

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Influência do tratamento químico nas propriedades reológicas e de filtrado de fluidos de perfuração à base de água contaminados com cimento

AUTORES:

Daniel Araújo de Macedo, Pedro Alighiery Silva de Araújo, Beatriz Cella, Moisés Rômolos Cesário, Luiz Antonio do Nascimento, Felipe Lira Formiga Andrade

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. 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 5ºPDPETRO.

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E DE FILTRADO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE DE ÁGUA CONTAMINADOS COM CIMENTO

Abstract

The drilling fluids, also called as mud, can be frequently defined as liquid compositions destined to auxiliare the oil well drilling process, tubular wells and pump operations. They develop several functions, like: refrigeration and lubrication of the drill; to clean the bottle of the well removing the drilling powder and stones; to stabilize the surface pressures; allow the geologic formation evaluation and study; decrease the friction between the drilling column and the well walls; to form a film that has low permeability on the well walls to prevent filtration processes and avoiding the hydrating clays of the formation to swell. The evaluation of the fluids performance has a big role in all exploratory and developing phases of the oil fields. These functions turn the fluids indispensable to the oil industry, being the most important element of the drilling operation. The requisites and functions that they are imposed require the fluids to have physic-chemistry properties constantly monitored. During the oil well drilling or cementation operation the fluid rheological properties and filtrate experiment a considerable increase caused by addiction of unwanted solid to the system, specially the cement. In this work was studied the influence of chemical treatment with sodium carbonate (Na_2CO_3) or sodium bicarbonate (NaHCO_3) in the rheological properties and filtrate of samples of water based fluid contaminated with 4 lb/bbl of cement. The rheological characterization was made using a rotating viscosimeter Fann model 35A. The filtrated volume was determined in a press filter Fann, during 2 h to the standard fluid and 0,5 h to the contaminated and treated fluids. The treatment by Na_2CO_3 changed the rheological behavior from pseudoplastic to bingham plastic, while the NaHCO_3 treatment shows to be the most efficient one to reduce the water loss volume.

Introdução

Os fluidos de perfuração utilizados na indústria do petróleo são tradicionalmente classificados de acordo com o seu constituinte principal em: fluidos à base de gás, fluidos à base de óleo e fluidos à base de água. Os fluidos à base de água são os utilizados na maioria das perfurações em todo o mundo sendo considerados ecologicamente seguros. De uma forma geral esses fluidos são empregados para auxiliar as operações de perfuração, desempenhando diversas funções, como: remover os detritos gerados pela broca, resfriar e limpar a broca, estabilizar as paredes do poço evitando o seu desmoronamento, formar uma camada pouco espessa e de baixa permeabilidade (reboco) nas paredes do poço, entre outras. Para tanto, estes fluidos devem apresentar características reológicas e de filtração adequadas. Para fluidos à base de água e argilas bentoníticas ou fluidos hidroargilosos, a Petrobrás especifica que os valores das viscosidades aparente e plástica devem apresentar um mínimo de 15,0 cP e 4,0 cP, respectivamente, enquanto que o volume de filtrado não deve ultrapassar 18,0 mL [1]. Durante a perfuração de poços de petróleo ou nas operações de cimentação os fluidos experimentam pequenas contaminações com cimento que alteram suas propriedades reológicas e de filtrado, podendo comprometer a remoção de fragmentos e cascalhos do poço. Neste contexto, este trabalho é uma contribuição ao estudo da influência da contaminação com cimento e o efeito de tratamentos químicos com carbonato de sódio (Na_2CO_3) e bicarbonato de sódio (NaHCO_3) nas propriedades reológicas e de filtrado de fluidos de perfuração à base de água.

Metodologia

Preparação do fluido padrão

Neste trabalho, um fluido de perfuração à base de água, denominado fluido padrão, foi preparado adotando-se a escala de laboratório (1 bbl = 350,5 mL). Foram preparados quatro barris do fluido (com a composição dada pela Tabela 1) utilizando um misturador Hamilton Beach a 18000 rpm.

Tabela 1: Composição do fluido padrão.

Composição	Unidade	Quantidade
Água	bbl	1
Amido HPA	lb/bbl	3,5
CMS HPA	lb/bbl	2
Goma Xantana	lb/bbl	1,5
NaCl	lb/bbl	40
MgO	lb/bbl	1
Calcita 250/325 mesh	lb/bbl	30
Barita	lb/bbl	Qsp
Bactericida	lb/bbl	0,3
Antiespumante	gotas	3

Contaminação e tratamento químico

Após preparação, três barris do fluido padrão foram separados e contaminados cada um com 4lb de cimento. Dois desses barris foram tratados quimicamente mediante adições de (1) 4,6g de Na_2CO_3 e (2) 3,6g de NaHCO_3 .

Estudo reológico

As viscosidades plástica (VP) e aparente (VA), o limite de escoamento (LE) e os géis inicial (Gi) e final (Gf) dos quatro fluidos em estudo foram determinados utilizando-se um viscosímetro rotativo Fann modelo 35A.

Filtração estática API

O volume de filtrado foi determinado em filtro prensa da Fann, durante um intervalo de 2 h para o fluido padrão e 0,5 h para os fluidos contaminados e tratados. Todos os ensaios foram realizados de acordo com os padrões API (American Petroleum Institute).

Resultados e Discussão

Estudo reológico

Nas figuras 1 a 4 estão representadas as curvas de fluxo para as quatro amostras de fluido em estudo. As equações em vermelho ($R^2 = 1$) expressam a idealidade de Bingham (linear) e o ajuste dos pontos experimentais para uma reta é representado pelas equações em azul. Para o fluido padrão, a equação em preto apresenta coeficiente de correlação (R^2) mais próximo da unidade indicando que o modelo de potência é o que melhor se correlaciona com os resultados medidos e calculados, enquanto que o ajuste dos pontos experimentais para uma reta (em azul) não é tão significativo. Dessa forma, o fluido padrão é caracterizado como pseudo-plástico ($0 < n < 1$), com limite de escoamento em torno de 6 Pa. O tratamento químico com o carbonato de sódio, Figura 3, proporcionou uma mudança no modelo reológico do fluido padrão de pseudo-plástico com limite de escoamento para binghamiano. A Tabela 2 é um resumo das propriedades reológicas para os fluidos em estudo.

Tabela 2: Propriedades reológicas dos fluidos preparados.

Fluido / Propriedades	Vp (cp)	Va (cp)	LE (lbf/100ft ²)	Gi	Gf
Padrão	28	47,5	39	13	17
4lb cimento	18	25,5	15	15	19
Na ₂ CO ₃	36	34	-4	-	-
NaHCO ₃	29	54	50	15	19

Observa-se que a adição de apenas 4lb de cimento proporciona uma queda nas propriedades reológicas do fluido padrão, a diminuição do LE em 38%, pode comprometer o arraste de cascalhos do fundo do poço para a superfície. O tratamento com bicarbonato de sódio (NaHCO₃) acentuou levemente as propriedades reológicas, sem, no entanto deixar indícios de problemas em futuras operações de perfuração.

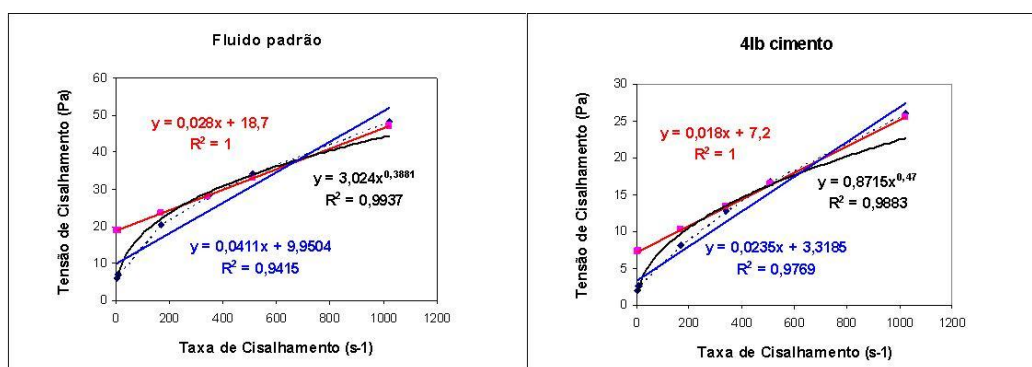


Figura 1. Curva de fluxo pra o fluido padrão.

Figura 2. Curva de fluxo pra o fluido com 4 lb de cimento.

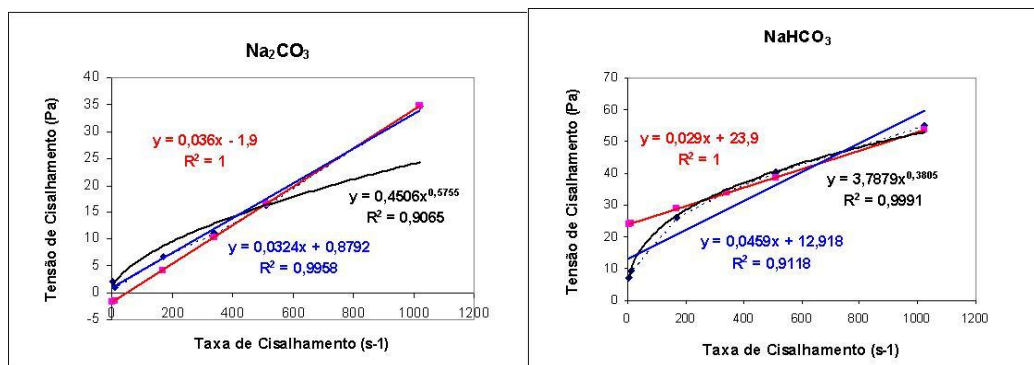


Figura 3. Curva de fluxo pra o fluido tratado com Na_2CO_3 .

Figura 4. Curva de fluxo pra o fluido tratado com NaHCO_3 .

Filtração estática API

A determinação dos valores de spurt loss (SPL) e classic loss (CL) foi feita a partir dos resultados de filtração contidos na Tabela 3 e considerando as seguintes equações:

$$\text{SPL} = 2 \times V_{7,5} - V_3 \quad (1)$$

$$\text{CL} = 2 \times (V_{30} + V_{7,5}) \quad (2)$$

O valor negativo (-1,09 mL) de SPL para o fluido padrão, também visualizado na Figura 5, não tem significado físico e confirma o volume nulo de filtrado obtido experimentalmente no instante em que começou a filtração.

Tabela 3: Valores de filtrado.

Tempo (min.)	$t^{1/2}$ (min.) ^{1/2}	Fluido Padrão (mL)	4 lb cimento (mL)	Na_2CO_3 (mL)	NaHCO_3 (mL)
1,0	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0
2,5	1,6	0,4	1,6	1,0	0,5
5,0	2,2	0,9	2,6	1,8	1,0
7,5	2,7	1,3	3,2	2,0	1,2
10,0	3,2	1,8	3,8	2,6	1,4
15,0	3,9	2,0	5,0	3,4	2,2
20,0	4,5	3,0*	6,0*	4,0**	2,8**
30,0	5,5	3,9*	7,8*	5,2	3,6

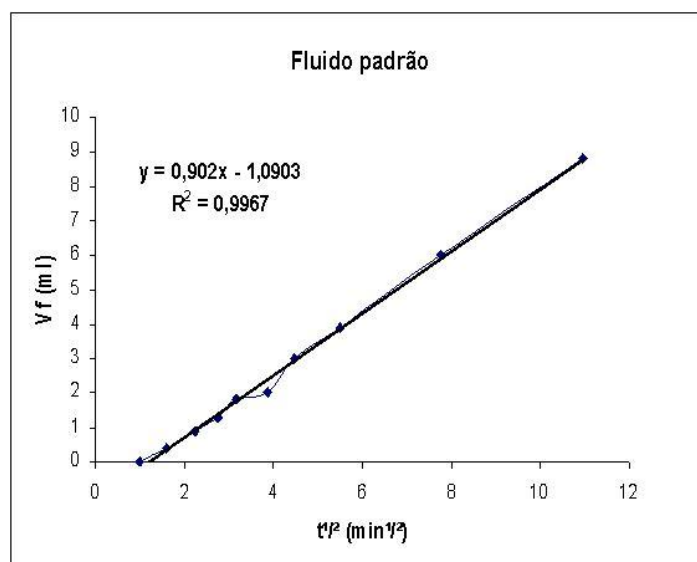


Figura 5. Volume de Filtrado x tempo^{1/2}.

Os resultados de filtração indicam que a contaminação do fluido padrão com cimento aumenta em até 50%* o volume de filtrado em relação ao fluido sem o mesmo contaminante e que o tratamento com bicarbonato de sódio reduz esse volume em até 70%** quando comparado com o tratamento com carbonato de sódio.

Conclusões

Contaminar um fluido de perfuração com cimento proporciona uma queda nas suas propriedades reológicas, podendo modificar o modelo reológico de pseudo-plástico com limite de escoamento para binghamiano, além de aumentar consideravelmente os valores de filtrado. Neste trabalho, o tratamento químico com bicarbonato de sódio (NaHCO_3) proporcionou a obtenção de um fluido de perfuração com propriedades reológicas e de filtrado mais adequadas para aplicação nas operações de perfuração de poços de petróleo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Pesquisa em Petróleo (LAPET) da UFRN.

Referências Bibliográficas

- [1] AMORIM, L. V., FARIAS, K. V., VIANA, J. D. et al. Fluidos de perfuração à base de água. Parte I: efeitos de aditivações poliméricas nas propriedades reológicas. Cerâmica, abr./jun. 2005, vol.51, no.318, p.128-138. ISSN 0366-6913;
- [2] MACHADO, J.C.V. Reologia e Escoamento de Fluidos: Ênfase na Indústria de Petróleo. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2002.