

UTILIDADE DO REVESTIMENTO E DA CIMENTAÇÃO NA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Helena Mariana de Souza¹

Alex Viana Veloso²



Engenharia

ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Este estudo procura aprofundar os conhecimentos básicos da área do petróleo sobre a utilização de revestimentos e cimentação em poços. Apresentando, aspectos e características desde a formação aos tipos de revestimentos que mais se associam e da cimentação de poços que mais influencia na qualidade da produção. Contendo uma definição geral de qual a utilidade dos revestimentos, e bem como a aplicação dos aspectos básicos da cimentação para esse tipo de operação.

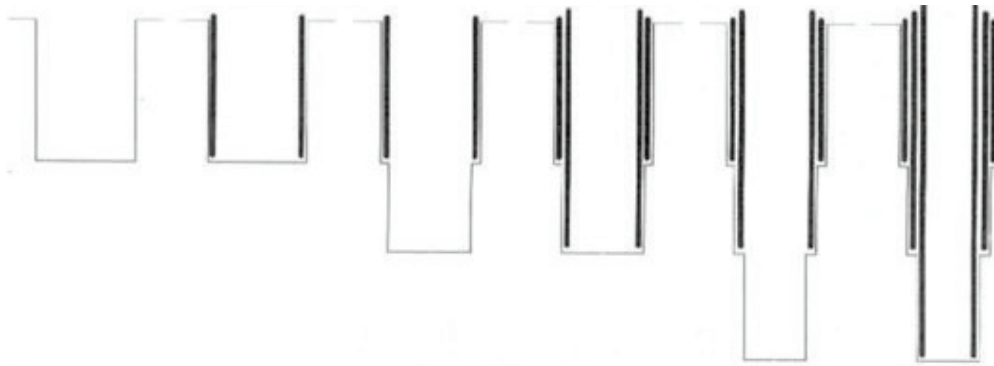
PALAVRAS-CHAVE:

Poços. Cimentação. Revestimento. Petróleo.

1 INTRODUÇÃO

Para a perfuração de um poço de petróleo é necessário a utilização de uma sonda; durante a perfuração as rochas são destruídas pela ação rotativa de uma broca existente na extremidade de uma coluna de perfuração. Os fragmentos de rocha são removidos pela ação de um fluido de perfuração ou lama, injetados por bombeamento na coluna de perfuração. Ao atingir determinada profundidade a coluna de perfuração é retirada e é colocada uma coluna de revestimento em aço de diâmetro inferior ao da broca e ainda é executada a cimentação entre os anulares dos tubos de revestimento, garantindo a segurança (CARDOSO, 2005). Em seguida a coluna de perfuração é novamente descida ao poço com uma nova broca de menor diâmetro, sucessivamente, até o final da per-

furação, a imagem a seguir demonstra a perfuração e revestimento de um poço de petróleo:



Fonte: Thomas (2001).

Os revestimentos são compostos de películas interpostas entre o metal e o meio corrosivo, ampliando a resistência a corrosão do material metálico, podendo assim influenciar no material um comportamento mais nobre, como é o caso das películas metálicas mais catódicas que o metal de base, ou protegê-lo por ação galvânica, já que o revestimento tem como função selar contra o desmoronamento das paredes do poço, evitando, também, a contaminação das zonas de água, e impedir a migração dos fluidos da formação.

Já a cimentação tem como utilidade preencher o espaço anular com cimento com o objetivo de fixar a tubulação, evitando que haja migração de fluidos entre as diversas zonas permeáveis atravessadas pelo poço e por detrás do revestimento. Esses procedimentos são de considerável importância para a construção um poço, pois estas operações proporcionaram uma produção eficiente ou um possível dano ambiental.

2 METODOLOGIA

A procura de uma avaliação mais aprofundada sobre revestimento e cimentação na área de hidrocarbonetos, foi realizado o estudo a seguir sobre tipos de revestimentos, conexões e cimentos utilizados durante o revestimento e cimentação num poço de petróleo. Depois de analisadas as propriedades de cada item abordado, tem-se como referência para assim escolher o revestimento que mais se adequa ao estado do poço. Pode-se também orientar com base no tipo de formação, os possíveis riscos ocasionados por um mau revestimento ou cimentação, estimando os materiais ideais e suas respectivas características que mais se associam ao poço perfurado. Não serão abordados no trabalho custo com o revestimento e a cimentação, pois isso é analisado e calculado de acordo a cada poço a ser perfurado.

3 TIPOS E FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS

Na indústria do petróleo as colunas de revestimento têm como função a prevenção contra o desmoronamento das paredes do poço, devendo evitar a contaminação dos lençóis freáticos mais próximos à superfície, como também tem o objetivo de impedir a migração dos fluidos da formação, sustentar os equipamentos de segurança do poço e outras colunas de revestimento.

A partir da análise de dados de um poço perfurado é possível constatar a utilização adequada de cada revestimento a ser utilizado. Os revestimentos podem ser classificados como revestimento condutor, de superfície, de produção, intermediário e liner, suas classificações e suas funções podem ser observadas na tabela abaixo:

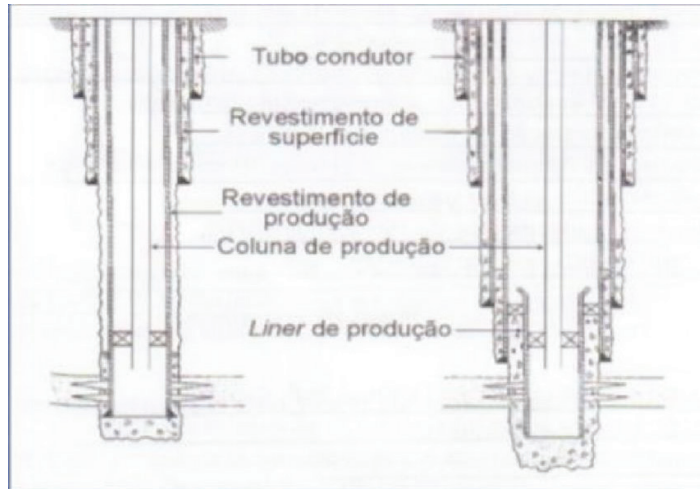
Tabela 1 – Classificação de Revestimento

Tipos de Revestimentos	Função
Revestimento Condutor	É o primeiro revestimento do poço, assentado a pequena profundidade (10 – 50 m), com finalidade de sustentar sedimentos superficiais não consolidados.
Revestimento de Superfície	São os revestimentos que possuem comprimento variando na faixa de 100 a 600m, visa prevenir desmoronamento de formação inconsolidadas. Serve ainda como base de apoio para equipamentos de segurança de cabeça de poço, sendo cimentado em toda sua extensão.
Revestimento de Produção	É descido com a finalidade de permitir a produção do poço.
Revestimento Intermediário	Possui sua faixa de profundidade entre 1000 a 4000m. É cimentado na parte inferior ou, em alguns casos, num trecho intermediário.
Liner	É uma coluna de revestimento que é descida e cimentada no poço visando cobrir apenas a parte inferior deste, o poço aberto. Seu topo fica ancorado um pouco acima da extremidade inferior do revestimento anterior e é independente do sistema de cabeça de poço.

Fonte: CED-Ead (2015).

Como observado, as características fundamentais das colunas de revestimento servem para proporcionar uma estanqueidade de um possível vazamento, proporcionar resistência compatível com as solicitações do poço, ser resistente a corrosão e a abrasão, apresentando facilidade de conexões e gerando o menor custo possível. A Figura abaixo identifica cada etapa dos revestimentos abordados anteriormente na Tabela 1, orientando seu posicionamento no poço perfurado.

Figura 2 – Tipos de Revestimentos



Fonte: CED-Ead (2015).

Os revestimentos também têm classificação por sua composição, podem ser do tipo revestimentos metálicos, não-metálicos inorgânicos e orgânicos. Como mostra a Tabela a seguir:

Tabela 2 – Classificação de Revestimento

Composição dos Revestimentos	Função
Revestimentos metálicos	Consistem na interposição de uma película metálica entre o meio corrosivo e o metal que se quer proteger. Os mecanismos de proteção das películas metálicas podem ser: por formação de produtos insolúveis, por barreira, por proteção catódica, dentre outros.
Revestimentos não-metálicos inorgânicos	Consistem na interposição de uma película não-metálica inorgânica entre o meio corrosivo e o metal que se quer proteger. Os mecanismos de proteção são, essencialmente, por barreira e por inibição anódica.
Revestimentos orgânicos	Consiste na interposição de uma camada de natureza orgânica entre a superfície metálica e o meio corrosivo. Os principais revestimentos orgânicos são os seguintes: É o melhor sistema de proteção anticorrosiva de dutos que durante o lançamento sofrerão grande flexionamento ou curvamento. É particularmente aplicável a lançamentos submarinos.

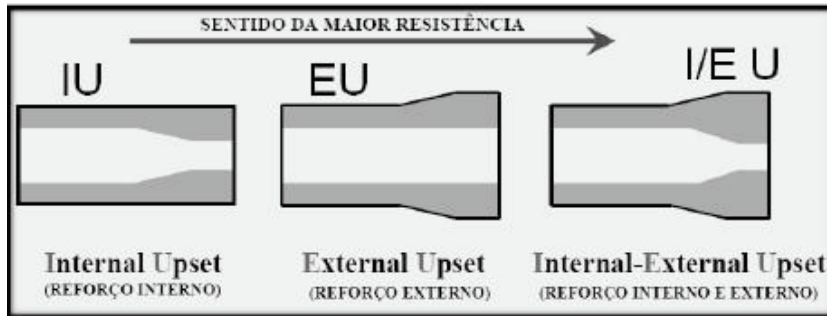
Fonte: CED-Ead (2015).

4 TIPOS DE CONEXÕES

Para as colunas de perfuração são aplicáveis 3 tipos de conexões o *External Upset* (EU), o *Internal Uset* (IU) e o *Internal - External Uset* (IU). Nos poços em geral usa-se Conexões do tipo *External Upset* (EU), pois apresentam uma resistência mecânica

adequada e sem restrição ao fluxo, já a coluna *Internal Uset* (IU), são mais utilizadas em operações de intervenção em poços e em colunas de produção com anular restrito, pois não possuem ressalto externo.

Figura 3 – Conexões de Tubos



Fonte: Thomas (2001).

5 FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DA CIMENTAÇÃO

A cimentação é o processo no qual ocorre o preenchimento do espaço anular entre os tubos de revestimento e a parede do poço com cimento, tendo como função principal fixar a tubulação e evitar que haja migração de fluidos, entre as diversas zonas permeáveis atravessadas pelo poço (THOMAS, 2001), como também tem o objetivo de formar um tampão de selo no fundo do poço ou para corrigir desvios do poço durante a perfuração. A imagem a seguir mostra brevemente o processo de operação de cimentação de um poço:

Figura 4 – Operação de Cimentação



Fonte: Couto (2004).

A cimentação é basicamente orientada pelo bombeio da pasta de cimento e água por meio dos tubos de revestimento. Essa operação de cimentação consiste em um trabalho de extrema importância para as fases de perfuração e completção de poços, tendo um grande impacto sobre a produtividade do poço.

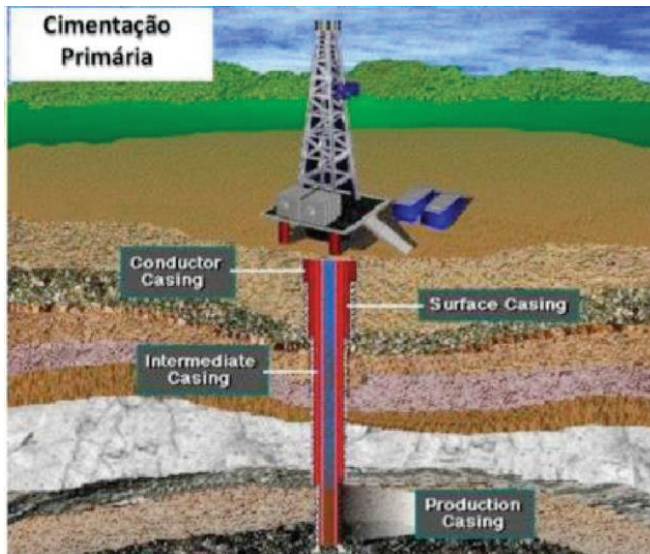
6 TIPOS DE CIMENTAÇÃO

A cimentação pode ser classificada em cimentação primária e secundária, isso irá auxiliar na operação de cimentação caso ocorra algum dano nas fases do poço.

6.1 CIMENTAÇÃO PRIMÁRIA

A cimentação primária é a principal da coluna de revestimento, tem como objetivo inserir a pasta de cimento não contaminada, ou seja, a pasta de cimento ainda sem contato com o fluido de perfuração, em uma determinada posição do espaço do anular, de modo a se obter uma melhor vedação e fixação permanente deste anular. Esta atividade de cimentação está orientada no projeto de perfuração do poço e posteriormente será executada durante o poço. A ilustração abaixo demonstra como acontece a operação de cimentação de um poço:

Figura 5 – Operação de Cimentação

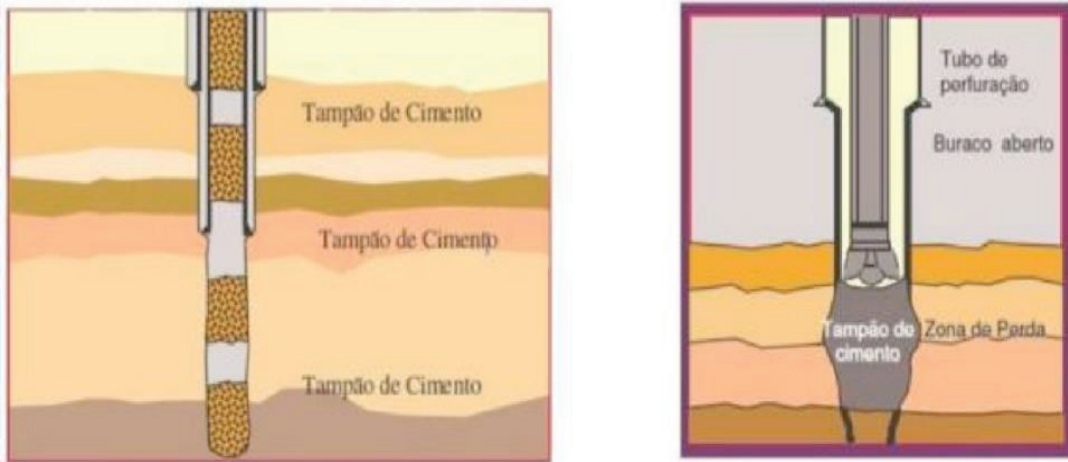


Fonte: Couto (2004).

6.2 CIMENTAÇÃO SECUNDÁRIA

A cimentação secundária é subdividida nas fases de tampão de cimento, recimentação e compressão de cimento. A operação de tampão de cimento representa a operação de bombeamento de um determinado volume de pasta para o poço, com o objetivo de tamponar um trecho dele, essa técnica é aplicada nos casos de perda de circulação, abandono do poço, como base para desvios. Podem ser observados nos casos da imagem a seguir:

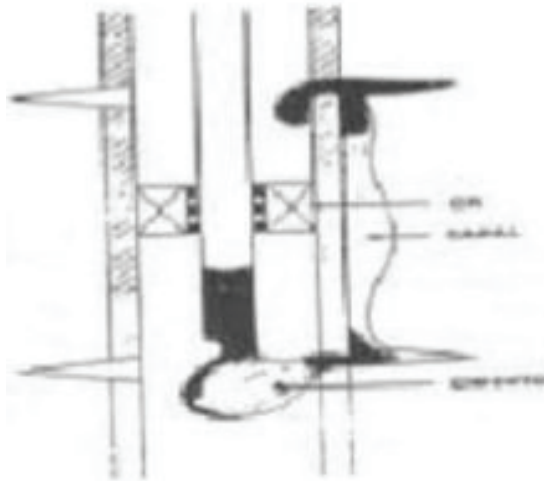
Figura 6 – Tampão de abandono / Tampão para perda de Circulação



Fonte: IOPE (2010).

Já a recimentação é o processo de correção da cimentação primária, isso ocorre quando o cimento não alcança a altura desejada no anular, neste caso o revestimento é canhoneado em dois pontos com profundidades distintas. A recimentação só é feita quando se consegue circulação pelo anular, por meio destes canhoneios (IOPE, 2010). Para possibilitar a circulação com retorno é necessário que a pasta seja bombeada por meio da coluna de perfuração, inserida com o auxílio de um *packer*, permitindo a pressurização necessária para a movimentação de pasta pelo anular, como indica a Figura a seguir:

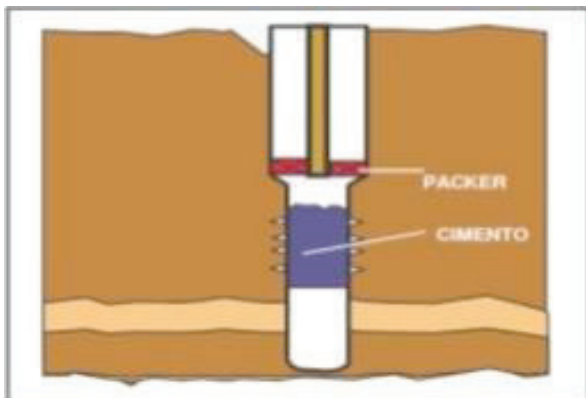
Figura 7 – Recimentação



Fonte: IOPE (2010).

Por fim, a compressão de cimento ou também conhecida como *Squeeze*, é a operação onde ocorre a injeção forçada de cimento sob pressão, isso é necessário quando se pretende corrigir localmente a cimentação primária defeituosa, como também sanar vazamentos no revestimento e impedir a produção de zonas que passaram a produzir água.

Figura 8 – Compressão de Cimento



Fonte: IOPE (2010).

7 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE REVESTIMENTO

O dimensionamento de um poço de petróleo é o processo que tem como fundamental objetivo calcular e verificar as espessuras e ajustar os materiais de forma que a vida útil corresponda a certo número projetado de repetições de carga. Para a perfuração direcional, esse dimensionamento deve considerar a resistência mínima dos tubos para suportar a tração, pressão interna, colapso e flexão exercida pelo poço, levar em consideração também os esforços, como também as condições mais adversas durante a descida, instalação e ao longo da vida útil, para que haja um dimensionamento adequado ao poço perfurado.

8 FATORES DE RISCO PARA O REVESTIMENTO E CIMENTAÇÃO

São diversos os riscos existentes para a operação de revestimento e cimentação, dentre os mais notados estão influxo para o revestimento, a corrosão e a comunicação do petróleo com zona de água. Para o revestimento que tem como função vedar a formação contra diferentes tipos de pressões e fluidos, o influxo de petróleo ocorre quando há o deslocamento pela formação de uma área de maior pressão para uma de menor pressão, contendo juntamente água ou gás. Pode acontecer que ocorra, também, o incidente do volume de gás migrar durante um kick, ocorrer possibilidades de perdas de circulação, a pressão de poros e de fratura nas formações a serem perfuradas afetarem o revestimento.

No caso da cimentação é preciso evitar locais com ascendência a sulfatos, para que não aconteçam corrosões e é necessário que tenha sido realizada uma

excelente cimentação, ou seja, o cimento deve estar fixado à superfície externa e às paredes do poço. Com isso, não existirá uma comunicação não desejada entre as diversas zonas permeáveis do poço, prevenindo assim danos ecológicos indesejáveis, como a comunicação de uma zona de hidrocarbonetos interligada a um aquífero. A imagem posterior demonstra um típico caso de corrosão ocorrido na cimentação:

Figura 9 – Corrosão no Cimento



Fonte: IOPE (2010).

9 O CIMENTO

O cimento usado para a injeção nos poços teve sua classificação estabelecida de acordo a seu grau American Petroleum Institute (API), analisando as condições as quais eram expostos nos poços. Os processos de fabricação e composição química do cimento foram padronizados em 8 classes, de A a H, as quais estão arranjadas de acordo com a profundidade, temperatura e pressão que estão expostos na aplicação do cimento. A Tabela a seguir mostra essa classificação e a utilização adequada para cada ordem:

Tabela 3 – Classificação de Revestimento

Classes	Utilização
Classe A	É utilizada desde a superfície ate 1830m, quando propriedades especiais não são requeridas. Disponível somente no tipo ordinário.
Classe B	É utilizada desde a superfície ate 1830m, quando e necessária moderada á alta resistência ao sulfato.
Classe C	É utilizada desde a superfície ate 1830m, quando as condições exigem pega rápida e grande resistência compressiva. Esta classe esta disponível em todos os graus de resistência ao sulfato.

Classe D	É utilizada de 1830m ate 3050m, sob condições de moderadas temperaturas e pressões. Esta disponível nos tipos de media a alta resistência ao sulfato.
Classe E	É utilizada de 3050m ate 4270m, sob condições de altas temperaturas e pressões. Esta disponível nos tipos de media e alta resistência ao sulfato.
Classe F	É utilizada de 4270m ate 4880m, sob condições de extremamente altas temperaturas e pressões. Esta disponível nos tipos de media e alta resistência ao sulfato.
Classe G e H	São utilizadas sem aditivos químicos da superfície ate 2440m, ou com aceleradores e retardadores para cobrir um grande intervalo de pressões e temperaturas. Nenhum outro aditivo que não seja sulfato de cálcio ou agua, ou ambos, devem ser misturados durante a manufatura destas classes de cimento. Estao disponíveis nos tipos de media e alta resistência ao sulfato. A composição química dos cimentos classes G e H são essencialmente as mesmas. A principal diferença esta na área superficial.

Fonte: CED-Ead (2015).

Assim sendo, pode-se notar que a proporção destes compostos e características para o cimento determina suas propriedades, como resistência inicial, retardamento, velocidade de hidratação, resistência aos sulfatos, dentre outros fatores fundamentais.

Um dos cimentos utilizados mais conhecidos é chamado “Portland”. Seus principais componentes são o óxido de cálcio, alumina e ferro, que combinados formam os compostos como a alita, belita, celita, e ferrita, esses compostos auxiliam em características base para a qualidade do cimento. O nome Portland foi dado em 1824 pelo químico britânico Joseph Aspdin, em homenagem à ilha britânica de Portland, no condado de Dorset.

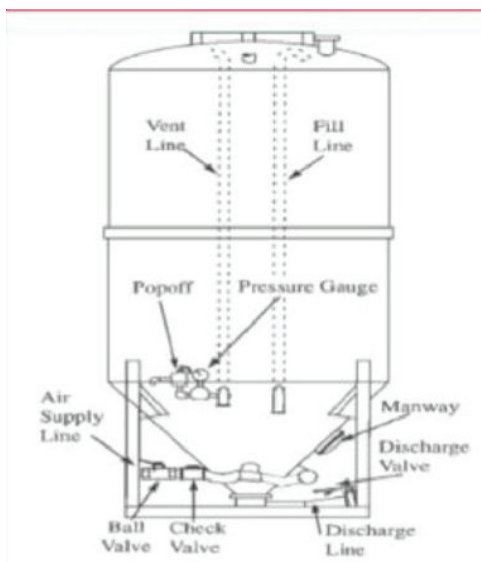
10 EQUIPAMENTOS DE CIMENTAÇÃO

Para que seja realizada uma cimentação são necessários equipamentos para armazenagem, preparação e transporte do cimento. Alguns deles são os silos de cimento, unidade de cimentação, linhas e cabeça de cimentação.

10.1 SILOS DE CIMENTO

Os Silos de cimento são utilizados para operações de perfuração em terra, onde o cimento é armazenado na base da companhia de cimentação, em grandes silos, sendo enviado para a sonda por meio de carretas apropriadas, e para as plataformas marítimas são disponíveis materiais a granel.

Figura 10 – Silos de Cimento

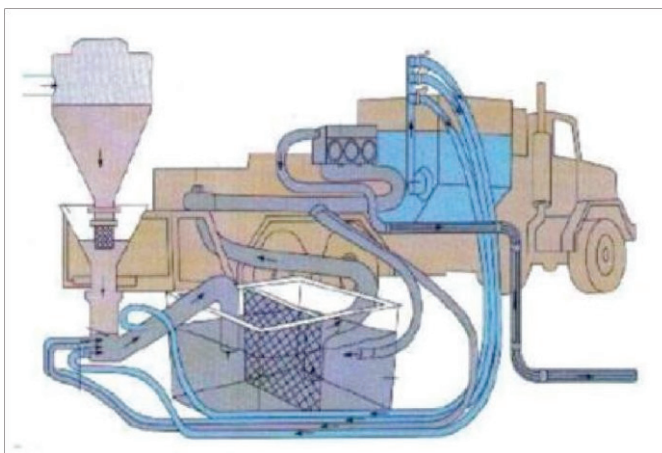


Fonte: Couto (2004).

10.2 UNIDADES DE CIMENTAÇÃO

As unidades de cimentação são operadas por meio de caminhões para operações em terra, ou sobre *skids* para sondas marítimas, essas unidades de cimentação constam geralmente de dois motores para fornecer energia.

Figura 11 – Unidades de Cimentação



Fonte: Couto (2004).

10.3 LINHAS DE CIMENTAÇÃO

As linhas de cimentação representam a união entre a unidade de cimentação e o poço, são tubulações de alta pressão, formada por uma série de tubos curtos interligados por meio de conexões móveis dotadas de rolamento para possibilitar montagem até qualquer posição que fique o topo do revestimento. Atualmente, existe a tendência de utilização de mangueiras especiais de borracha, mais praticas.

10.4 CABEÇA DE CIMENTAÇÃO

É por meio da cabeça de cimentação que é conectada ao topo da coluna de revestimento, recebe a linha de cimentação, podendo abrigar em seu interior os tampões de borracha que separam a pasta do fluido de perfuração (COUTO, 2004). Funciona por um mecanismo de trava que retém estes tampões até sua nova liberação, pode ter entrada com até três linhas, um rolamento para permitir o giro da coluna de revestimento e sistema e, conexão especial para maior rapidez de instalação.

11 CONCLUSÕES

Por meio do estudo foi possível concluir que os revestimentos de poço de petróleo são de grande competência desde o revestimento condutor ao liner, juntamente com a cimentação que influencia na segurança do poço, tamponando e evitando vazamentos indesejados. Como também foi possível notar a importância e a aplicação do cimento, dos equipamentos de cimentação, das conexões e de um dimensionamento adequado do revestimento, para que assim não ocorram riscos e falhas nestes processos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, C.L. **Petróleo**: do poço ao posto. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2005.

IOPE – Instrumentos de Precisão. **Corrosão**. 2010. Disponível em: <http://www.iope.com.br/3i_corrosao_4.htm>. Acesso em: 18 abr. 2010.

COUTO, Julio Cesar. **Cimentação de poços de petróleo**. 2004. Monografia (Curso de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo) – Centro de Ciência e Tecnologia Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, Macaé, 2004.

GENTIL, Vicenti. **Corrosão**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

LIMA, Homero Alves de. **Cimentação de poços** – Aula 15. In slide share. Disponível

em: <<https://pt.slideshare.net/homeroalvesdelima/16-aula-cimentao-de-poos>>.
Acesso em: 30 nov. 2015.

PEREIRA, Alexandre. **Uma visão das atividades de exploração e perfuração de poços de petróleo**. Material baseado em exposição do professor José Romualdo Dantas Vidal. SlydePlayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/334869/>>.
Acesso em: 1 dez. 2015.

ROCHA, Luiz Alberto Santos; AZEVEDO, Cecília Toledo de. **Projeto de poços de petróleo: geopressões e assentamento de colunas de revestimentos**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2007.

THOMAS, J.E. **Fundamentos da engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

Data do recebimento: 27 de Janeiro de 2017

Data da avaliação: 5 de Fevereiro de 2017

Data de aceite: 18 de Fevereiro de 2017

1 Graduando em Engenharia de Petróleo pela Universidade Tiradentes – UNIT.

E-mail: helenatrabalho@hotmail.com

2 Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Sergipe – UFS e em Tecnologia em Petróleo e Gás pela Universidade Tiradentes – UNIT; Professor das Engenharias na Universidade Tiradentes – UFS.

Email: helenatrabalho@hotmail.com