

# ESTUDO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO REVESTIMENTO E CIMENTAÇÃO DE UM POÇO DE PETRÓLEO

José Raimundo de Souza Pereira Júnior<sup>1</sup>

Leticia Carvalho Machado<sup>2</sup>

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

O projeto de construção de um poço de petróleo e sistema de produção é uma tarefa complexa e multidisciplinar, que pode envolver dezenas de profissionais das áreas de geologia, engenharia, economia e química. O início de poço é a sequência de operações realizadas para assentamento do revestimento condutor, a perfuração da fase seguinte e o assentamento e cimentação do revestimento de superfície. Neste presente trabalho serão apresentados os tipos de revestimentos e suas respectivas funções, critérios de dimensionamento de revestimento, funções e importância da cimentação.

## PALAVRAS-CHAVE

Poço. Assentamento. Revestimento. Cimentação.

## ABSTRACT

The project to build an oil and production system is a complex, multidisciplinary task, which may involve dozens of professionals in geology, engineering, economics and chemistry. Well start is the sequence of transactions for settlement of the conductive coating, perforation of the next stage and the settlement and cementing surface coating. In this work the types of coatings will be presented and their respective roles, coating design criteria, roles and importance of cementing.

## KEYWORDS

Well. Settlement. Coating. Cementation.

## 1 INTRODUÇÃO

A completação consiste não só em transformar o poço perfurado em uma unidade produtiva, ou seja, o poço passa a produzir óleo/gás, gerando receitas, como também consiste no conjunto de serviços efetuados no poço desde o momento em que a broca atinge a base da zona produtora de produção. A principal função deste conjunto é conferir a rigidez estrutural ao sistema de cabeça do poço para suportar os esforços transferidos durante a construção do poço pelo conjunto riser e *Blow Out Preventer* (BOP).

Um poço é dividido em fases, sendo cada uma determinada pelo diâmetro da broca ou alargador que está sendo utilizado na perfuração. Um poço típico é composto pelas fases de 36", 26", 17 1/2", 12 1/4" e 8 1/2". Em geral, após cada uma ser finalizada é descida uma coluna de revestimento para proteger as formações e permitir que um peso adequado de fluido de perfuração seja utilizado na fase seguinte. Diâmetros comuns de revestimentos usados para cobrir as fases mencionadas acima são 30", 20", 13 3/8", 9 5/8", 7". As profundidades da fase e do revestimento descido geralmente não são iguais, diferindo cerca de 10 metros em média (ROCHA, 2009).

Segundo Pomini (2013), o material metálico que mantém contato mais íntimo com a formação é o revestimento. O revestimento é um tubo metálico que é responsável pela manutenção da abertura do poço bem como do isolamento da formação para região interna do mesmo.

O revestimento metálico é normalmente sustentado por uma camada de cimento, que é bombeado entre o tubo metálico e as rochas da formação. A conjugação cimento e tubo é responsável também por impedir que o fluido produzido pelo poço não atinja formações superiores ou ainda extravase para o fundo do mar, evitando, portanto, a produção através da região do revestimento (POMINI, 2013).

Tanto o cimento quanto o aço constituinte do revestimento devem suportar (na região do reservatório) um fluido contendo pH ácido, por este mesmo motivo, normalmente não se utilizam materiais como aços nobres na construção do revestimento, evitando-se assim a degradação por corrosão ácida (POMINI, 2013).

De acordo com Rocha (2009), o revestimento de um poço de petróleo constitui uma das parcelas mais expressivas do custo do poço, variando de 15% a 20% em mar, e podendo chegar a até 50% em terra.

O número de fases e o comprimento das colunas de revestimento são determinados em função das pressões de poros e de fratura previstas, que indicam o risco de prisão da coluna por diferencial de pressão, ocorrência de *kicks*, desmoronamento das paredes do poço ou perda do fluido de perfuração para as formações (THOMAS, 2004).

## 2 TIPOS E FUNÇÕES DE REVESTIMENTO

A Petrobras adota os padrões e especificações da *American Petroleum Institute* (API) para seus tubos, conexões e resistências. Os tubos de revestimento da API são formados a partir da passagem forçada de elementos rígidos pelo interior de tarugos de aço cilíndricos pré-aquecidos, conformados ao mesmo tempo externamente por cilindros de laminação (ROCHA, 2009).

Resistência, dimensões físicas e procedimentos para testes de controle são algumas das propriedades definidas pelos padrões API. A composição de cada coluna de revestimento é função das solicitações prestas durante sua descida no poço e ao longo de sua vida útil (ROCHA, 2009).

O grau de aço, o *drift* de passagem, diâmetro nominal, espessura da parede, tipo de conexão são algumas das características utilizadas após definidos os revestimentos, assim como o dimensionamento dos revestimentos, que também é um importante parâmetro a ser definido para a construção do poço (ROCHA, 2009).

O dimensionamento das colunas de revestimento considera a resistência mínima que os tubos devem apresentar para suportar as solicitações de tração, pressão interna e colapso. Ao se dimensionar uma coluna de revestimento, diversos parâmetros são críticos para o projeto e, conseqüentemente, para redução de custos como: volume de gás que deve ser considerado com tendo invadido o poço, pressão de poros da formação a ser perfurada, pressão de fratura da formação a ser perfurada, tipo de fluido que ficará no anular do revestimento e em seu interior, conhecimento prévio sobre as características da área, possibilidade de perdas de circulação, variações de inclinação do poço, posição do topo do cimento e presença de fluidos corrosivos nas formações (THOMAS, 2004).

Os revestimentos possuem diversas funções importantes e podem ser classificados em: condutor, de superfície, intermediário, de produção, liner e expansível. Segundo classificação de Rocha (2009):

## 2.1 REVESTIMENTO CONDUTOR

É um revestimento estrutural que tem como principal objetivo isolar o poço das zonas superficiais pouco consolidadas. Alguns diâmetros típicos de condutores empregados em poços *offshore* em água profunda são: 36" e 30".

## 2.2 REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE

É um revestimento estrutural que tem como principais objetivos: isolar o poço das zonas superficiais pouco consolidadas, suportar o peso do BOP e das demais colunas de revestimentos e proteger reservatórios de água. Alguns diâmetros típicos de revestimentos de superfície empregados em poços *offshore* em água profunda são 22", 20" e 13 3/8".

## 2.3 REVESTIMENTO DE INTERMEDIÁRIO

É um revestimento que tem como principais objetivos: proteger zonas de perda de circulação, isolar zonas de alta ou baixa pressão e isolar formações portadoras de hidrocarbonetos. Alguns diâmetros típicos são 13 3/8", 9 5/8" e 7".

## 2.4 REVESTIMENTO DE PRODUÇÃO

É um revestimento que tem como principal objetivo abrigar a coluna de produção, permitindo que os hidrocarbonetos sejam conduzidos até a superfície de maneira segura e econômica. Alguns diâmetros típicos são 9 5/8", 7" e 5 1/2".

## 2.5 LINER

É uma coluna curta de revestimento, que fica ancorada um pouco acima da extremidade inferior do último revestimento, e que visa cobrir a parte inferior do poço, isto é, apenas o poço aberto. Pode ser utilizado em substituição ao revestimento intermediário, sendo chamado *liner* de perfuração, ou substituindo o revestimento de produção, chamado *liner* de produção. Alguns diâmetros típicos são 16", 13 3/8", 11 3/4", 9 5/8", 7" e 5 1/2".

## 2.6 REVESTIMENTO EXPANSÍVEL

É um revestimento que é descido com um certo diâmetro e depois é expandido para o diâmetro predefinido, podendo este ser praticamente igual ao diâmetro do revestimento descido na fase anterior.

Além de poder ser usado com um *liner*, a vantagem desse tipo de revestimento é permitir que uma fase seja estendida, não comprometendo assim a profundidade final do poço, ou ainda, atingindo a profundidade final com um revestimento de diâmetro maior do que o previsto. Pode ser usado como revestimento intermediário desde que suas propriedades físicas, principalmente sua resistência ao colapso, resistam. Outra utilização seria como uma espécie de "remendo" em revestimentos que estejam danificados. Alguns diâmetros típicos são (pré-expansão x pós-expansão) 13 3/8" x 16", 11 3/4" x 14", 9 5/8" x 11 3/4", 8 5/8" x 10 3/4", 7 5/8" x 9 5/8", 6" x 7 1/2".

## 2.7 TIE BACK

É a complementação de uma coluna de *liner* até a superfície, quando limitações técnicas ou operacionais exigirem proteção do revestimento anterior. Alguns diâmetros típicos são 9 5/8", 7", 5 1/2".

Algumas funções das colunas de revestimento são: prevenir o desmoronamento das paredes do poço; evitar a contaminação da água potável dos lençóis freáticos mais próximos à superfície; permitir o retorno do fluido de perfuração à superfície; prover meios de controle de pressões dos fluidos, permitindo aplicação de pressão adicional desde a superfície; permitir a adoção de sistema de fluido de perfuração diferente, mais compatível com as formações a serem perfuradas adiante; impedir a migração de fluidos das formações; sustentar os equipamentos de segurança de cabeça do poço; sustentar outra coluna de revestimento; alojar os equipamentos de elevação artificial e confinar a produção ao interior do poço, esta informação pode ser consultada em Thomas (2004).

As colunas de revestimento, essencialmente, devem ser estanques, ter resistência compatível com as solicitações, ter dimensões compatíveis com as atividades futuras, ser resistente à corrosão e à abrasão, apresentar facilidade de conexão e ter a menor espessura possível.

## 3 FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DA CIMENTAÇÃO

O poço é preenchido com cimento após a descida da coluna de revestimento, geralmente no espaço anular entre a tubulação de revestimento e as paredes do poço, de modo a fixar a tubulação e evitar que haja migração de fluidos entre as diversas zonas permeáveis atravessadas pelo poço, por detrás do revestimento. A cimentação do espaço anular é realizada, basicamente, mediante o bombeio de pasta de cimento e água, que é deslocada por meio da própria tubulação de revestimento.

Após o endurecimento da pasta, o cimento deve ficar fortemente aderido à superfície externa do revestimento e à parede do poço, nos intervalos previamente definidos (THOMAS, 2004). Existem dois tipos de cimentação realizadas: a cimentação primária e a cimentação secundária.

A cimentação primária é a principal, realizada logo após a descida de cada coluna de revestimento no poço. A qualidade da cimentação primária geralmente é avaliada por meio de perfis acústicos corridos por dentro do revestimento, após a pega do cimento. O principal objetivo é fornecer um bom isolamento hidráulico entre as diversas zonas, impedindo movimentação de líquido ou gás pelo espaço anular formado entre o revestimento e a formação.

A cimentação secundária destina-se a corrigir a cimentação primária ou sanar vazamentos na coluna de revestimento. Se, por alguma razão, o topo do cimento não alcançar a altura prevista no espaço anular, pode-se efetuar uma recimentação (técnica utilizada quando os perfis sônicos indicam revestimento livre), fazendo-se circular pasta de cimento por trás do revestimento, por meio dos canhoneios. Quando não é possível a circulação da pasta, realiza-se a compressão (amplamente utilizadas para vedação dos canhoneios abertos em frente zonas que se deseja isolar) ou *squeeze* (THOMAS, 2004).

De acordo com Thomas (2004), a cimentação tem a função primordial de promover vedação hidráulica entre os diversos intervalos permeáveis, ou até mesmo dentro de um mesmo intervalo, impedindo a migração de fluidos por trás do revestimento, bem como propiciar suporte mecânico ao revestimento. A existência de uma efetiva vedação hidráulica é de fundamental importância técnica e econômica, garantindo um perfeito controle da origem (ou destino) dos fluidos produzidos (ou injetados).

O prosseguimento das operações no poço sem a observação deste requisito pode gerar diversos problemas como: produção de fluidos indesejáveis devido à proximidade dos contatos óleo/água ou gás/óleo, testes de avaliação de formações incorretos, prejuízo no controle dos reservatórios e operações de estimulação malsucedidas, com possibilidade até mesmo de perda do poço.

Uma sequência operacional de cimentação primária típica é descrita em Thomas (2004) da seguinte forma: 1) montagem de linhas de cimentação; 2) circulação para condicionamento do poço, simultâneo a preparação do colchão de lavagem; 3) bombeio do colchão de lavagem; 4) teste de pressão das linhas de cimentação (as linhas são testadas até uma pressão superior à máxima pressão prevista durante a operação); 5) lançamento do tampão de fundo (opcional); 6) mistura da primeira pasta (mais leve), devendo cobrir o intervalo programado; 7) mistura da segunda pasta (de maior densidade e de maior resistência à compressão); 8) lançamento do tampão de topo; 9) deslocamento com fluido de perfuração; 10) pressurização do revestimento para teste de vedação do tampão de topo.

A avaliação de cimentação ocorre após a instalação dos equipamentos de segurança e o posterior condicionamento do revestimento de produção/liner. Avaliar a cimentação consiste em checar se os inúmeros objetivos propostos para esta operação foram alcançados.

Para se avaliar a qualidade da cimentação são utilizados perfis acústicos, que medem a aderência do cimento ao revestimento e do cimento à formação. A perfilagem sônica a poço revestido tem como objetivos principais: inferir a existência ou não de intercomunicações entre os intervalos de interesse, analisar o grau de isolamento entre as zonas de gás, óleo e água, e verificar a aderência do cimento ao revestimento e à formação. O perfil sônico (CBL/VDL), perfil ultra-sônico (CEL ou PEL) e ferramenta de perfilagem ultra-sônica USIT são alguns instrumentos utilizados nesta operação.

#### 4 CONCLUSÕES

Desde a antiguidade o homem tem perfurado poços na crosta da terra, reconhecendo a necessidade de revesti-los total ou parcialmente para proteger as paredes. Este revestimento evoluiu das rudimentares alvenarias.

Não só a cimentação é uma operação crucial na vida de um poço de petróleo, como também a escolha certa dos tipos de revestimentos selecionados para o devido uso, na devida necessidade de cada projeto. Sendo assim, fica claro diante de toda a pesquisa realizada neste trabalho o quão é de suma importância e responsabilidade fazer a seleção correta dos materiais utilizados nesta operação.

#### REFERÊNCIAS

- POMINI, A. M. A química na produção de petróleo. **Interciência**, Rio de Janeiro, Brasil, 2013.
- ROCHA, L. A. S.; AZEVEDO, C. T.; Projeto de poços de petróleo: geopressões e assentamentos de colunas de revestimentos. 2.ed. **Interciência**. Rio de Janeiro, PETROBRAS, Brasil, 2009.
- THOMAS, J. E.; Fundamentos de engenharia de petróleo. 2.ed. **Interciência**. Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

---

**Data do recebimento:** 5 de janeiro de 2016

**Data da avaliação:** 6 de janeiro de 2016

**Data de aceite:** 8 de janeiro de 2016

---

---

1. Graduando do curso de engenharia de petróleo da Universidade Tiradentes – UNIT. Email: leticia\_cm@hotmail.com.br

2. Graduanda do curso de engenharia de petróleo da Universidade Tiradentes – UNIT. Email: leticia\_cm@hotmail.com.br