

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

EFICIÊNCIA DO SILICATO DE SÓDIO COMO ESTENDEDOR

AUTORES:

Rafael Augusto Ventura; Dennys Salvino Sergio Pereira; Danilo Brasil Ribeiro; Marcus Vinicius Cavalcanti Barros, Julio Cesar de O. Freitas, Dulce Maria de A. Melo

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. 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 6ºPDPETRO.

EFICIÊNCIA DO SILICATO DE SÓDIO COMO ESTENDEDOR

Abstract

An oil well cementing can be defined as the operation performed to pumping a cement slurry, which will fill the annular space formed between the formation and the metal casing. A key requirement for performing an efficient cementing operation is the cement slurry formulation, which must be suited to the well conditions. For most cementing operations, the slurry should have the following characteristics such as low viscosity, does gelling while still, maintaining their consistency approximately constant while the workable state, has controlled fluid loss, be stable, i.e. not present free water separation or solids settling, and density determined in accordance with the well conditions to be drilled. Based on the need for low density slurries, the oil industry makes use of extenders additives. The extenders are used to reduce the cement slurry density, thus enabling the achievement of lighter slurries, because they cause less hydrostatic pressure, avoiding the generation of fractures in the rock formation, allowing for cementing wells with greater depths. One of the compounds used as extenders are silicates. This work aimed to study the effectiveness of sodium silicate as an extender additive. For this study were performed rheological measurements on a Fann viscometer Model 3500 to measure the rheology at a temperature of 30.5 ° C (87 F), comparing the effectiveness of sodium silicate, in plastic viscosity, yield stress and gels strength of cement slurry for different concentrations. Also, tests such as stability and compressive strength for such concentrations. It was observed that increasing the concentration of sodium silicate directly influences the rheological properties increase (plastic viscosity, yield strength and initial and final gels strength). On the stability analysis, the slurries were stable for concentrations above 0.7 gpc.

Keywords: Extenders, additives, cement slurries, oil wells.

1. Introdução

A cimentação é uma das operações mais importantes realizadas em um poço de petróleo. Ocorre após o término da perfuração 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). Existem dois tipos de cimentação: a primária e a secundária

A cimentação primária é mais importante, é a cimentação inicial que preenche o anular entre o revestimento e a formação, com objetivo de fixação e vedação do anular. Esse tipo de cimentação é feita no momento que é descido no poço um revestimento. A cimentação secundária é um tipo de cimentação corretiva, é dividida em: tampão de cimento (abandono, perda de circulação), squeeze (produção de água, gás, vazamentos), recimentação (cimento não alcança altura desejada).

As pastas de cimento para poços de petróleo são suspensões fortemente concentradas de partículas sólidas em água, portanto, o teor de sólido contido na pasta é função direta de sua densidade. Para a obtenção de pasta com baixas densidades os aditivos mais utilizados são os estendedores, que permite obter maior rendimento da pasta, resultando em pastas mais leves, possibilitando cimentar poços com maiores profundidades por causarem menor pressão hidrostática, não deformando assim a formação. Os estendedores são divididos basicamente em três categorias: estendedores de água, materiais de baixa densidade e gases (LIMA, 2004). Os estendedores de água funcionam por absorção de água (argilas, como a bentonita, ou produtos químicos, como silicatos). Os estendedores de materiais de baixa densidade agem pela adição de agregados de baixa densidade (pozolana, perlita, gilsonita). Os principais estendedores de gases, são o nitrogênio e microesferas cerâmicas para criar pastas excepcionalmente leves.

O Silicato de sódio, é um sólido branco que se dissolve facilmente em água, é um composto de fórmula Na_2SiO_3 , utilizado em cimentos, refratários, indústria madeireira e têxtil. O silicato de sódio reage com calcário do cimento ou com cloreto de cálcio para formar um gel de silicato de cálcio. A estrutura do gel oferece viscosidade suficiente para permitir o uso de grandes quantidades de água de mistura. Os silicatos de sódio são freqüentemente usados, e estão disponíveis, no estado sólido ou líquido. Uma grande vantagem dos silicatos é a sua eficiência, o que facilita a armazenagem e manuseio. No entanto, devido à sua tendência de acelerador, eles tendem a reduzir a eficácia de outros aditivos, principalmente os retardadores e perda de fluidos. O silicato de sódio sólido, normalmente é misturado ao cimento seco, se for adicionado à água doce antes da preparação da pasta, poderá não ser formado a menos que o cloreto de cálcio também seja adicionado.

2. Metodologia

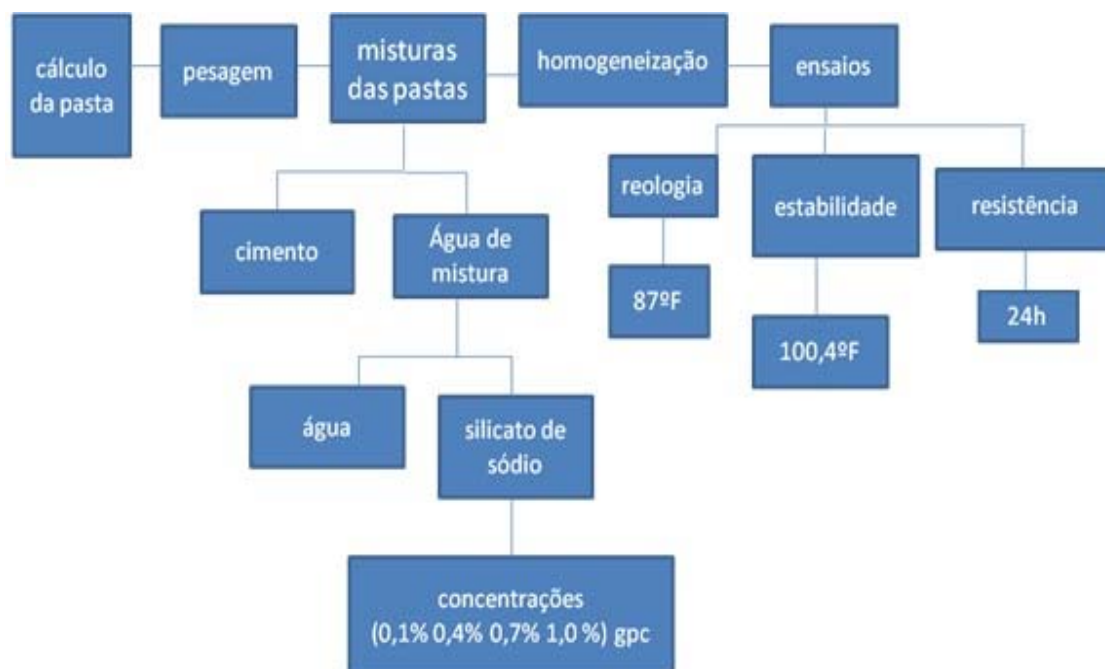


Figura 1: Fluxograma da metodologia adotada no trabalho

A preparação da pasta foi feita por pesagem do cimento, água de mistura e silicato de sódio, para obter uma pasta com densidade 13lb/gal. A pesagem dos componentes da pasta foi feita por uma balança de precisão modelo b-tec 4100 da marca Tecnal. Para misturar os componentes utilizou-se um misturador da marca Chandler, modelo 80-60 obedecendo às normas da API RP 10B. As condições utilizadas para os testes foram baseadas em uma cimentação primária para um poço de 500m e um gradiente geotérmico de de 1,7°F/100pe, resultando em um BHCT de 31°C e um BHST de 38°C. A homogeneização foi feita por um tempo de 20 minutos a 150±15 RPM a 38°C, usando um consistômetro atmosférico da marca Chandler modelo 1200 . Os parâmetros reológicos foram obtidos utilizando um viscosímetro rotativo modelo 3500 da Chandler , as medidas foram realizadas a 3,6, 10, 20, 30, 60, 100, 200 e 300 RPM seguindo as normas da API RP 10 B. O teste de compressão nos corpos depois de curados por 24h foi feito pela máquina de ensaio AG1 – 100KN da Shimadzu, seguindo uma aplicação de carga de 17,9 KN/min. O teste de estabilidade foi feito para cada pasta, três corpos que foram deixados em um banho atmosférico a 38°C durante 24h para a sua cura, em seguida desmoldado o corpo, medido a quantidade de água livre, e seccionado em 4 partes iguais e medidos suas massas imerso e submerso.

3. Resultados e Discussão

3.1 Propriedades reológicas

Foram realizados ensaios reológicos nas pastas de cimento para qualificar suas propriedades em função da concentração do estendedor, analisando sua eficiência. Dentre as propriedades observadas destacam-se: Limite de Escoamento, Viscosidade Plástica, Gel Inicial, Gel Final. Para todas as propriedades medidas, o aumento da concentração de silicato resultou em um incremento das propriedades, confirmando sua eficiência com estendedor.

3.1.1 Limite de Escoamento

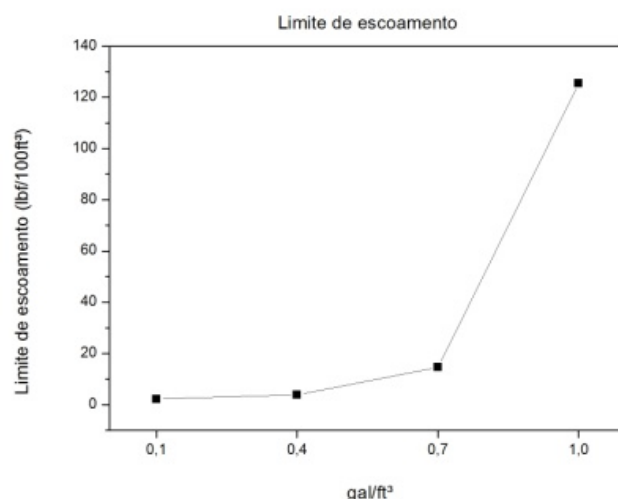


Figura 2: gráfico do Limite de escoamento em diferentes concentrações de silicato de sódio

Observando o gráfico acima nota-se que o aumento da concentração de silicato de sódio proporcionou uma maior formação do gel de silicato de cálcio, resultando em uma maior tensão de escoamento.

3.1.2 Viscosidade Plástica

As pastas de cimento aditivadas com as menores concentrações de silicato de sódio, apresentaram menores viscosidades plásticas, isso ocorre, pois com baixas concentrações de silicato não haverá muita formação do gel que resulta na baixa viscosidade. O gráfico apresenta um aumento linear da viscosidade em função da concentração de silicato até 0,7 gpc. Para uma concentração de 1,0 gpc de silicato o incremento da viscosidade não seguiu a tendência anteriormente observada para o range entre 0,1 e 0,7 gpc. Isso ocorre devido a uma melhor relação do cálcio disponível com o silicato de sódio.

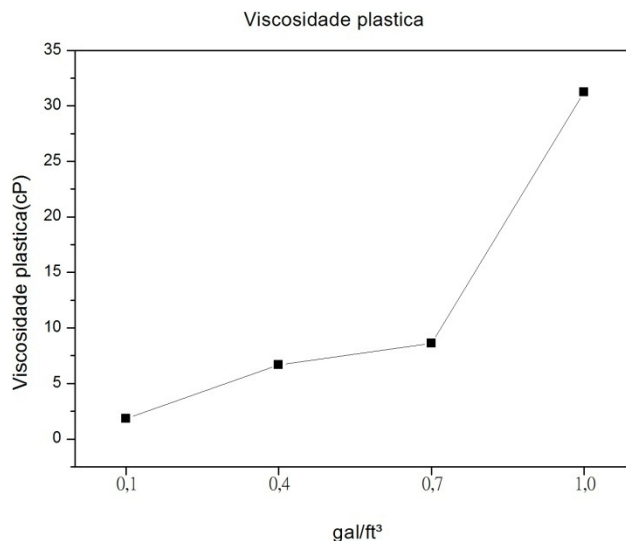


Figura 3: gráfico da viscosidade plástica em diferentes concentrações de silicato de sódio

3.1.3 Gel inicial (Gi) e Gel final (Gf):

Vemos pelo gráfico que com o aumento da concentração houve o aumento do Gi e Gf resultante do aumento da estrutura do gel formado, além do caráter tixotrópico, que pode ser observado no aumento da diferença entre os géis inicial e final. O gráfico apresentou uma linearidade até 0,7%. Na concentração de 1% observou-se uma melhor relação do Gi e Gf com a estrutura do gel formado.

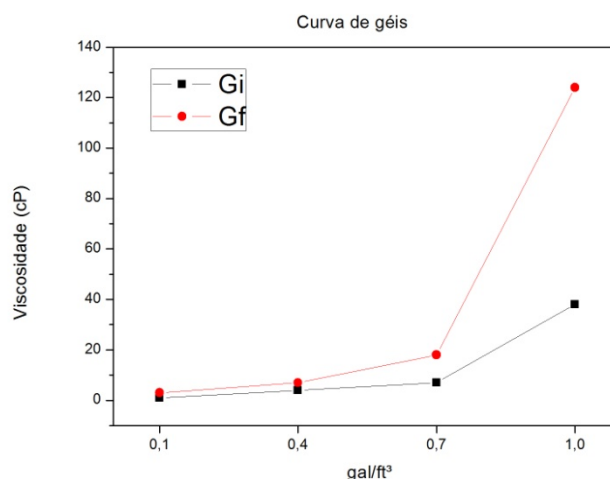


Figura 4: gráfico das forças Géis em diferentes concentrações de silicato de sódio

3.2 Estabilidade

Foi feito o teste de estabilidade para verificar se houve decantação de sólidos na pasta de cimento quando submetida às condições encontradas nas cimentações de poços de petróleo. Assim os testes foram submetidos a temperatura estática de fundo de poço BHST= 38°C. Observou-se que com o aumento da concentração de silicato de sódio diminui-se a decantação dos compostos cimentantes. O aumento da viscosidade proporcionou a manutenção das partículas em suspensão, reduzindo o rebaixamento até chegar em uma concentração em que não apresentou rebaixamento. Acima de 0,7 gpc de silicato as pastas se apresentaram estáveis.

3.3 Resistência à compressão

O teste de compressão mostra que o silicato de sódio não interfere na resistência do cimento. Em comparação com a bentonita, que é o estendedor atualmente mais utilizado, isso é uma vantagem, pois a bentonita é uma argila que quando adicionada a pasta de cimento diminui a resistência mecânica.

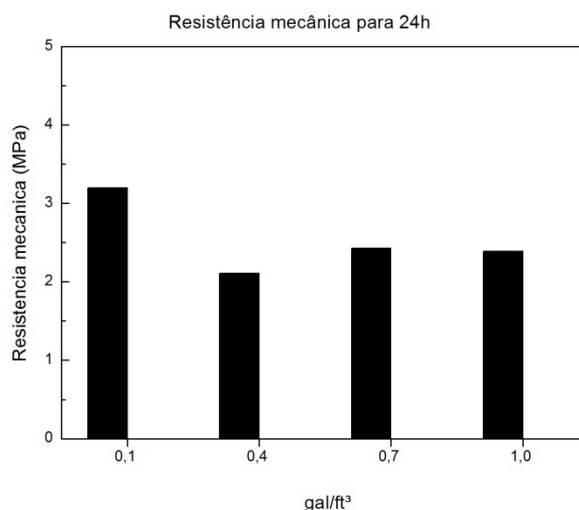


Figura 5: gráfico da resistência à compressão em diferentes concentrações de silicato de sódio

4. Conclusões

Concluimos que com o aumento da concentração de silicato de sódio utilizado como estendedor para pastas de cimento influencia diretamente no aumento das propriedades reológicas (viscosidade plástica, limite de escoamento e géis iniciais e finais). Para todas as propriedades reológicas a concentração de 1 gpc de silicato de sódio gerou um aumento que superou a tendência que tava sendo obedecida pelo gráfico, provavelmente por uma melhor relação de cálcio disponível e silicato de sódio. Quanto a análise da estabilidade de pastas com silicato de sódio, as pastas se mantiveram estáveis para as concentrações de 0,7 e 1 gpc,

mostrando que para tais níveis de silicato não houve decantação de partículas cimentantes, já para as concentrações de 0,1 e 0,4 gpc foi observado decantação das partículas, sendo essas concentrações insuficientes para evitar a segregação das partículas de cimento. Para o teste de resistência compressiva a variação da concentração do silicato de sódio não mostrou nenhuma relação com a resistência compressiva da pasta.

5. Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao LabCim (laboratório de cimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte –UFRN) por ter disponibilizado todos os materiais necessários para a execução desse projeto.

6. Referências Bibliográficas

FREITAS, J.C.O., *Desenvolvimento de Sistemas de Aditivos Químicos para Aplicação em Cimentações de Poços de Petróleo*. 2010. Dissertação de Doutorado apresentada no Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LIMA, F.M. *Avaliação do comportamento reológico de pastas de cimento para poços de petróleo com adição de plastificantes*. 2007. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NELSON, E.B. *Well Cementing*. Houston: Schlumberger Educational Services, 1990

OLIVEIRA, V.C.C. *Análise de segurança em operações marítimas de exploração e produção de petróleo*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia do Petróleo), Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo.

THOMAS, J.E. *Fundamentos de engenharia do petróleo*, Editora Interciência. Petrobrás, Rio de Janeiro, 2004.

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.