

POSICIONAMENTO DINÂMICO NO ESCOAMENTO DE PETRÓLEO

Gabriel Felipe Brito de Melo¹
Arthur Cezar Couto e Silva²
Wendel dos Santos Almeida³
Giordano Bruno Medeiros Gonzaga⁴

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Devido as dificuldades de se explorar e produzir hidrocarbonetos em campos de águas ultraprofundas, ações cooperativas entre a comunidade acadêmica e empresas do ramo petrolífero, possibilitou-se a elaboração de equipamentos e softwares de controle, dentre estes, o Sistema de Posicionamento Dinâmico (SPD) que se tornou uma ferramenta de suma importância para exploração offshore, especialmente na transferência de petróleo para navios aliviadores e em seguida para os terminais.

PALAVRAS-CHAVE

Algoritmo. Monitoramento. Transferência. Hidrocarbonetos.

ABSTRACT

Due to the difficulties of exploring and producing hydrocarbons in ultra-deep water fields, cooperative action between academics and companies in the oil industry, enabled the elaboration of equipment and control software, among these, the Dynamic Positioning System (SPD), it has become an import offshore exploration tool, especially for transferring oil to the shuttler tankers and then to the terminals.

KEYWORDS

Algoritm. Monitoring. Transfer. Hydrocarbons.

1 INTRODUÇÃO

Esta revisão de literatura tem como propósito fundamentar a necessidade da operação de escoamento nos campos *offshore*, com base na exemplificação e compreensão dos sistemas de ancoragem, posicionamento dinâmico, dos equipamentos utilizados e os softwares de monitoramento para realização da manobra.

As complexidades e os altos custos na produção de petróleo em novas fronteiras no mar levaram as empresas petroleiras, ao longo do contínuo avanço das explorações *offshore*, a adotar ações cooperativas, por meio de esforços conjuntos de pesquisas e desenvolvimento. Para viabilizar a obtenção de novos ou aprimorados equipamentos e sistemas de exploração e de produção *offshore*, as empresas formaram redes de pesquisas, envolvendo as próprias petroleiras, universidades, instituições de pesquisas, empresas fornecedoras de equipamentos e firmas fornecedoras de serviços, com a criação deste tipo de cooperação, foram desenvolvidos (MORAIS, 2013. Grifo nosso): Navios-sonda, plataformas de Posicionamento Dinâmico; Árvores de natal molhadas; Equipamentos de separação dos fluxos de petróleo-gás-água no próprio leitosubmarino; Risersflexíveis resistentes a altas pressões; Sísmica tridimensional (3-D).

Os navios aliviadores ou Shuttler Tanker, tem como principal finalidade o escoamento da produção, a transferência de óleo de um navio a outro se dá através da operação de offloading, que consiste na transferência de óleo de uma embarcação para outras, sendo uma das operações mais usadas no ramo offshore, uma das mais arriscadas, podendo gerar riscos e danos irreparáveis ao meio ambiente marinho e costeiro, tendo o vazamento acidental de óleo o principal risco dessa operação. (SILVA, 2011, p. 207).

Derramamentos de óleo originados por incidentes no transporte marítimo têm demonstrado grande potencial poluidor, sendo responsáveis, anualmente, por cerca de 10% da poluição global dos oceanos (AMBIENTE BRASIL, 2015).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa se baseou em revisão bibliográfica, com base em artigos científicos (dissertações e teses), pesquisas multimídia na biblioteca do Centro Universitário Tiradentes (UNIT-AL) e discussões com profissionais da área.

3 SISTEMA DE ANCORAGEM

Há sistemas de ancoragem no qual a embarcação tem pouca ou nenhuma liberdade de movimentos angulares no plano horizontal, tornando mais difíceis manobras a serem realizadas, as quais estão diretamente associadas aos riscos inerentes da atividade de escoamento oceânico da produção de petróleo. No caso das operações de alívio em Terminais Oceânicos (TO) de aproamento fixo, as dificuldades de posicionamento do navio aliviador são necessariamente maiores, uma vez que a condição de amarração da Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência (FPSO) – em inglês Floating Production Storage and Offloading – o torna diretamente um obstáculo flutuante. As dificuldades são atenuadas, quando associadas com condições ambientais adversas e potência exigida durante a operação de *offloading* (CORRÊA, 2012).

3.1 SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

Tais sistemas operam exclusivamente com a utilização de propulsores para a manutenção de sua posição. Demandam uma série de equipamentos instalados, tais como geradores, propulsores, controladores etc. Estes equipamentos têm um custo elevado, contudo viabilizam-se em águas profundas em locais onde o tempo de permanência entre locações é mais curto, fato que inviabilizaria as manobras necessárias para um sistema de ancoragem convencional. (MAIA, 2007, p. 2).

Nos anos 1960 começaram a ser realizadas operações, utilizando sistemas de posicionamento dinâmico (SPD) em navios que realizavam operações *offshore* em águas profundas. Tais procedimentos eram operados de forma manual, o que dificultava a manipulação e reduzia o desempenho do sistema. A evolução do controle e execução dessas técnicas foram impulsionadas devido ao aumento das operações, explorações e a crescente responsabilidade ambiental, nas práticas *offshore*, o que fez esse sistema se tornar um requisito indispensável para os navios que realizam manobras *offshore* (PÉREZ, 2012).

Considera-se como a primeira embarcação dinamicamente posicionada o navio de perfuração CUSS-1 (ver figura 1), dedicado a serviços de investigação geológica e testemunho da crosta terrestre no leito marinho, trabalhando para instituições científicas americanas no projeto MOHOLE entre 1957 e 1961. O navio foi equipado com 4 propulsores manobráveis, onde procurava-se manter sua posição manualmente enquanto era orientado por um emissor acústico lançado no fundo do mar e por quatro bóias demarcatórias (CORRÊA, 2012).

Figura 1 – Navio CUSS -1

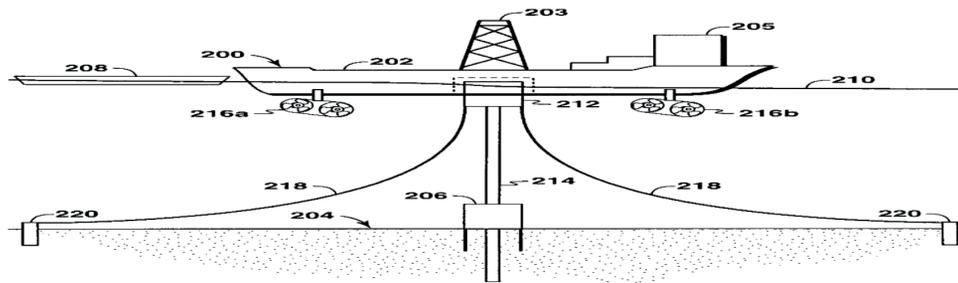


Fonte: Adaptada de <http://www.nedcon.ro/>.

3.2 UTILIZAÇÃO DE POSICIONAMENTO DINÂMICO EM ESTRUTURAS COM ANCORAGEM TRADICIONAL

A união do posicionamento dinâmico em estruturas com ancoragem convencional mostra-se uma ferramenta bastante útil, onde, ambos os sistemas contribuem para manter a posição desejada, em navios de perfuração (Drill Units), a ordenação é horizontal ao do poço que está sendo perfurado. O sistema deverá utilizar as forças tanto das amarras como dos propulsores para manter o navio o mais próximo possível da configuração desejada, o ajuste dos dois métodos permite minimizar efeitos como: Maior acurácia na manutenção de posição e aproamento da plataforma; Viagens no mar, manobras de instalação e recuperação de linhas de amarração na locação; Redução dos valores estáticos e dinâmicos da tensão nas linhas em presença de condições ambientais severas; Manutenção de posição segura durante manutenção em uma das linhas de ancoragem (MAIA, 2007).

Figura 2 – Exemplo de sistema navio de perfuração com posicionamento dinâmico (216a) e ancoragem (220)



Fonte: (patente) inventor: Theodore Kokkinis Automatic ice-venting ship.

4 ETAPAS DA OPERAÇÃO DE OFFLOADING

As operações de *offloading* podem variar em torno de 40 operações ao ano. Em média, a cada operação totaliza um carregamento de 245.310 barris, cerca de 39.000m³ de petróleo. A taxa de transferência do óleo de uma embarcação para outra chega a ser de 1000 m³/h e com uma duração total de 20 a 36 horas de manobra, suas principais etapas são:

Alinhamento de ambas as embarcações: procedimento denominado de *in tandem*, onde o FPSO alinha a popa ou proa com a proa do aliviador, distância cerca de 150 metros entre as mesmas; Manobras de amarração de um navio a outro, com o uso de cabos guias. Essas manobras geralmente são efetuadas à luz do dia, boa visibilidade e condições ambientais adequadas, mas poderá acontecer à noite;

Conexão do mangote de transferência: O mangote é uma espécie de mangueira flexível, geralmente com 12 polegadas de diâmetro e 250 metros de comprimento e nas extremidades são conectados flanges fixos. Na maioria das vezes, o mangote é mantido em uma espécie de carretel e disposto lateralmente ao FPSO até a próxima operação;

Bombas de Carga: Bombeamento de óleo de uma embarcação para outra acontece com o auxílio de bombas submersas no interior de cada tanque ou localizadas na sala de bombas presente na praça de máquina. Em geral, utiliza-se de duas a três bombas acionadas por motor diesel;

Acompanhamento por pessoas: No decorrer do processo da operação de *offloading*, o acompanhamento permanente por uma pessoa em cada estação assegura e intensifica o monitoramento de eventuais problemas que possam surgir durante toda operação;

Final de operação: Após a operação, o mangote de transferência é lavado e guardado. Desconexão dos cabos da manobra de amarração. Partida do navio aliviador para os terminais de descarga (SILVA ET AL., 2011).

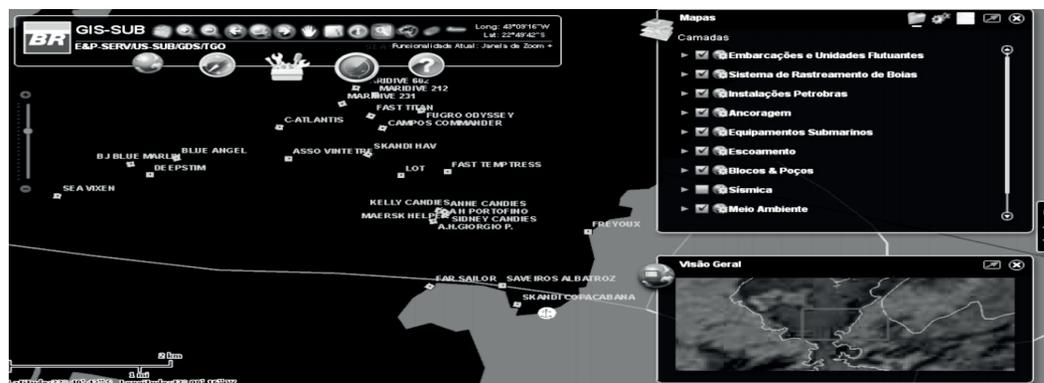
5 SOFTWARES NA OPERAÇÃO OFFLOADING

Nesta seção, é exemplificada a utilidade de softwares e códigos de controle, como por exemplo, o GIS-SUB e o PID.

5.1 GIS-SUB

O software GIS-SUB (Figura 3), utilizado pela Petrobras, trata-se de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), projetado para capturar, armazenar, manipular, gerenciar e apresentar todos os tipos de dados geográficos customizado, com objetivo de atender as necessidades do operador, como por exemplo, buscar reduzir as distâncias percorridas e localizar Unidades Marinhas (UM). A diferença entre o GIS-SUB e um SIG, é a infraestrutura de dados espaciais utilizados (AZEVEDO FILHO, 2012).

Figura 3 – Interface GIS-SUB



Fonte: Adaptada de Azevedo Filho (2012).

5.2 ALGORITMO PID

No próprio SPD há utilização do algoritmo do tipo Proporcional-integral-derivativo (PID) FIGURA 4), o qual é capaz de compensar as perturbações geradas pela variação das condições ambientais encontradas em alto mar como vento, correnteza e ondas por meio da ação dos propulsores instalados no casco da embarcação, que geram forças e momentos para contrabalançar as forças ambientais de forma a manter a embarcação estável sobre a locação ou determinada trajetória (WAJNSZTAJN, 2012).

Figura 4 – Algoritmo PID



Fonte: Tannuri (2009).

Simuladores de SPD desenvolvidos em ambiente computacional MATLAB para emular manobras e valores aproximados de uma embarcação do tipo barça, cuja operação é destinada ao lançamento de dutos, instalação de cargas em plataformas e também para simular as condições ambientais, são fundamentais para melhoria do sistema SPD (WAJNSZTAJN, 2012).

6 DISCUSSÃO

Escolhemos abordar como discussão, os procedimentos em caso de acidente e equipamentos de controle, que justificam os investimentos realizados, as normas de regulação, conduta e prevenção, dentre esses:

6.1 PROCEDIMENTOS EM CASO DE ACIDENTE

Apoiando-se nos grandes volumes de óleo transferidos, e na grande quantidade de equipamentos utilizados na operação, há necessidade de se ter um plano de Análise Preliminar de Perigo, que é uma prática fundamentada na identificação dos perigos que podem ser causados por meio de eventos indesejáveis, os eventos, as possíveis precauções e o modo de detecção, como por exemplo (SILVA ET AL., 2011).

Quadro 1 – Análise Preliminar de Perigo na operação de escoamento

PROVÁVEL ACIDENTE	RECOMENDAÇÃO	DETECÇÃO
1. Vazamento através das bombas	Seguir programa de inspeção e manutenção e teste dos sistemas de segurança (alarmes, sensores, válvulas etc).	Visual Alarme
2. Ruptura de linha devido a choque mecânico	Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta.	Alarme Visual
3. Vazamento em válvulas, junta e conexões	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência	Visual

4. Ruptura do mangote devido a desgaste do material ou erro de operação	Acionar Plano de Contingência	Alarme Visual
5. Condições meteoceanográficas	Acionar Plano de Emergência Individual –PEI	Visual Alarme Consulta a boletins meteorológicos

Fonte: Adaptada de Silva e outros autores (2011).

6.2 EQUIPAMENTOS DE CONTROLE

Locais onde as condições ambientais são muito extremas, e durante a operação de *offloading*, largas quantidades de energia e potência são utilizadas para garantir seu funcionamento (QUADRO 2), a necessidade de se economizar potência é necessária, pois, a maioria das arquiteturas dos DP, utilizam esquema diesel-elétrico como geração de energia e consomem boa parte da energia produzida, no navio. Convém instalar um sistema NO-BREAK associado com baterias e ao sistema de subpotência, para estabilizar a energia recebida para os controladores eletrônicos do sistema, prevenindo falhas (TANNURI, 2009; OLIVEIRA, 2015. Grifo nosso).

Quadro 2 – Consumo e potência do navio

Operação	Potência	Consumo (ton)
Navegação	75%	25,32
Descarga Plataforma	82%	44,44
Standby	15%	16,05
Porto	21%	6,60
Consumo total durante o período de autonomia		92,41

Fonte: Adaptado de Oliveira (2015).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de embarcações com SPD e/ou ancoragem convencional, tornou-se exigência nas operações *offshore*, particularmente na execução de etapas de escoamento, onde, é possível, monitorar e administrar os volumes transferidos, possibilitar detecção de problemas e preparar-se para futuras intervenções de forma mais ágil.

É indispensável elaborar e reformular algoritmos e equipamentos de controle para expandir a exploração em águas ultraprofundas, com finalidade de proporcionar mais segurança e desempenho à operação, economizando potência e tempo, conforme maior o número de manobras realizadas associado com o desafio de exploração, devido crescente aplicação e utilização de hidrocarbonetos no mundo moderno.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE BRASIL. **Poluição nos mares**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_salgada/poluicao_nos_mares.html>. Acesso em: ago. 2015.
- CORRÊA, D. C. **Avaliação e redução de downtime em operações de alívio utilizando navios com sistemas de posicionamento dinâmico**. 2012. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2012.
- AZEVEDO FILHO, Ayres de. **A visibilidade de ferramentas offshore com a associação rfid e gps. justificativa econômica**. 2012. 201f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2012.
- MAIA JR, M. D. **Modelo de controlador lqg/ltr com filtro de kalman com dinâmica aumentada aplicado a sistemas de posicionamento dinâmico de estruturas oceânicas**. 2007, 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ/ COPPE, Rio de Janeiro.
- MORAIS, J. M. de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: PETROBRAS/ IPEA, 2013. p.83-85.
- OLIVEIRA, C. C. R. **Projeto conceitual e parte de projeto básico de uma embarcação platform supply vessel para operar no pré-sal da bacia de Santos**. 2015. 67f. Trabalho de conclusão de curso. UFRJ/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2015.
- PÉREZ, E. F. C. **Avaliação de controladores de posicionamento dinâmico de navios usando simulação em tempo real**. 2012, 40f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ/ COPPE Rio de Janeiro, 2012.
- SILVA, A. C. B. da. *et al.* Operação offloading: análise preliminar de perigo e os impactos ambientais. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*, v.13, n.13, 2011. p.207–221.
- TANNURI, E. A. **Sistemas de posicionamento dinâmico: projetos, análise e novos desenvolvimentos**, Livre-Docência, Universidade de São Paulo, 2009.
- WAJNSZTAJN, R. **Projeto de redes neurais para determinar os ganhos pid de sistema de posicionamento de uma embarcação**. 2012, 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

Data do recebimento: 26 de dezembro de 2015

Data de avaliação: 12 de janeiro de 2016

Data de aceite: 3 de fevereiro de 2016

1. Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: fgabriel147@gmail.com

2. Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: arthurccs8@gmail.com

3. Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: wsbalmeida@hotmail.com

4. Docente do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: giordanogonzaga@yahoo.com.br