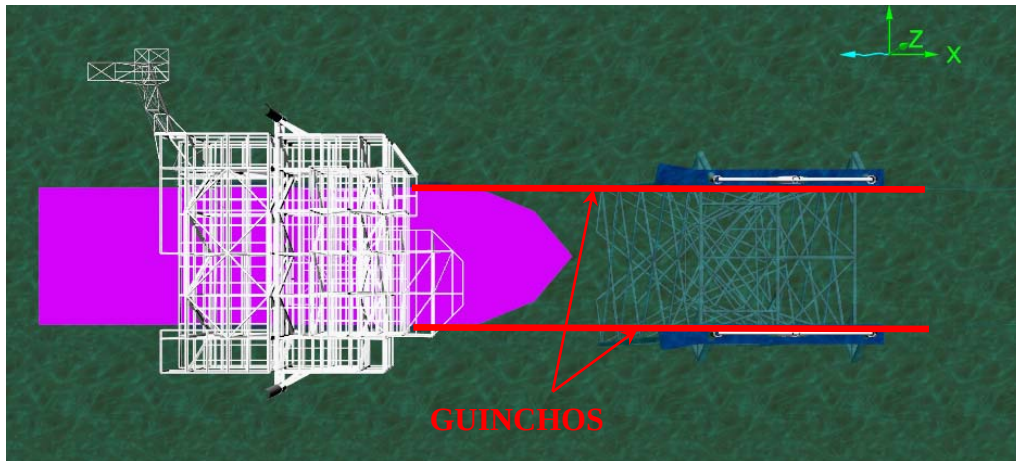


Figura 6. Vista superior da barçaça no momento da instalação

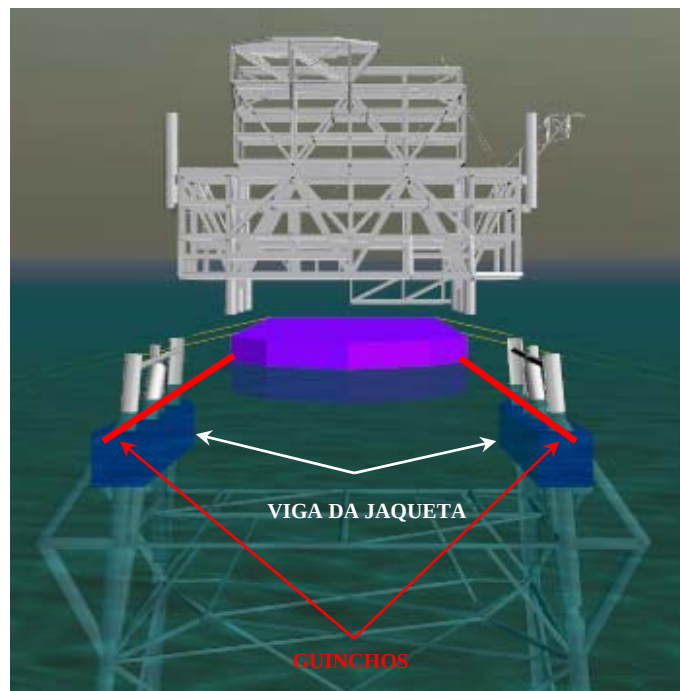


Figura 7. Vista frontal da barçaça no momento da instalação

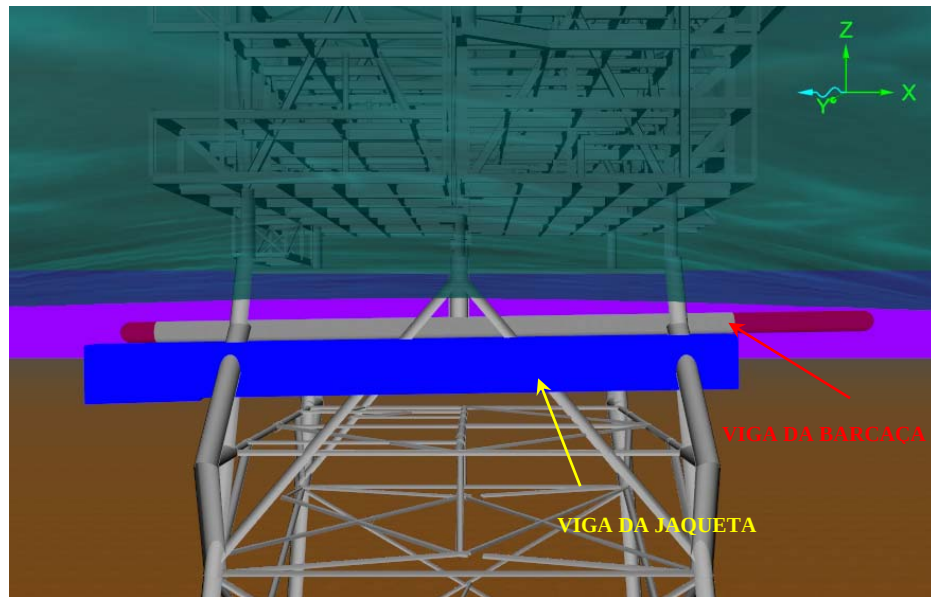


Figura 8. Viga da jaqueta em contato com a viga da barça no momento da instalação.

As análises desenvolvidas neste trabalho servirão para mostrar que os movimentos da barça são anulados à medida que a barça sobe a “rampa da jaqueta”. Essa subida será simulada por um sistema de guinchos devidamente modelado na análise do tipo “time history” para um mar irregular com um swell cruzado.

4 ANÁLISES A SEREM REALIZADAS

Para o dimensionamento de um sistema para um projeto tipo “floatover” é necessária à realização das seguintes etapas/análises:

- Layout dos equipamentos do convés
- Controle de peso e centro de gravidade do convés
- Verificação geométrica do convés para instalação (altura, largura, etc)
- Estudo de estabilidade da barça no transporte
- Espaçamento entre pernas da jaqueta / apoios do convés
- Transporte do convés (RAOs)
- Orientação da plataforma para alinhamento com as direções das ondas
- Condições de mar (operações de transporte e floatover)
- Sistemas para guiar e absorver impactos da barça (guiding/fendering)
- Transferência de carregamento

Para a realização deste estudo será usada uma plataforma existente na Bacia de Campos que se encontra localizada numa área onde a instalação do convés pelo método de “floatover” foi descartada por se tratar de uma região de estado de mar agitado além da incidência de um estado de mar adicional tipo “swell” vindo de direção quase perpendicular ao estado de mar principal.

Para o transporte e a instalação do convés foi escolhida uma barça igualmente real, que possui capacidade de carga suficiente e que seja adequada às condições geométricas da jaqueta.

4.1 Dados básicos

Os parâmetros de onda para o transporte correspondente as condições da Bacia de Campos, onde foi instalada a jaqueta em apreço é listado a seguir:

Tabela 1. Estado de mar para o Transporte

Direção	Estado de Mar	
	Altura (m)	Período (s)
180°	2.0	5.0
90°	2.0	8.0

O estado de mar adotado acima foi modelado utilizando o espectro ISSC (conhecido como Bretschneider ou Pierson-Moskowitz modificado) para ondas irregulares que atuam a 180° (direção longitudinal) e o espectro Dean Stream de 5a ordem para as ondas regulares que ocorrem a 90° (direção transversal).

Os pesos do convés na tabela seguinte ressalta a diferença entre o peso da estrutura leve (momento da instalação) e peso da mesma operando.

Tabela 2. Pesos do topside

Pesos do Topside (TONS)	
PESO SECO	12182
PESO SECO COM CONTINGÊNCIA	13572
PESO OPERACIONAL	14482
PESO OPERACIONAL COM CONTINGÊNCIA	16190

4.2 Condições de estabilidade

Dados da barça para o transporte

Length extreme (Comprimento Total)	140.00 m
Breadth extreme (Boca)	36.04 m
Depth extreme (Pontal)	8.54 m
Summer draft extreme (Calado de Verão)	6.68 m
Ligth draft (Calado Leve)	1.39 m
Length moulded (Comprimento Moldado)	139.97 m
Breadth moulded (Boca Moldada)	6.00 m
Depth moulded (Pontal Moldado)	8.5 m

Deck área (Área de Convés)	120 x 36 = 4320 m ²
Deadweight summer draft	24000 tonnes
Ligthweith	5408 tonnes
Deck load maximum	15 tonnes/m ²
Capacity high range	15 tonnes – 13m/min 10 tonnes – 20m/mim 3.5 tonnes – 36m/mim
Capacity low range	30 tonnes – 6.5m/min 20 tonnes – 10m/mim 11 tonnes – 18m/mim

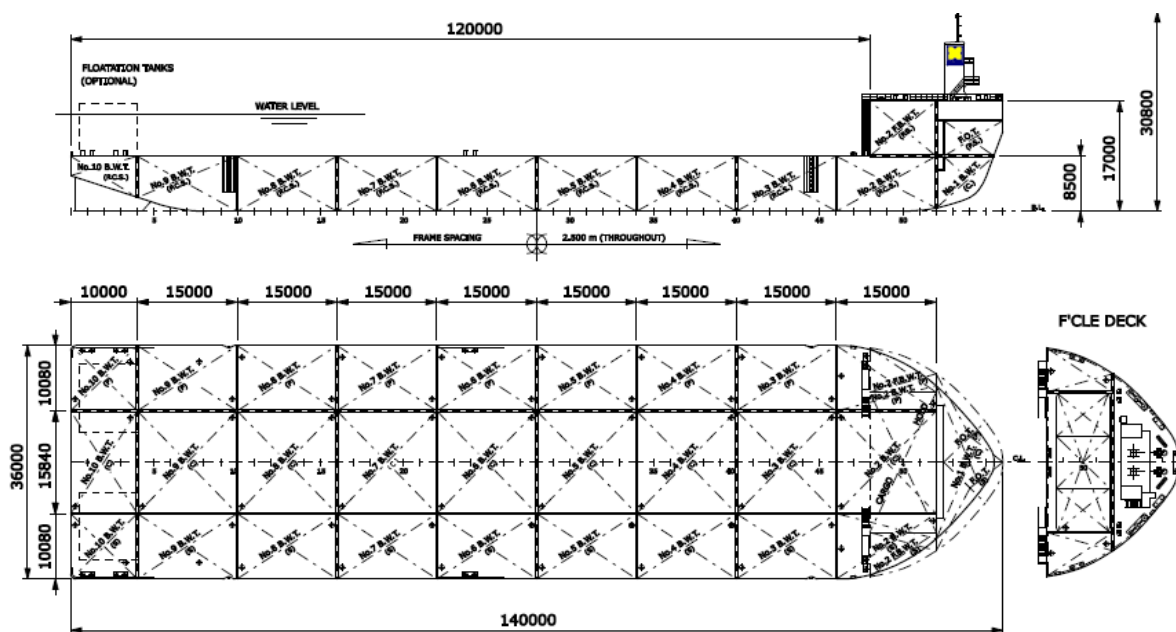


Figura 9. Arranjo geral da Barça (mm)

A estabilidade da embarcação foi verificada obedecendo aos critérios da Noble Denton 030 de 15 de abril de 2009, que tem por título: Guidelines for Marine Transportations.

O modelo da barça empregado para análise de estabilidade utilizou o software MOSES desenvolvido pela ULTRAMARINE, Inc.. Os resultados mostraram que a estabilidade não é um problema neste caso.

A Tabela 6 abaixo resume para os elementos assistidos na análise de estabilidade, os pesos e seus respectivos CoGs e raios de giração.

Tabela 3. Peso, CoG e Raios de Giração

Item	Massa (mt)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Rx	Ry	Rz
Giant Barge	5408.00	70.000	0.000	5.500	10.800	42.000	42.000
Tanques	754.57	70.839	0.015	0.896	3.993	4.205	3.619
Topside	13571.00	73.450	0.000	31.210	15.000	15.556	10.864

4.3 Funções de transferência

Para o estudo proposto, é de suma importância obter e conhecer as funções de transferência por onda de amplitude unitária, que são geradas para uma variação de período que a onda pode ter.

Trata-se de conhecer então tais funções de transferência dos movimentos da barça, que são conhecidos na terminologia naval como os RAOs (Response Amplitude Operators). Neste trabalho, contudo, os RAOs necessários precisam ser expressos em função das forças e não dos movimentos, para que se possa levar em conta o efeito que o levantamento da barça para fora da água produz sobre os movimentos no momento que a mesma sobe a rampa suavemente inclinada da jaqueta.

Para obtenção dos RAOs de força da barça foi utilizado o programa WAMIT que analisou a estabilidade e gerou os RAOs em apreço. Os dados utilizados para esta análise foram os mesmos com os quais se realizou a análise de estabilidade.

O RAO de força não define completamente o movimento do navio como o faz o RAO de deslocamento: ele simplesmente define a força e o momento que uma onda exerce sobre a embarcação. O programa OrcaFlex aproveita estas forças e momentos, juntamente como quaisquer outras cargas sobre o navio e os dados sobre a massa e inércia da embarcação, para determinar o movimento do navio a partir da sua equação de movimento.

Abaixo é apresentado um exemplo típico de RAO obtido no WAMIT em termos de Amplitude e Período:

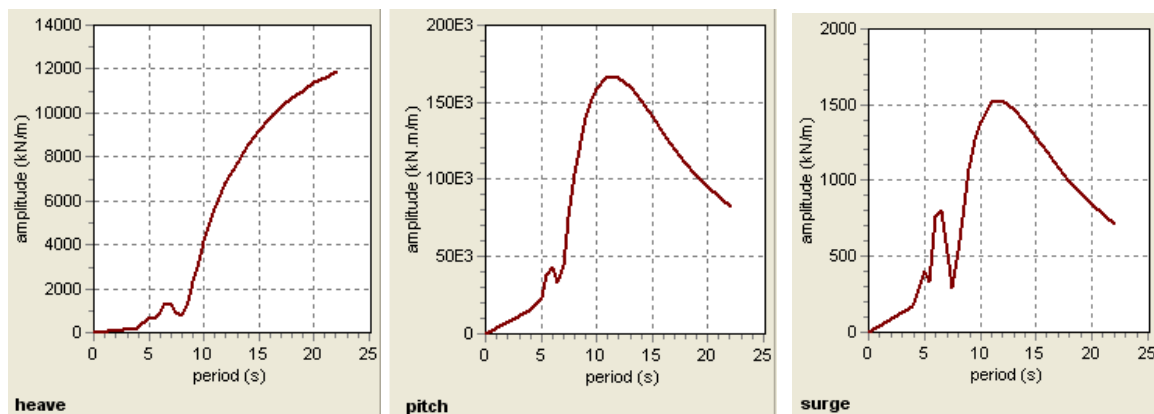


Figura 9. Load RAO 180° (heave, pitch e surge)

4.4 Análise de movimentos – Instalação

O software utilizado para a análise dos movimentos da barça foi o ORCAFLEX.

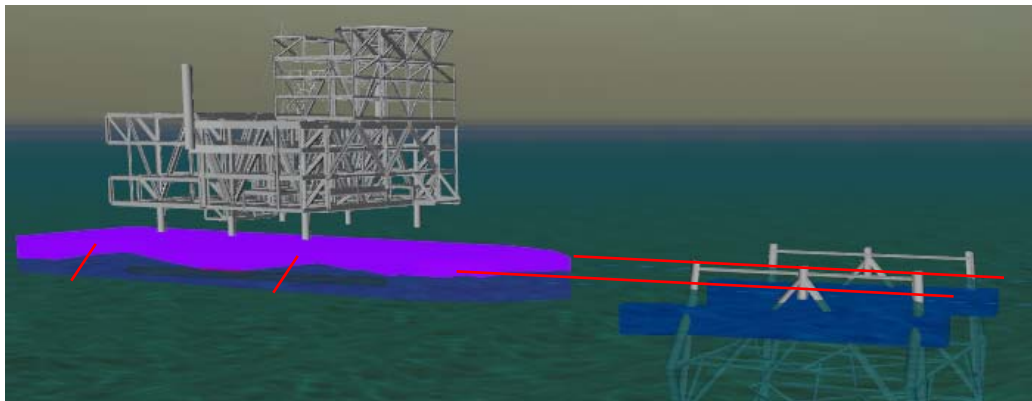


Figura 10. Transporte do convés de uma plataforma fixa, perspectiva

Nesta análise será realizada a verificação dos movimentos da embarcação, das forças de contato geradas na viga da jaqueta e das forças nos guinchos durante o processo de aproximação final do convés até o assentamento do mesmo sobre a jaqueta.

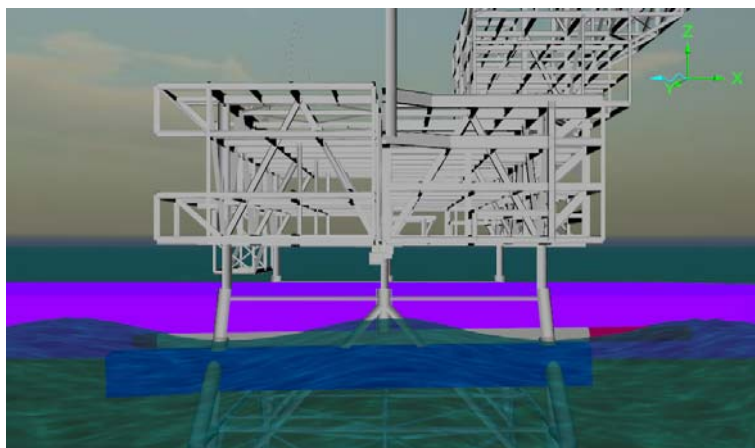


Figura 10. Modelo 3D – Assentamento do convés

Considerações Iniciais

A jaqueta da plataforma possui uma lâmina d'água de 172m em relação ao MLWS.

O estado de mar adotado considera um mar de $H_s=2,0\text{m}$ combinado com um estado de mar adicional tipo “swell” também de $H=2,0\text{m}$ vindo de direção perpendicular (ondas a 90°) ao estado de mar principal (ondas a 180°), conforme evidenciado no item 4.1. Portanto, a proposta estudada abrange situações bem adversas. A figura a seguir apresenta o perfil de onda gerado pelo espectro. A linha azul do gráfico abaixo corresponde às ondas na direção longitudinal (180°), a linha verde às ondas na direção transversal (90°) e as linhas vermelhas representam o total de ondas combinadas, embora essa envoltória não tenha sentido físico, visto que os dois estados de mar são perpendiculares um ao outro.

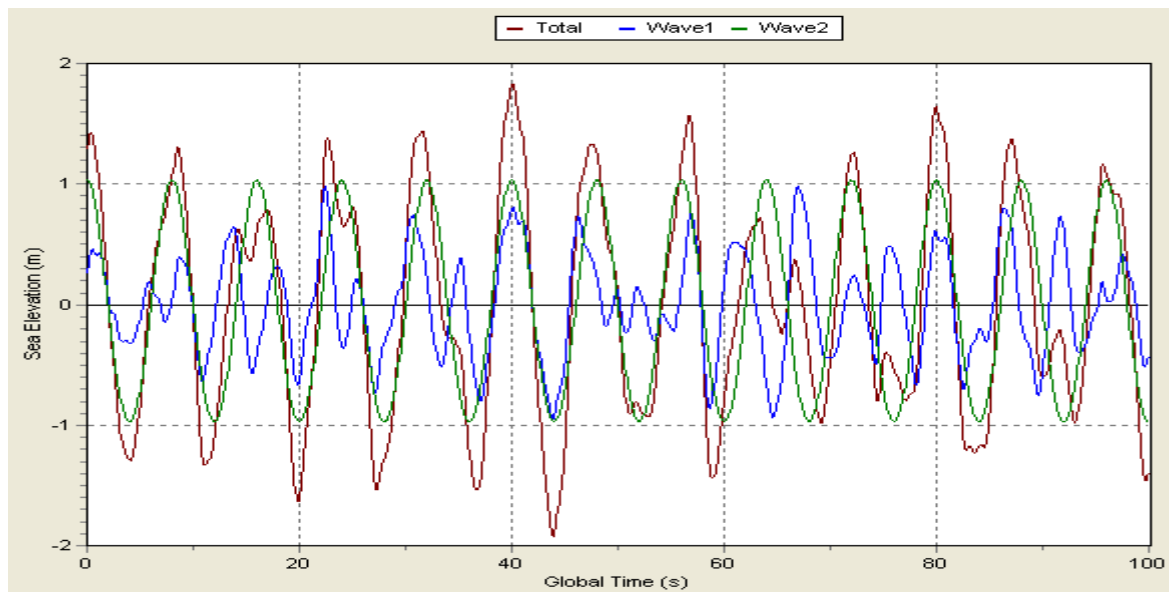


Figura 11. Perfil da superfície de onda (Orcaflex)

Descrição da análise

A análise de interesse ao problema específico resume-se ao deslocamento da barça, originalmente nas proximidades da jaqueta, durante a sua trajetória à medida que esta adentra e começa a subir a rampa instalada com a finalidade de “encalhar” a barça nas vigas da jaqueta. O percurso total a ser vencido pela barça é de aproximadamente 130m.

O deslocamento da barça adentrando a jaqueta acontece com ajuda de dois cabos, que puxam a embarcação sobre a rampa até a posição de atracação. Além destas há ainda as âncoras ligadas à barça que restringem os movimentos laterais desta.

Durante toda esta etapa serão avaliadas as forças de empuxo, as forças de contato geradas entre a embarcação e a rampa contida na jaqueta, os movimentos do conjunto e as forças nos guinchos. Posteriormente, as reações de contato poderão ser extraídas do modelo (ORCAFLEX) e aplicadas num outro modelo para uma verificação estrutural da jaqueta.

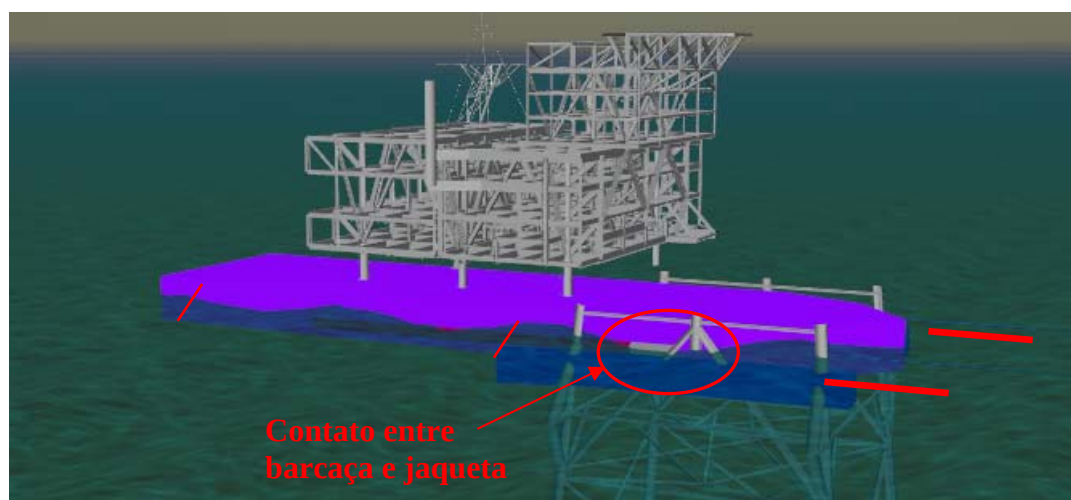


Figura 12. Início da subida da embarcação na viga da jaqueta

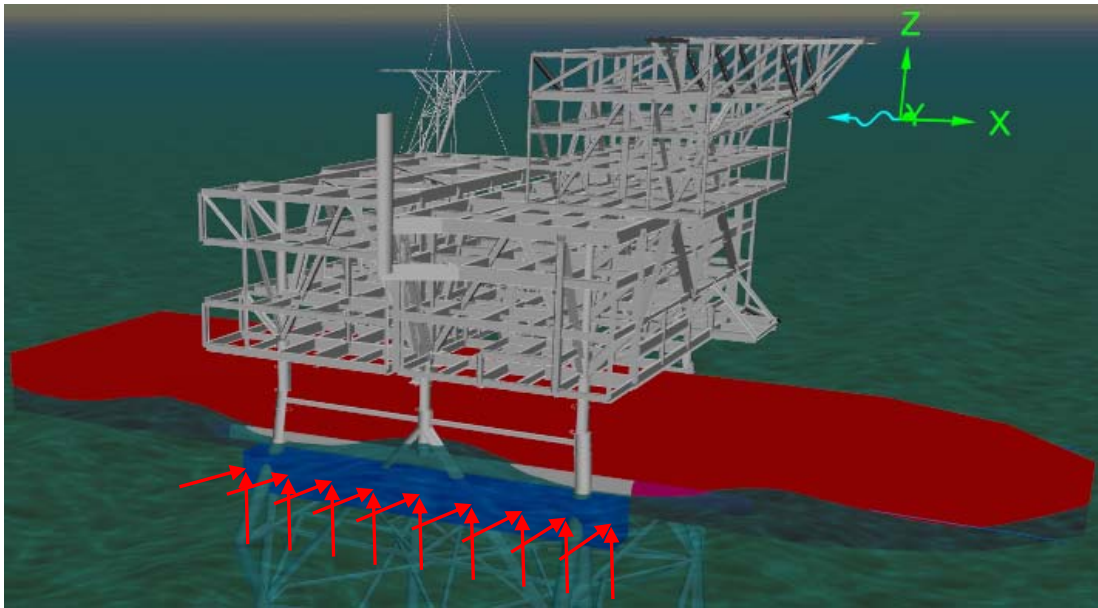


Figura 13. Reações Verticais e Horizontais

Carregamentos

Os pesos da barça com lastro e o do topside foram aplicados nos seus CGs definidos segundo os resultados obtidos na análise de estabilidade.

Peso da Barça: 5408 mt (metric ton)

Pesos dos Lastros: 755 mt

Peso do Topside: 13571 mt

O carregamento de empuxo é gerado automaticamente pelo programa.

Resultados da análise

Os resultados são apresentados através de gráficos gerados pelo programa ORCAFLEX.

O gráfico da figura 15 mostra a principal reação que se deseja determinar nesta análise. Estas reações são geradas a partir do momento em que se inicia o transporte ($t=0s$ na figura 82), continua nula até o momento em que a barça toca a rampa ($t=300s$) e avança até o instante final de instalação ($t=900s$). As reações elevadas da barça impactando a rampa em função dos seus movimentos de pitch são indesejáveis, mas estas podem ser grandemente reduzidas através de um sistema de defensas na ponta da viga. O que se pesquisa aqui é apenas a capacidade de serem eliminados os movimentos verticais na medida em que a barça sobe a rampa. A mesma figura mostra que as reações iniciais são realmente elevadas e precisam ser amortecidas, mas a partir de 700s o que se vê é uma variação da reação de 40000kN, que corresponde apenas à variação do empuxo.

Os gráficos mostram as forças geradas por um elemento do modelo, seja eles a viga da jaqueta ou o guincho, não sendo necessário apresentar os demais, devido à simetria do sistema.

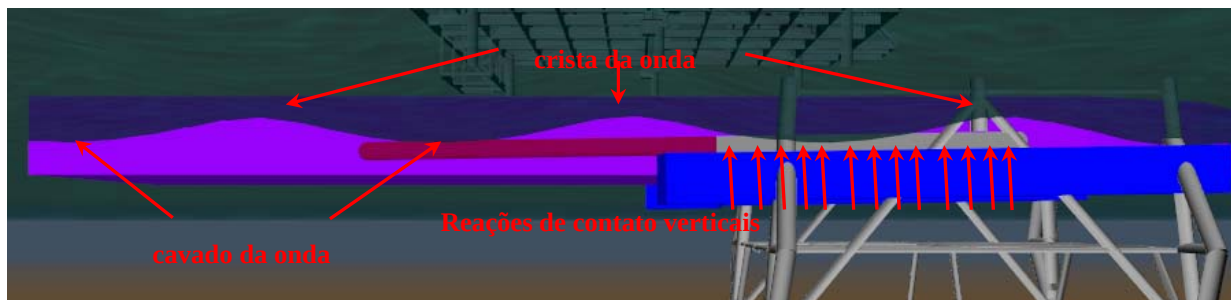


Figura 14. Amplitudes de onda e reações verticais (direção de onda 180°)

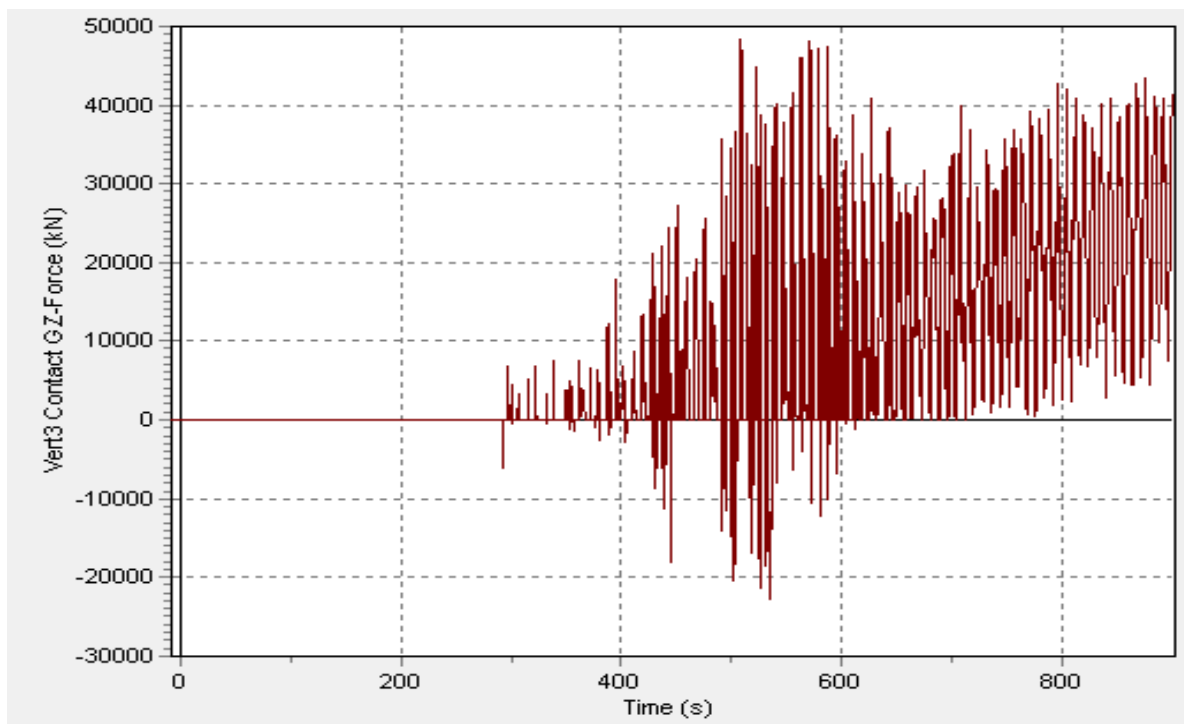


Figura 15. Forças de contato Verticais

O gráfico da figuras 17 apresenta a reação horizontal que se deseja obter e os valores que esta força atinge em uma das vigas (admite-se aqui que estas reações são iguais em ambas às vigas por serem iguais os atritos transversais).

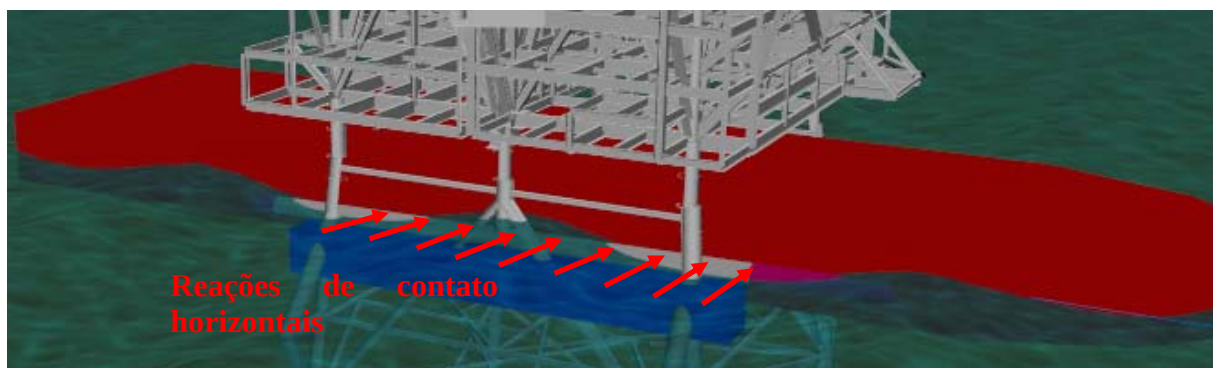


Figura 16. Reações horizontais

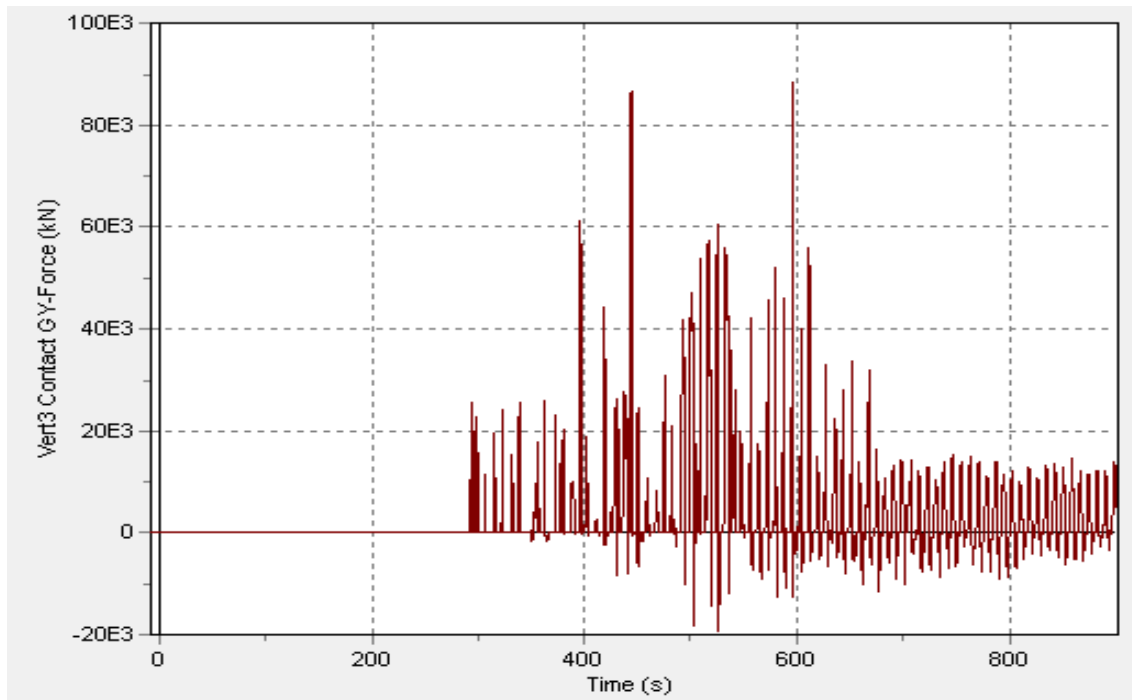


Figura 17. Forças de contato Horizontal

Considerando que os impactos são absorvidos por amortecedores, serão consideradas novamente apenas as forças geradas a partir do instante 700s.

A força de tração aplicada nos guinchos para puxar a barçaça durante todo o procedimento é exibida através do gráfico abaixo. O mesmo problema explicado nos gráficos anteriores é observado aqui, portanto, serão consideradas na figura 18 apenas as reações a partir do instante 700s quando as forças de impacto são razoavelmente pequenas.

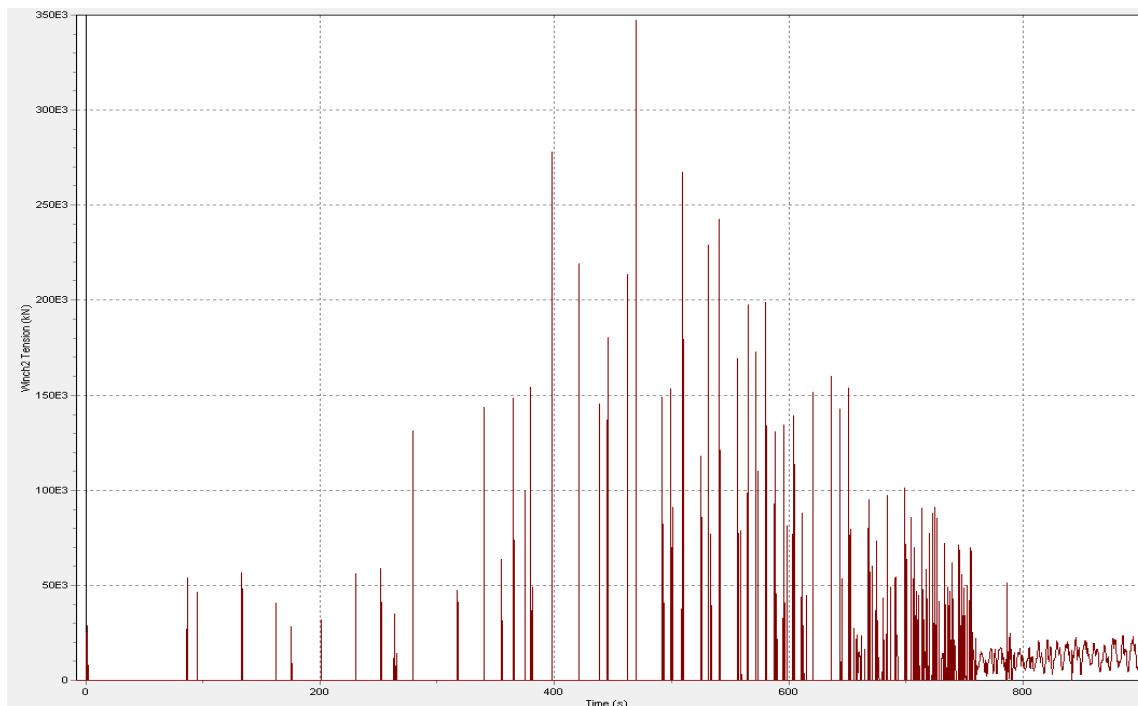


Figura 18. Força de tração nos cabos (guinchos)

A figura 19 informa as forças aplicadas pelo guincho a partir do instante $t=700s$. Analisando este gráfico, observa-se que o sistema de puxamento deve ter aproximadamente uma capacidade total de carga de 4000t, o que implica em ter-se, por exemplo, dois guinchos de 50t e moitões de 5 roldanas, que vão puxar a uma velocidade de aproximadamente 3cm/s. A operação para puxar 130m, desta forma, levaria cerca de uma hora. Os 900s (15min.) de análise pressupõem uma velocidade de maior de puxamento.

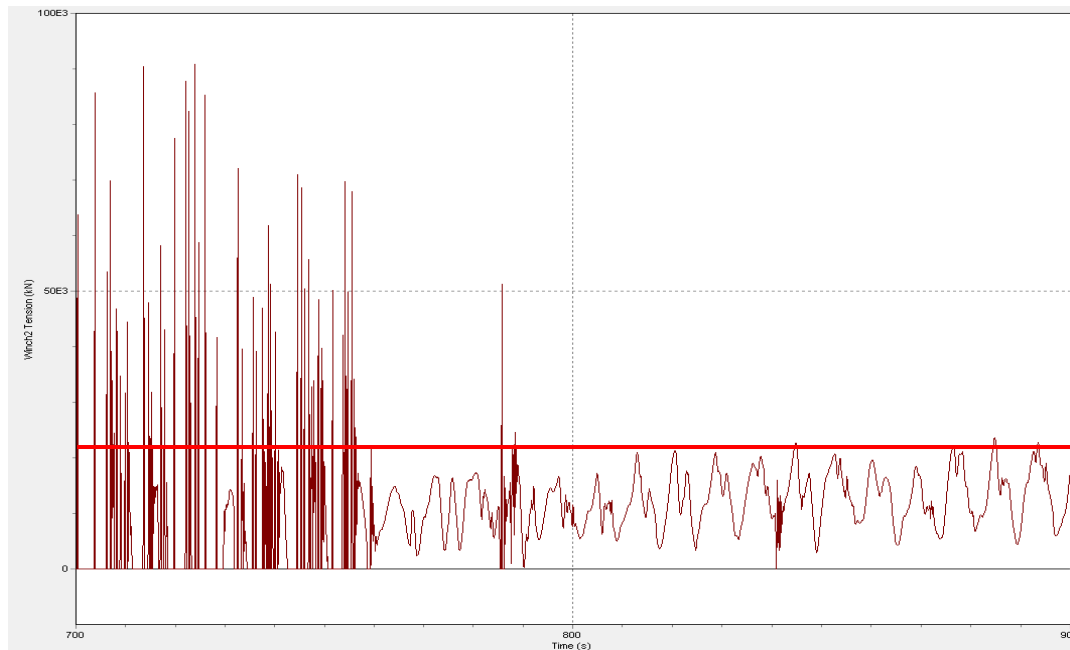


Figura 19. Força de tração nos cabos, $t > 700s$

Os gráficos seguintes apresentam os deslocamentos do CG da barça ao longo do caminho percorrido durante o tempo proposto para a operação (ver posição do CG nas figuras 20 e 21). Os deslocamentos tanto horizontais quanto vertical da embarcação, desde o momento em que ela atinge a rampa ($t=400s$) até o seu ponto máximo (instante $t=900s$) são fornecidos nas figuras 21 (direção longitudinal), 22 (direção transversal) e 23 (vertical).

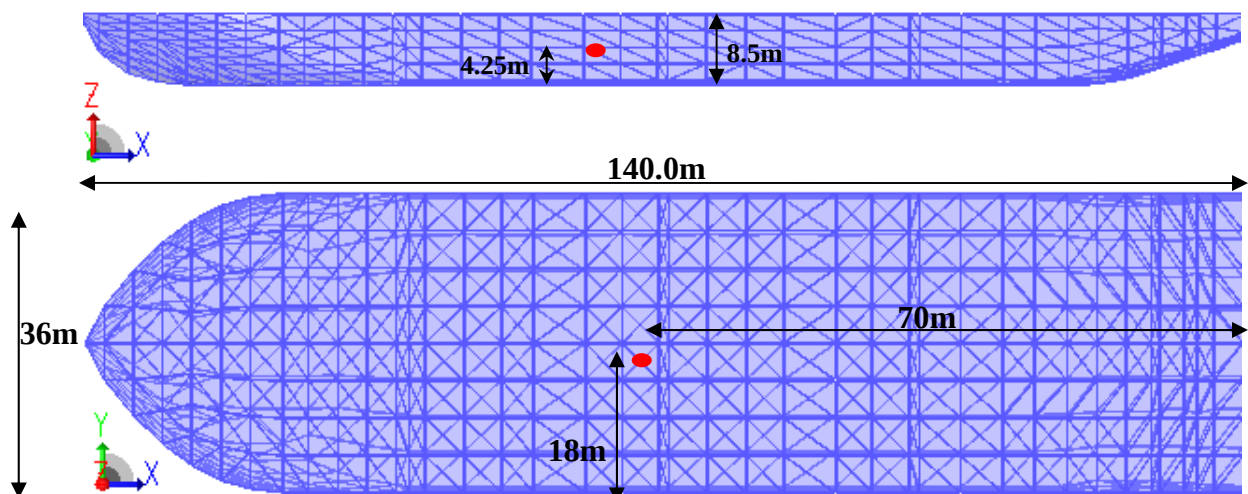


Figura 20. Centróide da barça

Analisando os gráficos de deslocamentos cabe ressaltar que no ponto $t=900s$ a barça atinge o “ponto de atracação” e encontra-se totalmente em repouso, demonstrando a precisão e eficácia da solução proposta.

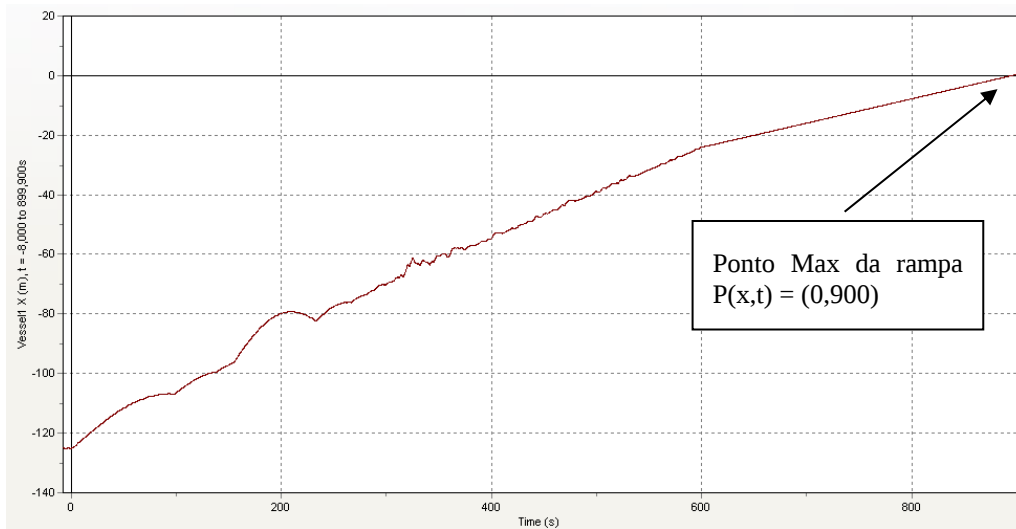


Figura 21. Deslocamento na direção X

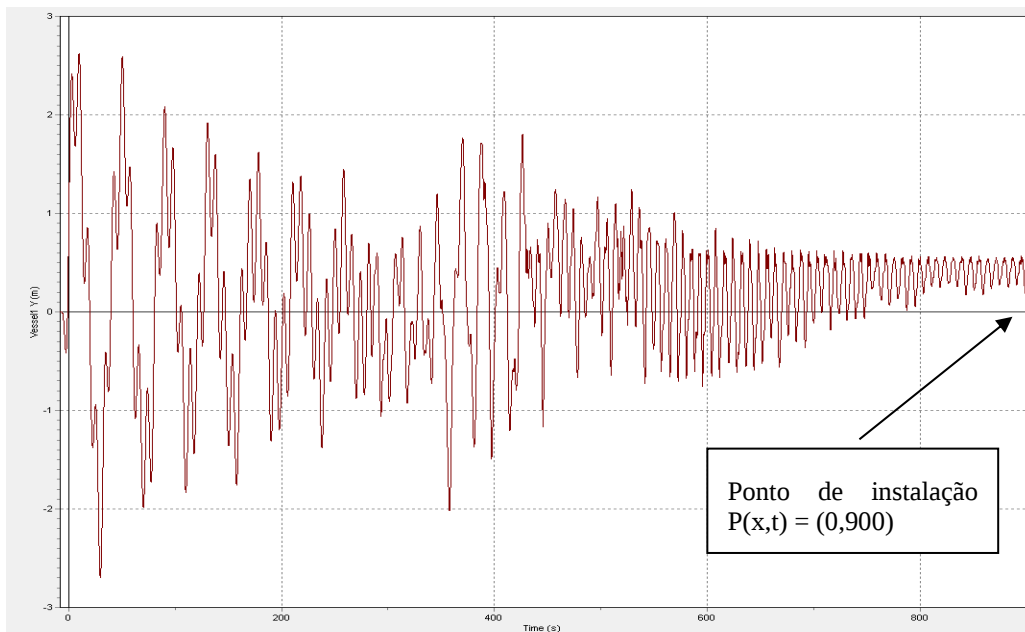


Figura 22. Deslocamento na direção Y

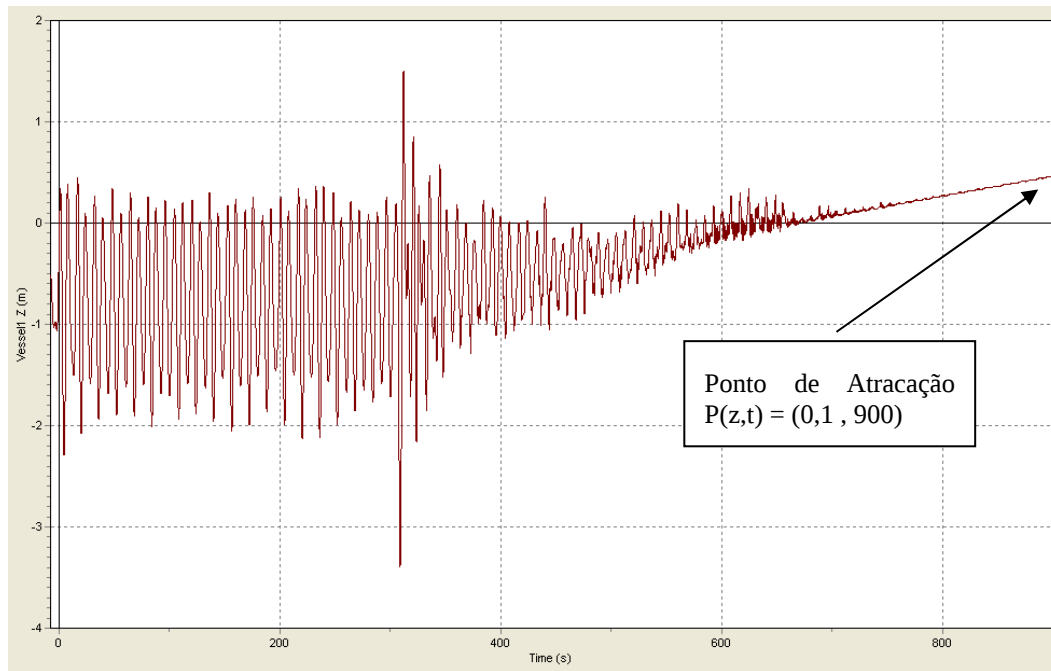


Figura 23. Deslocamento na direção Z

O centro da barça, que possui um pontal de 8.5m, está posicionado em $z=-0.52\text{m}$, pelo que tem-se um calado inicial de 4.77m ($4.25 + 0.52$) que diminui à medida que a embarcação sobe a rampa até “encalhar” com um calado de 3.77m ($4.77 - 0.52 - 0.48$). A figura abaixo apresenta o deslocamento vertical (Z) da barça a partir do momento em que ela entra em contato com a rampa da jaqueta.

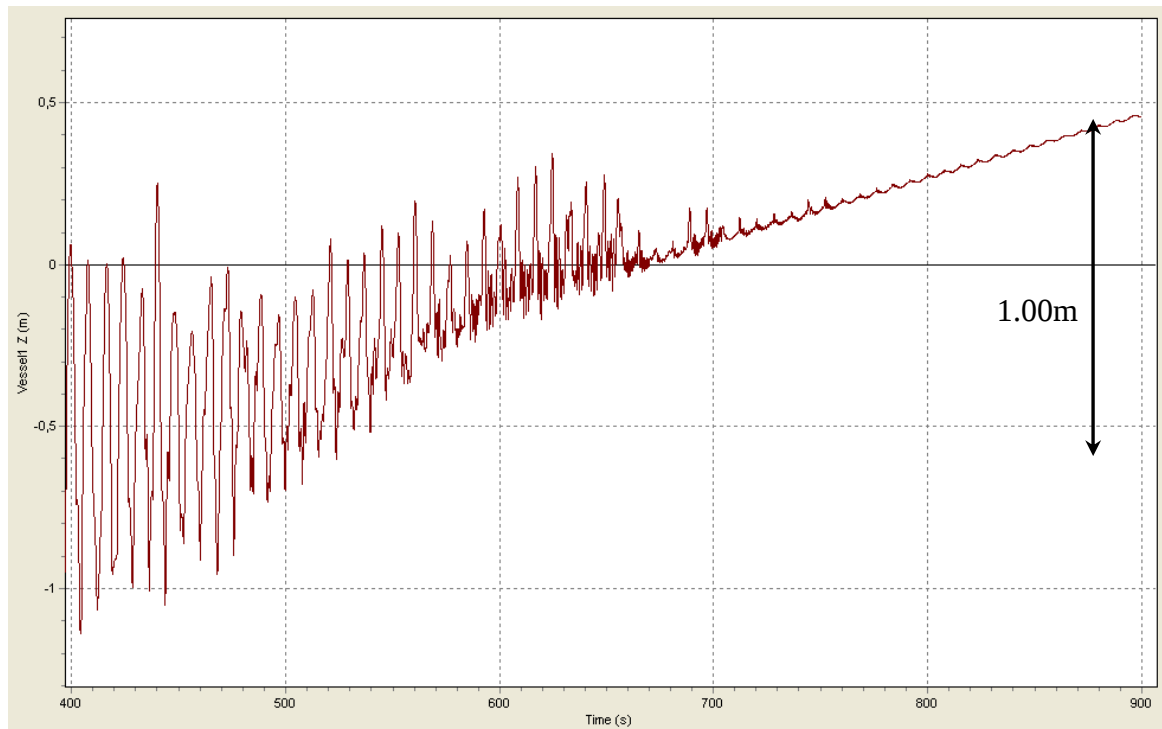


Figura 24. Deslocamento na direção z, $t > 400\text{s}$

Ressalta-se na visualização dos gráficos de deslocamentos nas direções Y e Z é que eles descrevem a supressão gradativa dos movimentos da barça à medida que ela ascende pela viga inclinada da jaqueta até atingir o “ponto de atracação”, encontrando-se praticamente em repouso total.

Os resultados da análise de movimentos da instalação proposta neste trabalho foram satisfatórios e consequentemente “atraentes”, tendo em vista as vantagens sedutoras do método floatover.

5 CONCLUSÕES

O propósito do trabalho apresentado foi mostrar, através de uma nova proposta, que o método de instalação tipo “floatover” pode ser aplicado em condições de mar mais adversas que os aplicados atualmente, incluídos aqui, principalmente, a Bacia de Campos, que tem um swell cruzado muito prejudicial para os procedimentos de instalação disponíveis na atualidade.

A partir da nova proposta, elaborou-se a configuração para instalação floatover que se seguiu das análises comprobatórias. Estas análises se fizeram através dos programas apontados anteriormente, tomando por base as recomendações de normas como a API-RP-2A, Guidelines for Floatover Installations (0031/ND) e Guidelines for Marine Transportations (0031/ND).

As análises apresentaram resultados satisfatórios para o fim a que se destinavam, mas deve ser ressaltado que um estudo mais abrangente do sistema de defensas se faz necessário para a aplicação prática do método. Além disso, um estudo estrutural da barça e da jaqueta deve ser realizado a fim de contemplar os eventuais reforços que a análise estrutural indicará, contudo, sabe-se que estes estudos possuem baixíssimo valor frente aos custos do método tradicional.

A análise de movimentos apresentou deslocamentos verticais e horizontais que praticamente foram suprimidos à medida que a barça subia a viga da jaqueta e chegava ao ponto de instalação do convés.

Com base nos resultados apresentados pode-se dizer que a nova proposta exposta neste trabalho para instalação floatover é possível para as condições de mar consideradas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus Cristo!

REFERÊNCIAS

American Petroleum Institute. API RP 2A-WSD, December, 2000, *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms Working Stress Design*. Washington. USA.

B. Tan, S Sahasrabudhe, J. A. Haney, B leow, J. Ray Macdermott engineering llc, 2008. Houston, Texas. *Arthit Field Development: Floatover Hardware Design and Issues*. OTC 19300.

C Tribout, D Emery, P Weber, and R Kaper, “*Floatovers Offshore West África*”, 2007, paper OTC 19073, Offshore Technology Conference.

Frank Wilson and Alex Munro-Kidd, Bp Exploration (Caspian Sea) LTD, 2008. *Caspian Challenge for Marine Installation*. OTC 19237.

GL Noble Denton. 0030/ND, March, 2010 –Technical Policy Board Guidelines for Marine Transportations;

GL Noble Denton. 0031/ND, December, 2010 –Technical Policy Board Guidelines for Floatover Installations;

GL Noble Denton. 0013/ND, December, 2010 –Technical Policy Board Guidelines for Loadouts;

Moses Ultramarine, Inc, January 2012. *User's Manual Offshore Magazine*.

Offshore Magazine, November 2010.

Orcafex, 2011. Copyright Orcina Ltd, User's Manual.

Sacs, 2010. User's Manual, Release 6. Louisiana, U.S.A.: Engineering Dynamics, Inc.

Wamit. User's Manual, Version 6.0. U.S.A.: Wamit, Inc.