

## IDENTIFICAÇÃO DE FLUIDOS E ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO POR PISTONEIO – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Autor Bruno Leonardo Santos de Cerqueira; Co-autor Gleidiane Silva Santos Cordeiro de Almeida; Orientador Clever Gama Alves

Universidade Estácio da Bahia, brunoserrat@gmail.com

**Resumo:** O presente trabalho descreve os equipamentos utilizados, procedimento da atividade e critérios de encerramento do pistoneio mecânico para elevação de fluidos em poços de petróleo utilizando sonda de produção terrestre, processo que tem como objetivo identificar os fluidos produzidos e estimar a produtividade do poço durante a fase de completação. Foram abordados superficialmente os métodos alternativos de pistoneio através de equipamentos dedicados para esse fim: a unidade móvel de pistoneio e o Recoil™. A pesquisa não só descreve o pistoneio de forma geral, mas também propõe um critério para finalização do procedimento, garantindo resultados confiáveis e redução no tempo de intervenção da sonda no poço e, conseqüentemente, redução dos custos. Grande parte dessa pesquisa foi embasada em entrevistas realizadas com os profissionais da área de petróleo, mais especificamente profissionais que atuam ou já atuaram executando o pistoneio. Também foram utilizados relatórios relativos à atividade de pistoneio durante intervenções em poços do campo de Fazenda Balsamo (Esplanada-BA). Foram selecionados nove relatórios e gerados gráficos que facilitam a interpretação do comportamento do poço durante o pistoneio, criando um critério de parada através das variáveis, nível de fluido final e TAL (Teor de Água Livre). Essa representação gráfica pode ser interpretada por qualquer pessoa sem grande conhecimento específico em pistoneio.

**Palavras-chave:** Avaliação, Critério, Fluido, Pistoneio, Produção.

### Introdução

Durante a vida de um poço de petróleo terrestre, existem vários procedimentos de completação que são adotados para que se possa maximizar sua produção e viabilizá-lo economicamente. Após cada um desses procedimentos, é importante avaliar a produtividade do poço: conhecer as frações que serão recuperadas e mensurá-las. A partir desses dados, é possível tomar decisões referentes ao método de elevação e a coluna de produção que será instalada no poço, ou, até mesmo, considerar a possibilidade de abandoná-lo.

Uma técnica usada para a avaliação da produtividade é o pistoneio, por apresentar baixo custo e bons resultados. Este procedimento é realizado durante a completação do poço e contribui para a definição de parâmetros que serão utilizados para equipá-lo para produção de hidrocarbonetos.

Pelo seu pioneirismo, o pistoneio é quase que exclusivamente efetuado por SPT (Sonda de Produção Terrestre), sendo, pois, o foco do

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

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

presente trabalho. A sonda oferece todos os equipamentos necessários para o procedimento. Possui estrutura física favorável por ser de grande porte, dispõe de um sistema de carga com grande capacidade de tração, procedimentos bem definidos, confiabilidade nos resultados e conta com a vantagem de permanecer no poço para equipá-lo posteriormente de acordo com os resultados obtidos.

Os resultados mais importantes originados do pistoneio são: o TAL (Teor de Água Livre), que avalia as frações de óleo e água livre produzida pelo reservatório e o NFF (Nível de Fluido Final), também conhecido como nível dinâmico, que indica a estabilização volumétrica do poço. Nesse momento, todo o volume recuperado pelo pistoneio é igualmente regenerado pelo poço no espaço de tempo entre cada ciclo. Essas duas variáveis são as mais utilizadas na definição da finalização do procedimento, porém não existe um critério padronizado, isso implica em incertezas que podem estender o procedimento por tempo indeterminado, aumentando os custos operacionais, ou induzir uma parada antecipada, criando uma falsa certeza de que os resultados obtidos são suficientemente confiáveis para definição dos equipamentos que serão instalados no poço.

Será descrito nesse trabalho os equipamentos utilizados durante o pistoneio, bem como as características dos fluidos produzidos, o procedimento operacional e os problemas que podem surgir no decorrer da atividade, também serão avaliados os critérios atuais de parada do pistoneio a partir de relatórios de completção e será proposta uma metodologia que enfatize a parada do procedimento de maneira que os resultados sejam confiáveis.

Diante da possibilidade da implantação desse critério na prática, os resultados serão comparados com o critério atual de parada com o proposto nessa pesquisa, os prós e contras desses critérios e sua aplicabilidade serão abordados. Por fim, é apresentada uma conclusão do estudo.

## **Metodologia**

A pesquisa foi em sua maior proporção do tipo documental e será baseada em relatórios gerados durante operações de pistoneio utilizando SPT que tiveram como objetivo identificar os fluidos produzidos e estimar produção de poços de petróleo terrestres durante a completção dos poços.

Os relatórios analisados são oriundos de procedimentos de pistoneios realizados durante a completção em poços do município de

Esplanada, no qual se concentra a maior quantidade de poços perfurados no Recôncavo Baiano, superando os 330 poços, com produção aproximada de nove mil barris de petróleo por dia (ESPLANADA, 2013), no campo produtor de Fazenda Bálsamo (FBM). Os poços possuem profundidade média de 1.250 metros (profundidade mínima de 1.041 metros e máxima de 1.350 metros).

### **Caracterização da base de dados**

Serão analisados nove relatórios de pistoneio desenvolvidos por operadoras de poços de petróleo terrestres utilizando STP.

Os relatórios contêm as seguintes variáveis: Data (dd/mm/aa), Zonas; Intervalos (topo e base) (m), Posição do packer (superior e inferior) (m), Nível de fluido: inicial, final e profundidade do swab (m), Horários: início, fim e teste de pistoneio (hh:mm), Fluido: água, óleo, total (bbl/h), Teor de Água Livre (TAL) (%), Peso do fluido (lb/ft<sup>3</sup>), Produção (m<sup>3</sup>/dia).

Dentre as variáveis supracitadas, será analisado somente o comportamento do nível de fluido final e o Teor de Água Livre (TAL).

O nível de fluido final possui unidade de medida em metros (m) e o TAL será analisado através da proporção de água livre contida no volume recuperado, medido em percentual (%).

O tempo de pistoneio será utilizado como referência temporal, de forma crescente e incremental, dado em horas (h).

A variação da velocidade de subida e descida do conjunto de pistoneio também pode interferir na recuperação do poço. Por não ser um processo automatizado, não se faz presente uma linearidade entre os ciclos. Baseado nisto, durante análises dos relatórios, variações de 50 metros, para mais ou para menos, na profundidade NFF não serão consideradas como indício de desestabilização na variável analisada, descartando a necessidade de zerar a contagem do tempo no critério proposto para término do procedimento.

Em poços com TAL abaixo de 60%, verificado após estabilização do NFF, não há necessidade de se estender o pistoneio por muito tempo. Nesses poços, a viabilidade econômica depende apenas da produtividade, que pode ser mensurada na primeira hora de estabilização do NFF. Em poços com essas características, o encerramento do pistoneio fica a critério da operadora, pois o objetivo maior já foi alcançado: o fluido já foi identificado.

Os relatórios de pistoneio são preenchidos em campo pelos funcionários da operadora do poço em intervenção. Ao se medir o volume recuperado no tanque de pistoneio, é possível mensurar a proporção do TAL. Esse valor é anotado no relatório a cada hora. O tempo de medição do TAL pode variar, sendo também verificadas a cada três horas, conforme ocorre em algumas empresas.

O nível de fluido final é medido através da visualização da flambagem do cabo de aço indicando que o conjunto de pistoneio atingiu a superfície do fluido. Ao final de uma hora é relatada a profundidade em que se encontra o nível do fluido. A profundidade pode ser medida através de um equipamento chamado de medidor de profundidade ou pelo número de “cordas” descidas no poço. (DEUS, 2014)

### **Critério sugerido de parada de pistoneio**

Os relatórios foram compilados e avaliados graficamente utilizando Microsoft Office Excel 2007. Na confecção do gráfico foi utilizado no eixo X o tempo de pistoneio como referência temporal, inscrita em hora sequencial, iniciando-se de 0h, observado na parte inferior da Figura 1.

No eixo Y a série do nível de fluido final será exposta no eixo principal, à esquerda na Figura 1 e a série do TAL no eixo secundário, visto a direita na Figura 1. Esse recurso dará visão proporcional das variáveis envolvidas, visto que o TAL é dado em porcentagem.

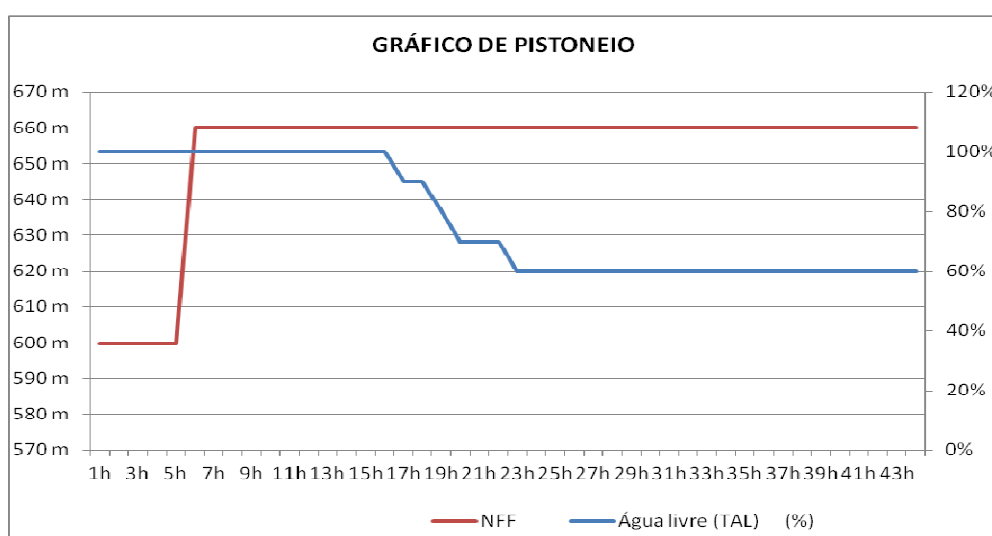


Figura 1 - Variação temporal do NFF e do TAL

Fonte: Elaboração própria a partir do relatório de pistoneio, 2014

A plotagem gráfica visa facilitar a interpretação, objetivando que pessoas com pouco conhecimento específico no procedimento tenha autonomia de tomar a decisão de parada do pistoneio. Esta abordagem se propõe a reduzir erros gerados quando a interpretação de extensos relatórios é feita apenas quantitativamente.

O critério será estabelecido através da análise do comportamento gráfico das variáveis principais.

A estabilização do NFF e TAL indica um equilíbrio entre as duas variáveis principais deste estudo. O TAL é a base mais importante da identificação dos fluidos do reservatório e o NFF indica o nível dinâmico, sendo possível mensurar a produção do poço, com base no volume recuperado a cada hora de pistoneio. A vazão de produção estimada para o poço não será usada como parâmetro direto para o critério sugerido de parada do pistoneio, pois a partir do momento que o NFF está estabilizado, o volume recuperado é sempre constante, salvo algumas exceções.

Normalmente as primeiras horas não são consideradas como gatilho de alerta para parada de pistoneio, pois se trata da retirada do fluido de amortecimento do poço.

Alguns poços, devido à sua grande depleção, não necessitam dessa barreira de segurança, logo, a estabilização do NFF é rápida e deve ser considerada no primeiro momento. Essa informação deve constar no programa de completação do poço (RAMOS, 2014).

O primeiro ponto a ser verificado no relatório é o NFF. Essa variável deve primeiramente estabilizar para que se possa iniciar a análise da segunda variável: o TAL, que também precisa estabilizar por 12 horas. Foi verificado nos gráficos gerados que mesmo após estabilização de 6 horas, as novas coletas indicaram que houve variações no valor do TAL, indicando um novo parâmetro para o poço. Portanto, sugere-se um período mínimo de 12 horas, garantindo o resultado eficiente e confiável para a parada do pistoneio.

## **Resultados e discussões**

Neste capítulo será apresentado o critério sugerido neste estudo. Atualmente o critério utilizado não possui padronização, cada operadora de poço possui o seu critério particular.

Na Figura 2 é mostrado um exemplo real que abrange grande parte dos conceitos supracitados: do ponto A1 ao ponto A2, existe uma estabilização inicial do NFF, assim como a estabilização simultânea do TAL. Estes parâmetros

fornecem as condições necessárias para definir o critério de finalização, pois a partir desse momento, se as variáveis se mantiverem estáveis, o procedimento poderá ser encerrado após 12 horas. Contudo, em menos de 12 horas, existiu uma variação do NFF, visto entre os pontos A2 e A3, devido a isso, certifica-se se o TAL continua estabilizado, caso sim, inicia-se novamente a contagem de 12 horas a partir do ponto A3.

Ainda na análise comportamental do gráfico, é possível verificar a variação do TAL após 10 horas de pistoneio no ponto B3, que se segue até o ponto B4, uma variação bastante acentuada que merece atenção. Essa variação infere em um novo gatilho. Neste ponto (B4) o NFF se mantém estável, sem nenhuma variação significativa, sendo assim, inicia-se uma nova contagem de 12 horas a partir do ponto B4.

Entre os pontos B4 e B5 não houve variação significativa em nenhuma das variáveis. Ao estabelecer o critério sugerido nessa pesquisa, o pistoneio poderia ser encerrado 12 horas depois do ponto B4, as 35 horas corridas de pistoneio total.

A Figura 2 mostra que a operadora do poço prosseguiu com o pistoneio por aproximadamente 44 horas corridas, nove horas a mais que o necessário, partindo do critério proposto neste trabalho.

Nota-se que a partir do ponto B5, momento proposto para encerramento do pistoneio, não houve variações em nenhuma das variáveis principais.

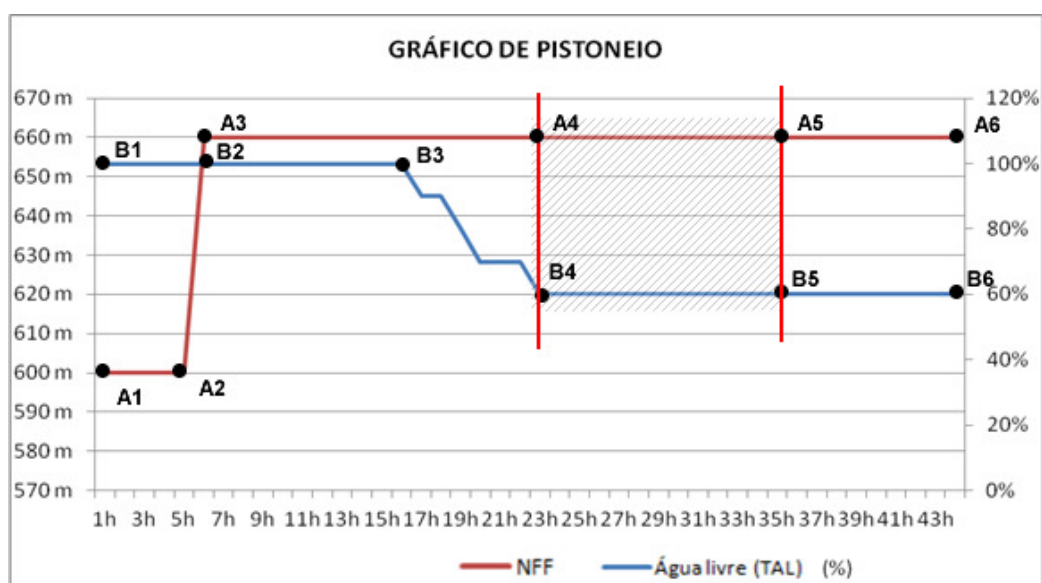


Figura 2 - Análise gráfica do critério proposto

Fonte: Elaboração própria a partir do relatório de pistoneio, 2014



Foi constatado que dois dos nove relatórios de pistoneio que se enquadravam no critério proposto, excederam no tempo de procedimento gerando custos desnecessários. Diante disso, foram analisadas todas as variáveis contidas nos relatórios de pistoneio e definidas as principais variáveis que embasam a confiabilidade dos resultados, sendo estas: TAL e NFF. O comportamento dessas variáveis pode ser usado na definição do encerramento do pistoneio.

Para facilitar o entendimento do critério estabelecido, foi sugerida a visualização gráfica que torna mais simples a observação do comportamento do pistoneio a partir do relatório.

O modelo gráfico agrega bastante no quesito visual, pois evita erro na leitura do relatório. Este critério pode ser utilizado em tempo real durante o procedimento em campo. A partir da estabilização das linhas explicitadas no gráfico, através do lançamento dos valores inseridos na tabela de pistoneio, torna-se visível o momento de estabilização do nível dinâmico bem como o TAL do fluido produzido pelo poço.

## **Conclusões e recomendações**

As operadoras de poços de petróleo preferem manter em sigilo o critério para encerramento do pistoneio, mas foi possível verificar, através dos relatórios e de entrevistas, que:

- O tempo de realização do pistoneio excede o tempo necessário para obtenção de dados confiáveis: por não seguir padrões, a confiabilidade dos dados se dá pela repetição exagerada do TAL e NFF;
- O TAL e o NFF são as principais variáveis para determinar a estabilização do pistoneio para identificar o fluido e estimar a produção;
- Não se utiliza abordagem gráfica para acompanhamento em tempo real do pistoneio.

A partir do desenvolvimento do presente trabalho, pode-se concluir que:

- É possível estabelecer a padronização para finalização do procedimento, evitando custos desnecessários e evidenciando a confiabilidade dos dados coletados;

- O acompanhamento em tempo real do procedimento de pistoneio através de gráficos facilita significativamente a interpretação dos dados, evitando intervenção de especialistas para análise dos dados;
- A confiabilidade final foi notável. Não existiram variações após as 12 horas de pistoneio com as variáveis primárias estabilizadas nos relatórios analisados;

A seguir, algumas recomendações para uso do critério sugerido:

- Desenvolveu-se um método gráfico para acompanhamento e finalização do procedimento, facilitando o entendimento até mesmo de profissionais sem conhecimento específico na atividade;
- Foi criado um critério de encerramento do pistoneio 12 horas após a partir da estabilização das variáveis TAL e NFF. Julga-se através das análises como sendo satisfatório este tempo e recomenda-se uso desse critério para obtenção de dados confiáveis;

### **Referência bibliográfica**

DEUS, E. S. Entrevista cedida a Bruno Leonardo Cerqueira e Gleidiane Cordeiro. Bahia, 24 Maio 2014.

ESPLANADA lidera produção de petróleo na região. **Esplanada News**, Bahia, 25 fev. 2013. Disponível em: <<http://www.esplanadanews.com.br/portal/noticia.php?id=4552>>. Acessado em: 01 maio 2014

RAMOS, D. S. Entrevista cedida a Bruno Leonardo Cerqueira. Bahia, 30 Mar. 2014.