

OTIMIZAÇÃO DE ARRANJOS SUBMARINOS NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A SUA INFLUÊNCIA

Pedro Alex Rodrigues Pimentel¹; Heleno Pontes Bezerra Neto⁴; Michele Agra de Lemos Martins⁴

Universidade Federal de Alagoas, pedroalexrp@gmail.com

Resumo: Na cadeia produtiva do petróleo a otimização das atividades é uma das etapas mais importantes, onde nesta etapa se necessita do detalhamento de todas as atividades envolvidas na execução planejada, desde as atividades mais improváveis, até as operações diárias em campo, principalmente devido as incertezas operacionais que as atividades *upstream* possuem. Nessa atividade, um dos principais procedimentos é a descrição de todas as tarefas envolvidas com o intuito de encontrar um equilíbrio nas atividades, buscando garantir a viabilidade financeira e a segurança operacional, com o propósito de minimizar eventos indesejáveis. Dentro das atividades de determinado projeto, um dos pontos mais cruciais seria a possibilidade de otimização do arranjo disponível nas atividades, buscando atingir um ponto ótimo operacional, visando uma melhor relação entre desempenho operacional do arranjo e menores custos. O objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre a busca do ponto ótimo operacional dentro dos projetos relacionados aos arranjos submarinos por meio de trabalhos disponíveis na literatura.

Palavras-chave: otimização de produção, sistemas submarinos, flexibilidade operacional, offshore

1. Introdução

As atividades da indústria do petróleo e gás podem ser consideradas como uma das mais complexas para serem projetadas e gerenciadas. No entanto, diversas empresas investem na área devido à enorme quantidade de produtos que são produzidos com esta matéria prima, e assim havendo enormes expectativas de retorno financeiro.

Os estudos relacionados às atividades petrolíferas necessitam de um detalhamento bastante minucioso devido ao enorme grau de incerteza na aquisição do bem mineral, justificando, assim, grandes investimentos e dedicação por parte dos investidores. Havendo enormes investimentos em todas as etapas, desde os equipamentos utilizados para auxiliar na aquisição de dados de diversos locais propensos para produção de petróleo e gás, avaliar o reservatório, possíveis perfurações comprobatórias dos dados obtidos, os equipamentos de modo geral que serão utilizados na produção do bem requerido, em conjunto a utilização de diversos *softwares* para auxiliar na compreensão da realidade das atividades realizadas.

Devido às incertezas operacionais vinculadas à indústria do petróleo, os custos relacionados a esta são muito mais elevados comparados a outros setores industriais, pois se necessita de materiais bastante sofisticados e de tecnologia

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

www.conepetro.com.br

avançada, desde os investimento voltados para a aquisição de dados. Dessa forma, busca-se a obtenção de informações mais precisas e a minimização dos riscos. No que tange a parte produtiva, busca-se por equipamentos com uma maior flexibilidade operacional, com capacidade de adequação a possíveis mudanças devido a variações dos parâmetros operacionais inesperados, sem correr riscos de uma possível falha de determinado equipamento.

No setor *offshore*, os investimentos e detalhes do projeto são maiores comparados aos referentes à exploração *onshore*. Isto ocorre devido às maiores incertezas dos dados obtidos, limitações de espaço para operação, qualidade dos equipamentos utilizados, na logística de toda a operação, novos parâmetros operacionais, entre outros fatores.

A otimização operacional busca uma solução ótima para um determinado objetivo imposto na atividade, sendo para maximizar, minimizar ou apenas estabelecer um determinado ponto excelente para a atividade, procurando se adequar às variáveis em que o arranjo analisado seja imposto, havendo análises que podem ser em busca de um único objetivo, como também se adequando à diversas finalidades. Essas investigações tem larga funcionalidade, principalmente quando envolvem custos e riscos elevados, o que se adequa de forma precisa para a indústria do petróleo.

O trabalho tem como principal objetivo uma revisão bibliográfica sobre os possíveis métodos de otimização de projetos de arranjos submarinos. Buscou-se, nas mais diversas literaturas as variações de parâmetros, suas vantagens e desvantagens, como também as suas características e parâmetros individuais adequadas para serem utilizados nas simulações das possíveis práticas em determinado projeto.

2. Metodologia

Realizou-se uma revisão bibliográfica para destacar a importância na aplicabilidade da otimização nos projetos na indústria do petróleo na parte *upstream*, sendo esses, experimentais, numéricos e revisão literária. A partir dessa revisão, destacaram-se os principais pontos que são essenciais nos projetos de sistemas de produção submarinos, possíveis soluções na aplicabilidade do projeto, e as novas tecnologias que estão sendo implantadas na indústria.

3. Resultados e Discussões

Nos estudos da indústria do petróleo se busca cada vez mais o ponto ótimo na operação, com o intuito de obter o máximo de produção, respeitando os diversos parâmetros que serão abordados, como possíveis limitações no arranjo de equipamentos e poços, como também adversidades operacionais. A otimização operacional é

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

www.conepetro.com.br

um dos tópicos mais requeridos na indústria de uma forma geral, a mesma busca um ponto ótimo dentro do arranjo que se adequa aos parâmetros operacionais ou às limitações da planta que são propostas pelos projetistas das atividades. Essa metodologia busca um ponto com a melhor relação de correlação entre melhor desempenho operacional e menor custo para a empresa, sem comprometer as instalações dos equipamentos que estão dispostos no arranjo de equipamentos e no projeto da planta.

O ponto operacional otimizado é cada vez mais requisitado na indústria do petróleo devido as grandes possibilidades de variação no comportamento das atividades *upstream*. Com essas incertezas, os profissionais envolvidos buscam cada vez mais possíveis alternativas para não haver riscos de possíveis eventos indesejáveis ou queda na eficiência da planta produtora.

Para concretizar o sucesso de diversas atividades, independente da sua natureza, necessita-se de um planejamento bastante detalhado e eficaz, onde o objetivo fim, de qualquer uma dessas, seja o planejamento de maior retorno financeiro em uma grande escala de tempo. Um projeto minucioso busca planejar antecipadamente as atividades que serão necessárias, viabilizando equipamentos com uma maior flexibilidade operacional, com o objetivo de não ocorrer eventos não planejados, garantindo assim principalmente a segurança operacional durante as atividades, como também visando evitar possíveis custos de remediação para solucionar algum problema inesperado, buscando-se, assim, um ponto ótimo operacional para satisfazer os objetivos estipulados.

Na maioria dos casos, são desenvolvidos projetos para que sejam analisados por diferentes profissionais, buscando verificar o máximo de detalhes para aumentar a qualidade e minimizar os riscos do projeto final. Com isso, almeja-se planejar em atender todas as atividades, com o intuito de uma segurança operacional, procurando evitar eventos indesejáveis, tanto para a empresa operadora, quanto para o meio ambiente que está relacionado às atividades.

Um dos quesitos mais abordados no planejamento e otimizações das operações na indústria do petróleo são os Estudos de Viabilidade Técnico Econômica (EVTE) de todo o conjunto operacional, em que neste estudo se busca detalhar todos os custos que serão abordados nas atividades, dando suporte para as tomadas de decisões nas atividades, com o intuito de reduzir possíveis riscos nos investimentos aplicados nas atividades, onde o mesmo busca estimar uma expectativa do retorno financeiro estipulado em conjunto com os dados das reservas a serem exploradas nas atividades, e assim analisando a viabilidade de cada projeto analisado. Como menciona LABANCA (2005), gera-se diversos projetos subjetivos, analisando-se o EVTE e suas possíveis flexibilidades operacionais, arquiteturas,

manutenções, possíveis multas, passivos ambientais, intervenções, etc.

Em qualquer projeto, o maior foco para a empresa é a possibilidade de maximização dos lucros. Para isso, necessita-se de um detalhamento minucioso no mesmo, principalmente aos custos vinculados as atividades. Os custos das atividades são divididos no CAPEX (*capital expenditure*) e OPEX (*operational expenditure*). O primeiro seria o capital de investimento no negócio, onde se analisa quais os equipamentos e estruturas que serão utilizados, o investimento na aquisição de dados do local a ser explorado, entre outros fatos de investimento; e o segundo, o capital gasto propriamente na operação de exploração do petróleo e gás. Estes custos são analisados junto ao EVTE através do cálculo do VPL (Valor Presente Líquido), onde entra o preço do petróleo, inflação, taxa de câmbio, e outros valores, e assim se classifica o projeto como viável ou não.

A necessidade de um projeto detalhado se aplica diretamente nos custos e estudos relatados anteriormente, buscando uma maior vida útil do mesmo, pois na indústria do petróleo se necessita de um investimento maior do que outros diversos ramos de mercado, como por exemplo no investimento de equipamentos com uma maior flexibilidade operacional, ocasionando um maior custo de investimento. Porém, este investimento é compensado com a maior segurança operacional no processo, evitando falhas, possíveis manutenções e inspeções não planejadas, o que gera custos operacionais e perda de produção, assim podendo ser mais prejudicial para a empresa. Outro importante investimento do setor do petróleo consiste na aquisição de dados, pois quanto maior o investimento na qualidade dos dados obtidos, menores serão as incertezas operacionais.

Um importante foco da atividade operacional consiste análise das operações *upstream*, devido às incertezas operacionais, gerando enormes lucros, ou prejuízos. Quando a atividade se refere ao setor *offshore* as incertezas aumentam (LABANCA, 2005). A confiabilidade de dados é ainda mais complexa devido a necessidade de maiores investimentos para aquisição de dados, consideração de outros parâmetros que não são abordados em terra como os dados oceanográficos, necessidade de equipamentos com a flexibilidade operacional ainda maior. Assim, com um maior número de parâmetros operacionais na exploração em mar, mais complexo ainda são estes projetos. Sendo assim os custos são mais elevados, necessitando mais ainda de um ponto ótimo operacional para todo o arranjo operacional.

Como detalha BAIOCO (2014), o projeto no setor *offshore* necessita de estudos detalhados em todos os setores, a exemplo das características do reservatório e sua produtividade, composição do fluido produzido (análises químicas), análise na produção de areia, os equipamentos e dutos

que serão utilizados e instalados, necessitando de equipamentos e dutos de alta qualidade para garantir possíveis instabilidades operacionais (revestimentos anti-corrosivos e isolantes). Os dutos e equipamentos submarinos devem ser analisados para a adequada definição do tipo de revestimento, material utilizado, com os dados do projeto, definir as suas rotas, analisar as suas tensões, condições de colapso, estabilidade hidrodinâmica, a partir dos dados oceanográficos e geotécnicos, possibilitando a análise de soluções alternativas para prováveis problemas que possam ocorrer durante a operação.

Os sistemas submarinos são compostos por componentes, equipamentos e subsistemas de alta confiabilidade para garantir a sua disponibilidade e segurança operacional durante a vida útil do projeto. Alguns deles são: dutos rígidos (*flowline* ou *riser*); dutos flexíveis; umbilicais, que busca transmitir potência elétrica e hidráulica; PLET (*Pipe Line End Termination*), que interliga um duto a outro, ou a um equipamento; PLEM (*Pipe Line End Manifold*), sendo a chegada ou saída de mais de dois dutos, buscando compartilhamento operacional; *manifold* que se interliga com os poços para coleta produtiva ou possíveis injeções; sistema de controle, gerando possíveis aberturas ou fechamentos; sistemas de automação, analisando os tempos de resposta, atuação dos medidores, análise e gerenciamento do escoamento, em busca pela otimização das atividades junto ao reservatório e potências hidráulicas; sistema de conexão vertical, conexão de equipamentos, entre outros equipamentos ou dutos (LABANCA, 2005).

Esses equipamentos são projetados para suportar todas as adversidades operacionais que são submetidos, como pressão, temperatura, corrosão, atritos, etc. Assim, necessitam de um material bastante detalhado e refinado na sua composição, o que implica em maiores custos para aquisição dos mesmos.

Com a parte estrutural do arranjo esquematizada, necessita-se um estudo detalhado sobre os critérios de garantia de escoamento nos dutos, onde se deve relatar com segurança o comportamento do sistema em operação, e analisar os possíveis problemas que possam vir no decorrer das atividades, como as formações de hidratos, deposição de parafinas, incrustação, possíveis problemas de perdas de carga durante o trajeto, comprimento dos dutos, como podendo ser alocados, entre outros fatores que podem interferir numa maximização da produção. Havendo algum fator que interfira na produção, buscar soluções para minimiza-los, como possíveis injeções de inibidores termodinâmicos para evitar a formação de hidratos, por exemplo.

Como em outras diversas áreas, a tecnologia vem auxiliando cada vez mais a indústrias de um modo geral, o seu avanço vem auxiliando a indústria do petróleo em diversos setores, como por

exemplo na aquisição de dados, onde a qualidade dos dados coletados estão sendo melhores ao longo do tempo. Os *softwares* de simulação das mais diversas áreas, onde a indústria vem ganhando cada vez mais qualidade neste setor, onde as simulações buscam ser progressivamente mais realísticas com o comportamento das atividades em campo. Os materiais utilizados nos equipamentos, dutos e instalações, vem sofrendo melhoras, buscando atender as necessidades da indústria, como o caso da necessidade de materiais com uma maior flexibilidade operacional, devido às incertezas operacionais.

Como se detalha no estudo de LIMA (2007), os projetos necessitam de todas as informações, desde as mais improváveis, para que possa analisar os possíveis riscos durante a atividade, podendo-se assim visualizar os eventos com maior risco e o seu impacto durante a atividade, quantificar os riscos sobre as hipóteses envolvidas nas atividades como um todo e analisar as possíveis flexibilizações, disponibilidade, para dar solução para os possíveis problemas, e poder assim analisar as atividades individualmente, analisando as possíveis modificações em determinado local objetivo.

O encontro dos profissionais de todos os setores envolvidos nas atividades deve ser realizado, com o intuito específico de levantar todos os riscos de um projeto, mesmo que separados por cada um dos seus respectivos setores, com o intuito de que estes riscos possam ser tratados e mitigados ou pelo menos para que se saiba com o que se terá que conviver na eventualidade de o risco se confirmar em fato.

Nas pesquisas voltadas a indústria do petróleo se busca cada vez mais o ponto ótimo na operação, respeitando os parâmetros, e buscando um ponto otimizado para as atividades. Nesses estudos se busca adequar uma convergência de diversos parâmetros para um objetivo, onde essas convergências devem buscar todos os aspectos das atividades operacionais e adversidades que estão submetidos, como por exemplo o uso de um determinado método de elevação artificial, o uso de uma rota de dutos com maior diâmetro interno, analisar o uso de determinado equipamento em certo ponto do arranjo, entre outros parâmetros. Assim, a indústria busca cada vez mais melhorar os parâmetros operacionais e buscando uma melhora na atividade operacional em todo o meio.

Todos os aspectos mencionados anteriormente, principalmente no quesito de avanços tecnológicos em conjunto com estudos aprofundados na área, fazem com que a disponibilidade de sofisticação dos projetos fique cada vez mais elevada, buscando atender os quesitos produtivos, com a possibilidade de automação e controle com alta qualidade em prática. Como exemplo disto seria o estudo de BISPO (2016), na qual se analisa economicamente a aplicabilidade do método

subsea to shore ou *subsea to beach*, onde este arranjo consiste no escoamento direto da produção dos poços localizados no leito marinho para as unidades de processamento instaladas na costa, assim faz com que este modelo dispense a utilização das Unidades Estacionárias de Produção (UEP), sendo assim toda a operação realizada por profissionais em terra.

Assim, observa-se que a aplicabilidade de novidades em projetos na indústria é geralmente necessária na busca de uma atividade operacional cada vez mais confiável e automatizada. Necessita-se, também de estudos ainda mais minuciosos para evitar possíveis eventos não desejáveis e as atividades possam ocorrer de forma planejada.

4 – Conclusão

Com base nos resultados obtidos, percebe-se que o gerenciamento de projetos necessita de um estudo bastante minucioso, onde busca detalhar todas as possibilidades de eventos que possam ocorrer durante as atividades operacionais. Dessa forma, o grau de complexidade na análise de todos parâmetros de convergência que são inseridos com o objetivo de chegar a um único ou múltiplos objetivos durante a atividade de otimização de atividades.

A atividade de otimização vem sendo cada vez mais utilizada na busca um ponto ótimo na operação. Isto ocorre devido à busca de atender as expectativas operacionais dos profissionais envolvidos nas atividades, examinando sempre um maior retorno financeiro atrativo e a maior vida útil possível do arranjo operacional, e para um proveitoso projeto se necessita de uma gestão operacional exemplar, desde o planejamento inicial, execução do mesmo, durante as atividades operacionais, e até a desinstalação e desmobilização.

Com base no apresentado neste breve trabalho, percebe-se a importância e as grandes consequências que são aplicadas no gerenciamento de projetos de otimização operacionais, principalmente quando aplicados ao setor *offshore*, onde os parâmetros de atividades são ainda mais complexos. Com isso, é possível se obter uma maior segurança operacional, menores emissões de poluentes e riscos ambientais, evitando eventos indesejáveis, além da busca de gerar economia financeira.

5 – Referências

BAIOCO, J. S. *Incorporação de Critérios Adicionais de Engenharia na Otimização Multi-Objetivos de Rotas de Dutos Submarinos*, Dissertação de Mestrado, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2014.

BISPO, F. J. S. *Análise técnico-econômica de um sistema submarino subsea to shore associado aos campos do pré-sal*, Trabalho de Conclusão de Curso, UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

LABANCA, E. L. *Metodologia para Seleção de Arranjos Submarinos Baseada na Eficiência Operacional*, Dissertação de Mestrado, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2005.

LIMA, H. F. *Metodologia para a Tomada de Decisão no Projeto de Sistemas Submarinos de Produção de Óleo e Gás*, Dissertação de Mestrado, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2007.