

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



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO
FORMULADOS COM ÁGUA PRODUZIDA

AUTORES:

CYNDE BEVENUTO DA ROCHA (1); KLISMERYANE COSTA DE MELO (2); MARIA CILEIDE DE
SOUZA (3)

INSTITUIÇÃO:

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIAS, E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, IFRN/CNAT

AVALIAÇÃO DAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO FORMULADOS COM ÁGUA PRODUZIDA

Abstract

Drilling fluid is a component used to assist in drilling wells, developing several functions during a drilling operation. The composition of these fluids may vary in certain formulations in both its dispersed phase (additives used) as in its dispersant phase (water, oil or gas). The fluid that uses water in its dispersant phase has some limitations when compared to the oil-based fluid however, its use is preferably chosen, when possible, because it is an easy treatment fluid with low cost and present high biodegradability. The water normally used in this type of fluid can be sweet, hard or salty, where the sweet is characterized by the presence of less than 1000 ppm of NaCl equivalent and requires no pre-treatment, the hard one is characterized by the presence of calcium and magnesium ions and the salty one for featuring more than 1000 ppm of NaCl equivalent and may be artificially salt by NaCl, KCl or CaCl₂?. The water resulting from the production of oil wells, called produced water, has been a world problem widely known in the oil sector, because its treatment is complex and the possibility to re-use is restricted due to the high concentration of metals and salts such as calcium and magnesium. It is known that salts and metals present in drilling fluid will interfere directly in the properties of the drilling fluid. Thus, this study aimed to use water produced from different wells, in the formulation of water-based drilling fluids, where it is necessary to implement a previous treatment to it, in this case a filtering process and its efficacy was analyzed by evaluating features of conductivity, turbidity, Cod, TOG, were, salinity, calcium and magnesium content before and after treatment. As a filter medium it was used quartz, in pieces of 200 mesh, needle-shaped activated carbon and beach sand. Then fluids were formulated using both the produced water treated and fresh water in order to assess and compare the results obtained through the characterization of the fluid properties. Preliminary results showed the possibility of using water produced in fluids.

Introdução

Fluido de perfuração é uma mistura complexa de sólidos, líquidos (água ou óleo), produtos químicos às vezes até gases, em muitos casos ele deve assumir aspectos de suspensão, emulsão ou dispersão coloidal (THOMAS et al.,2001). No que diz respeito ao comportamento reológico do fluido há vários modelos de fluidos, os newtonianos binghamiano, potencial, e o não newtoniano. O não newtoniano se diferencia dos demais, pois sua viscosidade não é propriamente definida, ou seja, a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante (MACHADO,2002).

Seus parâmetros físico-químicos devem ser mantidos e controlado dentro dos valores definidos em projeto para que suas propriedades garantam a saúde e a segurança do poço, já que o fluido é a primeira barreira de segurança do poço durante a perfuração. Ainda dentro o comportamento reológico fluido há a tixotropia ou também chamada de força gel, tem importância crucial na sustentação dos cascalhos cortados com a parada do bombeamento, impedindo o encrascamento da broca (THOMAS,2001).

Grandes são os volumes de água que se necessita para formulação de fluidos seja base aquosa ou não. No fluido base aquosa a água é a fase continua correspondendo de 50% a 90% de volume de sua formulação, quando comparado com o fluido não aquoso surgem algumas limitações, porém sua utilização é preferencialmente escolhida, por ser um fluido fácil de ser

tratado com baixo custo e por apresenta alta biodegradabilidade. A água também esta presente nos fluidos não aquosos só que em menor quantidade.

Ainda dentro do contexto da indústria petrolífera e dos impactos ambientais causados, encontramos a chamada água produzida conceituada como sendo a resultante da produção de poços de petróleo por meio de injeção de água, tal método de recuperação ocorre com frequência em poços maduro com objetivo de aumentar os níveis de produção evitando seu declínio (ALMEIDA, 2004).

Alguns aspectos da água produzida merecem atenção, tais como os seus elevados volumes e a complexidade da sua composição. Esses aspectos fazem com que o gerenciamento da água produzida requeira cuidados específicos, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas, também os ambientais. Como consequência, o gerenciamento dela resulta em custos consideravelmente elevados e que representam um percentual significativo dos custos de produção (AMINI et al., 2012).

E conseqüentemente tem sido uma problemática mundialmente conhecida na indústria do petróleo, seu tratamento é complexo por ter em sua composição alta concentração de metais e sais como cálcio e magnésio que juntos com água forma ácidos, soluções totalmente indesejável devido seu poder de corrosão dentro das tubulações. Produtos químicos são adicionados durante a injeção para recuperação secundária de poços maduros, como inibidores de corrosão, inibidores de incrustação, desemulsificantes, metanol, glicol, polieletrólitos, além de compostos orgânicos e inorgânicos onde estes variam suas composições com a vida do campo petrolífero (LIMA, 2008).

Neste contexto, tendo em vista o custo econômico para se formular fluidos de perfuração, bem como a quantidade de água necessária para esse fim e sabendo-se que a água produzida é uma problemática ambiental ao meio ambiente, o seguinte trabalho teve como objetivo formular fluidos de perfuração base água, utilizando a água produzida como fase dispersante. Para isso realizou-se um tratamento prévio na água produzida através de uma filtração simples utilizando diferentes meios filtrantes e suas respectivas análises. A etapa seguinte consistiu em formular o fluido e caracterizar de acordo com as normas API.

Metodologia

Neste estudo foram analisadas duas amostras diferentes de água produzida, intituladas como A27 e A28. As análises de pH, turbidez, condutividade, TOG e cloreto foram realizadas antes e após a filtração, os meios filtrantes utilizados foram: quartzo (200 mash), para a amostra A27, areia e carvão ativado para a amostra A28.

pH

Esta análise se refere ao potencial hidrogeniônico e representa um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da solução aquosa.

Turbidez

Pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. Obteve os resultados através do equipamento turbidímetro.

TOG (teor de óleo e graxas)

O objetivo de analisar a quantidade de óleos e graxas que foi retirado após a filtração. Materiais grosseiros, óleos e graxas, espumas, corantes, etc., que deterioram a aparência da água e influem

negativamente na capacidade de reoxigenação natural dos cursos de água Gomes, (2009). A determinação do TOG foi realizada utilizando o instrumento analisador de TOG infravermelho. Ele mede a quantidade de matéria orgânica extraída pelo solvente via infravermelho, onde a contração do hidrocarboneto é proporcional a quantidade de energia absorvida. Para a extração da matéria orgânica presente nas amostras de água produzida foi realizada a extração líquido-líquido utilizando hexano como solvente extrator. A proporção da quantidade de amostra e solvente foi 10:1

Condutividade

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Para medição da condutividade das amostras usou-se um condutivímetro.

Cloreto

Tem como finalidade de quantificar os íons de cloreto através da detecção visual do ponto de equivalência com o indicador cromato de potássio, a análise utilizada para quantificação dos íons cloreto foi o de (Mohr) com Detecção visual do ponto de equivalência através do indicador cromato de potássio. O método analítico se dá através de uma titulação de precipitação, a qual utiliza Nitrato de Prata (AgNO_3) como agente titulante.

Formulação dos fluidos de perfuração

Os fluidos de perfuração foram preparados utilizando os aditivos apresentadas nas Tabela 1.

Tabela 1: Composição dos fluidos de perfuração.

COMPOSIÇÃO
Goma Xantana
CMC ADS
Óxido de Magnésio
Amido
Polímero Catiônico
NaCl
Calcita
Bactericida

Quatro fluidos, utilizando fases dispersantes diferentes, foram formulados e estão apresentados na Tabela 2

Fluido	Fase dispersante
FP01	Água Torneira
FP02	A27 filtrada com quartzo
FP03	A28 filtrada com Carvão
FP04	A28 filtrada com areia

Reologia

A reologia dos fluidos foi determinada com auxílio de um viscosímetro FANN 35 A, segundo normas API. Foram obtidas as curvas de fluxo e os parâmetros reológicos como forma de avaliar a utilização da fase dispersante na formulação de fluido.

Resultados e Discussão

Análises físico química

Avaliando os resultados obtidos pelas análises realizadas nas amostras de água produzida antes e após a filtração na Tabela 02, pode ser observado que em relação ao pH, tanto a amostra A27 como a amostra A28 permaneceram com seus níveis de acidez sem alteração significativa, indicando a presença de ácidos dissolvidos nas amostras, o que é esperado para esse tipo de água. Tanto para a amostra A27 como para a amostra A28 observa-se uma redução significativa na turbidez após a filtração com os três meios filtrantes utilizados.

Avaliando o TOG das duas amostras (A27 e A28), percebe-se que a primeira possui maior concentração de óleo em relação a segunda e que tanto o quartzo, como areia e o o carvão ativado se comportaram como excelentes adsorventes, reduzindo de forma relevante tal propriedade. No caso particular da filtração com quartzo, ressalta-se a maior quantidade de remoção de óleo, visto que a concentração inicial do mesmo nessa amostra (A27) se mostrou duas vezes maior que a apresentada pela A28, deixando a água em níveis semelhantes de TOG. Isso se justifica pela granulometria utilizada da amostra de quartzo (200 mash) que aumenta a área superficial de contato e melhora a adsorção do mesmo.

A análise de condutividade realizada na amostra A27 nos mostra que essa água possui uma maior quantidade de cátions e ânions dissolvidos em relação a A28, caracterizando a água presente nas amostras como salgada e doce respectivamente. Tal fato pode ser confirmado avaliando o teor de cloreto maior na A27 em relação a A28, confirmando a menor salinidade dessa ultima e vive versa.

Tabela 02. Análises realizadas na água produzida antes e após a filtração com quartzo, carvão ativado e areia, respectivamente.

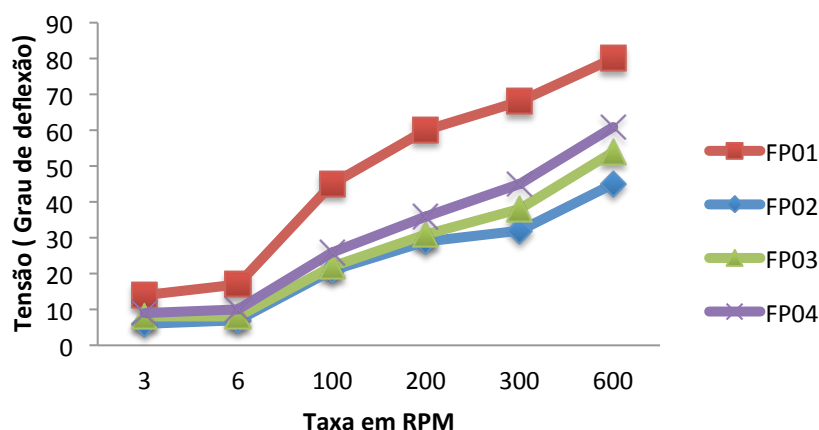
Análises	A 27	A 27 Filtrada com Quartzo	A28	A 28 Filtrada com Carvão ativado	A28	A 28 Filtrada com Areia
pH	2,14	2,4	2,24	2,21	2,24	2,34
Turbidez NTU	884%	99,58%	683%	90,52%	683%	82,12%
TOG (mg/L)	341	29	151	29	151	1,3
Condutividade (mS/cm)	708,2	18,83	19,29	18,28	19,29	18,85
Cloreto (mg/L)	6200	1400	3600	1900	3600	1300

Tais resultados não deixam as amostras estudadas em condições de serem descartada no meio ambiente segundo o CONAMA, mas demonstra que os meios filtrantes atuam como importante redutor de sólidos suspensos, reduzindo-os significativamente bem como o teor de óleo presente e a salinidade das amostras estudadas.

Curvas de Fluxo obtidas com os fluidos formulados

A Figura 01. Apresenta as curvas de fluxo obtidas para os Fluidos FP01, FP02, FP03 e FP04.

Figura 01. Curvas de fluxo obtidas para os Fluidos FP01, FP02, FP03 E FP04.



É possível observar, na Figura 01, uma redução na reologia dos fluidos formulados com água produzida em relação ao formulado com água pura. No caso específico do fluido FP02, formulado com água de produção filtrada com quartzo, essa redução foi ainda mais acentuada quando comparada as curvas de fluxos obtidas para os fluidos FP03 e FP04. Observa-se ainda, que o fluido FP04 foi o que apresentou a menor redução nas características reológicas. Tais observações podem ser confirmadas, analisando os parâmetros reológicos apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Parâmetros reológicos dos fluidos FP01, FP02, FP03 e FP04

Fase	VA (cp)	VP (cp)	Le (lbf/100ft ²)	K (lbf.s"/100ft ³)
FP01	40	12	59,696	0,083444227
FP02	22,5	13	20,254	0,046937378
FP03	27	16	23,452	0,056324853
FP04	30,5	16	23,452	0,063626223

Avaliando os parâmetros reológicos obtidos para o fluido formulados com água produzida, e comparando-os com o FP01, percebe-se uma redução significativa na Viscosidade Aparente (VA) e no Limite de Escoamento (Le) dos fluidos FP02 e FP03. O Índice de Consistência (K), seguiu comportamento semelhante, visto que esse índice tem relação direta com a viscosidade do fluido. Houve uma redução no limite de escoamento para todos os fluidos estudados.

Tal comportamento se justifica por duas características das amostras das águas produzida estudadas: a acidez e a concentração de cloretos.

Fluidos de perfuração devem ser formulados em meio básico e para uma melhor performance da água de produção na formulação, essa precisa ser tratada quimicamente para elevar seu pH.

Os cloretos interferem de forma direta na eficiência dos polímeros presentes na formulação do fluido e não há uma forma viável de precipitar esse íon, porém existe algumas alternativas para viabilizar o uso desse tipo de água na formulação dos fluidos de perfuração, por exemplo; usar

uma proporção de água doce na formulação do fluido, porém como consequência teremos o excesso de volume de fluido, aumentando os custos com descartes de grandes volumes ao final da operação de perfuração. Outra opção é converter o sistema para um fluido salgado tratado com NaCl, se houver possibilidade. Pode ser feito ainda uma pré solubilização dos aditivos em água doce para melhorar a eficiência e diminuir os efeitos causados pelo cloreto.

O fluido FC04 apresentou melhor desempenho reológico, preservando suas características reológica em virtude da menor concentração de cloreto presente na fase dispersante utilizada.

Conclusões

Com os estudos iniciais apresentados neste trabalho, conclui-se que:

Quartzo, carvão ativado e areia podem ser utilizados como meios filtrantes para adsorção de óleo em água produzida.

A composição inicial da água vai interferir na performance reológica dos fluidos formulados com esse tipo de água.

Águas ácidas precisam ser tratadas para reduzir a acidez quando forem utilizadas em formulações de fluido.

Água produzida pode ser utilizada em formulação de fluidos desde que se adequem o tipo de tratamento que esta deve receber ao tipo de fluido que a mesma irá formular.

O presente trabalho encontra-se em fase inicial e deverá ser aprofundado para um melhor entendimento e aplicação de águas produzida em formulação de fluido de forma a melhorar sua eficiência da mesma e o desempenho do fluido formulado.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFRN pela disponibilização da estrutura e pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

RIBEIRO, Laís Sibaldo. **Uso de água produzida na formulação de fluidos de perfuração**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

FERREIRA, Bárbara Helinska. **Estudo dos processos de tratamento de água produzida de petróleo**. 2016. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

VIEIRA, Daniela Sayão; CAMMAROTA, Magali Christe; CAMPORESE, Eliana Flávia Sérvulo. **REDUÇÃO DE CONTAMINANTES PRESENTES NA ÁGUA DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**. 2003. 6 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Engenharia de Bioquímica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

LIMA, Rosilda Maria Gomes et al. Remoção do íon amônio de águas produzidas na exploração de petróleo em áreas offshore por adsorção em clinoptilolita. **Química Nova**, v. 31, n.5, p. 1237-1242, 2008.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. Interciência, 2011.

ALMEIDA, Alberto S. de Recuperação secundária em campos de produção. **SEMINÁRIO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DO BRASIL: PETRÓLEO, GÁS, URÂNIO E CARVÃO**, 2004.

GOMES, Emiliano Almeida. Tratamento combinado da água produzida de petróleo por eletroflotação e processos fenton. 2009.