



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

## AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE OPERACIONAL PARA DESPARAFINAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Luciana Ramos Brito da Rocha<sup>1</sup>; Sandro Luís da Costa Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade Regional da Bahia – UNIRB, Unidade Acadêmica de Petróleo e Gás – [luesandro2014@gmail.com](mailto:luesandro2014@gmail.com)

<sup>2</sup> Faculdade Regional da Bahia – UNIRB, Unidade Acadêmica de Petróleo e Gás - [sandroural@yahoo.com.br](mailto:sandroural@yahoo.com.br)

### RESUMO

Com o baixo preço do barril do petróleo, o mercado petrolífero está ficando cada vez mais competitivo, sendo que um dos principais desafios das organizações, tem sido a tentativa de permanecer no mercado, trabalhando com recursos escassos, e mesmo assim prestar serviços com qualidade, superando as expectativas do cliente. Reduzir custos é o primeiro passo para aumentar a receita e aproveitar as oportunidades que o mercado oferece. Considerando que a parafinação da coluna de produção e da linha de produção dos poços de petróleo, outrora solucionada por sondas de produção, vêm sendo realizada por métodos operacionais mais seguros, baratos e rápidos, através da injeção de fluido (água ou óleo) quente na coluna e linha de produção, descartando a necessidade da intervenção com sonda de produção. Neste contexto, este trabalho através de um estudo de caso realizado no setor de desparafinação da empresa “X”, realizou uma avaliação no processo operacional de desparafinação promovendo uma melhoria em um equipamento denominado bomba de lama. A empresa “X”, analisando a técnica convencional das operações realizadas, através do referido equipamento, resolveu fazer uma simplificação do mesmo, buscando viabilizar o processo operacional, de modo a garantir a diminuição dos custos operacionais e melhoria da segurança, atendendo as expectativas do cliente.

**Palavra Chave:** Parafinação, Escoamento de petróleo, Bomba de lama, Injeção de fluido.

### 1. INTRODUÇÃO

O petróleo é um dos recursos naturais mais importantes existentes no planeta, justificado principalmente pela dependência da sociedade por este recurso, já que a maior parte dos produtos fabricados na indústria necessita de forma direta, através da utilização do petróleo como matéria prima base, ou até mesmo de maneira indireta com a utilização de algum tipo das fontes de energia para o processamento, que também é dependente do petróleo.

O petróleo é basicamente composto de hidrocarbonetos saturados, aromáticos, resinas e os asfaltenos, sendo que quando se apresenta no estado líquido é uma substância de cheiro bastante característico, inflamável e a coloração pode variar do preto ao amarelo, passando pelo marrom claro e verde, apresenta também uma densidade menor do que a água, no entanto a depender da matéria orgânica de origem, o mesmo pode conter aspectos e características diferenciadas [THOMAS, 2004].

Considerando o ponto de vista químico, o petróleo apresenta milhares de componentes

**[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)**  
**.br**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

diferentes valendo salientar que entre os principais componentes estão os hidrocarbonetos que chegam a atingir 99% da composição total [CLARK, BROWN, 1977].

A descoberta de uma jazida de petróleo consiste num estudo de alto custo com geólogos e geofísicos, afim de fazer uma análise das bacias sedimentares e somente após este dispendioso estudo é que se pode propor a perfuração de um poço de petróleo, sendo esta etapa a que exige um maior investimento em todo o processo de prospecção deste mineral [THOMAS, 2004].

A indústria do petróleo abrange diversas áreas de atuação, porém, as mais estruturadas são definidas em três etapas: exploração, perfuração e produção. A exploração é definida como os estudos preliminares para localização da jazida, onde nessa fase são feitas análises do subsolo através de métodos geológicos e geofísicos, em seguida vem à perfuração, que é onde ocorre a construção do poço, canal de ligação do reservatório até a superfície, em local pré-determinado através dos estudos realizados anteriormente, verificando a viabilidade do poço, prossegue para a etapa de produção, onde se equipa o poço e busca o método de elevação mais adequado para a exploração do petróleo [SOUZA, 2001].

A equipagem do poço consiste na instalação da coluna de produção com o

objetivo de elevar os hidrocarbonetos do reservatório até a superfície [FERREIRA, HONORATO, 2011].

E para que se tenha o controle de vazão e direção do fluxo do fluido extraído, é instalado na superfície um conjunto de válvulas de controle denominada árvore de natal, em seguida é realizada instalação da coluna de produção, bem como o método de elevação mais adequado e as linhas de produção, assim o poço de petróleo está em condição de operação, e a partir do momento em que o poço entra em produção, faz-se necessário que haja um acompanhamento constante do mesmo, assim realizando a medição de vazão, teste de coluna, pressão de fundo do poço e de cabeça de produção [BALDOTTO, FIGUEIREDO, 2006].

Durante o acompanhamento da produção de um poço de petróleo, diversos problemas operacionais podem interferir na produção desse poço, sendo que um dos principais problemas encontrados na produção de petróleo tem sido a formação de cristais parafínicos encontrados no interior das tubulações, mais conhecido como parafinação [CABANILLAS, 2006].

O início de uma parafinação de uma linha de produção é comumente conhecido como sendo a temperatura inicial de aparecimento de cristais (TIAC), sendo que a temperatura é o seu fator primordial para

surgimento desse problema [ALVES, TOFANELI, 2016].

O mecanismo de deposição de parafina predominante dependerá da quantidade e da qualidade da parafina presente no petróleo, da presença e do tipo de emulsão e das condições de temperatura e cisalhamento impostas na tubulação [CRUZ, 2011].

Na solução deste tipo de problema, pode-se optar pelo retorno da sonda de produção terrestre – SPT, a fim de realizar as intervenções necessárias para troca de toda ou parte da coluna de produção parafinada, no entanto as operações com sondas tornam os custos operacionais relativamente altos, podendo em alguns casos, até mesmo inviabilizar a continuidade da vida produtiva do poço.

Visando minimizar esses custos e garantir a eficiência na vida produtiva do poço de petróleo, alternativas foram criadas não somente com o intuito de reduzir os custos, mas também como objetivo de diminuir o tempo de intervenção no poço de petróleo, que consiste no tempo em que a sonda está em operação no poço, implicando na interrupção da produção. Assim a desparafinação mecânica ou térmica surge como um método alternativo e acima de tudo viável para o aumento ou manutenção da

produção de petróleo do poço [TAVARES, 1999].

A desparafinação consiste na retirada do petróleo parafinado na parede dos tubos, seja na coluna de produção e/ou linha de produção de petróleo, assim desobstruindo o interior da tubulação, esta que é a única via de acesso do petróleo do reservatório, até a estação de pré-processamento. Além de diminuir o tempo de operação, redução dos custos operacionais e maior segurança durante a operação, a associação desses fatores proporciona uma satisfação ao cliente. Existem vários métodos para remoção das parafinas, entre os quais se destacam: tratamentos microbiológicos, reações termoquímicas, remoções térmicas e mecânicas, entre outros. No entanto, este trabalho irá abordar apenas o da desparafinação térmica, uma vez que o foco do trabalho é a avaliação do papel da bomba de lama, sendo que este equipamento é utilizado apenas nesse método de desparafinação.

A operação de desparafinação térmica é realizada através da injeção de fluidos (água ou óleo) aquecidos. A operação de desparafinar a coluna de produção pode ser feita pelo método direto, injetando o fluido aquecido diretamente pela coluna de produção, ou pelo método indireto, quando se injeta o fluido aquecido pelo espaço anular



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

que, por sua vez, promove uma troca de calor com a coluna de produção. No processo de desparafinação térmica, utilizam-se os seguintes equipamentos: Unidade de Circulação de Óleo Quente (UCOQ), Unidade de Circulação de Água Quente (UCAQ) e Caldeira móvel, este que tem o papel de promover a geração e acumulação vapor.

Os métodos térmicos de desparafinação são operações realizadas através da injeção de óleo (UCOQ) com temperaturas em torno de 130°C, ou com injeção de água (UCAQ) a, aproximadamente, 90°C, através do espaço anular do poço [RIZZO, 2011].

Para realização da operação de desparafinação térmica existe a necessidade de quatro colaboradores, dois (operador e ajudante) para a matraca, caminhão específico que conduz a bomba tríplice, e dois (operador e ajudante) para o caminhão tanque.

Para a realização da operação de injeção de fluido nos poços, existe todo um cuidado com relação à preparação inicial da operação, por se tratar de um trabalho com alta pressão, devendo as pessoas envolvidas com esta operação serem devidamente treinadas, além de seguir os procedimentos operacionais. Antes de começar a injeção, é feita a conexão das mangueiras de sucção, ligando a bomba de lama ao tanque e a

mangueira de recalque, que liga a bomba de lama ao poço.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o sistema convencional e o método melhorado de desparafinação de coluna e linha de produção, analisando o melhor equipamento para ser utilizado nas operações de injeção de fluidos (água e óleo quente) através da bomba de lama, de forma a garantir um aumento na produtividade e maior segurança operacional com um menor custo operacional na realização das operações de desparafinação.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa de campo foi realizada durante a operação de desparafinação de poços de petróleo, nos campos petrolíferos situados no município de Araças – BA, na bacia sedimentar do recôncavo no estado da Bahia, sendo os campos de Araças (AR) e Fazenda Boa Esperança (FBE), cujas coordenadas geográficas são: latitude 12° 13'21" S e longitude 38° 12' 09" W e latitude 12° 13'02" S e longitude 38° 12' 11" W, respectivamente.

O estudo de caso foi realizado no setor de desparafinação de petróleo da empresa "X", localizada no estado da Bahia, uma empresa com mais de 20 anos de atuação no

**[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

mercado petrolífero, a qual tem como principal ramo de atividade, a prestação de serviços com sondas de produção terrestre, além de outros serviços complementares de apoio a produção de petróleo e gás natural, sendo uma empresa 100% brasileira.

Com o intuito de buscar informações mais pertinentes sobre o assunto, a pesquisa teve como fonte a coleta de dados acerca das operações através de questionários, com questões fechadas, aplicados aos colaboradores que executam as atividades de desparafinação. O questionário levou em consideração os seguintes itens: processos operacionais; satisfação dos mesmos quanto à segurança operacional; custos operacionais e viabilidade econômica. Foram selecionados aleatoriamente 20 (vinte) funcionários para responder os questionários.

Depois de ter passado pelo processo de pesquisa de campo e observações das operações, foram realizadas análises comparativas entre os processos desenvolvidos no método tradicional e no modelo melhorado (modelo proposto pela empresa), na qual se obteve com maior precisão, informações sobre a eficiência desse novo modelo, através dos questionários aplicados aos colaboradores do setor de desparafinação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mudança do método convencional de desparafinação térmica para o método melhorado se caracterizou pela necessidade de adaptar a mesma atividade de forma qualitativa, causando menos impacto na produção e no tempo de exercício das atividades.

Para a realização das operações no sistema convencional, seria necessário a contratação de quatro colaboradores, como demonstrado anteriormente, no entanto na nova configuração do método melhorado houve a unificação das unidades de bomba de lama e do tanque de fluido em apenas um caminhão, formando somente uma unidade operacional, ocorrendo a redução do número de veículos, e, conseqüentemente, houve também a redução no consumo de combustíveis e todos equipamentos utilizados pelo veículo, bem como a redução do tempo de conexão de mangueiras entre a bomba de lama e o tanque de fluido, além de ter a necessidade de apenas dois colaboradores, haja vista a simplificação do equipamento. A nova configuração da unidade operacional pode ser observada na figura 1, verificando o posicionamento de cada item no novo modelo.

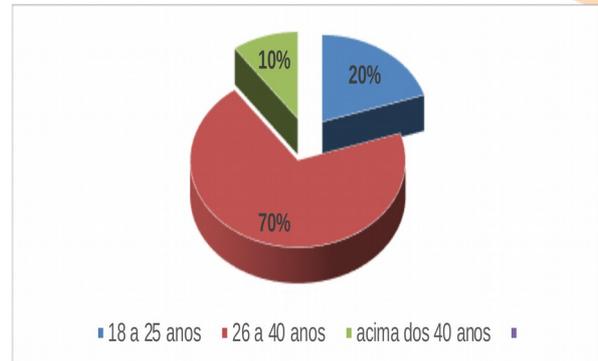
Figura 1. Unidade de injeção de fluidos no modelo melhorado



Com o processo de melhoria da unidade de desparafinação térmica, não se faz necessário a conexão entre a bomba de lama e o tanque de fluido, assim diminuindo o tempo de instalação da unidade e o risco na conexão desta mangueira. Deste modo o custo-benefício se tornou melhor para a empresa e a maneira de trabalhar se tornou mais prática para os operadores de campo.

A primeira pergunta feita aos entrevistados foi com relação à idade, pode-se observar no gráfico 1 que 20% dos participantes têm entre 18 e 25 anos, 70% tem entre 26 e 40 anos e apenas 10% dos participantes estão acima dos 40 anos de idade e que na análise individual de cada participante foi verificado que a maioria estão entre 30 e 35 anos de idade.

Gráfico 1: Idade dos colaboradores.



É comum associar esse fator à maturidade da equipe, tornando-se um diferencial, considerando que a experiência traz bons resultados, principalmente, nas tomadas de decisões operacionais.

O grau de experiência acumulado pelo tempo de serviço na área petrolífera é comprovado através do gráfico 2, sendo que a grande maioria dos colaboradores, ou seja, 60% têm acima de cinco anos de empresa, o que demonstra uma boa relação entre o colaborador e a empresa, além do acúmulo de conhecimento durante sua vida profissional.

Gráfico 2: Tempo de empresa.





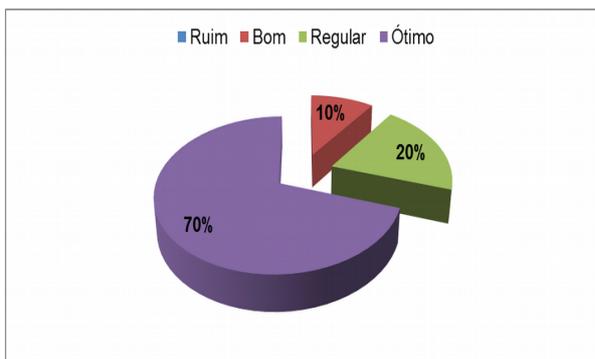
## II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

É notório que a empresa tem valorizado a mão de obra de seus colaboradores, pois o gráfico acima demonstra o grau de experiência acumulada ao longo dos anos dentre os que fazem parte do quadro de pessoal da empresa.

Quanto à eficiência operacional do novo método melhorado, o equipamento em relação ao método convencional de desparafinação térmica, pode-se observar no gráfico 3 que 70% dos participantes da pesquisa classificaram o método como ótimo, 10% classificaram como bom e 20% como regular, sendo que nenhum dos participantes entrevistados classificaram que o novo método ficou ruim, mesmo com a redução do quadro funcional no setor de desparafinação.

Gráfico 3: Eficiência do equipamento.



Pode-se observar que os colaboradores entrevistados se mostraram muito satisfeitos, uma vez que houve uma redução dos riscos operacionais, devido ao processo de montagem e desmontagem da unidade de

desparafinação térmica nas locações, ou seja, julgaram que o método melhorado é mais eficiente.

A segurança operacional é primordial em qualquer atividade, principalmente, quando se trata de operações onde o risco é de grau quatro, como é o caso das atividades na indústria do petróleo. Os dados quanto à segurança operacional é comprovada com o gráfico 4, o qual mostra que 100% dos funcionários afirmam que existe total segurança no novo método melhorado, quando realizado os procedimentos corretos.

Gráfico 4: Segurança operacional.



Um dos fatores relevantes foi à percepção dos colaboradores quanto ao esforço físico durante a realização das operações, este fato se dá exclusivamente pela maturidade e experiência dos colaboradores, que ao longo do tempo realizando determinada atividade acabam por desenvolver técnicas de trabalho, desde que amparadas por procedimentos operacionais,

que trazem benefícios tanto para os colaboradores quanto para o melhor andamento das operações.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com todos os dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que independente da variável de produção avaliada, a melhoria contínua em um processo produtivo, em nosso caso, a desparafinação do poço do petróleo, sempre é tida como uma solução viável no contexto da globalização das empresas petrolíferas.

Assim um dos fatores determinante para o favorecimento do melhor desempenho de determinado processo produtivo são os conhecimentos adquiridos em diversos segmentos do ensino, na prática do cotidiano da empresa, tendo em vista que mais da metade dos seus colaboradores já tem mais de 5 (cinco) anos de empresa.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. L. da C. & TOFANELI, L. A. *Avaliação do fluxo de petróleo em linhas de produção fabricadas a partir de fibra de vidro*. II Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional. SENAI CIMATEC, Salvador – BA, 2016.

BALDOTTO, L. E. B; FIGUEIREDO, A. B. *Equipamentos de produção*. Ática, 2006.

CABANILLAS, J. L. P. *Deposição de parafina em escoamento laminar na presença de cristais em suspensão*. 2006, 128p. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Rio de Janeiro – RJ.

CLARK JR., R. C; BROWN, D. W. *Petroleum properties and analyses in biotic and abiotic systems*. In: Mails. D. C., ed. Effects of petroleum on Arctic and Subarctic marine environments in organisms. V.1. Nature and fate of petroleum. New York, Academic Press. P.1 -89, 1977.

CRUZ, S. R. *Estudo da deposição de parafinas em escoamento multifásico em dutos*. 2011, 113p. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Rio de Janeiro – RJ.

FERREIRA, D. F.; HONORATO, N. *Manual do operador de produção de petróleo e gás*. Komedi, 2011.



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

RIZZO FILHO, H. S. *A otimização de Gás Lift na produção de petróleo: Avaliação da curva de performance do poço.* 2011, 92 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Mestrado em Planejamento Energético. Rio de Janeiro – RJ.

SOUZA, M. J. **Beneficiamento da fração C5+ do polo de Guamaré a partir de reações de craqueamento catalítico sobre zeólitas ácidas.** 2001. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Mestrado em Engenharia Química. Natal – RN.

TAVARES, E. C. *Apostila de Wire-Line.* PETROBRAS, 1999.

THOMAS, J. E. *Fundamentos de Engenharia de Petróleo.* Interciência, 2004.



**[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)**  
**.br**

(83) 3322.3222  
[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)