

Artigo apresentado como um dos pré-requisitos  
para a obtenção do grau de bacharel em  
Engenharia de Petróleo, 2022/01.

## **ESTUDO DE CASO DO MÉTODO DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL BOMBEIO MECÂNICO DE PETRÓLEO**

**João Lucas Cardoso Fontes (joao.cardoso@souunit.com.br);  
Jocivaldo Fontes Alves Júnior (jocivaldo.fontes@souunit.com.br);  
Profª Claudia Santana Arcieri Miranda (claudia\_miranda@unit.com.br)**

### **RESUMO**

Este presente trabalho tem como finalidade apresentar um estudo de caso sobre o bombeio mecânico, que é o método de elevação mais antigo e também o mais utilizado na indústria petrolífera, este método é aplicado na maioria dos poços de petróleo no Brasil e no mundo. Apesar de ser bastante tradicional, a indústria ao longo dos anos tem desenvolvido e introduzido novos dispositivos tecnológicos, a fim de aumentar a sua eficiência e reduzir os seus custos operacionais.

**Palavras-chave:** *Elevação Artificial. Tecnologia Inovadoras. Bombeio Mecânico..*

### **ABSTRACT**

This present work aims to present a case study on mechanical pumping, which is the oldest lifting method and also the most used in the oil industry, this method is applied in most oil wells in Brazil and in the world. Despite being quite traditional, the industry over the years has developed and introduced new technological devices in order to increase its efficiency and reduce its operating costs.

**Keywords:** *Artificial Lift. Innovative Technology. Mechanical Pump.*

## 1. INTRODUÇÃO

O bombeio mecânico é o método de elevação artificial mais antigo dentre os métodos de elevação artificial existentes, surgiu por volta do ano 476 a.c no Egito, há relatos que arqueólogos ao escavar casas das famílias mais ricas que existiam na época do Império Romano encontraram bombas de dupla ação, feitas de chumbo fundido, com pistões feitos de madeira e couro, e trabalhavam no regime de compressão. A comprovação da utilização do Bombeio Mecânico em poços de petróleo venho em 27 de agosto de 1859, nos Estados Unidos da América, pelo então Coronel Edwin Laurentine Drake, que perfurou um poço com seus próprios equipamentos e utilizou o Bombeio Mecânico como método de elevação para produzir (BECKWITH,2014).

Em relação aos outros métodos, sua popularidade do Bombeio Mecânico está associada ao seu baixo custo de investimento e manutenção, grande flexibilidade de vazão e profundidade, alta eficiência energética, possibilidade de operação com fluidos de diferentes composições e viscosidades e em larga faixa de temperatura. Cerca de 94% de todos os poços de petróleo do mundo são equipados com algum método de elevação artificial, ou seja, a distribuição desses poços ocorre da seguinte forma: o Bombeio Mecânico equivale a 71%, Gas lift a 10%, Bombeio Centrífugo Submerso a 10%, Bombeio por Cavidades Progressivas a 6% e outros em 3% (ESTEVAM, 1993).

Salienta-se que um dos principais e mais frequente problema associado ao bombeio mecânico, é que a velocidade do fluxo do fluido é insuficiente para manter a areia suspensa de modo que ela possa ser trazido para a superfície, então ela acaba precipitando no topo da bomba, causando um desgaste prematuro dos componentes da mesma e ainda uma redução da sua eficiência. Entre outros problemas associados ao bombeio mecânico, temos: gás livre na sucção da bomba, corrosão, parafina/incrustação, alta temperatura, poços desviados, alta viscosidade do óleo, entre outros (COSTA,2008).

O trabalho tem como objetivo fazer um estudo de caso sobre o Bombeio Mecânico, através da análise da aplicação deste método em poços e descrevendo tecnologias inovadoras de unidades de bombeio mecânico aplicadas na engenharia, para possibilitar uma maior eficácia na sua execução, bem como realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema bombeio mecânico, fazer a compilação das informações coletadas, e a partir daí, analisar essas informações que foram coletadas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram abordados os aspectos teóricos fundamentais para o devido entendimento e desenvolvimento da proposta deste trabalho, analisando o que já encontra-se publicado.

### 2.1 Elevação Natural

No processo de elevação natural de petróleo, o movimento de fluídos (óleo, água, gás) desde o reservatório até a fase de produção (separadores, tanques e tratadores) é devido a sua surgência, ou seja, a própria energia do reservatório. Contudo com o passar do tempo e o aumento da produção, a pressão do reservatório diminui, tornando-se insuficiente para trazer os fluídos para superfície de forma econômica e eficiente (THOMAS, 2004).

Esse é o mais vantajoso método de elevação, pois são necessários menores custos de produção e manutenção, devido que apresenta menos problemas de operação, além de possuir grandes vazões de líquidos na maioria das vezes. Nesse sentido, a Figura 1 abaixo representa como é o método de elevação natural.

Figura 1: Imagem Ilustrativa de Elevação Natural



Fonte: Junior (2012).

Um dos principais fatores que contribuem para o auxílio dessa elevação é a própria pressão do poço, sendo que também existem outros fatores que são importantes, como: a propriedade dos fluidos, o índice de produtividade do poço, o mecanismo de produção, ou seja, gás em solução, capa de gás ou influxo de água, o dano causado à produção elaboradora durante a perfuração e/ou completação do poço, a aplicação de técnicas de estimulação (faturamento, acidificação) e adequado isolamento das zonas de água e gás adjacentes à zona de óleo (OLIVEIRA, 2010).

## 2.2 Elevação Artificial

No início da sua vida produtiva, o poço pode produzir através da sua própria energia, mas com o passar do tempo começa a precisar de energia extra para poder continuar a produzir, devido a queda de pressão do reservatório. Em outros casos o reservatório é depletado e o poço desde o início necessita de equipamentos de elevação. A Figura 2 abaixo, mostra a imagem do método de elevação artificial Bombeio Mecânico.

Figura 2: Imagem Ilustrativa de Elevação Artificial



Fonte: Campos de Petróleo (2014).

Com a produção dos fluidos do reservatório e a sua consequente depleção, a vazão do poço começa a reduzir até chegar ao ponto em que ele deixa de produzir totalmente ou economicamente. Para colocar o poço novamente em produção ou para aumentar a vazão de líquido, é necessário fornecer trabalho ao sistema. Isto é conseguido por meio da aplicação de algum método de elevação artificial. A elevação artificial é o conjunto de equipamentos e técnicas para tornar a produção do poço viável economicamente (ESTEVAM, 1993).

## 2.3 Descrição dos demais métodos de Elevação Artificial

Nesse tópico serão descritos os métodos de elevação mais utilizados atualmente na indústria, sendo eles: Gas Lift, Bombeio por Cavidades Progressivas (BCP), Bombeio Centrífugo Submerso (BCS) e o Bombeio Mecânico (BM) que é o foco de estudo deste presente trabalho.

### 2.3.1 Gas Lift

O método de elevação gas lift (GL) é baseado no princípio de injeção de um gás pressurizado na coluna de produção com a finalidade de reduzir a densidade do fluido que se deseja elevar. O gás vem da superfície por meio de um compressor, escoar pela região anular e quando atinge pressões previamente determinadas, válvulas abrem mandris que permitem a entrada do gás na coluna de produção. Para a implementação deste método, o engenheiro de completação deve levar em consideração a disponibilidade de gás para injeção e de espaço para instalação dos equipamentos na superfície (MITCHELL, 2015).

Quanto às limitações, este sistema não é economicamente viável para produção de óleos muito viscosos, pode enfrentar problemas como a deposição de hidratos e o congelamento de gás. A disponibilidade do gás de injeção é um fator determinante para avaliar a viabilidade deste método (OSUJI, 1994).

Os componentes utilizados no Gas Lift são separados em dois grupos:

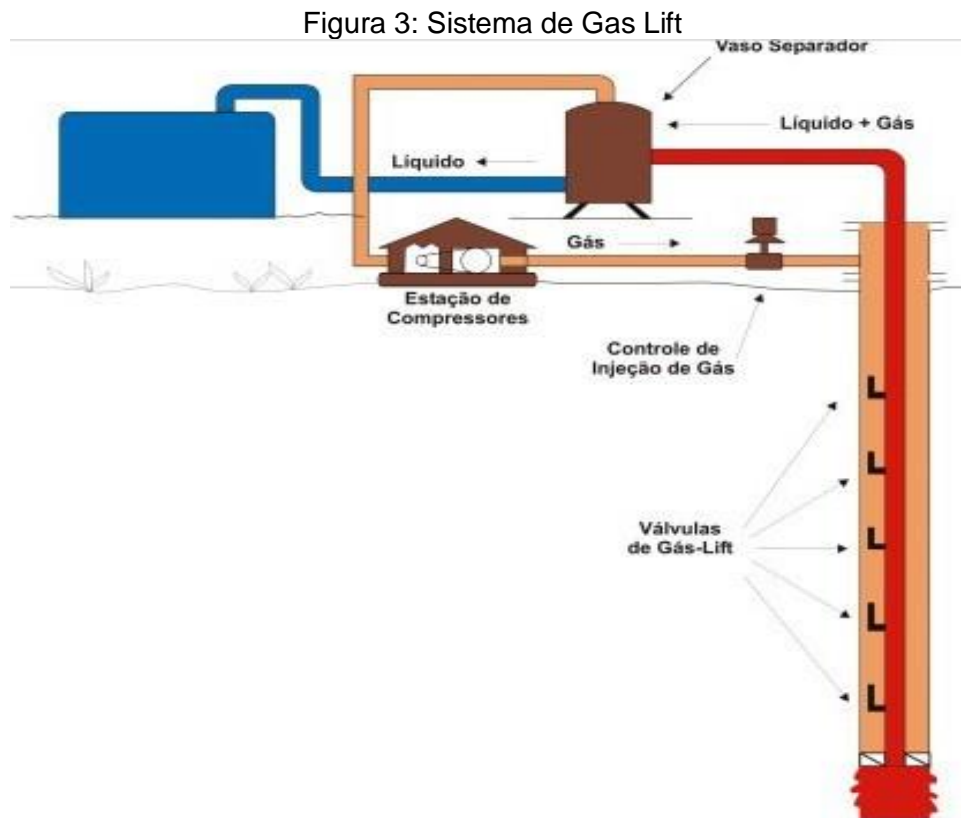
#### 1º grupo: **Coluna de produção;**

- Packer;
- Mandris com válvulas;
- Standing valve (válvula de pé);
- Seat nipple (niple de assentamento).

#### 2º grupo: **De superfície**

- Arvore de Natal;
- Estação de compressores (para comprimir o gás);
- Linha de Gás;
- Intermitor/motor valve;
- Bean.

A Figura 3 logo abaixo, representa o sistema de gas lift, apresentando o esquema de um poço equipado para a produção. Observa-se que ao longo da coluna de produção estão distribuídos alguns mandris de gas lift contendo válvulas. O gás é naturalmente injetado através do espaço anular revestindo a coluna de produção e penetrando na coluna por meio das válvulas.



Fonte: Álvaro (2012)

O Gas lift é um método versátil que pode produzir sob uma vasta gama de volumes e profundidades podendo produzir até 30000 bpd em várias profundidades (HALLIBURTON, 2012). É uma excelente escolha para reservatórios com bons índices de produtividade (IP) e alta razão gás – óleo (RGO). Altos valores de RGO são úteis ao invés de ser um obstáculo, assim menos gás de injeção é requerido.

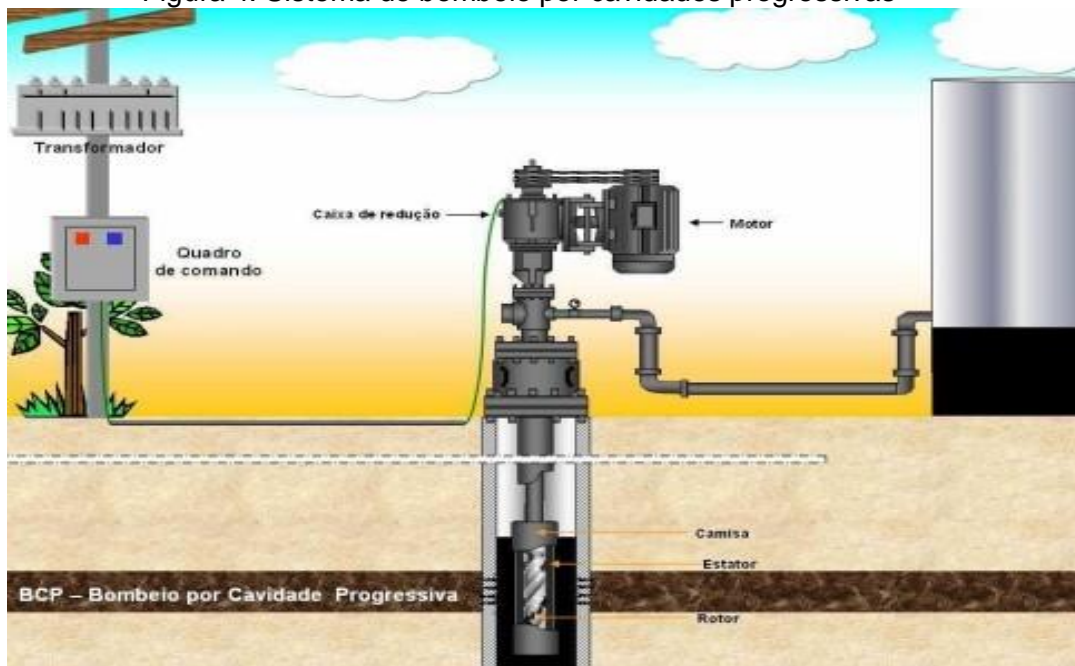
### 2.3.2 Bombeio por cavidades progressiva

O bombeio por cavidades progressivas (BCP) é um sistema utilizado para elevar óleos leves com um grande valor de razão água-óleo (MORENO; ROMERO, 2007).

Este método de bombeio consiste em um sistema de deslocamento positivo, no qual o fluido escoa axialmente pelo equipamento. Um design típico deste método de elevação consiste em um rotor helicoidal que rotaciona excêntricamente ao estator. Os encaixes entre estas peças podem ser de metal ou elastômeros (ZHUO; YUAN, 2008).

Os equipamentos de subsuperfície do método BCP são formados por uma coluna de hastes e uma bomba de subsuperfície conforme mostrado na Figura 4 abaixo:

Figura 4. Sistema de bombeio por cavidades progressivas



Fonte: Miranda (2020)

O método de elevação artificial BCP tem a sua construção robusta, possui baixas velocidades de operação, desse modo a bomba mantém longos períodos de funcionamento caso não seja submetido a produtos químicos, pois ocasiona um desgaste excessivo. A profundidade do sistema é limitada devido ao modo de energia transmitida e o diferencial de pressão sobre a bomba, o sistema possui alta eficiência energética global, tipicamente na gama de 50 a 70% (LEA, 1999).

O sistema de bombeio por cavidades progressivas possui taxa de produção limitada (cerca de 4500 bpd) em bombas de grande diâmetro, essa taxa pode ser muito mais baixa em bombas de pequeno diâmetro (HALLIBURTON, 2012).

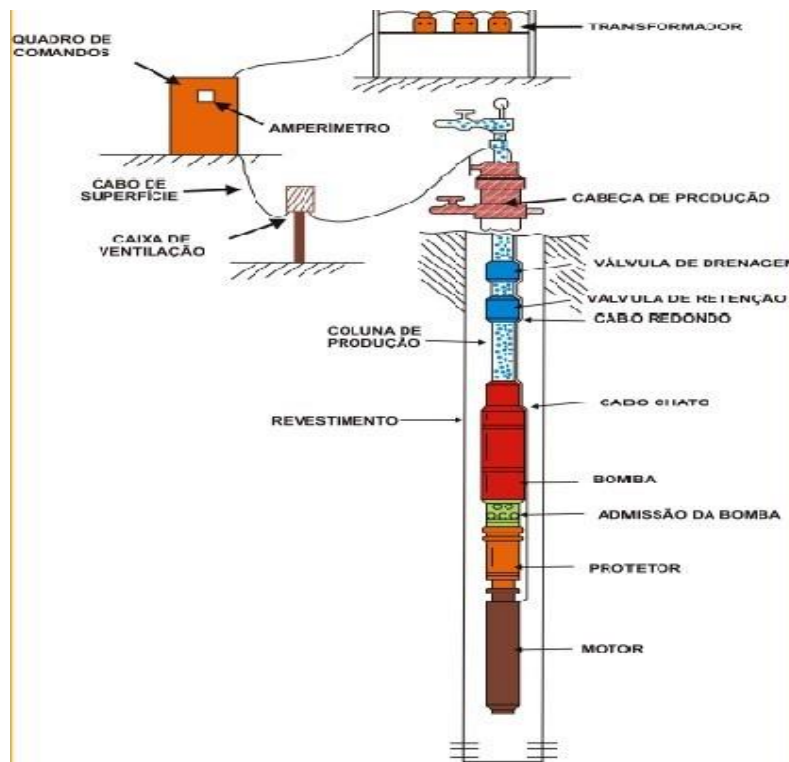
### 2.3.3 Bombeio Centrífugo Submerso

Neste método uma bomba centrífuga de múltiplos estágios, acionada por um motor elétrico é posicionada na extremidade inferior na coluna de produção. A energia elétrica é transmitida da superfície até o fundo, por meio de um cabo elétrico especialmente projetado para operar nas condições de fundo de poço (BEZERRA, 2007).

Desde a sua concepção, as unidades BCS se destacaram por serem capazes de elevar uma maior vazão de líquidos do que a maioria dos outros tipos de elevação artificial e têm o seu melhor desempenho quando usadas para elevar altas vazões em ambientes onshore ou offshore. Acredita-se que hoje cerca de 10% dos poços sejam produzidos através do bombeio centrífugo (THOMAS, 2004).

Os principais equipamentos de um poço equipados por BCS estão ilustrados na figura 5, logo abaixo:

Figura 5. Sistema BCS



Fonte: Álvaro (2012)



### 2.3.4 Bombeio Mecânico

Em 27 de Agosto de 1859, na Pensilvânia, Estados Unidos da América, o coronel Edwin Laurentine Drake encontrou "óleo de rocha" em um poço que ele deliberadamente perfurou com suas ferramentas, para produzi-lo, sendo iniciado a era do petróleo moderno, o primeiro sistema de bombeio mecânico, conforme mostrado na Figura 6 abaixo (BECKWITH, 2014).

Figura 6: Primeiro poço de petróleo por bombeio mecânico



Fonte: Freitag (2013)

A indústria do petróleo utiliza amplamente o bombeio mecânico (BM). Este é o principal método de elevação artificial utilizado em poços cuja pressão do reservatório foi depletada. Para esta situação, a implementação do método de elevação artificial é um dos maiores custos de projeto, então se espera que o BM opere com o máximo de eficiência e tenha o maior intervalo de tempo possível entre as falhas (PODIO et al., 2001).

O BM, apesar da simplicidade, tem uma série de limitações em campos offshore. As hastes que compõem o equipamento podem sofrer desgastes devido a profundidade, a produção de areia e a utilização em poços direcionais. Além disso, o BM tem sua eficiência reduzida com a presença de gás no fluido de produção (SOUSA et al., 2013).

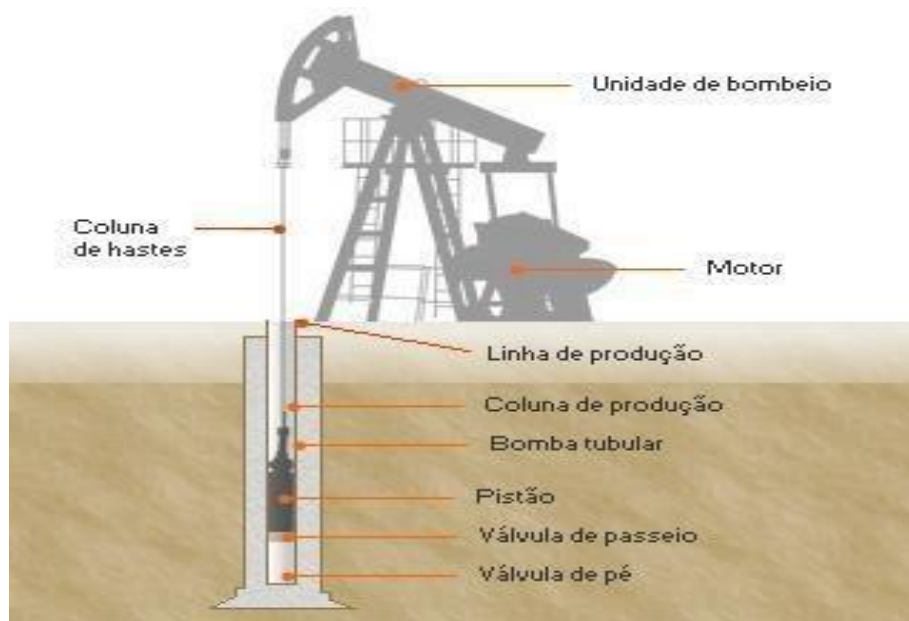
As principais características do Bombeio Mecânico são:

- Boa eficiência energética;
- Baixo custo com investimentos e manutenção;
- Larga faixa de temperatura;
- Opera com fluídos de diferentes composições e viscosidades;
- Menor custo na produção;
- Baixa Vazão;
- Aplicável em poços isolados;
- Pequenas à médias profundidades;
- Problemático em poços desviados;
- Restrição à areia;
- Problemático com alta RGL.

Este método é utilizado para produção em poços localizados em terra, onde as vazões máximas de produção variam entre 20m<sup>3</sup>/dia (para poços profundos, de até 3000 m de profundidade) e 180 m<sup>3</sup>/dia (para poços rasos, de até 800 m de profundidade). O BM que foi o primeiro método de elevação artificial que surgiu na indústria de petróleo e sua importância se reflete no número de instalações existentes, que correspondem a 80% dos poços produtores mundiais, o que lhe dá a posição de método mais utilizado no mundo (NASCIMENTO, 2005).

Uma coluna de hastes transmite o movimento alternativo para o fundo do poço, acionando uma bomba que eleva os fluidos produzidos pelo reservatório para a superfície. Conforme a Figura 7 ilustrativa logo abaixo:

Figura 7: Esquema do Bombeio Mecânico

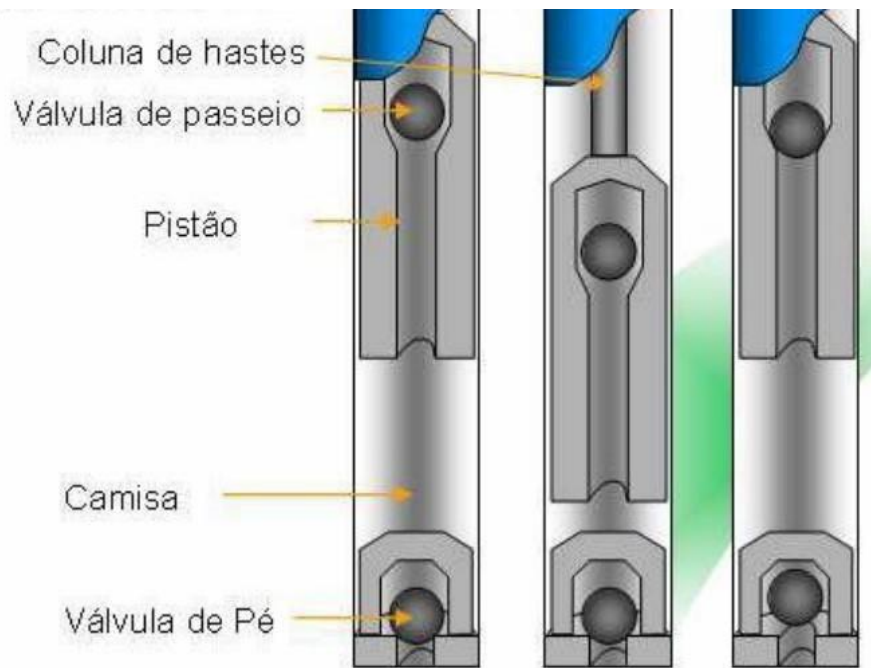


Fonte: Campos Marginais (2011)

A unidade de bombeio é o equipamento responsável por converter o movimento de rotação do motor em movimento alternativo da coluna de hastes. Quanto à escolha da unidade de bombeio para determinado poço deve-se levar em consideração o máximo torque, a máxima carga e o máximo curso de haste polida que irão ocorrer no poço. De modo a reduzir os esforços no motor e no redutor, todas as unidades de bombeio têm um sistema de balanceamento de carga do poço (THOMAS, 2004).

Desse modo, percebe-se como funciona os ciclos do bombeio mecânico, sendo o movimento ascendente e descendente, no movimento ascendente a válvula de pé abre e a válvula de passeio se fecha fazendo com que o óleo passe do reservatório para o interior da camisa. E já no movimento descendente a válvula de passeio abre e a válvula de pé se fecha fazendo com que o óleo seja coletado. Conforme a Figura 8 logo abaixo, primeiro o movimento descendente e depois o movimento ascendente:

Figura 8. Ciclos de bombeio



Fonte: Miranda (2020)

Quando comparado a outros métodos, o bombeio mecânico tem um baixo custo de manutenção e investimento, têm a possibilidade de atuar com fluidos em larga faixa de temperatura e com diferentes viscosidades e composições, tem alta eficiência energética e tem grande flexibilidade de vazão e profundidade. Entretanto, atua basicamente em campos terrestres para elevar vazões médias de poços rasos ou para elevar baixas vazões de poços de grandes profundidades, pois à medida que aumenta a profundidade do poço, a vazão cai muito (COSTA, 2008).

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia aplicada neste trabalho, baseou-se na pesquisa em livros de forma qualitativa para coletar informações sobre os demais métodos de elevação artificial existentes, em posicionamentos e estudos dos autores de dois trabalhos científicos: O estado da arte do Bombeio Mecânico (COSTA, 2008), Aplicação do Bombeio Mecânico com hastes (SOUSA et al, 2013), a fim de realizar um quadro comparativo entre as ideias abordadas nos trabalhos desenvolvidos e comparar as suas semelhanças e diferenças.

Dessa maneira, tratou-se também da análise dos referidos trabalhos no que se refere à aplicação do método, e descrever as tecnologias inovadoras que foram introduzidas no sistema de bombeio mecânico ao longo dos anos, possibilitando maior eficácia na sua execução.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresenta-se um quadro comparativo entre os trabalhos científicos utilizados, a fim de comparar as ideias de cada um acerca do tema Bombeio Mecânico.

**Quadro 1:** Comparativo entre os trabalhos científicos analisados

<b>Artigo científico</b>	<b>Estado da arte do Bombeio Mecânico (COSTA, 2008)</b>	<b>Aplicação do Bombeio Mecânico com hastes (SOUSA et al, 2013)</b>
<b>Objetivo Geral</b>	Utilização de softwares de otimização, para ajustar curso e balancear, reduzindo os custos e diminuindo o tempo de trabalho.	Apresentação de equipamentos de um sistema artificial por Bombeio Mecânico, seja ele com ou sem hastes, com apresentação dos pontos negativos que precisam ser melhorados no sistema.
<b>Resultados</b>	Foi observado que o Bombeio Mecânico é o principal método utilizado na perfuração dos poços, devido às vantagens em eficiência e economia para as empresas e organizações.	Afirmam que mesmo sendo um sistema bastante eficiente, ainda apresenta alguns problemas que devem ser reparados, devendo ser aplicado o sistema de Bombeio Mecânico com hastes, devido ao seu baixo custo e a sua alta eficiência energética.
<b>Conclusão</b>	No presente trabalho foi explicado o estado da arte do método de elevação por bombeio por Bombeio Mecânico, sendo o primeiro método de elevação artificial que surgiu na indústria do petróleo e sua importância se reflete no número de instalações existentes, que correspondem a 71% dos poços produtores mundiais, o que lhe dá a posição de método mais utilizado no mundo.	Foi esquematizado o método de elevação artificial, como sendo o mais utilizado por todos do ramo do petróleo, aplicando-se os principais métodos de elevação, devido o baixo custo de investimento e manutenção e a ampla flexibilidade de vazão e profundidade.

Identificamos que os dois trabalhos científicos, o estado da arte do Bombeio Mecânico (COSTA, 2008) e Aplicação do Bombeio Mecânico com hastes

(SOUSA et al, 2013) foram escritos por pessoas com formação e atuação na área relacionada à indústria do petróleo. De modo que as suas características nos auxiliam no processo de argumentação em relação ao método de elevação artificial Bombeio Mecânico.

No método de elevação artificial por bombeio mecânico foram descritas algumas tecnologias inovadoras como:

### **A polia com catraca**

Essa nova tecnologia tem um princípio básico de funcionamento em queo sistema de bombeio passa a atuar com o torque líquido negativo, a polia desengata da entrada do eixo do redutor, assim o seu eixo desacopla de forma eficaz permitindo o movimento livre da coluna de hastes e do sistema durante o processo de elevação

### **Os medidores do fundo do poço**

Trata-se basicamente da introdução de sensores instalados no fundo do poço, com o objetivo de fazer medições precisas das pressões de entrada (PIP) e da pressão de descarga da bomba (PDP) fazendo a coleta dos dados e transmitindo-os para a superfície em tempo real.

### **A bomba de hastes com tela de filtragem integral**

Basicamente esta tecnologia é uma tela de filtragem que é introduzida numa determinada configuração de bomba convencional, e a grande diferença desta nova tecnologia e a bomba convencional é a montagem do pistão e a sua capacidade de lidar com areia.

### **O rotaflex**

É uma unidade de bombeio de longo curso, que possui mecanismo de acionamento mecânico por correias, e foi desenvolvido para trabalhar com baixas frequências, para atender poços com alto índice de falhas, poços com alta profundidade e de alta vazão.

### **A unidade de bombeio inteligente**

Esta tecnologia permite os ajustes de curso e ciclos por minuto, e a realização do balanceamento da unidade de forma remota por meio de um

painel de controle que emite o comando para o motor elétrico fazer esses ajustes.

### **A unidade de bombeio linear**

Utiliza um mecanismo de pinhão-cremalheira simples que controla diretamente a haste de bombeio, esse mecanismo transforma o movimento rotativo do motor de indução em movimento alternativo da coluna de hastes.

Essas tecnologias foram introduzidas no método a fim de otimizar a sua produção, de modo que esse método de elevação artificial é o mais vantajoso, devido a possuir menos problemas no sistema operacional, o que ocasiona simultaneamente, menores custos de produção e maior lucratividade.

Desse modo, obteve-se um grande retorno de aprendizagem no presente trabalho, pois foram explorados pontos cruciais para o melhoramento do sistema de perfuração de poços por bombeio mecânico, que como explanado anteriormente, é um método tradicional que com a utilização de novas tecnologias, tornou-se um sistema mais aperfeiçoado e eficiente.



## **5. CONCLUSÃO**

Conclui-se que no presente trabalho os objetivos foram alcançados, obteve-se uma quantidade relevante de informações na pesquisa a cerca do tema proposto, através da análise feita por meio do estudo de caso deste método pode-se notar que o Bombeio Mecânico é o método de elevação mais utilizado no mundo e o que possui maior campo de aplicação

O trabalho é direcionado para melhorias e adaptabilidades do sistema de bombeio mecânico às novas tecnologias, sendo perceptível é bastante significativo a moldagem do sistema tradicional que passaser mais eficiente e econômico na sua aplicabilidade. Compreende-se que com os avanços tecnológicos desenvolvidos para aprimorar esse sistema, automatizar ao máximo o método de elevação por bombeio mecânico, otimizando assim, a produção do petróleo como um todo. E ainda, guarnecer maior segurança operacional, sem interrupções durante a produção do poço. Diante disso, o estudo realizado nos artigos selecionados reafirmam que o Bombeio Mecânico diante dos métodos existentes apresenta um maior campo de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARO. **Campos Marginais de Petróleo**. 2012. Disponível em: <http://camposmarginais.blogspot.com/2012/03/bombeio-centrifugo-submerso.html>. Acesso em 11 de Jun 2022;

JUNIOR, E. Métodos de elevação de petróleo. 2012. Disponível em: [www.simensen.com.br](http://www.simensen.com.br).

ÁLVARO. **O Método Gas Lift**. 2012. Disponível em: [camposmarginais.blogspot.com/2012/03/m-metodo-gas-lift.html?m=1](http://camposmarginais.blogspot.com/2012/03/m-metodo-gas-lift.html?m=1). Acesso em 01 de jun de 2022.

BECKWITH, Robin (Ed.). Pumping Oil: 155 Years of Artificial Lift. **Journal of Petroleum Technology**, [S.l.], v. 66, n. 10, p.101-107, out. 2014. Society of Petroleum Engineers (SPE). <http://dx.doi.org/10.2118/1014-0101-jpt>.

BEZERRA, B. S. L. **Estudo para prevenção de falhas de hastes de bombeio de petróleo através de aplicação de revestimento NiCr**. Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Engenharia de Processos da Universidade Tiradentes, Aracaju, 2007.

CAMPOS MARGINAIS. **Bombeio Mecânico**. 2011. Disponível em: <http://camposmarginais.blogspot.com/2011/12/o-bombeio-mecanico.html>. Acesso em 22 de Abr. 2022.

CAMPOS MARGINAIS. **Pesquisa de Método de Gás Lift**. 2012. Disponível em: <http://camposmarginais.blogspot.com/2012/03/o-metodo-gas-lift.html>. Acesso em: 22 de Abr. 2022.

CAMPOS DE PETRÓLEO. **Métodos de Elevação Artificial**. 2014. Disponível em: [camposdepetroleo.blogspot.com/2014/05/metodos-de-elevacao-artificial.html?m=1](http://camposdepetroleo.blogspot.com/2014/05/metodos-de-elevacao-artificial.html?m=1). Acesso em 01 de jun de 2022.

COSTA, R. O. **Curso de bombeio mecânico**. Petrobras, 2008.

FREITAG. **Der unglückliche Öl-Baron**. 2013. Disponível em: [https://m.focus.de/wissen/mensch/geschichte/der-unglueckliche-oel-baronedwin-l-drake\\_id\\_1808238.html](https://m.focus.de/wissen/mensch/geschichte/der-unglueckliche-oel-baronedwin-l-drake_id_1808238.html). Acesso em 11 de Jun. 2022;

HALLIBURTON. **2012 Product Catalog**. Halliburton. Houston. 2012.

JUNIOR, E. **Métodos de Elevação de Petróleo**. 2012. Disponível em: [www.simensen.br](http://www.simensen.br). Acesso em 01 de jun de 2022.

LEA, J. F. NICKENS, H. V. **Selection of Artificial Lift. Society of Petroleum Engineers**. (SPE 52157). 1999.

MIRANDA. Cláudia. **Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP)**. Apostila - Método de Elevação. Universidade Tiradentes. Aracaju, 2020;

MITCHELL, D. **Rethinking gas lift intervention**. Journal of Petroleum Technology -

JPT, v. 67, 2015.

MORENO, O.; ROMERO, M; **Integrated analysis for PCP systems**. In: Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Buenos Aires, 2007.

NASCIMENTO, J. M. A. **Simulador computacional para poços de petróleo com método de elevação artificial por bombeio mecânico**. 2005. Disponível em: [HTTP://btdtd.bczm.ufrn.br/tesdesimplificado/tde\\_arquivos/19/TDE-2007-0118T063848Z-505/Publico/João-Man.pdf](http://btdtd.bczm.ufrn.br/tesdesimplificado/tde_arquivos/19/TDE-2007-0118T063848Z-505/Publico/João-Man.pdf). Acesso em 01 de Maio. 2022.

OLIVEIRA, R. C. **Elevação Artificial de Petróleo - Bombeio Mecânico com Haste (BMH)**. Apostila, Aracaju, 2010.

OSUJI, L. C. **Review of advances in gas-lift operations**. Society of Petroleum Engineers, 1994.

PODÍO, A. L. et al. **Laboratory instrumented sucker-rod pump**. In: SPE Production and Operation Symposium, Oklahoma City, 2001.

SOUSA, L. H. et al. **Aplicação de bombeio multifásico na elevação de petróleo**. Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 1, 2013  
ESTEVAM, VCurso de Exploração e Produção de Petróleo – Métodos de Elevação, **Petrobras** - DEPRO/DITEP/SETPRO, 1993.

THOMAS et al. **Fundamentos da Engenharia de Petróleo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

ZHOU, D.; YUAN, H. **Design of progressive cavity pump well**. In: Progressing Cavity Pump Conference, Houston, 2008.

