

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE FLUIDOS BASE ÁGUA PARA PERFURAÇÕES DE POÇOS DE PETRÓLEO – ESTUDO PRELIMINAR

Luciana Viana Amorim¹ (PRH25/ UFCG), Kássie Vieira Farias (PRH25/UFCG),
Aline Raquel de Oliveira Silva (UFCG), Melquisedek da Silva Pereira (UFCG), Hélio de Lucena Lira (UFCG),
Heber Carlos Ferreira (UFCG)

Av. Aprígio Veloso, 882, 58109-970, Campina Grande, Paraíba

¹luciana@cct.ufcg.edu.br

Os fluidos de perfuração, também chamados de lamas, são indispensáveis à indústria de perfuração de poços de petróleo. Seu uso remonta da antiguidade, quando eram utilizados como material para auxiliar as ferramentas de corte na perfuração de poços com outras finalidades. Tradicionalmente, são 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. A aplicação de um ou outro tipo de fluido depende, dentre outros fatores, das formações geológicas a serem perfuradas, da profundidade do poço e do custo envolvido na perfuração. Independente do tipo de fluido, este deve apresentar propriedades físicas, reológicas e de filtração adequadas, de forma a garantir o sucesso da operação de perfuração, seja em poços rasos ou profundos. Nestes últimos, onde são freqüentes temperaturas e pressões elevadas, comumente são utilizados fluidos à base de óleo, que começam a entrar em desuso em virtude dos graves problemas ambientais gerados pelo seu descarte, e os fluidos sintéticos, que embora sejam menos tóxicos têm como desvantagem seu elevado custo. Desta forma, este trabalho, de caráter preliminar, tem como objetivo desenvolver formulações de fluidos de perfuração de poços de petróleo base água e avaliar o seu comportamento reológico e de filtração. Foram desenvolvidas vinte e duas formulações com os seguintes aditivos: viscosificantes, redutores de filtrado, controladores de pH, inibidores de argilas hidratáveis, anti-espumantes, bactericidas e lubrificantes. Os fluidos foram preparados de acordo com a prática de campo que consiste em adicionar à água os aditivos sob agitação constante. Após 24 h de repouso, foi realizado o estudo do comportamento reológico em viscosímetro Fann 35A e das propriedades de filtração, em filtros-prensa API, por meio da determinação das curvas de fluxo, das viscosidades aparente e plástica, da força gel, do volume de filtrado e da espessura de reboco. Os resultados alcançados até o presente são bastante promissores e evidenciaram que dentre as formulações estudadas, nove apresentaram propriedades próximas aos parâmetros ótimos de referência.

Fluidos de perfuração, formulações, aditivos, propriedades reológicas.

1. INTRODUÇÃO

Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. Do ponto de vista químico, podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes (Thomas, 2001).

Historicamente, a primeira função dos fluidos de perfuração era agir como veículo para remover os detritos gerados durante a perfuração de poços. Hoje, é reconhecido que os fluidos de perfuração desempenham várias outras funções, que segundo Lummus e Azar (1986), são cinco: resfriar e lubrificar a broca, limpar o fundo do poço dos detritos de perfuração, transportar os detritos de perfuração para a superfície, estabilizar o poço e permitir uma adequada avaliação da formação.

Os fluidos são tradicionalmente classificados de acordo com o seu constituinte principal, em: fluidos à base de gás, fluidos à base de água e fluidos à base de óleo. Os fluidos à base de gás são constituídos de um fluxo de ar ou gás natural injetado no poço a alta velocidade. Os fluidos à base de água são aqueles cuja fase líquida contínua é constituída por água, enquanto que nos fluidos à base de óleo, a fase contínua é constituída por óleo (Darley e Gray, 1988 e Lummus e Azar, 1986).

A composição do fluido depende das exigências particulares de cada perfuração. Em situações de difícil perfuração e/ou em grandes profundidades é necessário um fluido mais elaborado, com introdução de um ou vários aditivos.

Segundo Lummus e Azar (1986), os aditivos para fluidos são classificados em viscosificantes, agentes densificantes, redutores de viscosidade (defloculantes), redutores de filtrado e aditivos especiais. Os viscosificantes têm a função de aumentar a viscosidade do fluido, como a bentonita, atapulgita e polímeros naturais e sintéticos. Os agentes densificantes aumentam a densidade da lama, sendo a barita (BaSO_4) o mais utilizado. Os redutores de viscosidade (defloculantes ou dispersantes) e de perda de fluido são adicionados aos

fluidos com a função de reduzir a viscosidade e o volume de filtrado, respectivamente. Como aditivos especiais, estão incluídos floculantes, controladores de pH, antiespumantes, lubrificantes, dentre outros.

Especialistas em fluidos de perfuração enfrentam um dilema em selecionar um aditivo que possa aumentar o desempenho na perfuração do poço de petróleo e minimizar as preocupações sobre os efeitos prejudiciais de aditivos dos fluidos de perfuração em zonas de produção do petróleo, o qual, lista sete parâmetros que foi usado para caracterizar aditivos de fluidos de perfuração. Estes incluem o custo, o desempenho, a qualidade, efeitos ambientais, compatibilidade da avaliação da produção e da exploração, utilização das perfurações e logística (England, 1988).

Com isso, este trabalho, de caráter preliminar, tem como objetivo desenvolver formulações de fluidos de perfuração de poços de petróleo base água e avaliar seu comportamento reológico por meio das viscosidades aparente e plástica, das curvas de fluxo e da força gel, e de filtração, por meio do volume de filtrado e espessura do reboco.

2. METODOLOGIA

2.1 Materiais

2.1.1 Aditivos

Para a preparação dos fluidos de perfuração foram utilizados os seguintes aditivos: viscosificante (goma xantana), inibidor de argila expansiva (inibidor catiônico e KCl), anti-espumante, bactericida, lubrificante, redutores de filtrado (CMC LV1, CMC LV2 e calcita) e controladores de pH (NaOH e MgO).

2.2. Métodos

2.2.1 Formulações

Os fluidos de perfuração foram preparados de acordo com as formulações apresentadas nas Tabelas de 1 a 4 a seguir.

Tabela 1: Formulações A.

ADITIVOS	FA1	FA2	FA3	FA4	FA5	FA6
Água (mL)	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Goma Xantana (g)	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5
CMC LV1 (g)	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5
Inibidor Catiônico (g)	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
NaOH (g)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Anti-espumante (gotas)	6,0	6,0	6,0	10,0	10,0	10,0
Bactericida (g)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lubrificante (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Calcita (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Tabela 2: Continuação das Formulações A.

ADITIVOS	FA7	FA8	FA9	FA10	FA11	FA12
Água (mL)	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Goma Xantana (g)	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5
CMC LV1 (g)	3,5	4,0	4,5	4,5	3,5	5,0
Inibidor Catiônico (g)	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
NaOH (g)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Anti-espumante (gotas)	10,0	10,0	10,0	15,0	15,0	15,0
Bactericida (g)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lubrificante (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Calcita (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Tabela 3: Formulações B.

ADITIVOS	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5
Água (mL)	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Goma Xantana (g)	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
CMC LV2 (g)	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5
Inibidor Catiônico (g)	9,0	-	-	9,0	-
MgO (g)	-	1,0	-	-	-
KCl (g)	23,3	23,3	23,3	23,3	-
Anti-espumante (gotas)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Bactericida (g)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lubrificante (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Calcita (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Tabela 4: Continuação das Formulações B.

ADITIVOS	FB6	FB7	FB8	FB9	FB10
Água (mL)	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Goma Xantana (g)	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
CMC LV2 (g)	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5
Inibidor Catiônico (g)	9,0	9,0	-	9,0	9,0
MgO (g)	1,0	1,0	1,0	-	1,0
KCl (g)	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
Anti-espumante (gotas)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Bactericida (g)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lubrificante (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Calcita (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

2.2.2 Preparação dos Fluidos de Perfuração

Os fluidos de perfuração foram preparados de acordo com a prática de campo, que consiste em adicionar os aditivos um a um em 350 mL de água deionizada sob agitação constante a uma velocidade de 13.000 rpm em agitador Hamilton Beach, modelo 936, obedecendo a ordem em que se encontram as formulações apresentadas nas Tabelas de 1 a 4. 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 em câmara úmida com 100% de umidade relativa.

2.2.3 Estudo Reológico e Determinação do Volume de Filtrado

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 17000 rpm. Em seguida, o fluido foi transferido para o recipiente do viscosímetro Fann modelo 35 A com combinação R1 B1 e mola de torção F1, sendo R1 o raio do cilindro externo e B1 o raio do cilindro interno do viscosímetro com valores de 1,8415 cm e 1,7245 cm respectivamente. F1 é a constante da mola com valor igual a 1 (Machado, 2002). Neste equipamento, seis valores de torque foram lidos com taxas de cisalhamento variando de 5,1 a 1022 s⁻¹. O equipamento foi acionado na velocidade de 600 rpm durante 2 min e efetuado a leitura. Logo após, a velocidade foi mudada para 300 rpm e efetuada a leitura após 15 seg. 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, 6 rpm e 3 rpm. Com os dados de leitura e após tratamento matemático, foram traçadas as curvas de fluxo (tensão de cisalhamento x taxa de cisalhamento) dos fluidos estudados.

Para obtenção da força gel inicial, agitou-se o fluido na velocidade de 600 rpm durante 15 seg, mudou-se a velocidade para 3 rpm e deixou o fluido em repouso durante 10 seg e fez-se a leitura obtendo o valor da força gel inicial. Em seguida, para a obtenção da força gel final, o fluido foi deixado em repouso durante 10 min e efetuada a leitura na velocidade de 3 rpm.

As viscosidades aparente e plástica e o volume do filtrado foram obtidos segundo a norma N-2605 (Petrobras, 1998a). A viscosidade aparente (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

volume do filtrado (VF) foi determinado em filtro prensa da marca Fann, com aplicação de uma pressão da ordem de 7,0 kgf/cm² (100 psi) durante 30 minutos. Os resultados são expressos em mL.

2.2.4 Determinação da Espessura do Reboco

Para a determinação da espessura do reboco foi seguida uma metodologia desenvolvida por Farias (2005), que consiste nas etapas apresentadas a seguir.

Inicialmente, é coletado o papel de filtro com o reboco após a realização do ensaio para a determinação do volume de filtrado. Em seguida, esse papel de filtro é lavado três vezes a uma vazão de aproximadamente 110 L/h com o auxílio de um recipiente de nível constante com vazão regulável, a uma distância de aproximadamente 7,0 cm do controlador de vazão com diâmetro de 15,0 mm e com ângulo de ataque do fluxo da água de aproximadamente 45°. Após a lavagem para a retirada do excesso do fluido na superfície do reboco, o papel de filtro é colocado entre duas lâminas de vidro confeccionadas com o mesmo diâmetro do papel de filtro. A seguir, o papel de filtro com o reboco entre as lâminas de vidro é submetido a uma pressão de aproximadamente 277,6 N/m² por um período de 2 min com a finalidade de uniformizar a superfície do reboco. Após esse período é medida a espessura do reboco com o auxílio de um extensômetro. São feitas cinco medidas das espessuras das lâminas de vidro e do papel de filtro com o reboco em pontos distintos. Após obtenção das medidas, é feita uma média aritmética das cinco determinações e descontada a espessura das duas placas de vidro e do papel molhado, sendo determinada a espessura do reboco (ER) em milímetros com aproximação em centésimos.

3. RESULTADOS

3.1 Avaliação das Propriedades Reológicas, de Filtração e Espessura do Reboco dos Fluidos Preparados a Partir das Formulações A

As curvas de fluxo dos fluidos preparados a partir da formulação A estão apresentadas nas Figuras 1 e 2

Para os fluidos preparados a partir da formulação A (Figuras 1 e 2) observou-se que as curvas de fluxo de todos os fluidos apresentaram comportamento pseudoplástico.

O coeficiente de determinação (R²) de todos os fluidos foi em média de 0,9930. Os fluidos com coeficientes mais próximos de 1 foram: FA1, FA2 e FA11, com R² de 0,999.

O índice do comportamento de fluxo (n) foi de 0,253 para o fluido FA11 e de 0,468 para FA3, o que indica o quanto o comportamento de fluxo do fluido se afasta do comportamento Newtoniano. O índice de consistência do fluido (K) foi de 1,62 para o fluido FA3 e 4,32 para o fluido FA2.

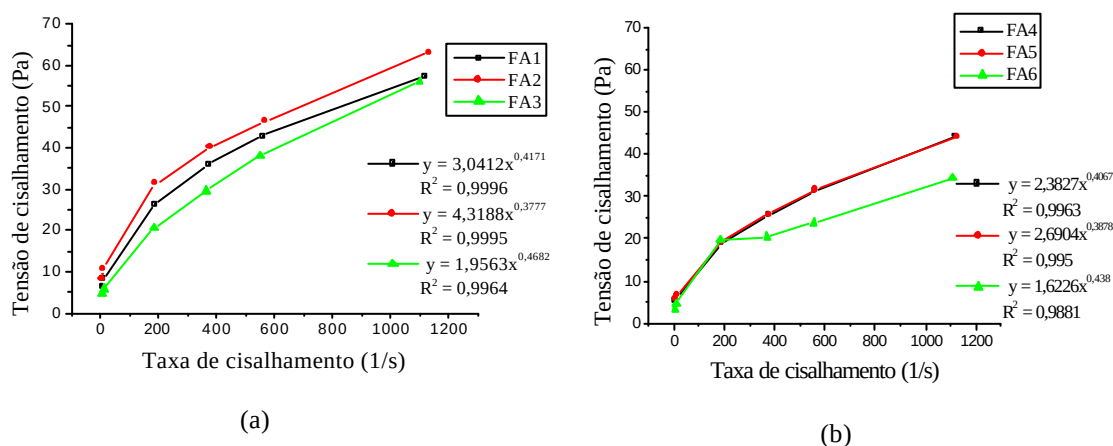


Figura 1: Curvas de Fluxo dos Fluidos: (a) FA1, FA2 e FA3 e (b) FA4, FA5 e FA6, Preparados a Partir da Formulação A.

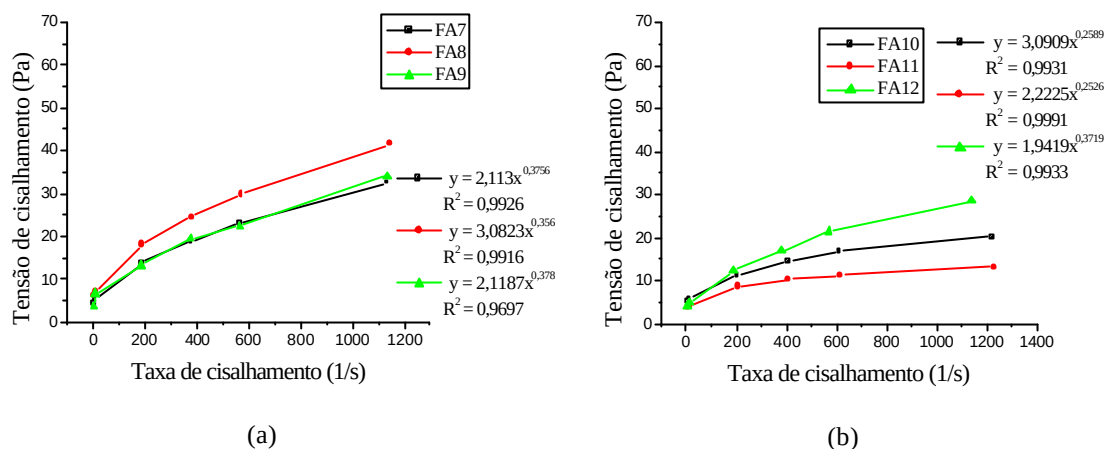


Figura 2: Curvas de Fluxo dos Fluidos: (a) FA7, FA8 e FA9 e (b) FA10, FA11 e FA12, Preparados a Partir da Formulação A.

As propriedades reológicas e de filtração e as espessuras do reboco obtidas com os fluidos preparados a partir da formulação A estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Propriedades Reológicas e de Filtração e Espessura do Reboco dos Fluidos Preparados a Partir da Formulação A

FLUIDOS	VA (cP)	VP (cP)	FG (cP)	VF (mL)	ER (mm)
FA1	56,2	28,5	1,5	9,4	0,35
FA2	62,0	33,0	2,0	8,0	0,38
FA3	55,0	35,5	3,0	9,0	0,40
FA4	43,5	25,5	1,0	7,8	0,53
FA5	43,5	25,0	2,5	7,0	0,65
FA6	33,7	21,0	3,5	7,8	0,64
FA7	32,0	19,0	0,5	8,2	0,69
FA8	40,7	23,0	1,5	7,0	0,82
FA9	33,5	23,0	3,0	8,5	0,44
FA10	19,7	6,5	5,0	9,2	0,45
FA11	13,0	4,0	6,5	9,6	0,56
FA12	28,0	14,0	2,0	11,2	0,41

Sendo: VA - viscosidade aparente; VP - viscosidade plástica; FG - força gel; VF - volume de filtrado e ER - espessura do reboco.

Para os fluidos preparados a partir da formulação A, observou-se que os valores de viscosidades aparente (VA) variaram entre 13,0 cP para FA11 e 62,0 cP para FA2, sendo este último valor considerado elevado e deve-se, provavelmente, à presença de bolhas nos fluidos; as bolhas elevam a viscosidade por agirem como barreiras, oferecendo maior resistência ao escoamento do fluido.

Observou-se também, a partir da formulação A (Figuras 1 e 2 e Tabela 5), que com o aumento da concentração de goma xantana ocorre um aumento nas viscosidades, o que já era o esperado, já que a goma xantana é um viscosificante, aditivo que tem como principal função elevar as viscosidades dos fluidos.

A adição do CMC IX1 não promoveu a diminuição da viscosidade aparente (VA) dos fluidos, como esperado, uma vez que esse aditivo, embora tenha como principal função reduzir as perdas por filtração, age como dispersante por apresentar cadeias poliméricas muito curtas. O efeito do CMC de baixa viscosidade como dispersante e redutor de filtrado foi observado em estudos realizados por Amorim (2003).

Na formulação A foi variada a quantidade de anti-espumante nos fluidos. Comparando o fluido FA1, preparado com seis gotas de anti-espumante, com o fluido FA7, preparado com dez gotas de anti-espumante, e o fluido FA2, preparado com seis gotas de anti-espumante, com o fluido FA8, preparado com 10 gotas, observa-se que os fluidos FA7 e FA8 apresentam viscosidades mais baixas que as apresentadas pelos fluidos FA1 e FA2. Esse comportamento se dá, provavelmente, devido à presença de uma maior quantidade de anti-espumante presentes nos fluidos FA7 e FA8, que promove uma menor quantidade de espuma e esta, em grande quantidade, pode mascarar os resultados, promovendo altos valores de viscosidades.

A força gel (FG) variou entre 0,5 cP para o fluido FA7 e 6,5 cP para o fluido FA11. Observou-se que com o aumento de 0,5 g de goma xantana, que age como viscosificante, e a redução das bolhas, houve um aumento considerável na FG para esses dois fluidos de mesma composição, variando apenas na quantidade de goma xantana e de anti-espumante.

Houve uma variação no VF de 7,0 mL para os fluidos FA5 e FA8 a 11,2 mL para o fluido FA12, que segundo a norma N-2604 da Petrobras (1998a) para fluidos hidroargilosos, o VF deve ser inferior a 18,0 mL.

Observou-se uma variação na espessura do reboco de 0,35 mm para FA1 e de 0,82 para FA8. Comparando os resultados de ER dos fluidos preparados com a formulação A com os fluidos desenvolvidos por Farias (2005), observam-se valores bem inferiores característicos de fluidos poliméricos, isentos de bentonita.

3.2 Avaliação das Propriedades Reológicas, de Filtração e Espessura do Reboco dos Fluidos Preparados a Partir das Formulações B

As curvas de fluxo dos fluidos preparados a partir da formulação B estão apresentadas na Figura 3 e observou-se que as curvas de fluxo de todos os fluidos apresentaram comportamento pseudoplástico.

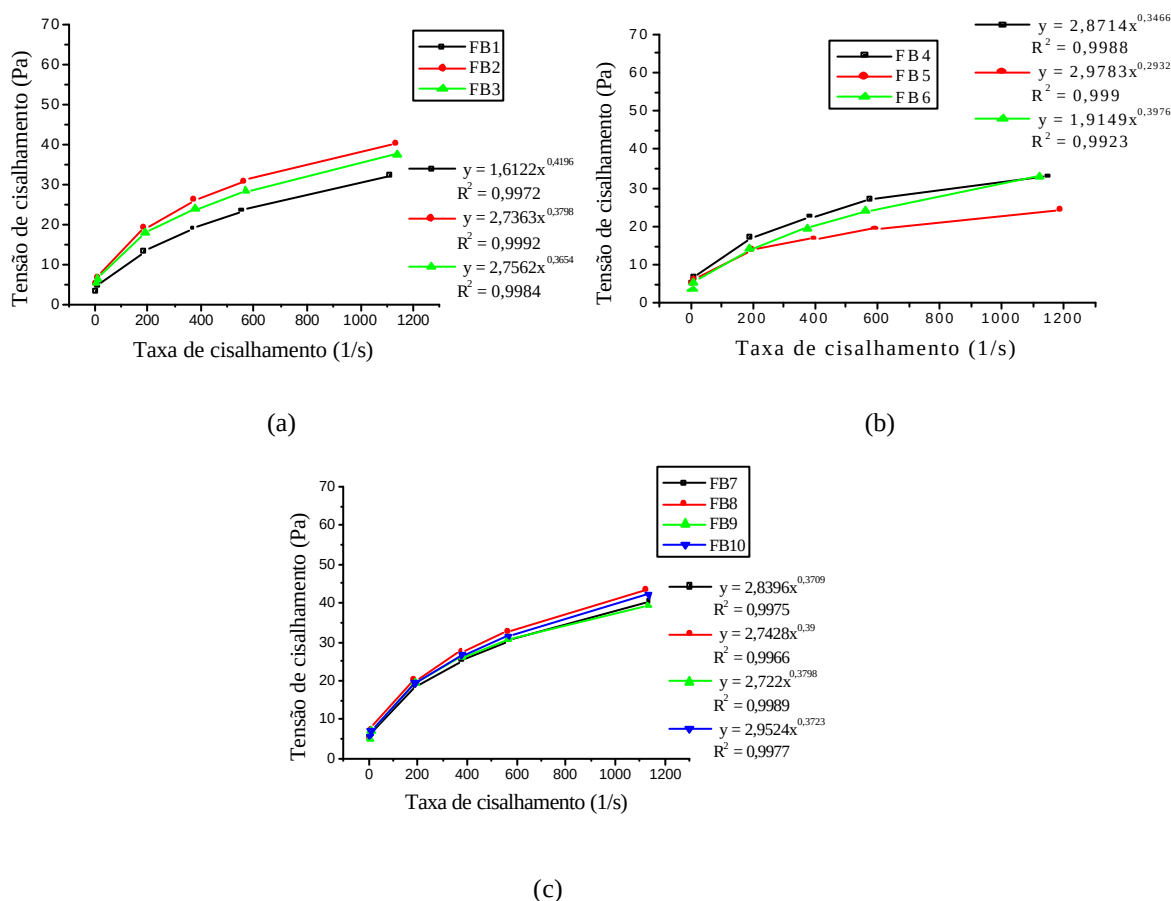


Figura 3 Curvas de Fluxo dos Fluidos: (a) FB1, FB2 e FB3, (b) FB4, FC5 e FB6, (c) FB7, FB8, FB9 e FB10, Preparados a Partir da Formulação B.

O coeficiente de determinação (R^2) de todos os fluidos foi em média de 0,9976. Os fluidos com coeficientes mais próximos de 1 foram: FB2, FB5 e FB9, com R^2 de 0,999.

O índice do comportamento de fluxo (n) foi entre 0,293 para o fluido FB5 e de 0,420 para FB1, o que indica o quanto o comportamento de fluxo do fluido se afasta do comportamento Newtoniano. O índice de consistência do fluido (K) foi de 1,61 para o fluido FB1 e 2,98 para o fluido FB5.

Os resultados das propriedades reológicas, de filtração e espessura do reboco dos fluidos obtidos com os fluidos preparados a partir da formulação B estão apresentados na Tabela 6. Observou-se que as viscosidades aparente (VA) variaram entre 24,0 cP para FB5 e de 42,5 cP para FB8.

Tabela 6: Propriedades Reológicas e de Filtração e Espessura do Reboco dos Fluidos Preparados a Partir da Formulação B.

FLUIDOS	VA (cP)	VP (Cp)	FG (cP)	VF (mL)	ER (mm)
FB1	31,5	17,0	6,0	8,2	0,54
FB2	39,5	18,5	2,5	7,2	0,63
FB3	36,7	18,0	4,0	7,8	0,77
FB4	32,2	11,5	4,0	7,2	0,65
FB5	24,0	10,0	2,0	14,0	0,60
FB6	32,5	18,0	1,0	7,4	0,51
FB7	39,5	19,5	2,0	6,3	0,63
FB8	42,5	21,0	1,5	6,5	0,77
FB9	38,5	17,0	5,0	7,2	0,72
FB10	41,5	21,0	3,0	6,9	0,58

Sendo: VA - viscosidade aparente; VP - viscosidade plástica; FG - força gel; VF - volume de filtrado e ER - espessura do reboco.

Comparando os fluidos FB9 e FB10, de mesma composição, com variação apenas na presença do MgO; a presença do MgO torna o meio mais alcalino, melhorando, provavelmente, as condições para hidratação dos polímeros e, conseqüentemente, tem-se uma maiores viscosidades e menor volume de filtrado, como foi apresentado no fluidos FB10.

A força gel (FG) variou entre 1,0 cP para o fluido FB6 e 6,0 cP para o fluido FB1. As formulações dos fluidos FB1 e FB6 são as mesmas, com variação apenas na quantidade de MgO; pelo exposto acima, a presença do MgO provavelmente também favorece o aumento da força gel.

Houve variação no VF de 6,3 mL para o fluido FB7 a 14,0 mL para o fluido FB5, que segundo especificações N-2604 da Petrobras (1998a), para fluidos hidroargilosos, o VF dever ser inferior a 18,0 mL. Observou-se que a presença do inibidor catiônico promoveu redução no volume de filtrado, cujos fluidos FB2 e FB7 não apresentaram variações nas VA e VP, mas apresentaram uma redução no volume de filtrado e também na espessura do reboco.

Observou-se também variação na espessura do reboco de 0,51 mm para FB6 a 0,77 mm para os fluidos FB3 e FB8. Comparando os resultados de ER dos fluidos preparados com a formulação B com os obtidos com os fluidos hidroargilosos em estudo desenvolvido por Farias (2005), observam-se valores bem inferiores característicos de fluidos poliméricos, isentos de bentonita.

Fazendo uma análise conjunta dos resultados e comparando com parâmetros de referência apresentados por fluidos de perfuração de uma empresa multinacional, observa-se que os fluidos FA6, FA7, FA9, FA10, FA12, FB1, FB4, FB5 e FB6 se aproximaram dos valores de referência que são: 19 a 28 cP para a VA, 12 a 17 cP para a VP, 1 a 2 cP para a FG e 5,8 a 6,8 mL para o VF. É importante ressaltar que esses dados foram obtidos com os fluidos após envelhecimento a 48,9°C, enquanto que os resultados apresentados neste artigo foram obtidas a temperatura ambiente. De acordo com estudos realizados pelo grupo de pesquisa da UFRN/PRH-30, após o envelhecimento, observa-se uma melhoria dos parâmetros reológicos e de filtração, bem como de lubrificidade dos fluidos, uma vez que sob essas condições de temperatura tem-se uma melhor hidratação dos polímeros.

4. CONCLUSÕES

Com o objetivo de desenvolver formulações de fluidos de perfuração de poços de petróleo base água e avaliar seu comportamento reológico, de filtração e espessura do reboco, conclui-se que:

- todas as formulações estudadas apresentaram comportamento de fluidos pseudoplásticos;
- o fluido FA2 apresentou maior viscosidade em comparação aos demais, provavelmente pela presença de bolhas nos fluidos;

- a quantidade de CMC de baixa viscosidade, nos fluidos preparados a partir da formulação A, não promoveu uma diminuição da viscosidade plástica (VP);
- a presença do MgO aumentou, provavelmente, a viscosidade dos fluidos FA7 e FA8 em comparação com os fluidos FB4 e FB3, respectivamente;
- o aumento na força gel (FG) no fluido FB1 em relação ao fluido FB6 deve-se, provavelmente, à presença do MgO ;
- nos fluidos FB2 e FB7 houve redução no volume de filtrado e na espessura do reboco causado, provavelmente, pela presença do inibidor catiônico;
- todos os fluidos apresentaram pequena espessura do reboco, característico de fluidos poliméricos, isentos de bentonita e
- dentre as vinte e duas (22) formulações desenvolvidas, nove (09) (FA6, FA7, FA9, FA10, FA12, FB1, FB4, FB5 e FB6) apresentaram melhor desempenho, com propriedades reológicas e de filtração próximas aos valores de referência.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agência Nacional do Petróleo - ANP, à FINEP, ao CTBRASIL, ao CTPETRO e ao CNPq pelo apoio financeiro, à Empresa System Mud Indústria e Comércio Ltda. pelo fornecimento dos aditivos estudados e ao LABDES pelo uso de suas instalações físicas.

6. REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.V., *Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para Uso na Perfuração de Poços de Petróleo*, Tese de Doutorado em Engenharia de Processos, CCT/UFCG, Campina Grande, Dezembro de 2003. Orientadores: Prof. Dr. Heber Carlos Ferreira, Prof. Dr. Hélio de Lucena Lira e Prof. Dr. Kepler Borges França.
- DARLEY, H.C.H e GRAY, G.R., *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*, Fifth Edition, Gulf Publishing Company, 1988.
- ENGLAND, A.A., Chevron Services Co., *The Characterization of a Drilling Fluid Additive*, SPE/IADC Drilling Conference, 28 February-2 March, Dallas, Texas Copyright 1988.
- LUMMUS, J.L e AZAR, J.J., *Drillings Fluids Optimization A Pratical Field Approach*, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1986.
- FARIAS, K.V., *Influência de Umectante Aniônico na Reologia e Espessura de Reboco de Fluidos Hidroargilosos*, Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia Química, CCT/UFCG, Campina Grande, Novembro de 2005. Orientadores: Prof. Dr. Heber Carlos Ferreira e Dra. Luciana Viana Amorim.
- THOMAS J.E., *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2001.
- PETROBRAS, Viscosificante para Fluidos de Perfuração Base Água na Exploração e Produção de Petróleo, Especificação, N-2604, 1998a.
- PETROBRAS, Ensaio de Viscosificante para Fluidos de Perfuração Base Água na Exploração e Produção de Petróleo, Especificação, N-2605, 1998b.

DEVELOPMENT OF WATER BASED DRILLING FLUIDS FORMULATIONS FOR PERFORATIONS OF OIL WELLS - PRELIMINARY STUDY

The drilling fluids are indispensable for the industry of oil wells perforation. Its use comes since the antiquity, when they were used as material to assist the tools of cut's tools in the wells perforation with other purposes. Traditionally, they are classified in accordance with its main constituent in: gas base fluids, oil base fluids and water base fluids. The application of one or another type of fluid depends, amongst other factors, of the geologic formations to be perforated, of the depth of the well and the cost in the perforation. Independent of the type of

fluid, this must present physical, rheological and of filtration properties adjusted, form to guarantee the success of the perforation operation, either in flat or deep wells. In these last ones, where there are frequent temperatures and raised pressures, some times have used the oil base fluids, that start to enter in disuse in virtue of the serious ambient problems generated by its discarding, and the synthetic fluids, that are less toxic, but have as disadvantage its raised cost. Of this form, this work, of preliminary character, has as aim to develop water based drilling fluids formulations of and to evaluate its filtration and rheological behaviors. Twenty and two formularizations with following additives had been developed: viscositying, reducing of filtered, controlling of pH, inhibitors of hydrated clays, anti-foaming, bactericidal and lubricating. The fluids had been prepared in accordance with the practical one of field that consists of adding to the water additives under constant agitation. After 24 h, was done the rheological behavior study through Fann 35A viscometer and of the filtration properties, in filter-it presses API, and were determined the flow curves, the apparent and plastic viscosities, the gel force, the water loss and the filter-cake thickness. The results have showed until the present that are sufficiently promising and have evidenced that amongst the studied formulations, nine present properties next to the excellent parameters to reference.

Drilling fluids, formulations, additives, rheological properties.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.