

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



TÍTULO DO TRABALHO:

TEMPO DE HIDRATAÇÃO E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE DISPERSÕES AQUOSAS DE BENTONITA E DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM FLUIDO DE PERFURAÇÃO

AUTORES:

Wanessa Paulino Neves Silva, Alison Augusto Maia Bezerra, Eduardo Lins de Barros Neto e Afonso Avelino Dantas Neto

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela 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.

TEMPO DE HIDRATAÇÃO E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE
DISPERSÕES AQUOSAS DE BENTONITA E DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM
FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Abstract

The choice of the drilling fluid is one of the most important tasks in a well drilling planning because it must always consider many aspects related to the fluids capability in reducing the damage caused to the formations, controlling the differential pressures and keeping the properly rheological properties needed to the success of the drilling. The control of those properties is extremely important to the performance of the operation. The fluid's rheology directly influences the removal of the waste rocks of the drilling. The water base drilling fluids in general have in their composition compounds like bentonite clays and/or polymers which are responsible for the fluids properties. The main goal of this paper is to evaluate the influence of the combination of the polymers with bentonite clays in the rheology of the water base drilling fluids to try to reach some improvement in the rheological properties and to achieve the optimization of the formulation in respect to the quantities. The main reason that motivates the use of polymers compounds in the formulation mentioned here is the possibility of combining the properties of two or more compounds with different characteristics to obtain the exactly properties needed for the drilling. Drilling fluids that combines bentonite and polymers were studied. Two types of polymers were used in the process, the carboxymethylcellulose (CMC), a cellulosic additive which may reduce the filtrate depending on its density, and the xanthan gum, a polymer which gives a high level of pseudoplasticity to the mixture.

Keywords: rheology, bentonite, polymer

Introdução

O American Petroleum Institute - API define fluido de perfuração como um fluido de circulação usado em perfurações rotativas para desempenhar as funções requeridas durante a operação de perfuração. A partir desta definição, é impossível a perfuração rotativa sem um fluido de circulação, o que o torna um dos elementos mais importante na operação de perfuração (Lummus & Azar, 1986 Apud AMORIM, 2003).

Dentre as funções dos fluidos de perfuração, podemos destacar que os fluidos lubrificam e resfriam a broca de perfuração, limpam o poço e transportam os cascalhos até a superfície, impermeabilizam as paredes do poço, dentre outras. (MACHADO, 2002).

A aplicação de um ou outro tipo de fluido depende das formações geológicas a serem perfuradas, da profundidade do poço e do custo envolvido na perfuração. Independente do tipo de fluido utilizado, ele deve apresentar propriedades físicas, reológicas e de filtração adequadas, de forma a garantir o sucesso de operação de perfuração. (AMORIM, 2007).

O objetivo principal deste estudo se concentra em avaliar a influência de polímeros/bentonita na reologia de fluidos de perfuração a base água, difundido na perfuração de poços de petróleo, como viscosificante, porém, desempenhando funções diversas. Esse fato contribui fortemente para a prática da aditivação polimérica dos fluidos com o objetivo de melhorar as suas propriedades reológicas, garantindo, assim, o sucesso da perfuração

A principal razão para utilização de compostos poliméricos deve-se a possibilidade de combinar as propriedades de duas ou mais matérias-primas com características diferentes, visando obter um produto com propriedades adequadas, ou seja, usufruindo dos benefícios da mistura de polímeros, é possível obter um composto que possibilite o aumento das viscosidades aparentes e plásticas e a diminuição do volume de filtrado, por exemplo, que são propriedades exaustivamente estudadas por diversas bases de pesquisas desta área de atuação na indústria petrolífera atual. Sendo assim, este trabalho objetiva principalmente avaliar o efeito de concentrações dos aditivos acima mencionados no comportamento reológico de fluidos de perfuração base água.

Fluidos com combinações de bentonita e polímeros foram estudados. Dois tipos de polímeros foram utilizados na preparação dos fluidos: o carboximetilcelulose (CMC), aditivo celulósico que dependendo da sua densidade pode atuar como redutor de filtrado e/ou viscosificante, e a goma xantana (GX), polímero que apresenta alto grau de pseudoplasticidade a baixas concentrações

Metodologia

Os fluidos de perfuração foram preparados de acordo com a prática de campo, que consiste em adicionar os aditivos, um a um, sob agitação constante a uma velocidade de 13.000 rpm em agitador Hamilton Beach, modelo 936 (*Figura 1*).



Figura 1: Agitador Hamilton Beach-Fann.

Os fluidos foram preparados em um volume de 350 mL de água industrial, e os aditivos foram adicionados vagarosamente um por vez seguindo as concentrações indicadas na tabela 01. Após adição dos aditivos, a velocidade do agitador foi aumentada para 17.000 rpm, permanecendo por 10 min. A seguir, o fluido permaneceu em repouso durante 24 h.

	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
Água	350 ml	350 mL	350 mL	350 mL	350 mL
BTN	5,25 g	5,25 g	5,25 g	5,25 g	5,25 g
CMC	1,2 g	2,1 g	2,695 g	X	X
GX	X	X	X	0,385 g	0,77 g

Tabela 1: Composição dos fluidos analisados

Para o estudo reológico, o fluido, após 24 h de repouso, foi agitado durante 5 min em agitador mecânico Hamilton Beach modelo 936 na velocidade de 17.000 rpm. Em seguida, o fluido foi transferido para o recipiente do viscosímetro Fann modelo 35. Neste equipamento, seis valores de torque foram lidos com taxas de cisalhamento variando de $5,1 \text{ s}^{-1}$ a 1022 s^{-1} . O equipamento foi acionado na velocidade de 600 rpm durante 2 min e efetuada a leitura. Logo após, a velocidade foi mudada para 300 rpm e efetuada a leitura após 15 s. Em seguida, mudou-se a velocidade para 200 rpm e esperou-se estabilizar para efetuar a leitura. O mesmo procedimento foi utilizado para as velocidades de 100 rpm, 60 rpm e 30 rpm. Para obtenção da força gel inicial, o fluido durante 15 s foi mantido no viscosímetro Fann 35A na velocidade de 600 rpm e em seguida permaneceu em repouso durante 10 s. Logo após, colocou-se na velocidade de 30 rpm efetuando-se a leitura. Em seguida, para a obtenção da força gel final, o fluido foi deixado em repouso durante 10 min e, logo após, efetuada a leitura na velocidade de 30 rpm. A força gel é a diferença entre o gel final e o gel inicial. Os resultados encontram-se dispostos na Tabela 2.

Leitura no Viscosímetro	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
(rpm)	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
600	42	70	94	23	34

300	21	46	65	16	25
200	27	37	53	13	22
100	14	25	38	11	19
6	5	8	11	5	8
3	6	6	9	4	7
Força Gel inicial	5	7	10	9	9
Força Gel final	7	12	16	11	13
FORÇA GEL	2	5	6	2	4

Tabela 2: Leitura no Viscosímetro Fann para as diversas formulações dos fluidos estudados

Resultados e Discussão

As viscosidades aparente (VA) e plástica (VP) e o limite de escoamento (LE) foram obtidos segundo a norma N-2605 da PETROBRAS. A VA é o valor obtido na leitura a 600 rpm dividido por 2, dada em cP, e a viscosidade plástica (VP) é a diferença das leituras obtidas a 600 rpm e a 300 rpm, dada também em cP. O LE é a diferença entre a leitura a 300 rpm e a VP, dado em N/m². Os resultados seguem abaixo.

Parâmetros	Fluido (I)	Fluido (II)	Fluido (III)	Fluido (IV)	Fluido (V)
VA (cP)	21	35	47	11,5	17
VP (cP)	21	24	29	7	9
LE (N/m ²)	0	22	36	9	16

Tabela 3: Valores dos Parâmetros Reológicos para as diversas formulações dos fluidos estudados

Com base na tabela acima se verificou que há um aumento significativo nas propriedades analisadas com o aumento da concentração de CMC e GX no meio.

O processo de hidratação polimérica é atribuído à completa dispersão do polímero no meio aquoso, isso ocorre quando as cadeias poliméricas são solvatadas pelas moléculas de água devido ao rompimento das pontes de hidrogênio.

A hidratação do polímero corresponde a um espaço de tempo necessário para que o mesmo atinja seu nível de interação com a água, o que interfere diretamente nas suas propriedades reológicas. Diante do fato de que a hidratação dessas substâncias não é instantânea, foram realizados estudos a fim de determinar o tempo ideal para que o polímero atinja sua completa hidratação.

Três gráficos foram gerados pelo equipamento Reômetro MARS, HAAKE RheoWin 3.50.0012, mostrando os resultados obtidos com o estudo da hidratação do CMC, da GX e da bentonita em água, durante 96 horas.

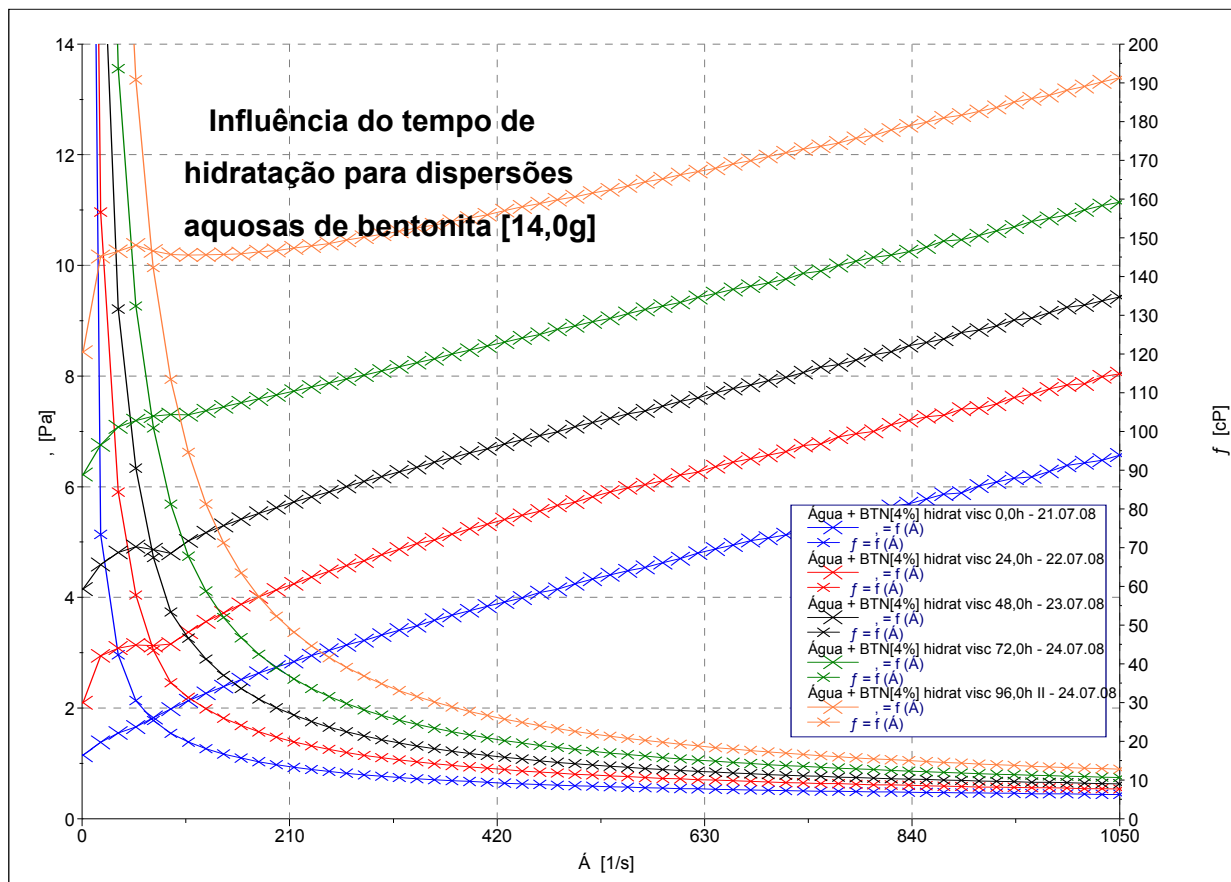


Figura 2 – Curva de Fluxo para 4% de Bentonita em água, em função do tempo de hidratação.

Observa-se no gráfico acima que a bentonita aumenta a viscosidade do meio com o tempo de hidratação, é observado que 96 horas não foi tempo suficiente para viscosificar o meio em sua capacidade máxima, visto que não se verificou uma estabilidade na hidratação da bentonita. Isso demonstra que a amostra estudada possui uma alta capacidade de inchamento que pode chegar a 20 vezes o seu tamanho original.

Segundo MELO (2008), esse fato pode ser agregado a muitos fatores como natureza do cátion interplanar, carga lamelar, natureza dos sítios geradores de carga e/ ou interstratificação. Porém, o fator mais relevante apresentado na literatura costuma ser a natureza do cátion interplanar, uma vez que se o íon sódio, que se hidrata muito facilmente, estiver presente em quantidades apreciáveis, a esmectita apresenta alta capacidade de inchamento, enquanto que se outros íons, como o cálcio ou o potássio, forem predominantes, sua hidratação pouco intensa não permite uma grande separação das camadas.

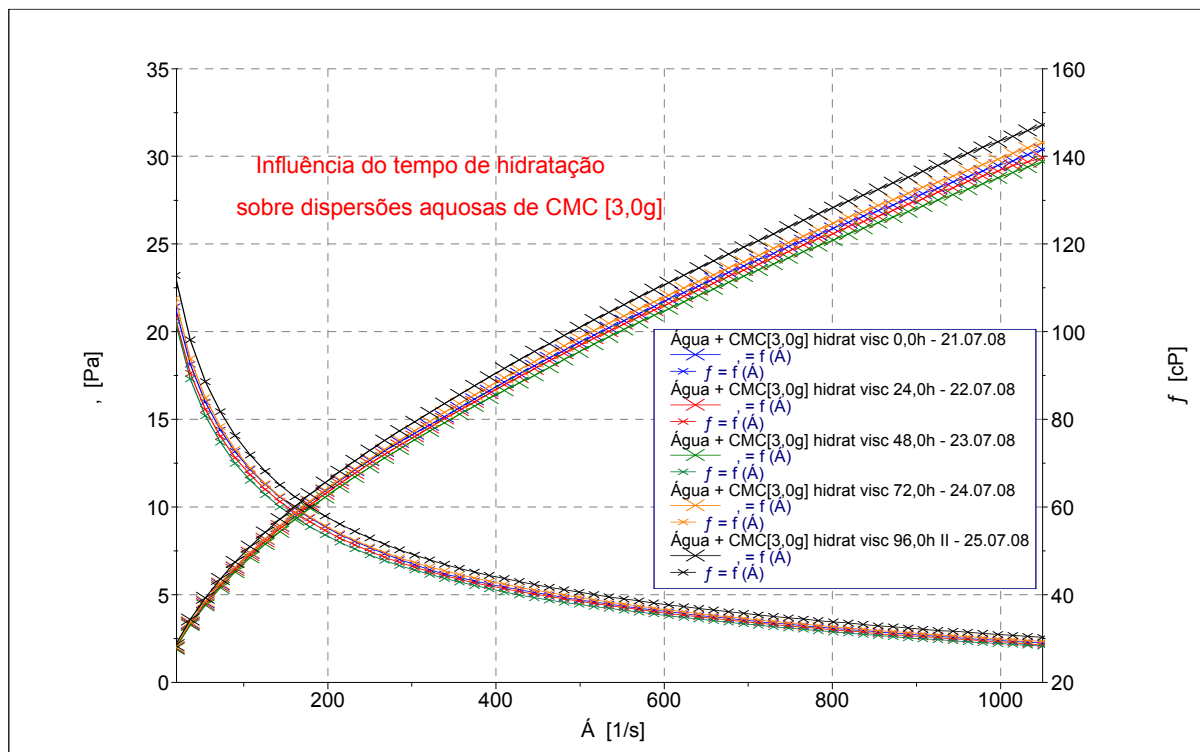


Figura 3– Curva de Fluxo para 0,857% de CMC em água, em função do tempo de hidratação.

Observa-se na *Figura 3* que o comportamento reológico da suspensão de CMC não apresentou mudanças significativas desde o seu preparo até o final de 96 horas. Este resultado mostra que o CMC tem grande potencial de solubilidade e conseqüente molhabilidade, o que permite uma hidratação rápida quando submetido a condições de agitação adequadas. Isto pode ser explicado pela presença de sódio na molécula de CMC, que ao entrar em contato com a água se ioniza provocando a solvatação das moléculas.

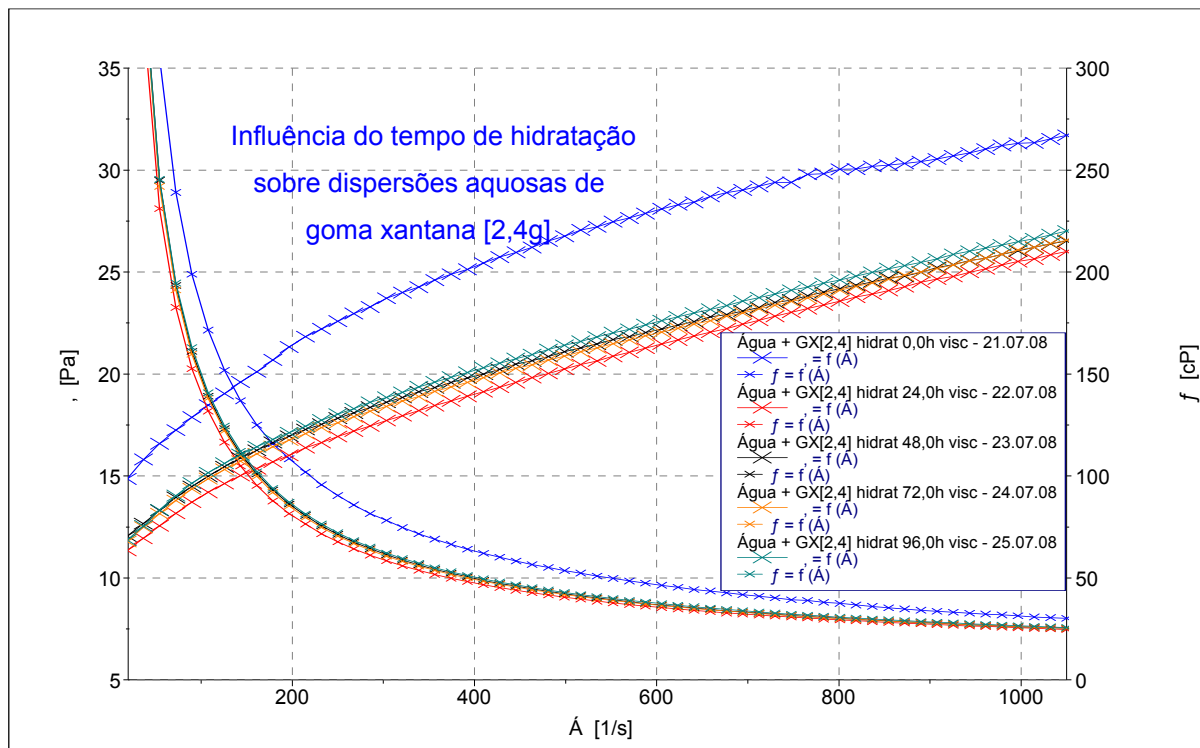


Figura 4 – Curva de Fluxo para 0,685% de CMC em água, em função do tempo de hidratação.

A hidratação da suspensão da GX, *Figura 4*, apresentou uma diminuição na viscosidade do fluido após 24 horas de seu preparo. Foi observado durante o experimento a incorporação de bolhas de ar ao fluido, após a agitação, que desapareceu depois de 24 horas. Atribui-se a este fato a alta viscosidade adquirida pelo fluido com a adição da GX, o que interfere na observação do efeito do tempo de hidratação nas primeiras 24 horas.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, as expectativas são as melhores possíveis, no que diz respeito à tentativa de encontrar uma formulação ideal para fluidos de perfuração a base de água e argila Bentonítica, já que estamos principalmente concentrando os nossos esforços em propor a melhor relação possível em termos de formulação. Tendo em vista os resultados conseguidos podemos inferir que a Goma Xantana, dentre os viscosificantes estudados, é o aditivo que propicia melhor viscosidade ao fluido de perfuração.

A mistura dos polímeros com a Bentonita propicia ganhos de qualidade reológica aos sistemas preparados com baixas concentrações de bentonita, o que para a indústria significa ganho de qualidade para concentrações menores do que as aplicadas atualmente.

Agradecimentos

Deixo expressos meus sinceros agradecimentos ao programa ANP PRH-14, pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho através do apoio financeiro e ao Núcleo de Petróleo e Gás (NUPEG), do Departamento de Engenharia Química, da UFRN pela infraestrutura e apoio técnico cedidos.

Referências Bibliográficas

ANNIS R. M.; SMITH V. M. *Drilling Fluids Technology*, Revised Edition Exxon Company U.S.A, 1996.

AMORIM, L. V. Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para Uso na Perfuração de Poços de Petróleo. Tese de Doutorado, Doutorado em Engenharia de Processos, UFCG, Campina Grande, dezembro de 2003;

AMORIM, L. V., FARIAS K. V., VIANA J. D., BARBOSA M. I. R., PEREIRA E., K. B., FRANÇA H. L. LIRA, FERREIRA H. C. Fluidos de Perfuração à Base de Água. Parte I: Efeitos de Aditivações Poliméricas nas Propriedades Reológicas. Revista Cerâmica. São Paulo, 2005;

AMORIM, L. V.; GOMES, C. M.; SILVA, F. L. H.; FERREIRA, H.C. Comportamento reológico de dispersões de argilas bentoníticas: efeitos do tipo de ferramenta, velocidade e tempo de agitação. Revista Cerâmica. São Paulo, 2002;

MACHADO, José Carlos Vieira. Reologia e escoamento de fluidos – Ênfase na indústria do petróleo. Editora Interciência: Engenho Novo. 2002. Caps. 01, 02 e 03.

MACHADO, José Carlos Vieira. Fluidos de Perfuração. Químico de Petróleo Júnior. Programa Trainees PETROBRAS, 2002. UM-BA/ST/EP.

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

MELO, K. C., AVALIAÇÃO E MODELAGEM REOLÓGICA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE ÁGUA, Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, setembro de 2008;

WANEISSA PAULINO NEVES SILVA, MODELAGEM MATEMÁTICA DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE DISPERSÕES AQUOSAS DE BENTONITA E DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM FLUIDO DE PERFURAÇÃO, 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 2009