

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO POÇO 01-QB-04A-BA PERTENCENTE AO CAMPO DE QUIAMBINA - BAHIA

AUTORES:

SAMPAIO NETO, F. A.¹; DUARTE, L. J. N.²; OLIVEIRA JÚNIOR, J. B.¹;
OLIVEIRA JÚNIOR, L. A. M.¹; SANTOS, L. C. L.¹

INSTITUIÇÃO:

¹Universidade Federal da Bahia, Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia de Petróleo

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO POÇO 01-QB-04A-BA PERTENCENTE AO CAMPO DE QUIAMBINA – BAHIA

Abstract

The 01-QB-04A-BA well, belonging to the Field-School Project (ANP / UFBA), is equipped with a mechanical pumping unit but no checking is carried out on the production operation in order to evaluate the well performance and to identify its operational problems. Poorly dimensioned equipment can reduce its production viability. Thus, it is the aim of this work to evaluate the down-hole equipment with a dynamometric measuring unit. This is done over a full cycle, ie the sum of an upward stroke with a downward stroke. The analysis of the dynamometer cards obtained in this work revealed two problems: paraffin jams on the production tubing and leakage on the travelling valve. It is known that a leakage on the travelling valve can result in a reduction of the volumetric efficiency. In addition, paraffin proved to be a complicating factor in Quiambina's field.

Introdução

Com a criação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) pela lei do Petróleo nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, alguns campos antieconômicos para a Petróleo Brasileiro S.A foram devolvidos à Agência. Em um total de 68 campos, considerados economicamente marginais em 2003, 27 foram incluídos em áreas exploratórias e arrematados nas licitações da ANP e, dos 41 restantes, 5 foram concedidos para a Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Com esta concessão criou-se em 2003 o Projeto Campo-Escola (PCE) da UFBA através de um convênio firmado com a ANP, tendo como objetivos principais a implantação de um programa de transferência de tecnologia para a capacitação de mão-de-obra especializada no setor de E&P de petróleo e gás natural, a partir da utilização de campos maduros de petróleo; além de demonstrar aos pequenos empresários que é possível explorar campos maduros de petróleo a baixo custo. Segundo FERREIRA (2009), a produção de campos maduros é um negócio pequeno para quem é grande, e grande para quem é pequeno. Requer simplicidade, baixo custo e muito acompanhamento.

O PCE possui cinco campos: Bela Vista, Caracatu, Riacho Sesmária, Fazenda Mamoeiro e Quiambina que foram designados pela ANP para integrarem o Projeto na Bahia. No campo de Quiambina foi perfurado o poço 01-QB-04A-BA, no qual está instalada uma unidade de bombeio mecânico (BM). Popularmente conhecido como cavalo de pau, o bombeio mecânico é um método de elevação artificial que proporciona produção através do fornecimento de energia ao fluido por diferencial de pressão. Segundo Takács (2002), o bombeio mecânico foi o primeiro método de elevação artificial utilizado no mundo.

No recôncavo baiano este método de elevação artificial é amplamente usado, com mais de 1500 unidades em funcionamento. Segundo Serra (1990), as principais vantagens do BM são devido a simplicidade de operação e manutenção; a partir de condições normais pode ser utilizado até o fim da vida produtiva do poço. Quintaes et al (2010) destaca o seu baixo custo e a capacidade de ser modificado em função das mudanças de comportamento do poço. Já Harvad (2006) comenta a limitação do uso do BM para grandes profundidades e o emprego do método para baixas e médias vazões.

Alguns problemas podem agravar consideravelmente a produção de um poço equipado com bombeio mecânico. Segundo Stragevitch et al (2004), a deposição de parafina é um dos maiores problemas enfrentados na produção de óleo. Em BM's, a parafina na coluna de produção gera um aumento das cargas atuantes no conjunto de hastes, resultando em perda de eficiência e possibilidade de aprisionamento do pistão. A entrada excessiva de gás livre na sucção da bomba pode gerar o chamado efeito sanfona, interrompendo o correto ciclo das válvulas de pé e ou passeio. Podem ocorrer vazamentos nessas válvulas que comprometam a produtividade na superfície, reduzindo a eficiência volumétrica da bomba de fundo. Devido a esforços excessivos, a haste polida pode se romper. A produção demasiada de areia pode comprometer a produção gerando corrosão e, do mesmo modo que a parafina, aprisionando o pistão. Dumas et al (2010) diz que o comportamento da produção se revela bastante sensível as dificuldades operacionais e as mudanças de regime de exploração numa unidade de bombeio mecânico.

Além dos problemas supracitados, Bizzotto et al (2001) diz que fatores como a profundidade dos canhoneados, as características dos fluidos produzidos, a vazão de produção, geometria do poço e pressões de fundo e do reservatório são significativos, interferindo na produtividade de um poço. Por exemplo, para uma determinada profundidade de assentamento da bomba, deve existir um diâmetro de pistão que melhor se enquadra no regime do poço para não sujeitar o equipamento de superfície e as hastes a esforços desnecessários. Um diâmetro de pistão maior resulta em maiores cargas devido ao fluido nas hastes, já diâmetros menores implicam em maiores velocidades com maiores fatores de fricção e aceleração. O superdimensionamento da bomba pode resultar em desgaste e redução da vida útil dos compostos de fundo, pois haverá o incompleto enchimento da camisa da bomba e conseqüentemente a mesma trabalhará com pancada de fluido (do inglês *fluid Pound*), ou até mesmo seca. Tais fatores influem diretamente na exploração do poço e, por conseguinte, na sua viabilidade econômica.

Visto que o poço 01-QB-04A-BA apresentou, a partir de 2009, elevados índices de produção de água (acima de 90%), a exploração de fluidos no poço tornou-se inviável economicamente. Deste modo, este trabalho visa a aplicação de testes dinâmométricos a fim de se analisar problemas relativos a vazamentos, bloqueios, produção de areia, parafina, pancadas, pistão desenroscado e pistão batendo no fundo, para a retomada da produção.

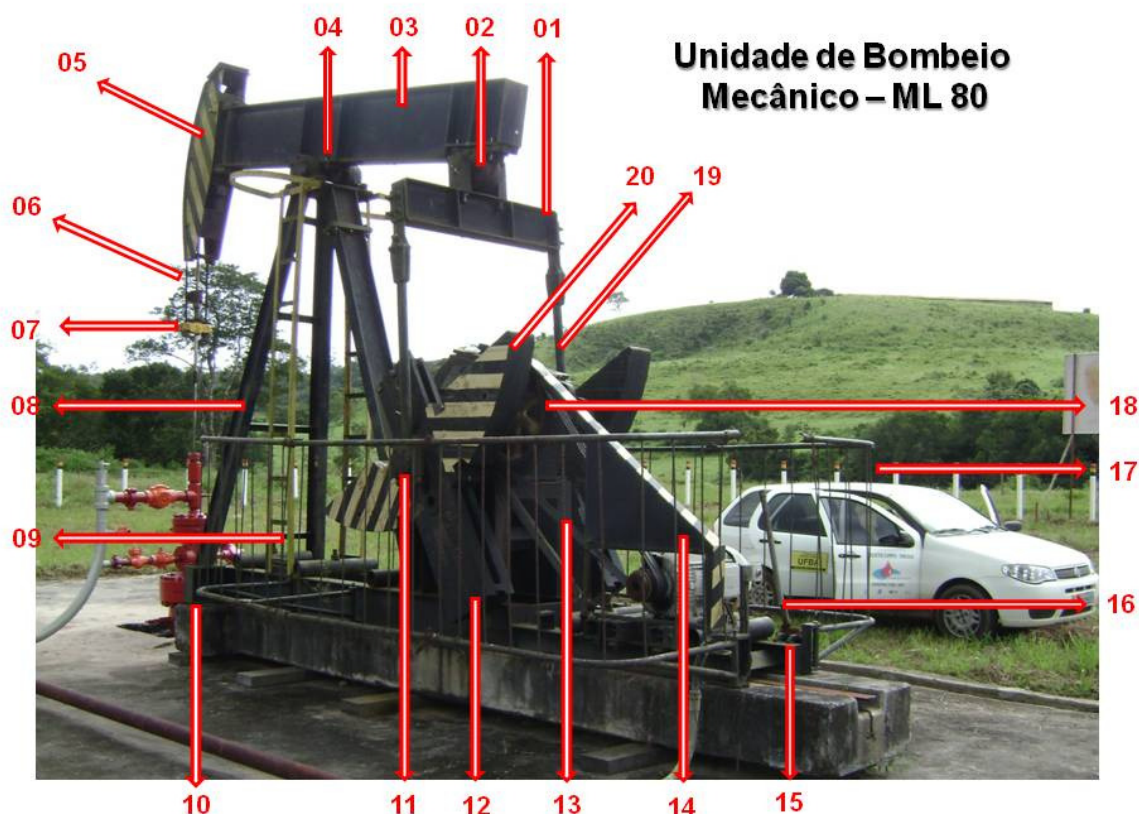
Metodologia

Dentre os equipamentos instalados no poço 01-QB-04A-BA destaca-se a unidade de bombeio mecânico modelo ML.80 da marca Microlab. Esta unidade suporta no seu redutor um torque máximo de 80.000 lbf.in. A estrutura da unidade de bombeio (UB) suporta uma carga máxima na haste polida igual a 13.300 lbf, sendo 54 in o maior curso na haste polida que a unidade consegue desenvolver.

O motor instalado é elétrico com 30 HP, que segundo Barreto (2000) é o máximo permitido para esta unidade. A biela possui comprimento de 74.3 in e está conectada no furo mais próximo ao eixo da manivela.

A haste polida acoplada é de 1^{1/4} in com 16 ft de comprimento. Ainda existem 40 hastes de bombeio grau D de 3/4 in com 25 ft de comprimento e 40 hastes de bombeio grau K de 5/8 in com 25 ft de comprimento. A bomba de fundo é do tipo 20-125-RHAC-16-4-2-BF5-3 com coluna de produção de 2^{3/8} in. Sabe-se ainda que o curso por minuto empregado na UB do poço 01-QB-04A-BA é 11 min⁻¹.

A Figura 1 ilustra os principais componentes da Unidade de Bombeio.



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 01 – Barra Equalizadora | 11 – Mancal Manivela ou Propulsor |
| 02 – Mancal Equalizador | 12 – Manivela |
| 03 – Viga Principal | 13 – Base do Redutor |
| 04 – Mancal Central | 14 – Protetor de Correias |
| 05 – Cabeça da Unidade de Bombeio | 15 – Base de Acionamento |
| 06 – Cabresto | 16 – Alavanca de Freio |
| 07 – Mesa do Cabresto | 17 – Grade de Proteção |
| 08 – Estrutura da UB – Tripé | 18 – Polia do redutor |
| 09 – Escada de Acesso | 19 – Biela ou Braço |
| 10 – Base Metálica (SKID) | 20 – Contrapeso |

Figura 1 – Principais componentes da Unidade de Bombeio (Acervo PCE)

Análise de cargas atuantes com dinamômetro

O dinamômetro é um aparelho que registra as cargas atuantes na haste polida da unidade de bombeio mecânico. O registro é realizado ao longo de um ciclo completo, ou seja, a soma de um curso ascendente com um descendente. As forças atuantes na haste polida são transferidas para o dinamômetro e sua intensidade é registrada através da caixa de análise por uma carta dinamométrica.

A Figura 2 ilustra um dinamômetro do tipo célula de carga acoplado à haste polida.

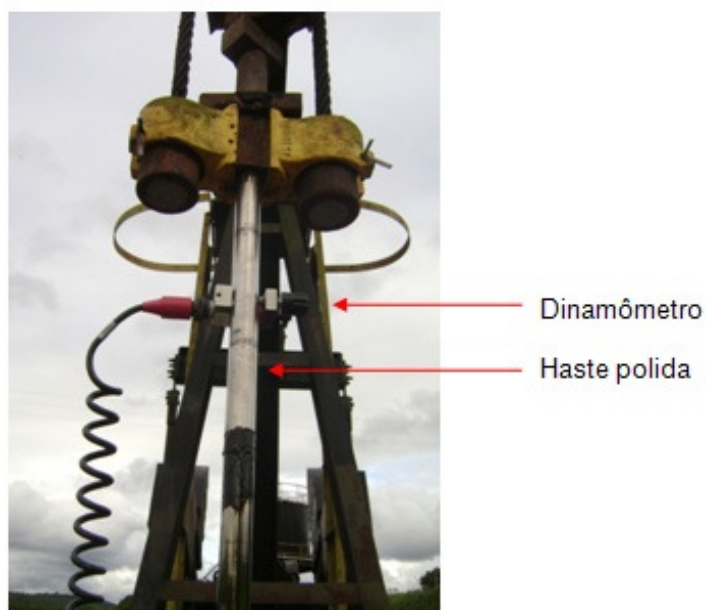


Figura 2 – Dinamômetro célula de carga acoplado à haste polida

Resultados e Discussão

A utilização da carta dinamométrica é fundamental para analisar o comportamento do conjunto de fundo de um poço instalado com bombeio mecânico. Neste trabalho o dinamômetro célula de carga foi utilizado para avaliar as condições de operação.

A Figura 3 mostra a carta dinamométrica obtida a partir dos testes de produção.

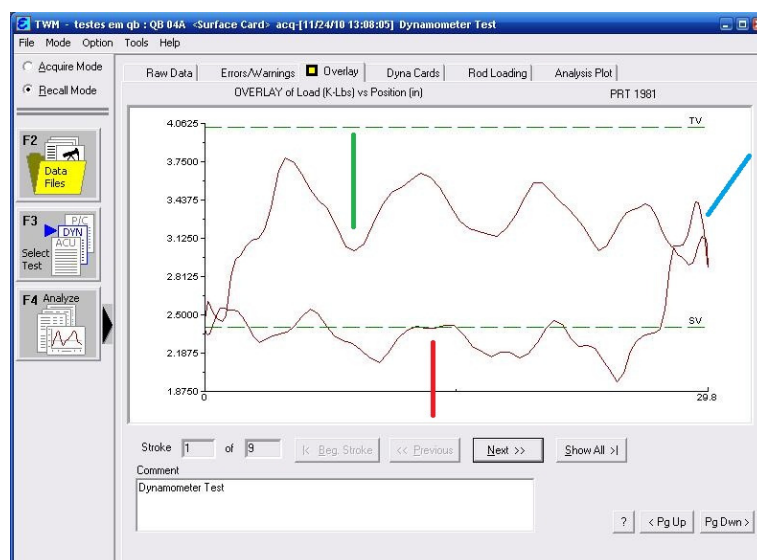


Figura 3 – Carta dinamométrica obtida a partir de testes de produção

Levando em consideração a carga máxima e a carga mínima evidenciada na carta (3781 lb e 1952 lb respectivamente) que acontecem no curso ascendente e no curso descendente, percebe-se que em ambos os cursos ocorrem inúmeras variações de carga na haste polida.

O ideal seria que no curso ascendente, ao passo que ocorresse a elevação do fluido a carga alcançasse seu ponto máximo (PPRL) no início do curso, e com a transferência do fluido para a linha de produção a carga diminuísse iniciando assim o curso descendente. De modo análogo, o curso descendente teria a carga mínima (MPRL) no seu início e esta iria aumentando ao passo que a bomba entrasse em contato com o fluido.

Com a presença de parafina na coluna de produção em pontos aleatórios, as hastes podem ter maior dificuldade em subir ou descer no curso. A parafina causa o chamado efeito sanfona nas hastes, tracionando-as no curso ascendente e comprimindo-as no curso descendente. Sua alta viscosidade dificulta a elevação dos fluidos fazendo com que ocorra redução brusca da carga do curso ascendente (indicado em verde na Figura 3). Ao elevar as hastes atravessando uma zona parafinada, a UB tem que fazer um esforço maior, já que as hastes estão sendo tracionadas.

Indicado em vermelho na Figura 3 tem-se um possível bloqueio de gás. Este bloqueio poderia ser causado pela presença de gás na camisa da bomba, dificultando a abertura da válvula de pé quando a bomba entra em contato com o fluido no fundo do poço. Porém, não foi indicada no programa quantidade excessiva de gás que comprovasse o problema. Deste modo, a parafina passa a ser o grande indicativo da carta dinamométrica. Caso exista uma quantidade de parafina próxima a bomba de fundo, a mesma representaria um aumento de carga no curso descendente, dificultando assim a descida do pistão. Isto explicaria o aumento constante da carga indicado em vermelho.

Uma carta análoga a verificada nos testes de Quiambina é apresentada no trabalho de Jesus Barreto (2009). Neste trabalho, o autor comenta a ação da parafina no sistema produtivo e os típicos resultados com sua presença. A Figura 4 ilustra a referida carta.

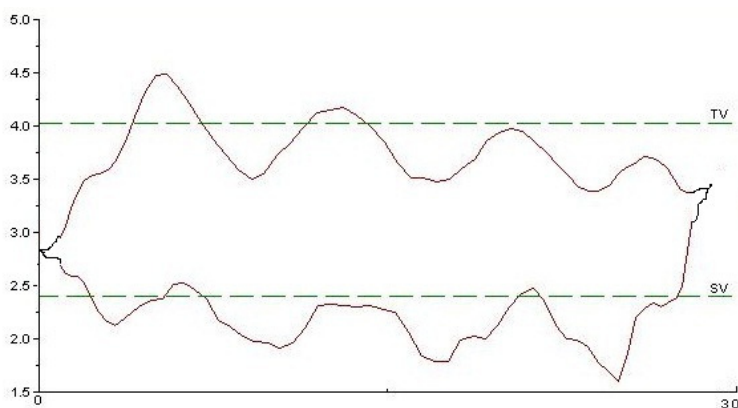


Figura 4 – Carta dinamométrica indicando a presença de parafina. Modificado de Jesus Barreto, 2009

A Figura 4 reforça a suspeita de que exista interferência de parafina no sistema produtivo do poço 01-QB-04A-BA, pois possui as mesmas características com relação aos cursos ascendentes e descendentes.

Ainda em relação a Figura 3, indicado em azul, está uma pequena possibilidade de pancada de fluido. Entretanto, esta hipótese é completamente descartada quando se observa o desbalanceamento da UB. Em uma unidade desbalanceada as inversões de curso (ascendente/descendente) são críticas, pois a UB não mantém a trajetória retilínea na haste polida, gerando muita trepidação. Como a trepidação interfere diretamente da avaliação do dinamômetro, pois o mesmo analisa as cargas pela elongação das hastes, resolveu-se testar a interferência deste problema na carta dinamométrica. Assim,

apertou-se o conjunto de gaxetas (*stuffing box*) que está na cabeça de produção e veda o espaço entre a cabeça e a haste polida e retirou-se uma nova carta dinanométrica (Figura 5).

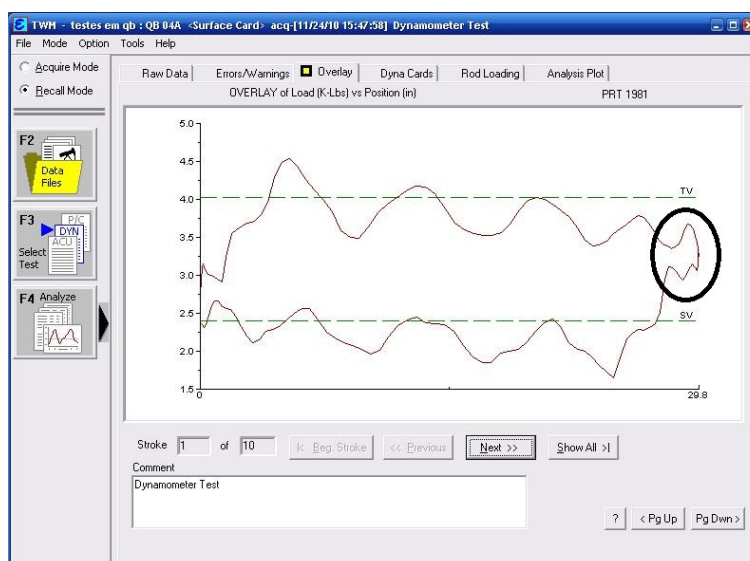


Figura 5 – Carta obtida após o aperto do *stuffing box*

Na Figura 5, a parte circulada em preto demonstra a redução do efeito que era gerado pela trepidação e desbalanceamento da UB. Apesar de ter ajudado na redução do efeito, o aperto do *stuffing box* foi um mero paliativo, sendo o balanceamento da unidade e troca do conjunto de gaxetas estritamente necessário para o bom funcionamento do sistema.

Dos testes com dinamômetro realizados, dois foram para testar as válvulas de pé e passeio. Em relação a válvula de pé, o teste foi realizado parando a unidade a 70% do curso descendente. A Figura 6 ilustra o referido teste.

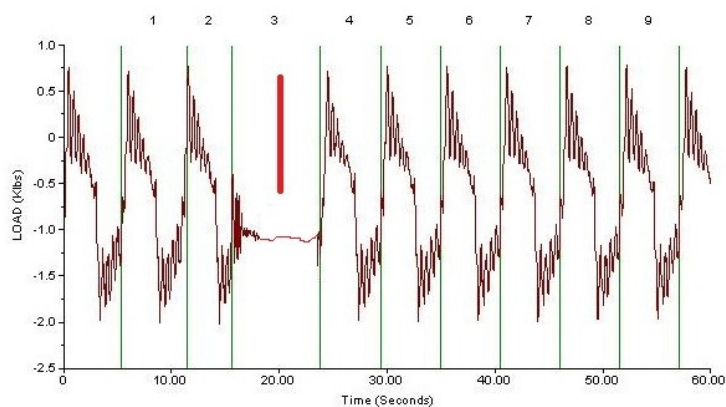


Figura 6 – Teste na válvula de pé

Caso existisse um acréscimo da carga registrada no teste da válvula de pé, significaria que está ocorrendo vazamento. Todavia, nota-se na Figura 6 que a carga ao se realizar o teste, manteve estável (indicado em vermelho). Desta forma, comprova-se a não existência de vazamento na válvula de pé do poço 01-QB-04A-BA e retira-se a possibilidade da mesma estar contribuindo para a baixa eficiência de produção.

Similarmente, o teste na válvula de passeio foi realizado parando a unidade a 70% do curso ascendente. A Figura 7 ilustra o resultado obtido.

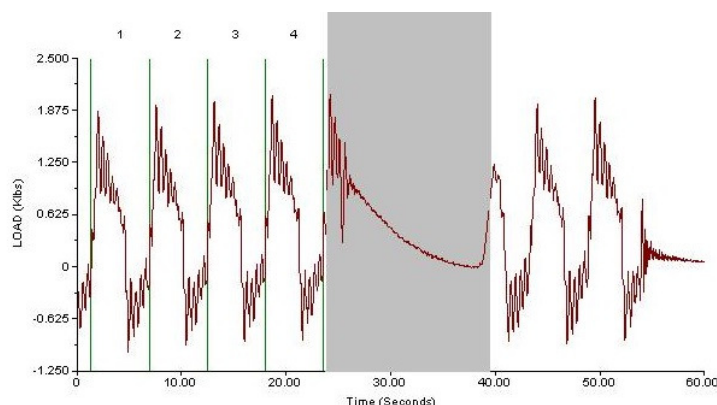


Figura 7 – Teste na válvula de passeio

Diferente do resultado encontrado com a válvula de pé, o teste da válvula de passeio apresentado na Figura 7 indicou vazamento. A região indicada em cinza demonstra o momento em que a unidade foi parada e o retorno na operação. Ao se parar a UB, o ideal seria a carga estática se manter constante. Contudo, nota-se o declínio da carga evidenciando assim o vazamento na válvula de passeio.

A detecção de vazamento na válvula de passeio pode confirmar a baixa eficiência volumétrica da bomba de fundo. A presença de parafina pode também estar contribuindo para o incorreto fechamento da válvula, facilitando assim a ocorrência de vazamento. Em casos como este, de vazamento, torna-se necessário a substituição do conjunto de fundo. A válvula de passeio é do tipo sede/esfera, permitindo fluxo em ambos os sentidos. Em casos de vazamento não só a esfera está comprometida, mas todo o conjunto com ela instalado.

Conclusões

A análise das cartas dinamométricas obtidas com os testes de produção revelou dois problemas: parafina existente na coluna de produção e vazamento na válvula de passeio. Testando a válvula de passeio foi possível observar a redução da carga no curso ascendente e eventual contribuição na redução da eficiência volumétrica. Já a parafina mostrou ser um fator complicador no campo de Quiambina.

Como já mencionado anteriormente, a troca do conjunto de fundo será necessário. A única forma de corrigir vazamentos na válvula de passeio é substituir o conjunto. Não há meios de se descer um cabo (wireline) e substituir apenas a válvula.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a colaboração do Projeto Campo-Escola (UFBA/ANP) na realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BARRETO, M. A. F. Bombeio Mecânico. Curso de Formação de Operadores. UN-BA/RH, 2000.
- BIZZOTTO, P.; FIORE, R. D.; MARZIO, L. Produccion Silmutanea de Gas & Petroleo en Reservorios Multicapas del Yacimiento Cerro Dragon. Pan American Energy, Unidad de Gestión Golfo San Jorge, Yacimiento Cerro Dragón, 2001.
- DUMAS, G. E. S.; HERNANDES, R. Análise Estatística de Declínio de Produção. *In*: Rio Oil and Gas Expo and Conference, Rio Oil and Gas Expo and Conference, Rio de Janeiro, 2010.
- ECHOMETER COMPANY, Well Analyzer and TWM “software” Operating Manual – Texas, 2005.
- HARVAD, D. Oil and Gas Production Handbook an introduction to Oil and Gas Production. AABB ATPA oil and Gas, 2006.
- JESUS BARRETO, M. R. Cartas Dinamométricas. II Semana de engenharia de Minas e Petróleo da UFBA. Salvador. PERBRAS, 2009.
- QUINTAES, O. F.; SALAZAR, A. O.; FONTES, F. A. O. Unidade de Bombeio Mecânico Inteligente, *In*: Rio Oil and Gas Expo and Conference, Rio de Janeiro, 2010.
- SERRA, K. V. ; SANTOS, F. A. Bombeio Mecânico, Petrobras UN-RNCE, 1990.
- STRAGEVITCH, A.S.X.; SOUTO JR, A.K.D.; LUCENA, S. Modelagem e Simulação do Escoamento de Óleo em Sistemas Bifásicos com a Presença de Parafinas. *In*: II Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada – CBTERMO, 2004.
- TAKÁCKS, G., Sucker-rod Pumping Manual, Pen Well Books, 2002.