



**UNIVERSIDADE TIRADENTES
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO**

**IGOR MACIEL TRAJANO MAIA
RICARDO CORREIA DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE DUAS UNIDADES DE BOMBEIO APLICADO
AOS POÇOS CP-958 E CP-1121 DO CAMPO DE CARMÓPOLIS**

**ARACAJU-SE
2018.2**

IGOR MACIEL TRAJANO MAIA
RICARDO CORREIA DOS SANTOS

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE DUAS UNIDADES DE BOMBEIO APLICADO AOS
POÇOS CP-958 E CP-1121 DO CAMPO DE CARMÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação de Engenharias como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo pela Universidade Tiradentes no segundo semestre de 2018.

Orientadora: Prof.^a Msc. Claudia Santana Arcieri Miranda

ARACAJU-SE
2018.2

IGOR MACIEL TRAJANO MAIA
RICARDO CORREIA DOS SANTOS

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE DUAS UNIDADES DE BOMBEIO APLICADO AOS
POÇOS CP-958 E CP-1121 DO CAMPO DE CARMÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação de Engenharias como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia de Petróleo pela Universidade
Tiradentes no segundo semestre de 2018.

Orientadora: Prof.^a Msc. Claudia Santana
Arcieri Miranda.

Aracaju, _____ de _____ de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Msc. Claudia Santana Arcieri Miranda
UNIVERSIDADE TIRADENTES - UNIT

Prof. Dr. Cláudio Borba
UNIVERSIDADE TIRADENTES - UNIT

Prof.^a Dr.^a Elayne Emilia Santos Souza
UNIVERSIDADE TIRADENTES - UNIT

Rodrigo de Oliveira Carvalho
UNIVERSIDADE TIRADENTES – UNIT

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos nossos pais, amigos e professores que ensinaram o melhor caminho a seguir.

AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer primeiramente a Deus por estar sempre abençoando nosso caminho, sempre nos ajudando nas nossas decisões, dando segurança, força, confiança e sabedoria.

Agradecemos aos nossos pais e familiares pelos ensinamentos e conselhos, por todo o apoio que foi dado, sempre estando ao nosso lado transmitindo força e confiança para nós superarmos nossas dificuldades.

A nossa orientadora Prof.^a Msc. Claudia Santana Arcieri Miranda, pela orientação, paciência e confiança que foi dada.

Aos nossos amigos pelos momentos de dificuldade e de alegria que passamos juntos durante toda essa jornada.

RESUMO

Na engenharia de petróleo o óleo pode ser retirado do reservatório de forma natural ou utilizando métodos de elevação artificial. Quando o reservatório não possui energia (pressão) o suficiente para elevar o fluido até a superfície, é necessário que utilize um método de elevação artificial, que poderá ser o bombeio mecânico com haste (BM), *gas lift*, bombeio de cavidade progressiva (BCP) ou bombeio centrífugo submerso (BCS). Foi feito um trabalho de pesquisa de campo, onde este teve como objetivo a realização de uma análise técnica do desempenho de produção nos poços CP-958 e CP-1121 equipados com bombeio mecânico localizados no campo Carmópolis/SE, com o intuito de analisar a produção com a troca do curso a partir dos parâmetros da carta dinamométrica, o CPM (capacidade da polia por minuto) o movimento ascendente e descendente. Ao ser analisado o desempenho de produção dos poços CP-958 e CP-1121 do campo Carmópolis/SE, concluiu-se que teve um aumento significativo da produção em m^3/d de óleo bruto. No CP-958 antes da troca do curso de 86" tinha uma produção de $2,6 \text{ m}^3/\text{d}$ e depois da troca do curso para 100" aumentou para $4,2 \text{ m}^3/\text{d}$, teve um aumento de $1,6 \text{ m}^3/\text{d}$ que foi considerado muito bom. No CP-1121 antes da troca do curso de 100" tinha uma produção de $1,9 \text{ m}^3/\text{d}$ e depois de ter feito a troca do curso para 86" teve um aumento para $2,3 \text{ m}^3/\text{d}$, teve um aumento de $0,4 \text{ m}^3/\text{d}$, foi considerado razoável. Assim, este estudo possibilita visualizar o quanto é importante à mudança dos cursos nos poços, para que o aumento da produção possa gerar mais lucros para as empresas.

Palavra-chave: Bombeio Mecânico, Elevação Artificial, Carta Dinamométrica, Petróleo.

ABSTRACT

In petroleum engineering oil can be withdrawn from the reservoir naturally or using artificial lift methods. When the tank has no energy (pressure) sufficient to raise the fluid to the surface, it is necessary to use a method of artificial lift, which may be a mechanical pump with piston rod (BM), gas lift, progressive cavity pumping (BCP) or submerged centrifugal pumping (BCS). It was made a field research work, where it was aimed at the realization of a technical analysis of production performance in CP-958 wells, and CP-1121 equipped with mechanical pump located in Carmópolis /SE field, in order to analyze the production with the change of course from the letter torque parameters, the CPM (pulley capacity per minute) the upward and downward movement. Upon analyzing the performance of production wells CP-958 and CP-1121 of Carmópolis /SE field, it was concluded that had a significant increase in production m^3 / d of crude oil. The CP-958 before the return travel 86 "had an output of $2.6 m^3 / d$ and after the change of the course 100" increased to $4.2 m^3 / d$, had an increase of $1.6 m^3/d$ which it was considered very good. The CP-1121 100" before the travel exchange "had an output of $1.9 m^3 /$ and after having made the switch to the course 86" was increased to $2.3 m^3/d$ increased by $0,4 m^3/d$, was considered reasonable. This study allows you to view how important it is to change the courses in the wells, so that the increase in production can generate more profits for businesses. it was concluded that had a significant increase in production of crude oil.

Keywords: sucker rod pumping system, Artificial Elevation, dynamometer card, Oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de bombeio mecânico.....	11
Figura 2 - Unidade de bombeio mecânico.....	15
Figura 3 - Unidade de bombeio mecânico – CP-958.....	17
Figura 4 - Válvula de pé e de passeio.....	18
Figura 5 - Curso ascendente.....	19
Figura 6 - Curso descendente.....	19
Figura 7 - Carta dinamométrica de superfície.....	20
Figura 8 - Carta dinamométrica de fundo.....	21
Figura 9 - Diagrama estratigráfico da sub-bacia de Sergipe.....	23
Figura 10 - Poço CP-958.....	25
Figura 11 - Unidade de bombeio do poço CP-958.....	26
Figura 12 - Teste de pressão.....	26
Figura 13 - Verificação da pressão no manômetro.....	27
Figura 14 - Programa SISAL.....	27
Figura 15 - Programa Sisal com os dados do poço CP-958.....	28
Figura 16 - Ferramentas utilizadas.....	31
Figura 17 - Ferramentas utilizadas.....	31
Figura 18 - Antes da troca de curso.....	32
Figura 19 - Depois da troca do curso.....	32
Figura 20 - CP-958.....	33
Figura 21 - Cálculo da Polia no Excel.....	34
Figura 22 - Poço CP-1121.....	37
Figura 23 - Equipamento Sonolog.....	38
Figura 24 - Programa Sisal com os dados do poço CP-1121.....	39
Figura 25 - Poço CP-1121.....	40
Figura 26 - Cálculo da Polia no Excel.....	42
Figura 27 - Poço CP-1121.....	44

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Fabricantes para a troca de curso	29
Tabela 2 - Distância entre Eixos do poço CP-958.....	36
Tabela 3 - Distância entre Eixos do poço CP-1121.....	43
Tabela 4 - Produção Antes e Depois da Troca do Curso	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção do CP-1121 Antes e Depois da Troca do Curso.....	45
Gráfico 2 - Produção do CP-958 Antes e Depois da Troca do Curso.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO GERAL.....	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 MÉTODOS DE ELEVAÇÃO	13
3.1.1 Elevação natural.....	13
3.1.2 Elevação artificial	14
3.2 BOMBEIO MECÂNICO.....	17
3.3 CARTA DINAMOMÉTRICA.....	20
3.4 HISTÓRIA DO CAMPO DE CARMÓPOLIS	21
3.5 RESERVATÓRIO.....	22
4 ESTUDO DE CASO	24
4.1 METODOLOGIA.....	24
4.2 ANÁLISE DO CAMPO.....	25
4.2.1 CP-958	25
4.2.2 CP-1121	37
5 RESULTADOS.....	45
6 CONCLUSÃO	47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

Em 1956 a Petrobrás começava a investir na pesquisa para de petróleo na bacia Sergipe/Alagoas. Nessas pesquisas foram encontradas anomalias. Em 1963 em Carmópolis foi perfurado o primeiro poço com óleo, este tinha mais de 1300 metros e produzia por surgência. Naquela mesma época a Petrobrás já pensava em investir em novos poços para abranger todo o campo. Em 1968, o campo de Carmópolis foi considerado um sucesso, naquela época sua produção chegava a 22 mil barris/dia, com mais de 275 poços produtores (PEREIRA S. A., 2009).

Com o passar do tempo alguns poços do campo de Carmópolis foram deixando de ser surgêntes, ou seja, eles foram perdendo as energias com o tempo, sem ter pressão o suficiente para elevar o fluido para a superfície. Com isso, foi necessitada a utilização de métodos de elevação artificial. Os métodos mais utilizados são o bombeio por cavidade progressiva (BCP), bombeio centrífugo submerso (BCS), o *gas-lift* e bombeio mecânico com haste (BM).

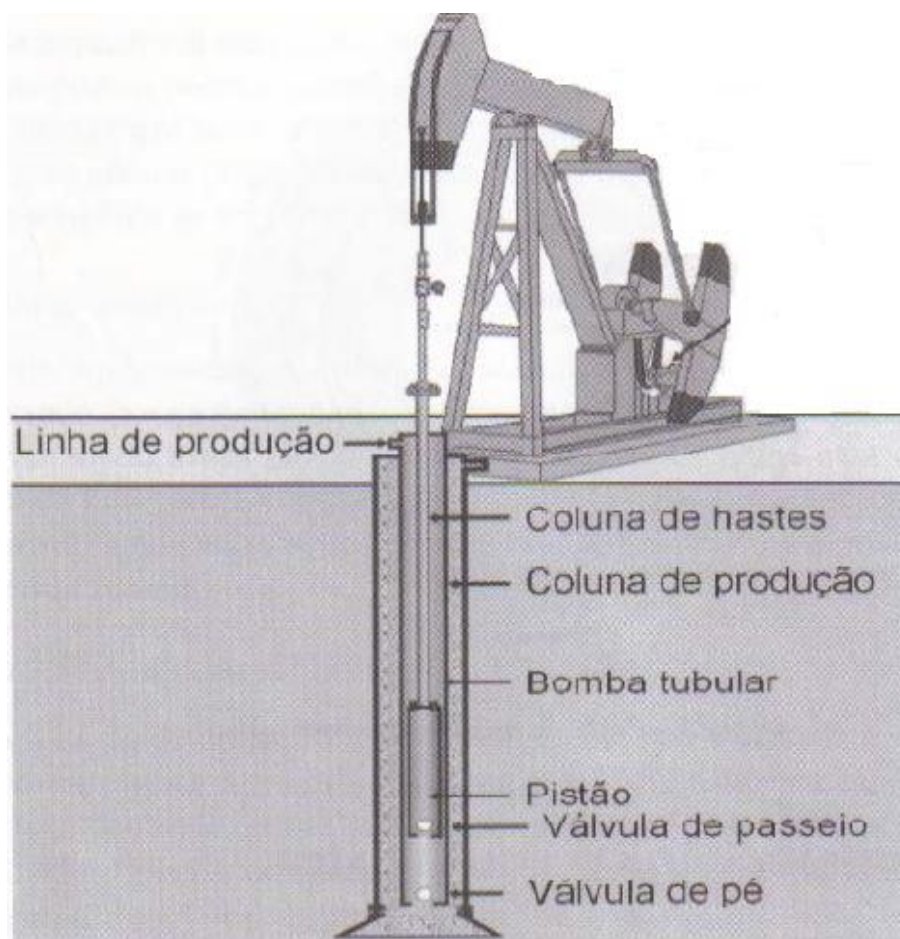
Dentre todos os métodos de elevação artificial, o BM é utilizado em cerca de 71% dos poços produtores do mundo (ESTEVAM, 2006). O BM é o método mais utilizado por conta da sua vazão de produção ser alta, podendo chegar a 300 m³/d. Além disso, o custo operacional é baixo e tem uma fácil manutenção, porém o BM não é recomendável em poços com alta razão gás líquido (RGL), produção excessiva de areia e uma alta profundidade.

As avaliações da produção nas unidades de bombeio mecânico (UB) conforme figura 1, vão depender de alguns fatores específicos que podem alterar o desempenho da produção e isso pode variar a depender do tipo da bomba, do torque a ser utilizado, do peso do fluido, do curso do pistão, da potência do motor em rotações por minuto (RPM), entre outros. O desempenho também pode se alterar devido aos movimentos ascendentes e descendentes das válvulas de pé e de passeio, se o movimento estiver com as aplicações e parâmetros desejados, a fim de melhorar a produção.

A análise do poço é feita através da carta dinamométrica e o sonolog. As cartas dinamométricas estão entre as principais ferramentas de análise e avaliação

das condições do BM. Algumas informações extraídas da análise podem ser a verificação das condições de bombeio da bomba (movimento ascendente e descendente) e válvulas (válvula de pé e passeio) a determinação das cargas que atuam na unidade de bombeio e na haste polida.

Figura 1- Sistema de Bombeio Mecânico.



Fonte: THOMAS, *et al.*, 2004.

2 OBJETIVO GERAL

- O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação técnica do desempenho de produção nos poços CP-958 e CP-1121 equipados com bombeio mecânico, localizados no campo Carmópolis/SE.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantamento bibliográfico sobre os principais métodos de elevação artificial;
- Analisar o método de Bombeio Mecânico;
- Escolhas das variáveis para análise do bombeio mecânico no estudo de caso.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MÉTODOS DE ELEVAÇÃO

3.1.1 Elevação natural

Na elevação natural de petróleo, o fluxo de fluidos desde o reservatório até a superfície ocorre unicamente através da energia do reservatório. Normalmente, ocorre no início da vida produtiva das jazidas. Porém, com o passar do tempo e o aumento da produção acumulada, a pressão do reservatório declina, tornando-se insuficiente para deslocar os fluidos até a superfície numa vazão econômica ou conveniente (THOMAS *et al.*, 2004).

O poço é considerado surgente quando a pressão do reservatório é suficiente para expulsar os fluidos da formação para a superfície, através da tubulação do poço. Esta pressão deve ser maior do que a soma da pressão na cabeça do poço mais a pressão do peso da coluna dos fluidos, da superfície até a profundidade da zona produtora, acrescida da pressão por fricção no interior da tubulação e nas restrições encontradas pelos fluidos, no seu caminho para a superfície (CORRÊA, 2003).

Essa elevação é mais vantajosa, mas ela só acontece por um tempo limitado. Quando a pressão do reservatório diminui e não tem mais potência para elevar o fluido pra superfície ela deixa de ser utilizada, porém na sua vida útil ela gera menos problemas operacionais, um menor custo unitário na sua produção e entre outros fatores.

3.1.2 Elevação artificial

Um reservatório pode ser surgente no início de sua vida produtiva, mas com o tempo irá necessitar de uma forma para elevar o fluido para a superfície, devido à queda de pressão no reservatório, ou seja, quando ele não tem mais forças para elevar o fluido à superfície. Em outros casos, o reservatório é depletado, necessitando de equipamentos específicos para elevação desde o início da sua produção.

Quando a pressão do reservatório é relativamente baixa, os fluidos não alcançam à superfície sem que sejam utilizados meios artificiais para elevá-los. O mesmo ocorre no final da vida produtiva por surgência ou quando a vazão do poço está muito abaixo do que poderia produzir, necessitando de uma suplementação da energia natural através de “elevação artificial” (ROSSI, 1991).

Neste caso, são utilizados métodos de elevação artificial que junto com equipamento específicos fazem com que a pressão no fluxo no fundo do poço reduza e aumente o diferencial de pressão sobre o reservatório, resultando na elevação do fluido e no aumento da vazão do poço.

Atualmente os métodos de elevação artificial mais utilizado no mundo petrolífero são:

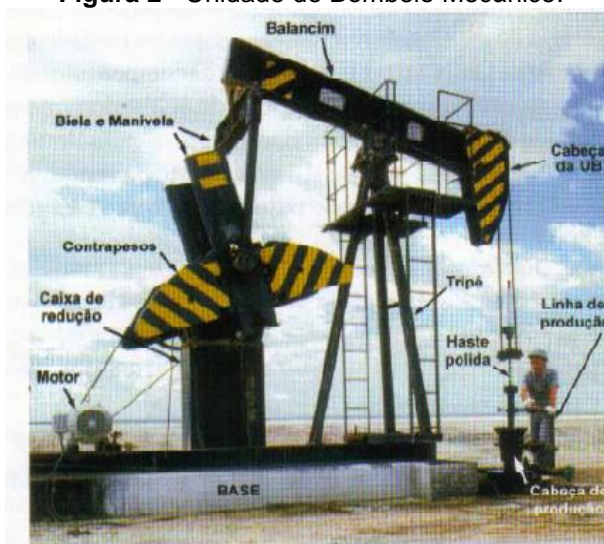
a) Bombeio mecânico com haste (BM)

Consiste numa unidade motora (cavalo de pau) instalada na superfície. No poço, uma bomba de fundo é operada por hastes, acionada pela unidade de superfície. Por um processo de pistoneio do poço, pelo movimento alternativo das hastes, o óleo é produzido. A bomba que efetua este trabalho é denominada “Cavalo de pau” (CORRÊA, 2003).

O bombeio mecânico (Figura 2) é um método de elevação artificial em que a energia é transmitida ao fluido através de uma bomba de deslocamento positivo, do tipo alternativa, posicionada no fundo do poço. O acionamento dessa bomba é

provido por um motor elétrico ou de combustão interna, localizado na superfície. O movimento de rotação do motor é transformado em movimento alternativo através de um equipamento conhecido como unidade de bombeio (UB). A ligação entre a unidade de bombeio e a bomba de fundo é feita através de uma coluna de barras de aço, denominada de haste de bombeio (NORONHA, *et al.*, 2010).

Figura 2 - Unidade de Bombeio Mecânico.



Fonte: THOMAS, *et al.*, 2004.

b) Bombeio centrífugo submerso (BCS)

Neste tipo de bombeio, a energia é transmitida para o fundo do poço através de um cabo elétrico. A energia elétrica é transformada em energia mecânica através de um motor de subsuperfície, o qual está diretamente conectado a uma bomba centrífuga. Esta transmite a energia para o fluido sob forma de pressão, elevando-o para a superfície (THOMAS, *et al.*, 2004).

As vantagens de usar esse método de elevação é que se pode trabalhar em poços que produzem uma baixa razão entre gás-óleo (RGO) e um alto teor de água, tendo uma grande flexibilidade em ser utilizado em variados tipos de poços e produzem em poços com alta temperatura e fluidos viscosos. Mas contêm algumas desvantagens esse método que devem ser levados em conta, eles não produzem poços que contêm areia, não é indicados para poços que produzam H₂S (Sulfeto de Hidrogênio) e na sua manutenção da bomba é preciso ter cuidado os cabos elétricos.

c) *Gas-lift* contínuo e intermitente (GLC e GLI)

O *gas-lift* é um método de elevação artificial que utiliza gás comprimido para elevar fluidos até a superfície. São usados não só para poços sem condições de surgência, mas também para poços que pretendem aumentar sua produção de óleo, que consiste na injeção de um gás num ponto específico da coluna, fazendo com que a densidade dos fluidos produzidos diminua e isso também faz com que o gradiente de pressão da coluna diminua, então há uma redução na pressão requerida no fundo do poço. Conseqüentemente, há um aumento na eficiência na vazão de produção. Existem métodos de *gas-lift* que podem ser utilizados em determinado tipo de poço, pode ser utilizado o *gas-lift* contínuo ou o *gas-lift* intermitente.

- O *gas-lift* contínuo consiste na injeção de gás a alta pressão continuamente na coluna de produção, tendo como objetivo de gaseificar o fluido desde o ponto de injeção até a superfície (LEONEZ, 2011), ou seja, o *gas-lift* contínuo é similar à elevação natural e baseia-se na injeção contínua de gás a alta pressão na coluna de produção, com o objetivo de gaseificar o fluido desde o ponto de injeção até a superfície (THOMAS, *et al.*, 2004).

- O *gas-lift* intermitente baseia-se no deslocamento de golfadas de fluxo para a superfície, através da injeção de gás a alta pressão na base de golfadas (THOMAS, *et al.*, 2004), ou seja, o *gas lift* intermitente é produzido através da injeção de gás a alta pressão, necessário para o deslocamento do petróleo a base das golfadas (fluxo para a superfície de forma inconstante) (LEONEZ, 2011).

d) Bombeio por cavidades progressivas (BCP)

O BCP é um método de elevação utilizado para elevar petróleo, sendo aplicado em poços não muito profundos e tendo como limitação o diferencial de pressão sobre a bomba (LEONEZ, 2011).

É um método de elevação artificial em que a transferência de energia ao fluido é feita através de uma bomba de cavidades progressivas. É uma bomba de deslocamento positivo que trabalha imersa em poço de petróleo, constituída de rotor e estator (THOMAS, *et al.*, 2004).

3.2 BOMBEIO MECÂNICO

Dentre todos os métodos de elevação artificial, o Bombeio Mecânico (Figura 3) é utilizado em cerca de 71% dos poços produtores do mundo (ESTEVAM, 2006). Esse método é mais utilizado por conta do seu baixo custo de investimento e manutenção, além de uma grande flexibilidade de adaptação às variações na vazão (0 a 300m³/d).

Pode-se trabalhar com diversos tipos de fluidos e suporta altas temperaturas, mas apesar dessas vantagens a unidade de bombeio (UB) possui algumas desvantagens que devem ser levadas em considerações como a ineficiência para bombear fluidos viscosos, inadequado para poços profundos, não tem um bom funcionamento quando os poços contêm areia ou uma grande quantidade de gás.

Figura 3 - Unidade de Bombeio Mecânico – CP-958.

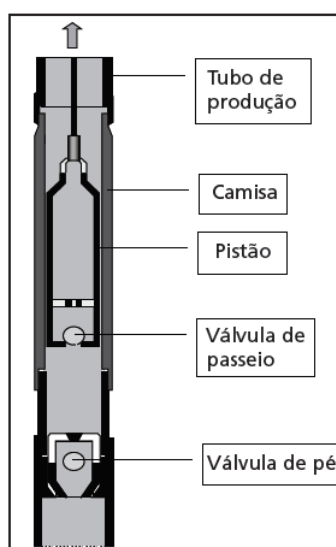


A coluna de hastes de bombeio conecta a unidade de bombeio na superfície e à bomba de fundo. É um sistema mecânico peculiar geralmente com várias centenas de metros de comprimento e não mais que uma polegada de diâmetro. O seu comportamento elástico pode ter fundamental impacto na elevação de fluidos (COSTA, 2008).

Os principais componentes de uma unidade de bombeio mecânico são a bomba de fundo, a coluna de hastes, o motor e a UB. A coluna de haste faz um movimento alternativo para que o fluido se eleve para a superfície. Hastes são barras de aço que compõem uma coluna cuja função é acionar a bomba, transmitindo para esta o movimento alternativo proveniente da unidade de bombeio. É o elemento de ligação entre a unidade de bombeio e a bomba de fundo, a coluna de hastes recebe todo o peso do fluido bombeado, além de suportar seu próprio peso (NORONHA, F., *et al.*, 2010).

A bomba de fundo (Figura 4) é responsável por fornecer energia ao fluido através do diferencial de pressão entre sua descarga e admissão, dentro da bomba contém a camisa, pistão e as válvulas. A camisa é responsável pela passagem e contenção do fluido pelo tubo, o pistão comprime o fluido e leva para a zona de admissão da bomba que é de baixas pressões para o de altas pressões que é a zona de descarga da bomba. A bomba de fundo funciona de duas maneiras, no curso ascendente e descendente.

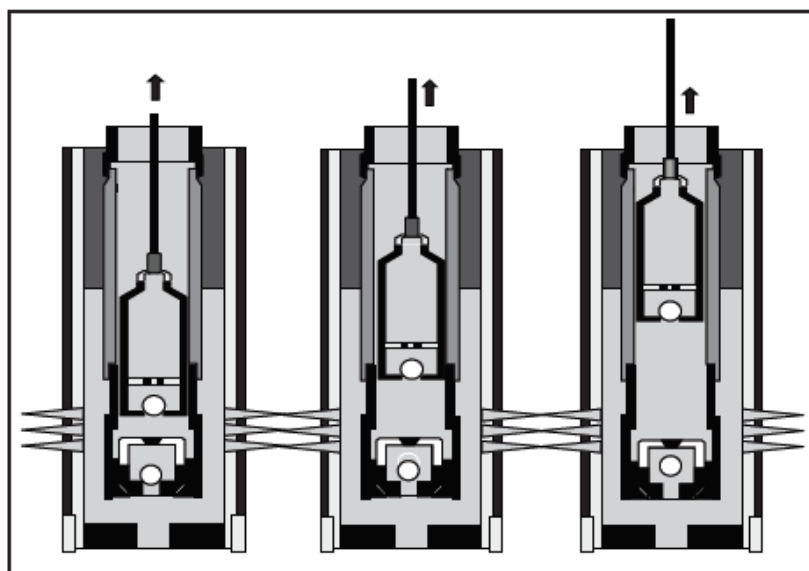
Figura 4 - Válvula de Pé e de Passeio.



Fonte: NORONHA, *et al.*, 2010.

No curso ascendente (Figura 5) o peso do fluido que está dentro da coluna de pressão mantém a válvula de passeio fechada, enquanto a válvula de pé abre e permite a passagem do fluido do anular para o interior da bomba, ou seja, o fluido fica no pistão.

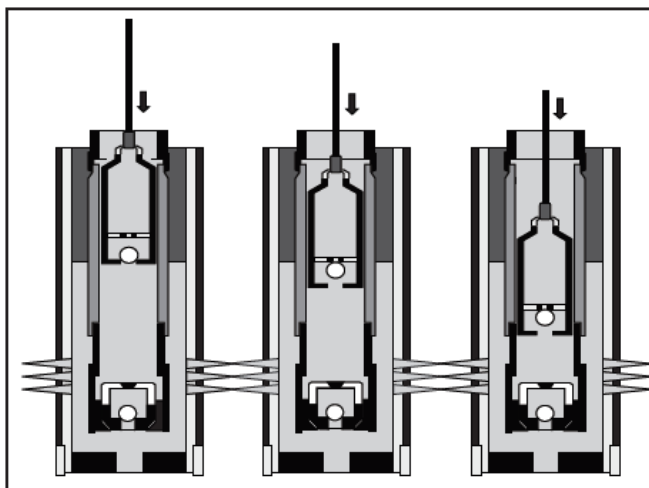
Figura 5 - Curso Ascendente.



Fonte: NORONHA, *et al.*, 2010.

No ciclo descendente (Figura 6) faz o movimento para baixo, que faz com que a válvula de pé feche impedindo a entrada do fluido da formação na bomba, e a válvula de passeio se abre permitindo a passagem do fluido que estava na bomba para a superfície.

Figura 6 - Curso Descendente.



Fonte: NORONHA, *et al.*, 2010.

A função básica da unidade de bombeio é converter o movimento rotativo de alta velocidade do motor num movimento vertical alternativo de baixa velocidade, a ser entregue a coluna de hastes. Seu porte é determinado pela capacidade de torque do seu principal componente (reductor) e pela capacidade de carga estrutural (NORONHA, F., *et al.*, 2010).

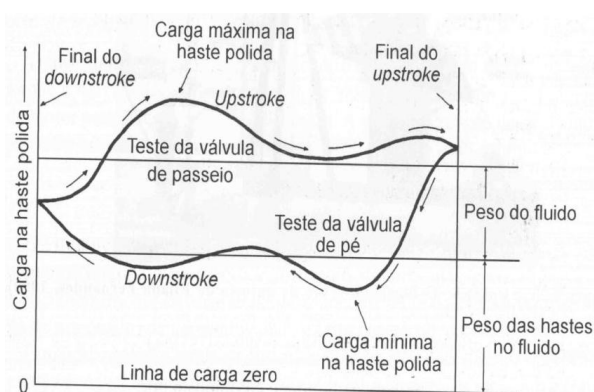
Através do movimento de rotação, o motor é responsável por transmitir energia à unidade de bombeio. Os motores podem ser elétricos ou de combustão interna. A disponibilidade de energia elétrica implicará sempre na utilização de um motor elétrico, tendo em vista que são mais eficientes, têm menor custo operacional e apresentam menor ruído em relação aos motores de combustão interna. Estes são utilizados, geralmente, em locais que estão isolados, onde a construção de uma rede para distribuição elétrica seja economicamente inviável (THOMAS, *et al.*, 2004).

3.3 CARTA DINAMOMÉTRICA

Existem dois tipos de cartas dinamométricas: a carta de superfície e a de fundo, que apresenta as cargas exercidas na bomba de fundo.

A carga dinamométrica de superfície mostra as cargas que atuam na haste polida, como mostra a figura 7, que registra o movimento ascendente (Upstroke), o movimento descendente (Downstroke), as cargas na haste polida, o peso do fluido e entre outros. As cargas são registradas na superfície através de dinamômetros e no fundo do poço através de dispositivos especiais ou através de modelos matemático (LIMA, *et al.*, 2009).

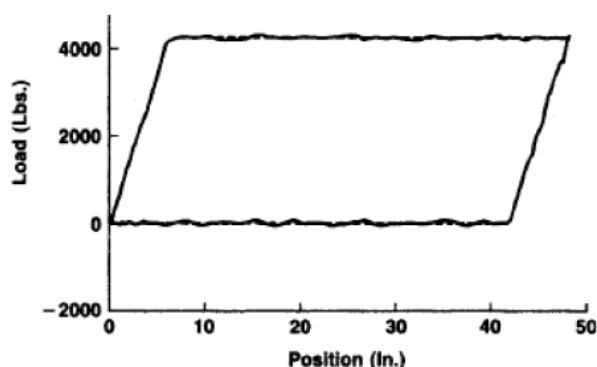
Figura 7 - Carta dinamométrica de Superfície.



Fonte: THOMAS, *et al.*, 2004.

A linha carga zero é realizada com o dinamômetro sem carga, o peso na válvula de pé é adquirido riscando-se a carta no meio do curso descendente com a unidade de bombeio estagnada e o peso na válvula de passeio é adquirida riscando-se a carta no meio do curso ascendente, também com a unidade estagnada (KARBAGE, *et al.*, 2015).

Figura 8 - Carta Dinamométrica de Fundo.



Fonte: EVERITT, *et al.*, 1992.

As cartas dinamométricas de fundo (figura 8) que registram as cargas no fundo do poço, logo acima da bomba, em função do curso da mesma são a principal ferramenta utilizada no acompanhamento de sistemas de Bombeio Mecânico e diagnóstico de falhas no sistema, visto que, através delas, é possível saber as condições da bomba de fundo (LIMA, *et al.*, 2009).

3.4 HISTÓRIA DO CAMPO DE CARMÓPOLIS

De acordo com Suzana Alice Pereira, em 1956 a Petrobrás começava a investir na exploração de petróleo na bacia Sergipe/Alagoas. Essas pesquisas resultaram numa anomalia no sul do Vale de Japarutuba. Com um mapeamento detalhado foi confirmada a existência de jazidas de petróleo. No início de 1963 foram encontradas anomalias na cidade de Carmópolis e em 30 de julho foi iniciada a perfuração na região, no início de agosto foi encontrado vestígios de óleo a partir de 705 metros, em 15 de agosto no intervalo de 748 e 759 metros foram feitos os

primeiros testes de formação no poço perfurado, resultou em que 95 metros de coluna de óleo e 19 metros de óleo e lama, em 850 metros (PEREIRA S. A., 2009).

Com isso, já era possível afirmar que foi descoberto petróleo em Sergipe. Depois de alguns dias o poço estava com mais de 1.300 metros de profundidade e revestido. A equipe do poço já havia terminado os tanques de armazenagem de óleo e a Petrobras estava estudando a abertura de mais oito poços a fim de cobrir todo o campo descoberto (PEREIRA S. A., 2009).

Em cinco de outubro foi denominado Campo de Carmópolis, no mesmo ano foi iniciado o pistoneio e após 90 minutos surgiu óleo. O poço produziu durante sete horas por surgência. Após testes realizados foi determinado que o óleo de Carmópolis tivesse mais ou menos o grau API de 20, tratando-se de um óleo pesado.

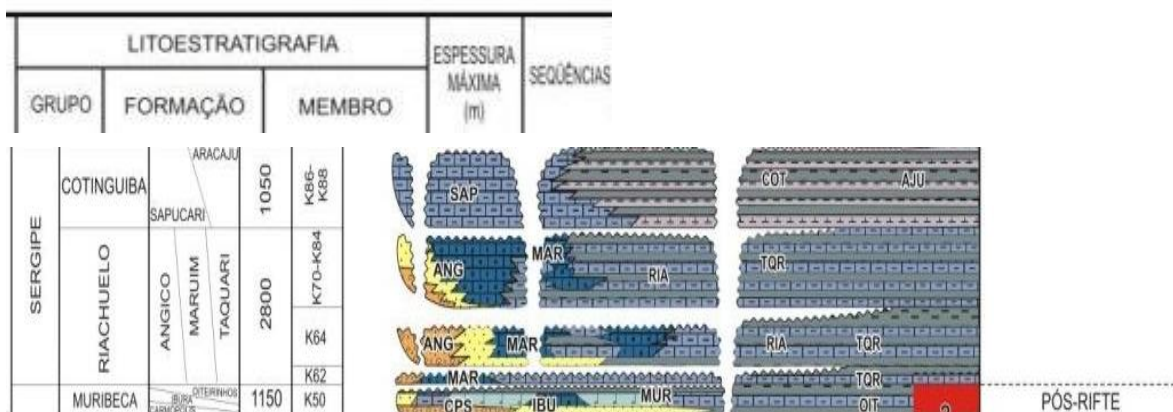
Em 1964 o campo Carmópolis já contava com mais de cinco poços produtores e uma área superior a 20 km² e um volume de óleo com mais de um bilhão de barris de petróleo. Com esse novo campo a Petrobrás ficou mais estável e passou a contratar novos funcionários capacitados para os campos. Em 1968 a extensão do campo de Carmópolis passava de 25 km² e a produção superava 22 mil barris/dia, já havia 275 poços produtores, sendo 175 produzindo por surgência. O campo Carmópolis foi considerado um dos maiores campos terrestre da América Latina e o maior do Brasil (PEREIRA S. A., 2009).

3.5 RESERVATÓRIO

De acordo com os dados da ANP (Agência Nacional de Petróleo), os reservatórios produtores do Campo de Carmópolis possuem acumulação dividida em dois blocos com características estruturais e estratigráficas distintas. No Bloco Principal, os reservatórios da Formação Muribeca são constituídos por conglomerados e arenitos conglomeráticos, onde o ambiente deposicional é aluvial e fluvial de alta energia, de idade Aptiana. Possuem aquífero atuante nas bordas do

campo e não ocorre capa de gás. Os reservatórios da Formação Barra de Itiúba são constituídos por arenitos limpos, de ambiente fluvial, de alta porosidade e de idade Pré-Aptiana. O Bloco do Embasamento é constituído por rochas fraturadas do embasamento metamórfico, de idade Pré-Cambriana. Localmente, ocorrem pequenas capas de gás, já depletadas (ANP, 2016). Como mostra a figura 9.

Figura 9: Estratigráfico da sub-bacia de Sergipe.



Fonte: ANP, 2015.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 METODOLOGIA

Antes de iniciar o estudo de caso, é importante falar que os dados, as especificações das UB e os programas, foram adquiridos e desenvolvidos pela Petrobrás e foram entregues através de e-mail, memorandos e comunicação via telefone. O acesso na locação foi feito pela empresa Elos Engenharia.

No estudo de caso dos poços CP-958 e CP-1121 foram abordados alguns parâmetros que poderiam resultar no aumento de desempenho na produção, esses parâmetros foram obtidos pela carta dinamométrica; o CPM (capacidade da polia por minuto); o movimento ascendente e descendente e a troca do curso, em relação ao método de bombeio mecânico aplicado em poços localizados no campo de Carmópolis/SE.

Primeiro foi feita uma análise nos poços CP-958 e CP-1121, verificando o nível do óleo no poço. Depois verificou-se que o nível do óleo no poço CP-958 estava baixo e precisava abaixar a coluna ou a bomba, e do CP-1121 o nível do óleo estava alto, precisando elevar a coluna ou a bomba. Com o intuito de ter poucos gastos para essa operação, foi solicitada a troca do curso e do CPM nas UB utilizando caminhão munck, pois é mais econômico do que a solicitação de uma sonda.

Já com caminhão munck, foram feitos os procedimentos para a troca do curso e do com para cada poço, tendo os mesmos procedimentos, mas com objetivos diferentes, com dados diferentes.

4.2 ANÁLISE DO CAMPO

4.2.1 CP-958

A fim de melhorar a produção no poço CP-958 (Figuras 10 e 11), foi executado um primeiro teste para obter dados da produção, pressão do fundo do poço, pressão hidrostática da coluna de produção e a pressão da cabeça do poço. O procedimento para o teste tem como padrão normas de segurança e de pressões de acordo com a ANP, o teste de pressão do poço CP-958 foi executado da seguinte maneira:

Figura 10 - Poço CP-958.



Figura 11 – Unidade de Bombeio do Poço CP-958.



Primeiro foi instalado um manômetro na cabeça do poço para verificar sua pressão constante como mostra as figuras 12 e 13 e faz a verificação com a unidade de bombeio em funcionamento, assim obtendo uma pressão na cabeça do poço em 6 kgf/cm² (85 psi). Após essa etapa parou-se o poço para verificar a pressão estática do poço em psi.

Figura 12 - Teste de pressão.




Figura 13 - verificação da pressão no manômetro.



Assim com os dados obtidos, verificou-se que a pressão do poço e a produção do óleo estavam baixas. Os resultados dos testes foram obtidos através de um Programa chamado SISAL desenvolvido pela Petrobrás (Figura 14), ao entrar no programa é exibido o poço e os resultados como mostra a Figura 15.

Figura 14 - Programa SISAL.

Sistema Supervisório para Automação da Elevação

 **SISAL**

Versão: 7.4.20

Informe os dados para conexão com o servidor

Servidor: CARMÓPOLIS

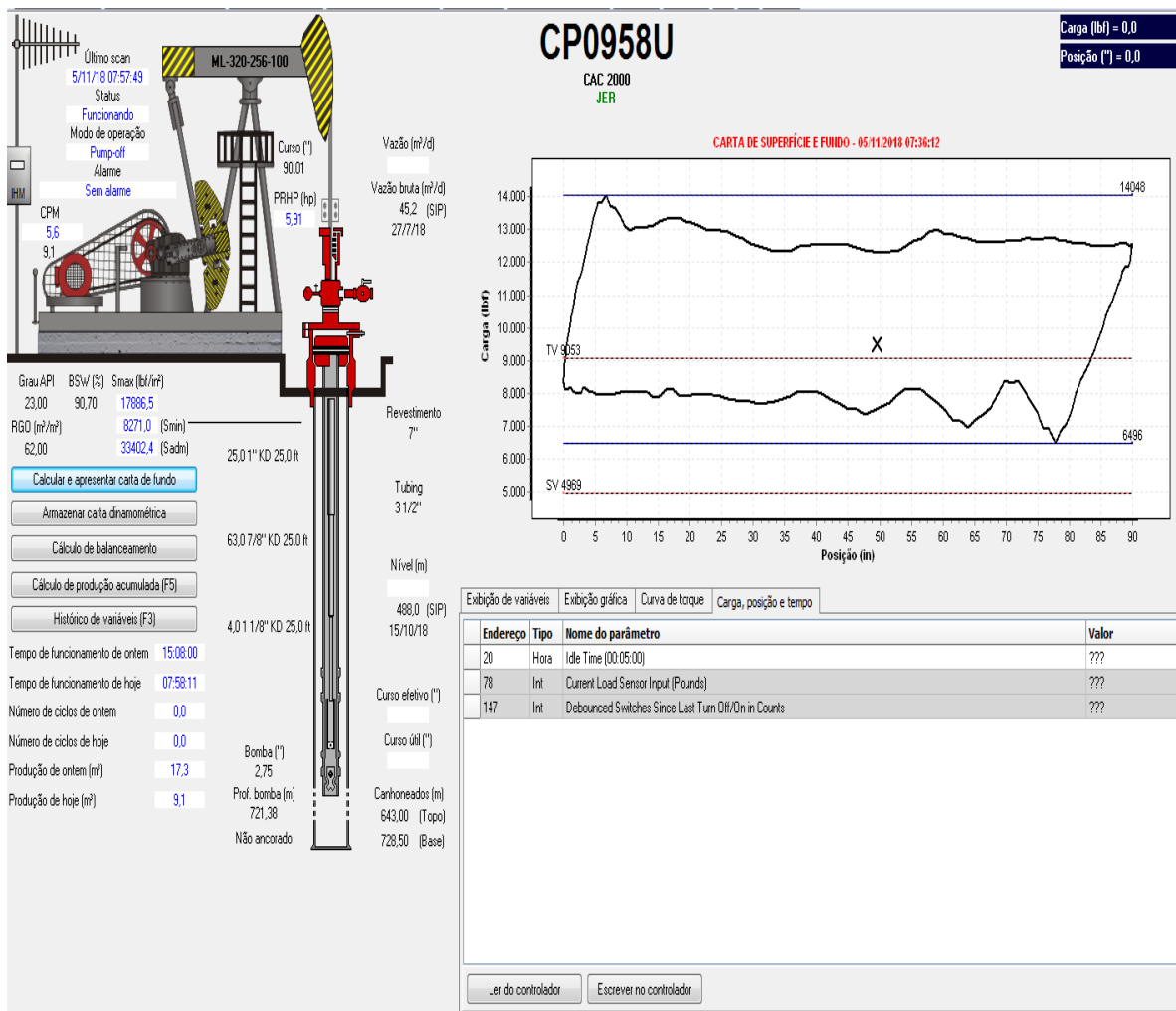
Nome do usuário:

Senha:

Cancelar OK

Fonte: Petrobras, 2018.

Figura 15 - Programa Sisal com os dados do poço CP-958.



Fonte: Petrobras, 2018.

Na Figura 15 do programa Sisal, mostra alguns parâmetros importantes do poço, como o CPM de 5,6; a carta dinamo-métrica; o Grau API de 23°; o BSW; o curso da unidade; a vazão e entre outros dados. Na carta dinamo-métrica a linha vermelha TV 9053 mostra a produção antiga do poço, e o X preto mostra o que eles querem produzir em termo de porcentagem.

Sendo assim, fez-se a avaliação que deveria aumentar a produção abaixando a coluna ou abaixando a bomba de fundo, pois o nível do poço estava baixo. Aumentando o curso da unidade de bombeio, assim aumentando o curso da bomba. Porém antes deve-se verificar alguns dados específicos da bomba de fundo, da coluna do poço e da coluna de haste.

Após a análise dos parâmetros de avaliação de pressão e da carta dinamométrica, a troca de curso da unidade de bombeio é pedida, pois precisava aumentar a produção, sem ter a necessidade de utilizar uma sonda de produção. Com os resultados dos testes descritos, notou-se que a bomba precisava ser modificada, precisava aumentar seu curso. Se o nível do poço estiver alto necessita aplicar a operação de aumento de troca de curso na unidade de bombeio.

Como foi dito na questão da bomba de fundo da unidade de bombeio, tem que aumentar o curso da MICROLAB-320B (Fabricante) do curso 86” para o curso 100”. Essa mudança é realizada através de software calculando os valores das pressões obtidas nos testes de pressões e da carta dinamométrica. Assim, para a realização dessa mudança se faz necessário o uso de alguns equipamentos, como caminhões Munck de 12 toneladas, cabos de aço de 1”, cinta de peso de 500kg, marretas de 10kg, 5kg, 2kg, alicate, fenda, contra-pino, graxa poliimidino, chave de 5” e 1^{1/2}”, 6 tavados, clamps de peso. Na tabela 1 pode-se observar os dados das diversas fabricantes.

Tabela 1. Fabricantes para a Troca de Curso.

TABELA DE UNIDADES DE BOMBEIO		
	TROCA DE CURSOS	
MICROLAB - ML 174	174 - 110 - 59	42 50 59
MICROLAB - ML 174A	174 - 157 - 79	56 66 79
VULCAN - 7T	174 - 157 - 79	35 47 59 79
ENGEMAN - 228 (SUNWARD)	228 - 213 - 86	64 75 86
LS-PETROCHEM - 228	228 - 213 - 120	66 84 102 120
LUFKIN - 228	228 - 213 - 86	50 62 74 86
LUFKIN - 228A	228 - 213 - 120	67 85 102 120
MICROLAB - ML228	228 - 213 - 86	50 62 74 86
WEATHERFORD - 228	228 - 213 - 120	81 94 107 120
WEATHERFORD - 228A	228 - 213 - 100	58 71 85 100
ZIMEC - 228	228 - 213 - 86	50 62 74 86
ZIMEC - 228A (WFT)	228 - 213 - 120	70 84 95 120
ZIMEC - 228B	228 - 246 - 86	50 62 74 86
ZIMEC - 228C (WFT)	228 - 213 - 120	68 86 103 120

TABELA DE UNIDADES DE BOMBEIO



TROCA DE CURSOS

FABRICANTE	API	CURSOS
CMB NUP (MET) - 160	160 - 200 - 74	44 54 64 74
LS-PETROCHEM - 160	160 - 173 - 86	54 64 75 86
LUFKIN - 160A	160 - 173 - 86	50 62 74 86
MICROLAB - ML160	160 - 200 - 74	52 63 74
MICROLAB - ML160A	160 - 200 - 74	44 54 64 74
SAUER - D160	160 - 200 - 74	52 74
VOITH - 160	160 - 200 - 74	44 54 64 74
VOITH - 160A	160 - 200 - 86	54 64 74 86
WEATHERFORD - 160	160 - 173 - 86	50 61 73 86
ZIMEC - 160 (ML-160)	160 - 200 - 74	44 54 64 74
ZIMEC - 160A	160 - 173 - 86	50 62 74 86
ZIMEC - 160B (WFT)	160 - 173 - 86	49 61 73 86
MICROLAB - ML304	304 - 185 - 98	74 86 98
VULCAN - 9T	304 - 185 - 96	35 47 59 79 98
BARDELLA - B320	320 - 256 - 100	58 72 86 100
LS-PETROCHEM - 320	320 - 256 - 120	66 84 102 120
LUFKIN - 320	320 - 256 - 100	70 85 100
LUFKIN - 320A	320 - 213 - 120	67 85 102 120
LUFKIN - 320B	320 - 256 - 120	68 85 102 120
MICROLAB - ML320	320 - 256 - 100	58 72 86 100
MICROLAB - ML320A	320 - 213 - 120	90 105 120
ROTAFLEX - 900-320	320 - 360 - 288	288
WEATHERFORD - 320A	320 - 256 - 120	82 94 107 120
ZIMEC - 320A	320 - 256 - 120	68 86 103 120
ZIMEC - 320A	320 - 256 - 120	68 85 102 120
ZIMEC - 320A	320 - 256 - 120	72 86 100 120
ZIMEC - 320B	320 - 213 - 120	69 86 103 120
ZIMEC - 320B	320 - 213 - 120	65 86 103 120
LS-PETROCHEM - 456	456 - 305 - 144	79 101 122 144
LUFKIN - 456A	456 - 305 - 144	86 106 124 144
MICROLAB - ML456	456 - 305 - 144	80 96 112 128 144
MICROLAB - ML456	456 - 296 - 145	103 123 145
VULCAN - 12T	478 - 264 - 118	59 79 98 118
ZIMEC - 456	456 - 305 - 144	80 96 112 128 144
LS-PETROCHEM - 640	640 - 365 - 168	100 121 144 168
LS-PETROCHEM - 640A	640 - 305 - 192	113 138 165 192
LUFKIN - 640A	640 - 365 - 168	102 124 146 168
LUFKIN M2 - 640	640 - 305 - 192	145 168 192

Calculo do torque (no redutor) pela carta (válido U.B. balanceada)

$$T = (0,253 D_{max} - 0,239 D_{min}) * L$$

Fonte: Petrobras

Figura 16 – Ferramentas utilizadas.



Figura 17 – Ferramentas utilizadas.



Já com a tabela e todos os equipamentos e ferramentas (Figura 16 e 17) disponíveis faz-se o alinhamento do caminhão Munck com a unidade de bombeio e o poço, assim patolando o caminhão para elevar a manivela. Depois se instala os clamps na cabeça do poço para aliviar o peso do poço (da coluna de haste e dos fluidos) quando movimentar a manivela para cima faz com que a cabeça da unidade de bombeio movimenta-se no sentido descendente, com isso o clamps sustenta toda a carga exercida pela coluna de haste do poço.

Após ter liberado as cargas do poço, a unidade de bombeio não estava mais com pesos, além de sua estrutura. Com isso freia-se a unidade utilizando o sistema de freio, moderando a descida até que se trave o sistema de rotação da UB, assim,

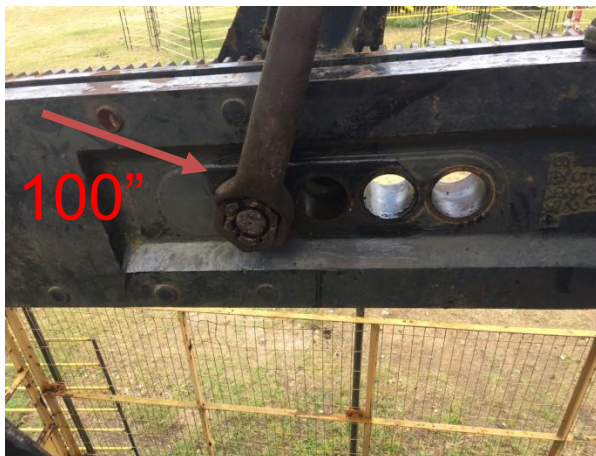
libera-se a manivela com o munck. Usa-se a chave de 5" de 6 tavados para folgar a porca do mancal, o propulsor de um lado e depois folgar do outro lado, bate-se no mancal e no propulsor afim de ser deslocado de seu local atual para o local desejado, no caso 86" para 100". Com o auxilio do munck que puxa com uma sinta colocando no furo desejado, assim também no outro lado, depois aperta-se as porcas dos munck propulsores.

Depois libera o sistema de freio com o auxílio do caminhão Munck e libera o poço para que a coluna de haste desça para seu local desejado. Assim aumentando o curso da unidade e consequentemente da bomba. Segue na figura 18 e 19 a troca de curso, como era antes e como ficou depois

Figura 18 - Antes da troca de curso.



Figura 19 - Depois da troca do curso



A troca de CPM é um dos parâmetros de melhoria de produção fundamental. É um método fácil e não tão complexo. No poço é utilizado em um método de elevação mecânica, sendo que esse equipamento o que faz funcionar ou movimentar em seu curso é o motor elétrico que tem especificações como rotação por minuto (RPM), voltagem, tensão, e o que vamos analisar é o diâmetro da polia motora que vai parametrizar o CPM desejado.

Figura 20 - CP-958



No poço CP-958 (Figura 20) utilizou-se um motor de alta tensão, e uma rotação de 980 RPM, para saber como usar o CPM desejado, foi utilizado um programa de computador, Na planilha (Figura 21), onde foram aplicadas algumas equações utilizando os dados do motor e também da polia movida. A polia é que faz a ligação da transmissão com o motor. As corréas que unem e geram o atrito que as polias devem ter para que o poço funcione. Abaixo tem as equações que foram utilizadas na planilha.

$$CPM = \frac{DPME \times RPMME}{DPRE \times FRED} \quad \text{Eq. 1}$$

$$Polia = \frac{FRED \times DPRE \times CPMDESEJ}{RPMME} \quad \text{Eq. 2}$$

$$RPM = \frac{CPMDESEJ \times DPRE \times FRED}{DPME} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

DPME é o diâmetro da polia do motor elétrico;

RPMME é o RPM (Rotações por Minuto) do motor elétrico;

DPRE é o diâmetro da polia redutora;

FRED é o fator de redução;

CPMDESEJ é o CPM desejado.

Figura 21 -: Cálculo da Polia no Excel.

CÁLCULO DE POLIAS						
POLIA = FRED*DPRE*CPMDESEJ/RPMME						
FRED	DPRE	CPM DESEJ			TAMANHO DA POLIA em Cm	
28,60	105	7,3	=		22,37	
			980			
			RPMME			
CPM = DPME*RPMME/DPRE*FRED 900						
DPME	RPMME	DPRE	FRED	CPM Desejado		
22	980	105	28,6	7,18		
RPM = CPMDESEJ*DPRE*FRED/DPME						
CPM ATUAL	DPRE	FRED	DPME	RPM do Motor		
6,5	105	28,6	22	887,25		

Fonte: Petrobras, 2018.

Depois de analisar a planilha, utilizou-se um caminhão Munck de 12 toneladas e uma polia de 220 mm. Também usou-se as corrêas já existentes no poço, que são corrêas gates C-270, e os dados da polia redutora de 1050 mm.

Depois parou-se o poço e seccionou-se todo o sistema elétrico para efetuar o teste de tensão utilizando um medidor de tensão na linha abaixo do quadro de comando e no pé do motor. Assim, estando desenergizado, bloqueou-se o quadro como se pede a NR-10.

O caminhão Munck de 12 toneladas posicionou-se ao lado do sistema do motor para retirar o protetor de corrêas (protetor que deve estar de acordo com o NR-

12). Assim, colocando o cabo para pegar o protetor. Com isso, liberando-se o protetor na parte superior e na parte inferior, retirando com o caminhão Munck os protetores.

Depois retirou-se as corrêas com o apoio de uma espátula de ferro, uma por uma pois o sistema é em série e não possibilita a retirada de todas as corrêas ao mesmo tempo. Feito isso, trava-se a polia para folgar os parafusos de fixação que a seguram no cubo da polia que conseqüentemente a seguram no eixo.

Após libera-se todos os quatro parafusos da polia, instalou-se os mesmos quatro parafusos no furo de saque da polia apertando eles até que libere a tensão entre a polia e o cubo, logo depois que liberar, destrava-se a polia, retira-se os parafusos e tira-se a polia.

Utilizando-se uma espátula de ferro libera-se o cubo do eixo batendo a espátula entre o espaço do alongamento. Em seguida, folga-se os parafusos de fixação, pois a polia que estava instalada no motor era de 250 mm. São os parafusos que determinam sua vibração e seu deslocamento, assim ficando mais fácil de manusear.

Com tudo livre e folgado, instalou-se o alinhamento do laser na polia movida, e continua agora com a instalação da polia de 220 mm. Colocou-se o cubo no eixo com a espátula que usou para retira-la, depois se instala a polia no cubo com os quatro parafusos que saíram, depois apertou-se eles até não houver distancia superior a 1", e logo depois instalou-se na polia motora o outro componente do alinhamento a laser.

Depois de fazer o alinhamento, aplica-se a tensão, calculada através de uma planilha de Excel, segue abaixo no tabela 2.

Tabela 2 - Distância entre eixos do poço CP-958.

DISTÂNCIA ENTRE EIXOS (mm)				
D. POLIA REDUTOR	D. POLIA MOTOR	TIPO DE CORREIA	GATES	CONTINENTAL GOODYEAR
1050	220	C270	2442	2448
TOLERÂNCIAS				
TAM 128 A TAM 136	4 mm	TAM 240 A TAM 330	7 mm	
TAM 162 A TAM 225	6 mm	TAM 390	9 mm	
ATENÇÃO: PREENCHER O CHECK LIST				
CRIADA PELO: ENG. PABLO ROCHA			REVISADA POR: FABIO CUNHA	

Fonte: Petrobras, 2018.

Obtendo os dados que são a distância entre eixos que movimenta o motor com o auxílio de uma alavanca de 1,5 metros de $1\frac{1}{2}$ " , na medida de 2442 mm. Com isso, apertou-se os parafusos de fixação do motor para que ele não se movimente ou vibre para evitar que o eixo se parta e que nem derrube as corréas.

Logo após instalou-se as corréas C-270, com o apoio de uma espátula de ferro se instala o protetor com o auxílio do munck, apertando a parte superior e a parte inferior. Após isso, se aplica o método de energização de acordo com a NR-10, e espera o poço funcionar por dois minutos, logo depois marcou-se 60 segundos e conta os movimentos que a unidade faz, o ciclo completo é o movimento ascendente e descendente, e confere que o valor contado foi de 7,3 cpm, e foi o valor desejado para as medições que foram obtidos.

Sendo assim, monitora-se o poço por 24 horas, para ver se ele apresenta alterações de pressões e se sua vazão aumentou através da utilização de um manômetro e um programa de produção do poço através do software INFOpoço.

Depois, aguardou-se dar 24 horas para obter o resultado de quanto foi a produção e o resultado foi que o poço aumentou de 2,6 m³/dia para 4,2 m³/dia, logo assim expressou-se uma melhoria da produção e aumento de economia.

4.2.2 CP-1121

No segundo poço analisado, também teve o intuito de melhorar a produção no poço CP-1121 (Figura 22). Foram executados testes para obter dados da produção, como a pressão de fundo, pressão hidrostática da coluna de produção, e a pressão da cabeça do poço e também do revestimento. O procedimento para o teste tem como padrão normas de segurança e de pressões de acordo com a ANP, o teste de pressão do poço CP-1121 foi executado da seguinte maneira:

Figura 22 - Poço CP-1121.

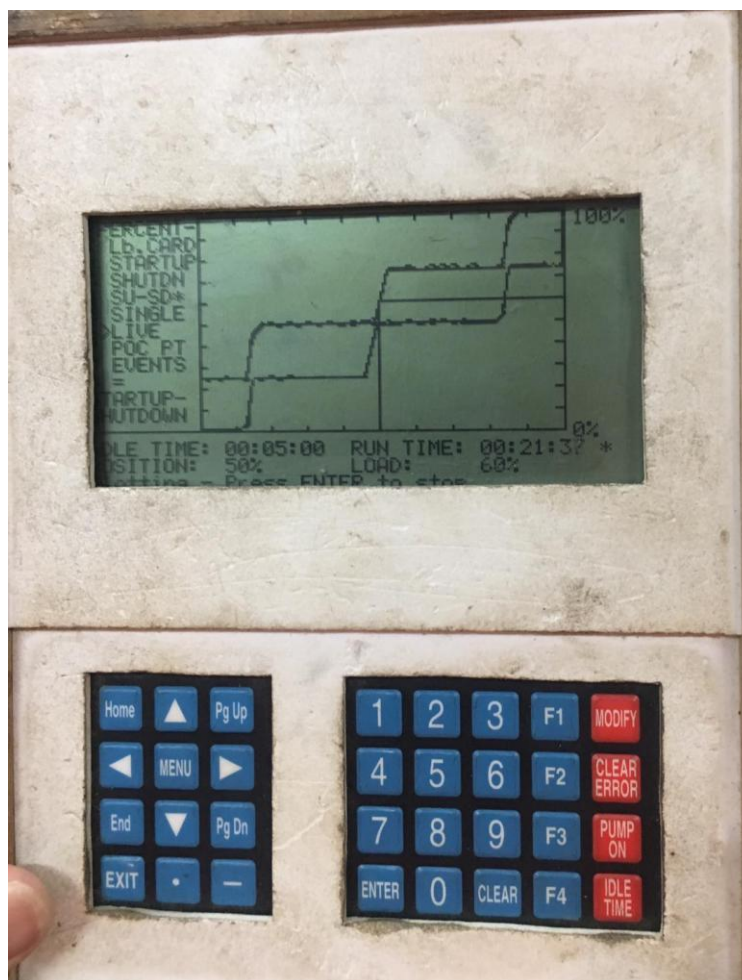


Foi instalado o manômetro na cabeça do poço para verificar a sua pressão constante com a unidade de bombeio em funcionamento, assim obtendo uma pressão na cabeça do poço em 8 kgf/cm^2 (114 psi). Após essa etapa parou-se o poço para verificar a pressão estática. Então obteve-se o valor da pressão da cabeça do poço e da estática, podendo alterar a pressão do fundo do poço.

Também foi instalado um manômetro no revestimento anular, assim obtendo o resultado em $6,5 \text{ kgf/cm}^2$ (93 psi). Outro teste utilizado é o Sonolog (Figura 23), que é um equipamento usado para verificar o nível do poço, as cargas, a tensão exercida

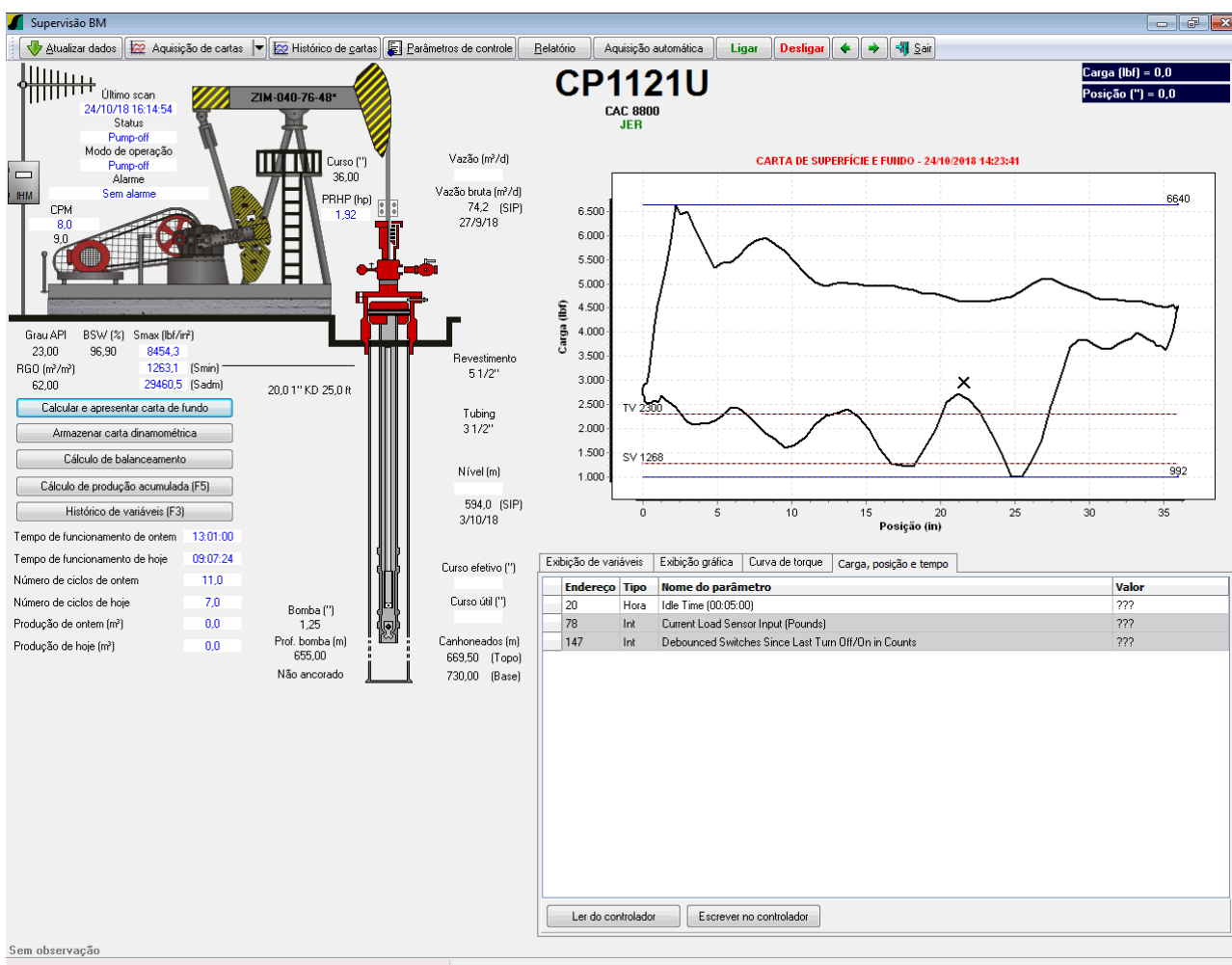
pelo fluido na bomba e as pressões. Após os testes feitos no Sonolog é enviado para o programa Sisal.

Figura 23 - Equipamento Sonolog.



Assim com os dados obtidos, verificou-se que a pressão estava alta e o nível do óleo também estava alta, como mostra a Figura 24, obtida através do programa Sisal.

Figura 24 - Programa Sisal com os dados do poço CP-1121.



Fonte: Petrobras, 2018.

Na Figura 24 do programa Sisal, mostra alguns parâmetros importantes do poço, como o CPM de 8; a carta dinamométrica; o Grau API de 23°; o BSW; o curso da unidade; a vazão e entre outros dados. Na carta dinamométrica a linha vermelha TV 2300 mostra a produção antiga do poço, e o X preto mostra o que eles querem produzir em termo de porcentagem.

Sendo assim, fez-se a avaliação que deveria aumentar a produção elevando a coluna ou elevando a bomba de fundo, pois o nível do poço estava alto. Desse modo, após a avaliação deve-se executar a troca de curso da unidade de bombeio, reduzindo o seu curso de 100" para 86", assim elevando o curso da bomba.

Figura 25 - Poço CP-1121

A troca de curso da unidade de bombeio é pedida após a análise dos parâmetros da carta dinamométrica. Com os resultados dos testes descritos, resultou que a bomba precisa ser modificada, precisando diminuir o seu curso. Se o nível do poço estiver alto aplica-se a redução de troca de curso da unidade de bombeio.

Como foi comentado, a bomba de fundo, deve elevar referente ao nível do poço. Para isso deve-se alterar o regime de curso da LUFKIN-320 do curso 100" para 86". Essa mudança foi realizada devido a testes de pressões e da leitura da carta dinamométrica aplicadas em softwares, assim calculando o curso desejado, que nesse caso foi o curso 86". Para alterar esse curso é necessário o uso de alguns equipamentos para chegar nesse objetivo, como, caminhões munck de 12 toneladas, cabos de aço de 1", cinta de peso de 500kg, marretas de 10kg, 5kg, 2kg, alicate, fenda, contra-pino, graxa poliimidino, chave de 5" e 1^{1/2}", 6 tavados, clamps de peso.

Com todos os equipamentos já disponíveis faz-se o alinhamento do caminhão munck com a unidade de bombeio e o poço, assim patolando o caminhão para elevar a manivela. Depois disso se instala os clamps na cabeça do poço para aliviar o peso do poço (da coluna de haste e dos fluidos) quando movimentar a manivela para cima faz com que a cabeça da unidade de bombeio movimenta-se no sentido descendente, com isso o clamps sustenta toda a carga exercida pela coluna de haste do poço.

Após de ter elevado as cargas do poço, a unidade de bombeio não estará mais com pesos, além de sua estrutura. Com isso freia-se a unidade no sistema de freio, moderando a descida até que se trave o sistema de rotação da UB, assim, libera-se a manivela como munck, daí usa-se a chave de 5" de 6 tavados para folgar a porca do mancal e propulsor de um lado e depois do outro lado, aí bate-se no mancal e propulsor afim de ser deslocado de seu local para o outro desejado, no caso 100" para 86", com o auxílio do munck que puxa com uma sinta colocando no furo desejado, assim também no outro lado, depois aperta-se as porcas dos munck propulsores, depois libera o sistema de freio com o auxílio do caminhão munck e libera o poço para que a coluna de haste suba para seu local desejado, antes da operação assim reduzindo o curso da unidade e conseqüentemente da bomba.

A troca de CPM é um dos parâmetros de melhoria de produção fundamental. É um método fácil e não tão complexo, no poço é utilizado em um método de elevação mecânica sendo que esse equipamento o que faz funcionar ou movimentar em seu curso é o motor elétrico que tem especificações como rotação por minuto RPM, voltagem, tensão, e o que vamos analisar é o diâmetro da polia motora que vai parametrizar o CPM desejado.

No poço CP-1121 utilizou-se um motor de alta tensão, e uma rotação de 1120 RPM. Para saber como usar o CPM desejado, foi utilizada uma planilha do Excel (Figura 26). Nele foram aplicadas algumas equações utilizando os dados do motor e também da polia movida, a polia é que faz a ligação da transmissão com o motor, também as corrêas que uni e gera o atrito que as polias devem ter para que o poço funcione.

Figura 26 - Cálculo da Polia no Excel.

CÁLCULO DE POLIAS						
POLIA = FRED*DPRE*CPMDESEJ/RPMME						
FRED	DPRE	CPM DESEJ			TAMANHO DA POLIA em Cm	
30,12	112	8,3	=		25,00	
			1120 RPMME			
CPM = DPME*RPMME/DPRE*FRED 900						
DPME	RPMME	DPRE	FRED	CPM Desejado		
25	1120	112	30,12	8,30		
RPM = CPMDESEJ*DPRE*FRED/DPME						
CPM ATUAL	DPRE	FRED	DPME	RPM do Motor		
6,5	112	30,12	25	877,09		

Fonte: Petrobras, 2018.

Depois dos cálculos feitos, utilizou-se um Munck de 12 toneladas e uma polia de 250 mm. Também usou-se as Corrêas já existentes no poço que são as corrêas gates C-330, dados da polia redutora de 1020 mm. Depois teve que parar o poço e seccionar todo o sistema elétrico e efetuar o teste de tensão utilizando um medidor de tensão na linha abaixo do quadro de comando e no pé do motor.

Assim estando desenergizado, bloquear o quadro como se pede a NR-10, daí então o munck de 12 toneladas vai se posicionando ao lado do sistema do motor para retirar o protetor de corrêas (protetor que deve estar de acordo com o NR-12) assim colocando o cabo para pegar o protetor, daí liberou-se o protetor na parte superior e na parte inferior, depois retirou-se com o caminhão munck os protetores.

Depois de retirar os protetores, retiraram-se as corrêas com o apoio de uma espátula de ferro, uma por uma, pois o sistema é em série e não possibilita à retirada de todas as corrêas ao mesmo tempo, após isso, trava-se a polia para folgar os parafusos de fixação que a seguram no cubo da polia que conseqüentemente a seguram no eixo, depois que libera todos os quatro parafusos da polia, instalou-se os mesmos quatro parafusos no furo de saque da polia apertando eles até que libere a tensão entre a polia e o cubo, logo depois que liberar, destrava-se a polia, retira-se os parafusos e tira-se a polia.

Depois usando uma espátula de ferro libera-se o cubo do eixo batendo a espátula entre o espaço do alongamento, em seguida, folgam-se os parafusos de fixação, porque são os parafusos que determinam sua vibração e seu deslocamento, assim ficando mais fácil de manusear.

Depois de tudo livre e folgado, instalou-se o alinhamento do laser na polia movida, depois fez a instalação da polia de 250 mm, colocou-se o cubo no eixo com a espátula que usou para tira-la, depois se instala a polia no cubo com os quatro parafusos que saíram, depois apertou-se eles até não houvesse distancia superior a 1", e logo depois instalou-se na polia motora o outro componente do alinhamento a laser.

Depois de fazer o alinhamento, aplica-se a tensão que é feita através de uma planilha de excel, segue abaixo na Tabela 3.

Tabela 3 - Distância entre eixos do poço CP-1121.

DISTÂNCIA ENTRE EIXOS				
(mm)				
D. POLIA REDUTOR	D.POLIA MOTOR	TIPO DE CORREIA	GATES	CONTINENTAL GOODYEAR
1020	250	C330	3216	3248
TOLERÂNCIAS				
TAM 128 A TAM 136		4 mm	TAM 240 A TAM 330	7 mm
TAM 162 A TAM 225		6 mm	TAM 390	9 mm
ATENÇÃO: PREENCHER O CHECK LIST				
CRIADA PELO: ENG. PABLO ROCHA			REVISADA POR: FABIO CUNHA	

Fonte: Petrobras, 2018.

Obtendo os dados que são a distância entre eixos que movimenta o motor com o auxilio de uma alavanca de 1,5 metros de 1 ¹/₂", o deixando na medida de 3216 mm, com isso, apertou-se os parafusos de fixação do motor para que ele não se movimente ou vibre para evitar que o eixo se parta e que nem derrube as corrêas.

Depois instalou-se as corréas C-330, com o apoio de uma espátula de ferro se instala o protetor com o auxílio do munck, apertando a parte superior e a parte inferior.

Logo após isso, se aplica o método de energização de acordo com a NR-10, e espera o poço funcionar por dois minutos, logo depois marcou-se 60 segundos e conta os movimentos que a unidade faz, o ciclo completo é o movimento ascendente e descendente, e confere que o valor contado foi de 8,3 cpm, e foi o valor desejado para as medições que foram obtidos. Sendo assim, monitora-se o poço por 24 horas, para ver se ele apresenta alterações de pressões e se sua vazão aumentou através da utilização de um manômetro e um programa de produção do poço através do software INFOpoço.

Depois das 24 horas obteve-se o resultado que o poço CP-1121 (Figura 27) aumentou de 1,9 m³/dia para 2,3 m³/dia, logo assim expressou-se uma melhoria da produção e aumento de economia, comparada a uma operação de sonda em um poço.

Figura 27 - Poço CP-1121.



5 RESULTADOS

Ao ser analisado o desempenho de produção dos poços CP-1121 e CP-958 do campo de Carmópolis/SE, concluiu-se que teve um aumento significativo da produção bruta. No CP-958 antes da troca do curso de 86" tinha uma produção de 2,6 m³/d e depois da troca do curso para 100" aumentou para 4,2 m³/d, teve um aumento de 1,6 m³/d que foi considerado muito bom. No CP-1121 antes da troca do curso de 100" tinha uma produção de 1,9 m³/d e depois de ter feito a troca do curso para 86" teve um aumento para 2,3 m³/d, ou seja, teve um aumento de 0,4 m³/d, o que foi considerado razoável.

Tabela 4 - Produção Antes e Depois da Troca do Curso.

	Antes (m3/d)	Depois (m3/d)
CP-1121	1,9	2,3
CP-958	2,6	4,2

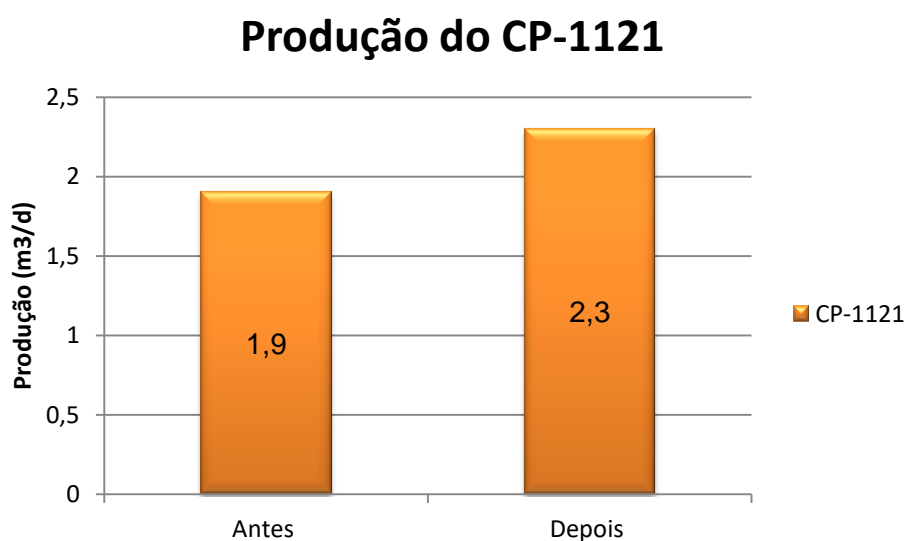


Gráfico 1 - Produção do CP-1121 Antes e Depois da Troca do Curso.

Produção do CP-958

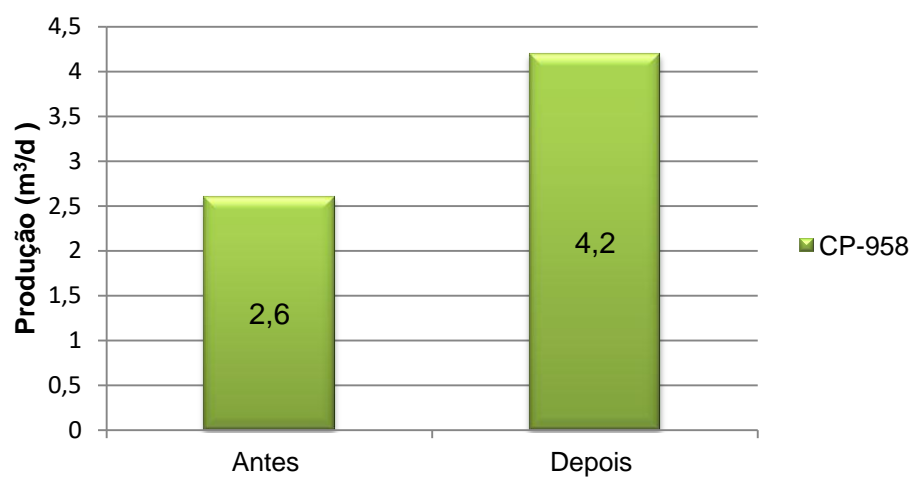


Gráfico 2 - Produção do CP-958 Antes e Depois da Troca do Curso.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho de campo permitiu analisar o desempenho dos poços CP-1121 e CP-958 localizados no Campo Carmópolis/Sergipe, realizando os testes de pressões no poço, do desempenho da bomba de fundo, nos movimentos descendentes e ascendentes, no curso da unidade de bombeio, na carta dinamométrica, no sonolog e no nível do poço.

A partir dos dados obtidos observou-se que os poços CP-958 e CP-1121 necessitavam da troca de curso e do CPM, onde na troca do curso um teve aumento e o outro diminuiu e no CPM foi solicitado porque o nível do poço estava baixo e precisava abaixar a bomba e alterar o CPM. Com isso, os resultados da produção foram satisfatórios. Em relação à produção, após 24h da troca dos cursos, ambos apresentaram um aumento, destacando-se o aumento do poço CP-958 de 1,6 m³/d. Assim, este estudo possibilita visualizar o quanto é importante à mudança dos cursos nos poços, para que o aumento da produção possa gerar mais lucros para as empresas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP), **Plano de Desenvolvimento. Campo Carmópolis: 2016**

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP), **Bacia de Sergipe-alagoas**, Sumário Geológico e Setores em Ofertas: 2015

COSTA, R. O. **Curso de Bombeio Mecânico**. Petrobras, 2008.

CORRÊA, Oton Luiz Silva. **Petróleo: noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia**. Interciência, 2003.

ESTEVAM, V. **Panorama das Atividades de Bombeio Mecânico**. V Encontro de Bombeio Mecânico e Cavidades Progressivas. Natal, RN: Petrobras, 2006.

EVERITT, Thomas Aaron et al. **An improved finite-difference calculation of downhole dynamometer cards for sucker-rod pumps**. SPE production engineering, v. 7, n. 01, p. 121-127, 1992.

KARBAGE, Elias Siqueira. *et al.* **Manutenção e Operação em Unidade de Bombeio Mecânico**. Petrobrás, 2015.

LEONEZ, R. C. L. **Métodos de Elevação Utilizados na Engenharia de Petróleo: Uma Revisão de Literatura**. Rio Grande do Norte, UFRSA, 2011.

DE LIMA, Fábio Soares et al. **Deteção de falhas no sistema de bombeio mecânico utilizando descritores de fourier e ferramentas estatísticas**. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. 2009.

NASCIMENTO, João Maria Araújo do. **Simulador computacional para poços de petróleo com método de elevação artificial por bombeio mecânico**. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NORONHA, Francisco de Assis. *et al.* **Bombeio Mecânico**. Petrobrás, 2010.

PEREIRA, Suzana Alice. **Bacia de Sergipe-Alagoas: escola de terra e mar**. Salvador: D&M Photodesign, 2009.

ROSSI, Nereu Carlos M. **Fundamentos de Produção Elevação de Petróleo**. SEREC – Petrobrás, 1991.

THOMAS, José E. *et al.* **Fundamentos da Engenharia de Petróleo**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ, 2004.