

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:

PROCEDIMENTOS E NORMAS DE ABANDONO E ACIDENTES DECORRIDOS DE UMA MÁ CIMENTAÇÃO EM POÇOS DE PETRÓLEO

AUTORES:

Luan Vittor Tavares Duarte de Alencar¹, Maria de Fátima Farias Rocha²

INSTITUIÇÃO:

¹Universidade Tiradentes - UNIT, ²Universidade Tiradentes – UNIT

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

PROCEDIMENTOS E NORMAS DE ABANDONO E ACIDENTES DECORRIDOS DE UMA MÁ CIMENTAÇÃO EM POÇOS DE PETRÓLEO

Abstract

Well abandonment is a set of operations that may occur during the exploration phase and the development stage of production and are intended to restore isolation between different permeable intervals by cementing. This procedure must be carried out in such a way as to ensure the perfect isolation of the oil and/or gas zones and also of the existing aquifers in order to prevent the migration of fluids between the formations, which may occur in the well or through the annular space, between well and casing and the migration of fluids to the surface or the seabed. Any type of abandonment to be determined is of extreme importance to the industry as it is a complex operation and involves many risks. New accidents have opened up for the creation of stricter rules and procedures with the aim of preventing and/or minimizing economic losses and the impact on the environment, society and human life conditions of future events.

Keywords: cementing; well abandonment; accidents.

Introdução

A indústria petrolífera, devido à sua inerente complexidade, possui registros de inúmeros acidentes que colocam em risco a segurança dos trabalhadores, com perdas econômicas e impactos ambientais e sociais associados. Devido a isso, é de suma importância que qualquer atividade realizada na indústria petrolífera brasileira siga as medidas de segurança determinadas pela entidade regulamentadora, a ANP (Agência Nacional de Petróleo), tendo um planejamento das atividades a serem realizadas, dos riscos e das medidas de segurança para quaisquer eventos possíveis.

Uma das áreas que mais envolvem questões de segurança na indústria petrolífera é no poço de petróleo, o qual abrange diversos ramos, como a exploração, perfuração, cimentação, completação, produção, etc. A cimentação é uma das operações mais importantes realizadas em um poço de petróleo. Esta ocorre após o término da perfuração (cimentação primária) com o objetivo de compor a vedação entre as zonas permeáveis ou até mesmo em um único intervalo permeável, impedindo a intercomunicação de fluidos da formação que ficam por trás do revestimento, bem como propiciar suporte à coluna de revestimento (OLIVEIRA, 2004; VLACHOU, 1997). Para uma operação bem-feita é preciso assegurar que foi removida a maior quantidade possível de lama de perfuração existente na região anular entre a formação rochosa e a coluna de revestimento. Problemas de cimentação podem estar relacionados ao deslocamento da lama de perfuração e das pastas de cimento. Estes fluidos têm comportamento não-newtoniano e, como tais, necessitam de uma pressão diferencial para fluir. A eficiência do deslocamento está relacionada ao modelo de fluxo, mas também depende de condições mecânicas do poço (FONSECA et al, 2010). O processo de assentamento de pastas de cimento em poços de petróleo é bastante complexo, pois tem interferência de muitos parâmetros: retração, temperatura, pressão, permeabilidade da pasta, propriedades da formação, dentre outros (BACKE, 1999).

A última atividade da cadeia produtiva do poço é o abandono. A condição para abandonar o poço é quando sua produção não é suficiente para cobrir as despesas da operação. Esse procedimento é

um conjunto de operações que pode ocorrer durante a fase de exploração e na etapa de desenvolvimento da produção, e são destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis. Este processo deve ser realizado de maneira a assegurar o perfeito isolamento das zonas de petróleo e/ou gás e também dos aquíferos existentes, tendo o objetivo de prevenir a migração dos fluidos entre as formações. Qualquer tipo de abandono a ser determinado é de extrema importância para a indústria, pois se trata de uma operação complexa e envolve muitos riscos. Assim, o objetivo do presente trabalho é demonstrar os procedimentos e normas de abandono de poços, descrever problemas gerados de uma má cimentação e exemplificar acidentes na indústria do petróleo decorrentes do mesmo.

Metodologia

Foram realizadas pesquisas bibliográficas referentes à temática proposta de forma a promover o entendimento dos procedimentos e normas de abandono de poços.

➤ PROCEDIMENTOS E NORMAS DE ABANDONO

O regulamento técnico nº 2/2002 da ANP prescreve os procedimentos que deverão ser feitos para o abandono de poços de petróleo com a finalidade de proporcionar o correto isolamento das zonas produtoras (petróleo e/ou gás) e também os aquíferos efetivos, que visa prevenir o escoamento dos fluidos entre as formações, seja ele pelo poço ou entre o espaço anular entre o poço e o revestimento, e o escoamento de fluidos até a superfície ou fundo do mar (em caso de poço offshore).

De acordo com o regulamento da ANP, capítulo III das disposições gerais, os tampões de cimento e tampões mecânicos devem ser colocados no poço a fim de isolar zonas permeáveis que possuam pressões anormais, que possuam fluidos de natureza diferentes ou com perda de circulação de outros intervalos permeáveis. Os tampões são confeccionados com cimento que possuem características que devem obedecer às normas API SPEC 10 A, API RP 10 B, NBR 5732 OU NBR 11578. Eles devem ser testados, tanto os tampões de cimento como os tampões mecânicos.

Um poço pode ser retirado de operação temporariamente ou permanente. No permanente é quando não houver interesse de retorno ao poço, já o temporário é quando por qualquer razão houver interesse de retorno ao poço. Nos dois casos o abandono é feito através de tampões de cimento ou tampões mecânicos, entretanto no abandono definitivo todos os equipamentos da superfície são retirados. A causa do abandono pode ser econômica ou operacional, como exemplo quando os poços marítimos perfurados são avaliados e em seguida abandonados até serem completados e conectados a plataforma de produção (THOMAS, 2001).

➤ CIMENTAÇÃO MAL SUCEDIDA

Uma cimentação primária satisfatória está associada a uma boa aderência ao revestimento e à formação rochosa, além do preenchimento de todo o espaço anular. Antes do bombeamento da pasta de cimento são feitos exames laboratoriais para garantir o sucesso na colocação da pasta no anular (SANTOS JUNIOR, 2006).

Com toda tecnologia e cuidados na elaboração e aplicação das pastas em todas as etapas da cimentação, essa operação nem sempre é realizada com sucesso em toda a extensão do poço (Fig. 1), e pode ser necessária uma nova operação para evitar acidentes (NELSON, 1990).



Figura 1- Exemplo de cimentação com malsucedida sem um efetivo isolamento hidráulico.
Fonte: Ferreira (2009)

❖ **Acidentes devido à má cimentação:**

- Em 1979, o blowout no poço Ixtoc-1 (Fig. 2) situado na bacia de Campeche do golfo do México foi bastante prejudicial em termos ambientais. Devido a uma operação mal conduzida houve uma erupção descontrolada de fluidos, seguida de incêndio. Foram derramados cerca de 3,5 milhões de barris para o mar e o poço só foi controlado após 9 meses (PEREIRA, 2014).



Figura 2 - Blowout no poço Ixtoc-1
Fonte: Pereira (2014)

- Em 20/04/2010 ocorreu o maior derrame marinho de petróleo da história da indústria petrolífera através de um blowout no poço Macondo, localizado no Golfo do México (Fig. 3), que dentre vários fatores, a falha na operação de cimentação proporcionou a migração de gás, causando o acidente, onde 11 pessoas morreram e 17 ficaram feridas. Em 87 dias ocorreu vazamento, aproximadamente, de 4,9 milhões de barris e um prejuízo de 42 bilhões de dólares. A explosão ocorreu porque a tampa do poço teria falhado devido a uma bolha de metano que escapou do poço, foi lançada pela coluna de perfuração e se expandiu rapidamente porque rompeu várias barreiras de segurança e lacres de cimento até explodir. Tudo isso teria ocorrido ao longo da cimentação. De fato a fase de cimentação envolve um elevado risco de blowout. De acordo com um estudo de 2007 da Minerals Management Service, o cimento foi um fator relevante em 18 das 39 rupturas em plataforma ocorridas no Golfo do México, entre 1992 e 2006 (NUNES, 2014).

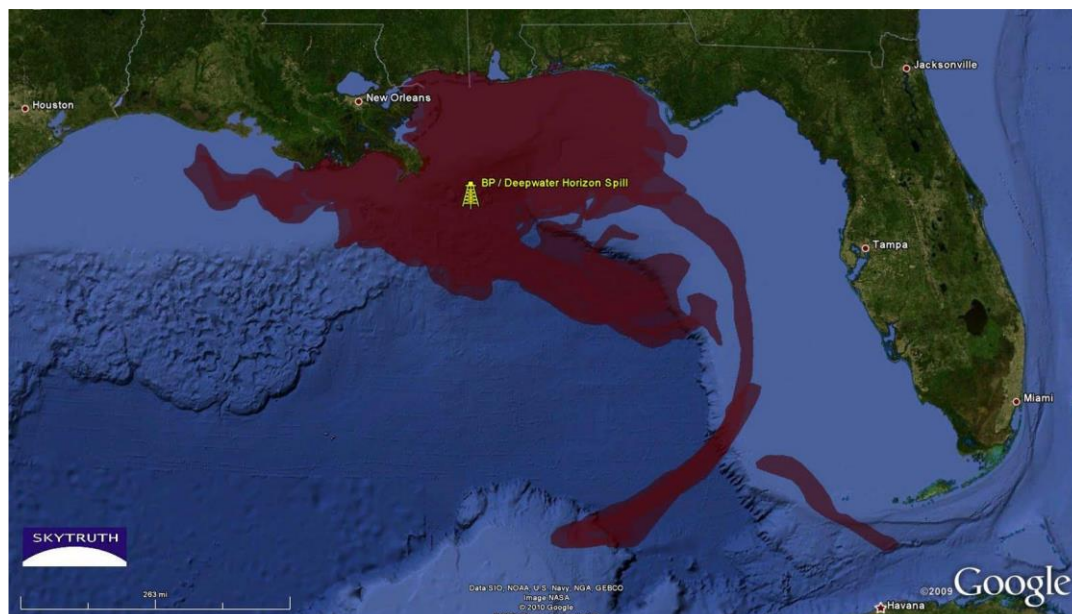


Figura 3 - Área afetada pelo blowout do poço Macondo.

Fonte: Pereira (2014)

Resultados e Discussão

Um pequeno erro na cimentação pode comprometer a produção final do poço, ocasionando em diversos problemas. A tabela 1 ilustra os principais problemas relacionados à cimentação e suas consequências.

Tabela 1 – Principais problemas que podem ocorrer na cimentação e suas consequências.

Problema	Consequência
Uso indevido do tipo de cimento	Aparecimento de trincas
Mau isolamento hidráulico	Produção de fluidos indesejáveis, testes de avaliação de formação incorretos, prejuízo no controle dos reservatórios, operações de estimulação malsucedidas e à possibilidade de perda do poço.

Fonte: adaptado de Angelo (2011) e Garcia (1997)

O uso indevido de um tipo de cimento, em altas pressões e temperaturas, pode resultar no aparecimento de trincas, e consequentemente, poderá haver um kick, o que coloca em risco toda a operação (ANGELO, 2011). Esse problema que resulta em uma cimentação primária malsucedida reside no mau isolamento hidráulico do poço, devido ao cálculo incorreto das propriedades do cimento ou a condições do poço não previstas. Ademais, os custos de correção de uma má cimentação primária podem ser muito elevados, por isso a cimentação é uma das operações mais importantes realizadas em um poço de petróleo, portanto, se faz necessário assegurar que a operação seja bem sucedida (GARCIA, 1997).

De acordo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), por meio da Portaria ANP nº 25, de 6 de março de 2002, os procedimentos que deverão ser feitos para o abandono de poços de petróleo no Brasil com a finalidade de proporcionar o correto isolamento das zonas produtoras e também os aquíferos efetivos então expostos na tabela 2.

Tabela 2 – Procedimentos e normas de abandono de poços.

TIPOS DE TAMPÕES	TIPOS DE ABANDONO DE POÇO	
	Abandono Permanente	Abandono Temporário
Para isolar intervalo canhoneado	A base do tampão deve se posicionar no mínimo trinta metros abaixo da base do intervalo canhoneado, ou assentar um tampão mecânico com no máximo trinta metros do topo da zona canhoneada e em cima deste tampão mecânico ser deslocado um tampão de cimento com no mínimo trinta metros de comprimento, ou ainda ser deslocado um tampão de cimento com sessenta metros de comprimento onde sua base fique posicionada no máximo trinta metros do topo do intervalo canhoneado.	Deverá ser posicionado tampões mecânicos ou tampões de cimento com no mínimo trinta metros de comprimento, de modo que as zonas canhoneadas sejam isoladas entre si.
Para poço equipado com Liner	Ser isolado por tampão de cimento com trinta metros de comprimento no mínimo e com a base do tampão posicionada no topo.	Deve ser feito seguindo tais procedimentos: -Desloca um tampão de cimento no mínimo com trinta metros de comprimento, onde sua base deve ser posicionada dez metros acima do topo do liner; -Um tampão mecânico é assentado dez metros do topo do liner.
Para poço completado	Isolar o intervalo produtor assentando um tampão mecânico o mais perto possível do topo da última parte da coluna de produção, onde acima deste tampão deverá ser deslocado um tampão de cimento com no mínimo sessenta metros.	Deve ser feito de forma que se tenha duas barreiras sólidas, tanto no interior da coluna de produção como pelo espaço anular entre o revestimento e a coluna de produção.
De superfície para poço onshore	Deverá ter sessenta metros de comprimento no mínimo e seu topo deverá ser colocado no fundo do antepoço.	Deverá ter no mínimo sessenta metros de comprimento e seu topo deve ser posicionado entre cem e duzentos e cinquenta metros do fundo do antepoço.
De superfície para poço offshore	Deve-se deslocar um tampão de superfície onde o mesmo mínimo deverá ter sessenta metros de comprimento e seu topo deverá ser colocado na variação entre cem e duzentos e cinquenta metros do fundo do mar.	Deve ter no mínimo trinta metros de comprimento e seu topo deve ser colocado no intervalo entre cem e duzentos e cinquenta metros do fundo do mar

Fonte: adaptado de Agência Nacional do Petróleo (2002)

É de suma importância levar em conta todos esses procedimentos e todas as normas, e atendê-las rigorosamente em qualquer atividade do mundo imenso que é a indústria de petróleo. As consequências são sempre proporcionais ao tamanho de riscos e responsabilidade de cada tomada de decisão, que em sua maioria são de altos riscos.

Conclusões

Com base no estudo desenvolvido sobre cimentação e suas vertentes foi visto os riscos expostos quando esta operação for mal sucedida. Ademais, dado o exposto entende-se que para realizar o abandono de poço com sucesso é necessário obedecer a várias normas impostas pela ANP. O abandono é um processo que não gera nenhum lucro para a empresa, no entanto é um projeto de grande importância e precisa ser executado seguramente, já que é um procedimento para toda a vida de um poço. Por fim, o presente trabalho possibilitou e proporcionou um entendimento claro e detalhado do tema abordado.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Portaria ANP nº 25**, de 6 de março de 2002.

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

BACKE, K. R. 1999. **Characterizing Curing-Cement Slurries by Permeability, Tensile Strength, and Shrinkage**. SPE Drill. & Completion 14, 03 de Setembro de 1999, pp. 162-167.

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

FONSECA, M. A. I; NACACCHE, M. F.; RAMALHO, A. B. **Análise numérica de escoamento de fluidos não newtonianos em poços de petróleo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA MECÂNICA. 17., 2010, Minas Gerais. *Anais...* Minas Gerais, 2001.

GARCIA, J. E. L. **A completção de poços no mar**. Apostila PETROBRAS SEREC/CEN-NOR, Salvador, 1997. 111p.

NELSON, E. B. 1990. **Well Cementing**. Sugar Land: Elsevier Science, 1990.

NUNES, E. R. D. **Influência da vermiculita expandida na formação de pastas leves para evitar a migração de gás em cimentação de poços petrolíferos**. 2014. 101p. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia dos Materiais)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2014.

OLIVEIRA, V. C. C. **Análise de segurança em operações marítimas de exploração e produção de petróleo**. 2004. 23f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Petróleo). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo, Universidade de Campinas, 2004;

PEREIRA, A. F. C. **Problemas de estabilização de poços petrolíferos: as questões críticas no onshore e no offshore**. 2014. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geológica e de Minas) – Instituto Superior Técnico, Lisboa. 2014.

SANTOS JUNIOR, B. F. 2006. **Modificações morfológicas e estruturais de pastas de cimento aditivadas com termofixos a base de epóxi para utilização em poços de petróleo.** Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2006. Dissertação de mestrado.

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

VLACHOU, P. V., PIAU, J.M. **The influence of the shear field on the microestructural and chemical evolution of na oil well cement slurry and its rheometric impact.** Cement and Concrete Research, v. 27, p.869, 1997.