

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de **P&D** em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

REVESTIMENTO E CIMENTAÇÃO: TIPOS, FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DAS ESCOLHAS
ADEQUADAS

AUTORES:

Maria de Fátima Farias Rocha¹, Luan Vittor Tavares Duarte de Alencar², Bárbara Cruz Barros³

INSTITUIÇÃO:

¹Universidade Tiradentes - UNIT, ²Universidade Tiradentes - UNIT, ³Universidade Federal de
Sergipe - UFS

REVESTIMENTO E CIMENTAÇÃO: TIPOS, FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DAS ESCOLHAS ADEQUADAS

Abstract

The oil industry is seeking to reformulate exploration methods to meet environmental requirements, maintain safety criteria and mainly reduce costs. The objective of this article is to outline the criteria to correct sizing of the casing as well as the importance of proper cementation to avoid economic losses, accidents and to demonstrate that the inadequate choice of such parameters can bring irreversible damages to the process and to the environment. From the foregoing, it has been noted that correct sizing of the casing and proper cementing in HPHT wells, for example, in conjunction with the appropriate use of the types of casing are crucial to ensure efficient and safe development of the well.

Keywords: casing; cementing; HPHT.

Introdução

Perroni (1997) diz que a construção de poços de petróleo de grande porte teve início ainda no ano de 1960 por meio do Departamento Nacional de Produção Mineral e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, sendo intensificada ainda nos anos de 1970 motivada pela crescente adesão das tecnologias voltadas ao segmento e os fortes treinamentos técnicos ministrados pela PETROBRAS.

A indústria petrolífera vive em busca de reformulações nos métodos de exploração a fim de se adequar as exigências ambientais, manter os critérios de segurança e principalmente reduzir custos. Dessa forma, é de suma importância que se busque aperfeiçoar o uso de materiais e processos. Um poço de petróleo é perfurado em fases, geralmente três ou quatro, podendo esse número variar de acordo com a necessidade. Ao final da perfuração de cada fase é descida uma coluna de revestimento e sua respectiva cimentação. Logo, ao revestir e cimentar um poço, inúmeros critérios são utilizados com o objetivo de manter a segurança do mesmo, evitando assim prejuízos de ordem econômica, kicks, desmoronamentos ou perda de fluido de perfuração para as formações. Sabe-se que há alguns tipos de revestimentos, conexões e cimentações, os quais devem ser avaliados minuciosamente por profissionais da área de forma a garantir a qualidade do projeto do poço e evitar danos ambientais.

Metodologia

Foram realizadas pesquisas bibliográficas referentes à temática proposta de forma a esboçar concisamente os tipos e funções de cada revestimento, conexões e cimentação e a importância do conhecimento desses parâmetros como garantia de qualidade na execução do poço.

➤ Tipos e funções de revestimentos

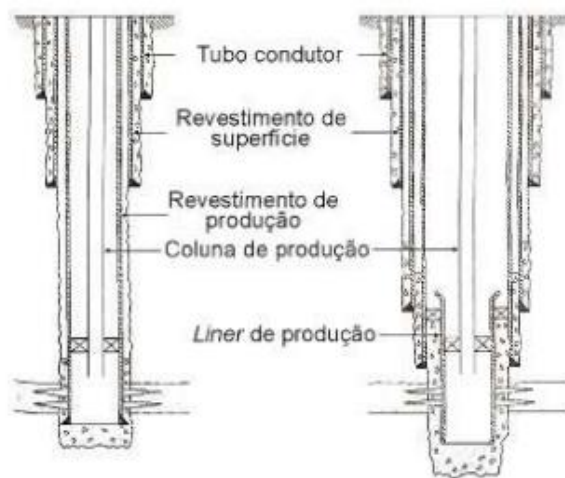
A complexidade das atividades que envolvem a perfuração de um poço de petróleo condiz sequencialmente os tipos de revestimentos necessários a serem utilizados no processo. Atualmente os revestimentos são feitos de aço e a composição de cada coluna, conforme Freitas (2007) é função das solicitações previstas durante sua vida no poço e ao de sua vida em serviço. Os revestimentos

possuem, de uma maneira geral, algumas funções que são inerentes a todos os seus tipos e classificações que são:

- Prevenir o desmoronamento das paredes;
- Evitar a contaminação dos lençóis freáticos;
- Permitir o retorno do fluido de perfuração;
- Suportar pressões internas e externas;
- Impedir a migração do fluido das formações (kicks);
- Permitir a aplicação de pressão adicional desde a superfície;
- Evitar perda de circulação;
- Permitir a adoção de sistema de fluido de perfuração diferente mais compatível com as formações a serem perfuradas;
- Sustentar os equipamentos de segurança na cabeça do poço e o peso de outras colunas de revestimento;
- Alojjar equipamentos de elevação artificial;
- Confinar produção ao interior do poço;
- Sustentar outra coluna de investimento.

Pereira (2005) ainda cita que, existem seis tipos de revestimentos utilizados durante o processo de perfuração de poços, esses revestimentos estão ilustrados na figura 1 e descritos no quadro 1 abaixo.

Figura 1 - Tipos de revestimentos



Fonte: Thomas (2001).

Quadro 1 - Tipos de Revestimentos

CONDUTOR	Primeiro revestimento do poço, assentado a uma profundidade de 10 a 50m, fundamentalmente colocado para sustentar sedimentos superficiais não consolidados, possuem diâmetros típicos de 30", 20", 133/8" e são geralmente assentados por cravação, jateamento ou cimentação em poço perfurado.
REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE	Possuindo diâmetros típicos de 20", 18 5/8", 16", 13 3/8", 10 3/4" e 9 5/8", seu

	comprimento varia entre 100 a 600 m protegendo superfícies de água prevenindo desmoronamento de formação não consolidadas, cimentado em toda a sua extensão e serve como base de apoio para todo o equipamento de segurança da cabeça do poço.
REVESTIMENTO INTERMEDIÁRIO	Isola e protege as zonas de alta e baixa pressão, de perdas de circulação, formações desmoronáveis, zonas que portam fluidos corrosivos ou com lama, profundidade variando entre 1000 a 4000 m, cimentado somente na parte inferior ou algumas vezes em trechos intermediários, com diâmetros de 13 3/8", 9 5/8", 7", apoiada na cabeça do poço, sendo sustentado por cunhas apropriadas.
REVESTIMENTO DE PRODUÇÃO	Permite a produção do poço possibilitando o isolamento entre os vários intervalos produtores possuindo diâmetros entre 9 5/8", 7" e 5 1/2".
LINEAR	Reveste a parte inferior do poço aberto, ficando com seu topo ancorado um pouco acima da extremidade inferior do revestimento anterior sendo independente da cabeça do poço, pode substituir o revestimento intermediário e ao de produção, tendo como diâmetros 13 3/8", 9 5/8", 7" e 5 1/2".
TIE BACK	Usada quando existem limitações técnicas ou operacionais que exigem proteção do revestimento anterior, com diâmetros típicos de 9 5/8", 7" e 5 1/2".

Fonte: Pereira (2005)

➤ Critérios de dimensionamento de revestimento

O revestimento constitui uma das parcelas mais expressivas do custo de perfuração de um poço de petróleo (15% a 20% no mar, podendo chegar a 50% em terra.). Por isso há diversos critérios visando à otimização do dimensionamento da coluna de revestimento a fim de diminuir custos, mantendo fatores de segurança. (THOMAS, 2001)

Para o dimensionamento de uma coluna de revestimento é necessário conhecer as tensões atuantes nela, pois considera a resistência mínima que os tubos devem apresentar para suportá-las. Tais tensões são consequências de pressão, temperatura, das variações dessas duas grandezas, do próprio peso dos tubos e dos dobramentos (zonas de dropoff, build up e dos doglegs.) Como exemplo as variações que ocorrem nas condições de temperatura e de pressão ao longo do tempo em um poço provocam alterações nas tensões atuantes na coluna, diminuindo ou aumentando-as, podendo alcançar

valores críticos, provocando a deformação plástica dos tubos, isto é, danos irreversíveis. (ROQUE, 1992)

Portanto deve-se saber as atividades que serão executadas no poço (como por exemplo, de exploração ou injeção), os tipos de fluidos que serão utilizados e as temperaturas envolvidas nas diversas operações, para assim determinar com precisão as tensões que estão atuando na coluna de revestimento.

Thomas (2001) traz outros parâmetros de críticos para o projeto de dimensionamento da coluna de revestimento e, conseqüentemente, para redução de custos, estes parâmetros são:

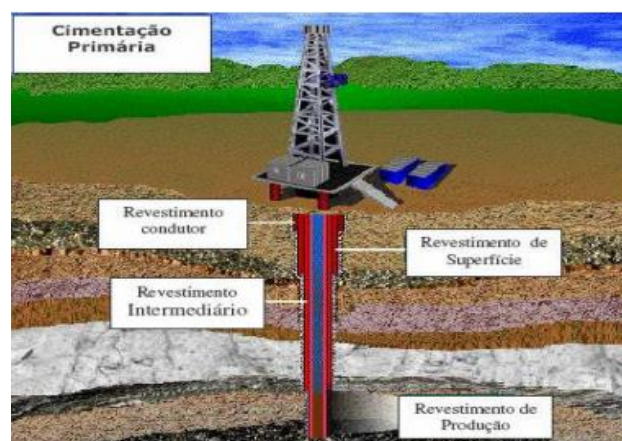
- Volume de gás que deve ser considerado como tendo invadido o poço;
- Pressão de poros da formação a ser perfurada;
- Pressão de fratura da formação a ser perfurada;
- Conhecimento prévio sobre as características da área;
- Possibilidade de perdas de circulação;
- Variações de inclinação de poços;
- Posição do topo do cimento;
- Presença de fluidos corrosivos nas formações, etc.

➤ **Funções e importância da cimentação**

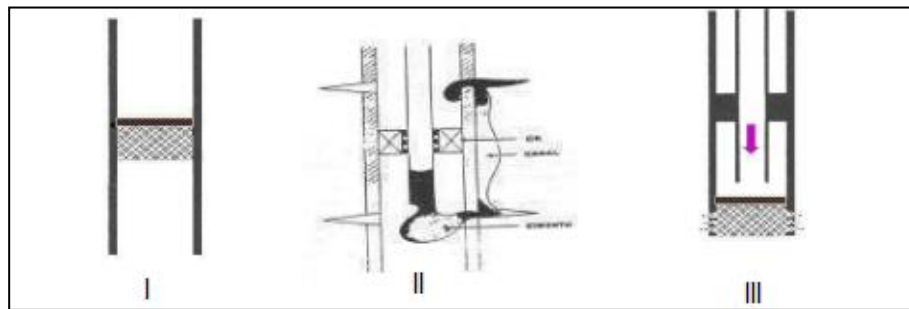
Cimentação de poços de petróleo é o preenchimento com cimento, essencialmente produzidos a partir de uma mistura de calcário e argila, do espaço anular entre a tubulação do revestimento e as paredes do poço. É bastante importante, pois tem a função de fixar a tubulação, de evitar que haja migração de fluidos entre as diversas zonas permeáveis atravessadas pelo poço, isto é, impede a entrada de fluidos e evita a perda de circulação, como também de corrigir desvios do furo durante a perfuração, além de isolar o poço para um futuro abandono.

Há dois tipos de cimentação, a cimentação primária (Figura 2), o qual é a etapa mais importante da cimentação e é feita após a descida de cada coluna de revestimento no poço, e a cimentação secundária (Figura 3) que tem a função de corrigir a primária de modo a tamponar todas as zonas permeáveis por meio de operações de recimentação, tampões de cimento e squeeze (THOMAS, 2001).

Figura 2 - Cimentação primária



Fonte: Costa (2004)

Figura 3 – Cimentação Secundária (I- Tampões de Cimento, II- Recimentação, III – Squeeze)

Fonte: Ferreira (2009)

O cimento tem uma função específica em cada revestimento. A cimentação no revestimento condutor tem a objetivo de evitar a circulação de fluidos de perfuração e corrosão de aços, no de superfície de suportar equipamentos e colunas a serem descidos, no intermediário de proteger formações instáveis geologicamente e no revestimento de produção de promover a vedação hidráulica, impedindo a migração de fluido (VICENTE, 1995).

Resultados e Discussão

No dimensionamento do revestimento é importante e de extrema significância, considerar a resistência mínima dos tubos de revestimentos colocados a fim que eles suportem a tração, pressão interna, o colapso e flexões inerentes ao processo, de tal forma que, diante das mais adversas condições em que são submetidas durante o processo de descida e instalação, contando com seu tempo de vida útil, os efeitos dos esforços sejam combinados e que se evitem problemas provenientes de um dimensionamento inadequado de revestimento.

Os poços com alta pressão e alta temperatura (HPHT), por exemplo, são desafiadores no que diz respeito a execução do projeto de perfuração e completação, uma vez que suas características podem afetar a vida útil dos recursos utilizados. De acordo com a Schlumberger, um poço é classificado como HPHT quando suas condições de temperatura e pressão respeitam, respectivamente, os valores de 300 °F e 10.000 PSI. Silva (2016) diz ser nesse cenário que os elementos não metálicos utilizados no revestimento anular são afetados, pois a elevada temperatura favorece o desgaste prematuro destes componentes, enquanto as elevadas pressões contribuem para a deterioração, extrusão e descompressão dos mesmos. Assim, se exemplifica a importância do correto dimensionamento do revestimento, utilizando-se material metálico que elimine o problema da degradação proveniente dos elementos não metálicos.

Para Ferreira (2014) um dos principais problemas do mau dimensionamento do revestimento é o desmoronamento das paredes do poço. Tal problema pode trazer consequências tão grandes que, a depender da forma e dimensão, cabe ou não a recuperação do poço. Isso porque quando se trata de um desmoronamento lateral há uma deterioração da estrutura do poço, embora o mesmo possa ser recuperado com a retirada do revestimento e posterior perfuração. No caso de desmoronamentos totais, onde há o abatimento no terreno da área do poço e/ou locais próximos Melo (2010) afirma que “normalmente é feita a obturação deste poço, a recomposição da área afetada e que esta área seja destinada a quaisquer usos que não tenham construções ou tragam algum risco”.

Um revestimento mal dimensionado pode levar também a contaminação dos lençóis freáticos, prejudicar a sustentação dos equipamentos de segurança assim como das demais colunas de revestimento e inviabilizar o retorno do fluido de perfuração à superfície.

Em relação à cimentação, inúmeros problemas podem ser gerados por sua má qualidade (Figura 4). O tipo de cimento a ser utilizado é de extrema importância para uma eficaz cimentação e deve ser criteriosamente escolhido e estudado para que possa atender as necessidades de cada poço. Como por exemplo, o uso indevido de um tipo de cimento, em poços HPHT, pode resultar no aparecimento de trincas, e conseqüentemente, poderá haver um kick, o que coloca em risco toda a operação. (ANGELO, 2011).

Figura 4 - Exemplo de uma má cimentação



Fonte: Ferreira (2009)

Além disso, uma vedação hidráulica bem-sucedida entre intervalos produtores é de fundamental importância técnica e econômica. A não eficiência da mesma pode gerar produção de fluidos indesejáveis, devido à proximidade dos contatos, testes de avaliação das formações incorretos, prejuízo no controle dos reservatórios e operações de estimulação malsucedidas. Logo, a decisão de corrigir a cimentação primária é de grande importância e deve ser aplicada com a máxima segurança possível. (VICENTE, 1995).

Conclusões

A partir do apresentado, nota-se que o correto dimensionamento do revestimento e uma adequada cimentação, em conjunto com a utilização apropriada das conexões são cruciais para garantir o eficiente e seguro desenvolvimento do poço, sobretudo em poços de alta pressão e alta temperatura (HPHT) onde as condições de degradação são mais severas. Além disso, dimensionar e escolher corretamente os parâmetros durante a elaboração do projeto garante uma redução de custos e minimiza os impactos ambientais. Tudo isso é possível ao se ter profissionais qualificados e cautelosos para essa análise.

Referências Bibliográficas

ANGELO, J. A cimentação como ferramenta de segurança operacional no poço de petróleo e gás natural. Faculdade Sul da Bahia, Bahia, 2011.

COSTA, J. C. C. **Cimentação de poços de Petróleo**. 2004. 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Exploração e Produção de). Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

FERREIRA, M. V. D. **Notas de Aula da Disciplina de Completação de Poços**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.

FERREIRA, Y. A. **Análise Numérica de Perfuração e Cimentação de Poços de petróleo**. 2014. 189p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

FREITAS, J. J. **Validação de uma Metodologia de Ensaio de Resistência ao Cisalhamento para Avaliação da Aderência de Interfaces Revestimento Metálico-Bainha de Cimento Aplicado a Poços de Petróleo**. 2007. 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2007.

MELO, D. C. S. **Manutenção e reabilitação em poços tubulações - a experiência da copasa em MG**. In: Congresso Brasileiro de Águas subterrâneas, 2010. Minas Gerais. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. 2010.

PEREIRA, F. S. C. **Avaliação da aderência de Interfaces Cimento/Revestimento Metálico para Poços de Petróleo**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2005.

PERRONI, J. C. A. **Perfuração de Poços de Grande Portes**. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 5. 1997, São Paulo. Anais... São Paulo, 1997.

ROQUE, J. **Dimensionamento de revestimentos para poços profundos, poços direcionais e horizontais de longo afastamento horizontal pelo método mínimo de custo global**. 1992. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1992.

SILVA, Aquiles O. M. **Perfuração e Completação de Poços HPHT**. 2016. 74p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Petróleo). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016.

THOMAS, J. **Fundamentos da engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 271 p.

VICENTE, R. **Operações com Cimento na completção**, Petrobras, 2ª edição, 1995.