

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



TÍTULO DO TRABALHO:

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO À BASE ÁGUA UTILIZANDO
GOMA XANTANA

AUTORES:

Thiago Hugo Soares da Silva¹, Vanessa Limeira Azevedo Gomes², Lucas Pereira de
Gouveia³

INSTITUIÇÃO:

Centro Universitário Tiradentes^{1,2}; Universidade Federal de Alagoas³

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO À BASE ÁGUA UTILIZANDO GOMA XANTANA

Abstract

Drilling fluids are essential for the drilling process of an oil well as they tend to maintain the hydrostatic pressure of the well, transport the gravel to the surface, form an external plaster, cool and clean the drill, among other functions. These objectives are achieved by adding other agents with specific functions in fluid preparation, thereby performing safe and low cost drilling. Thus, in order to establish the best drilling fluid composition to meet the desired purposes, the physical and rheological properties of these fluids that are classified as water, oil and gas based must be determined. The present work aims to verify the properties of the water based drilling fluid when the xanthan gum additive is added in the presence of salt water. The experiments were performed considering bentonite, xanthan gum and NaCl concentrations, in which the properties density, pH, plastic viscosity, apparent viscosity and yield limit were analyzed. The tests performed with bentonite fluids showed a pseudoplastic behavior, with behavior index values less than 1, that is, the prepared fluids presented a higher shear thinning characteristic. In addition, these fluids presented homogeneous characteristics, with adequate performance of xanthan gum as a rheological modifier, being observed that the salt positively enhances the plastic viscosity values of the studied fluids.

Introdução

A perfuração, uma das etapas da exploração de petróleo e gás, atualmente é capaz de atingir regiões de grandes profundidades. Assim sendo, é possível realizar perfurações nas chamadas águas profundas, regiões que podem atingir profundidades de até 3000 m (NASCIMENTO, 2013). Além disso, as perfurações, tanto *onshore* quanto *offshore* podem ser do tipo verticais, horizontais ou direcionais. Essas atividades só podem ser realizadas devido aos fluidos de perfuração, os quais podem ser definidos como um fluido circulante capaz de tornar viável a atividade de perfuração (CAENN et al., 2014 apud API, 1991).

Esses fluidos de perfuração são de vital importância em um sistema de exploração de petróleo e gás, apresentando as funções de remover e limpar o fundo do poço dos cascalhos gerados pela broca e transportá-los até a superfície; exercer pressão hidrostática sobre as formações, de modo a evitar o influxo de fluidos indesejáveis (*kick*) e estabilizar as paredes do poço; resfriar e lubrificar a coluna de perfuração e a broca, eles ainda devem apresentar características especiais que garantam uma perfuração eficiente, segura e rápida. (THOMAS, 2001)

Existem três tipos de fluido: à base água, base óleo e base gás. O fluido à base água normalmente é o mais utilizado devido ao baixo custo, tem como característica a perfuração rápida em formações estáveis e fácil descarte. (CAENN et al., 2014)

A seleção do melhor fluido para satisfazer as condições de forma antecipada minimizará os custos do poço e reduzirá o risco. Essa seleção está baseada na escolha dos aditivos, sendo o estudo da aditivação de fluidos de perfuração um assunto de extrema relevância para a indústria petrolífera e tem chamado a atenção de grandes empresas, no sentido de melhorar a eficiência dos fluidos de perfuração (SEIXAS, 2010).

Os polímeros mais utilizados na formulação de fluidos aquosos são a carboximetilcelulose (CMC), celulose polianiônica (PAC) e poliacrilamida parcialmente hidrolisada (PHPA). Entretanto, esses polímeros são muito sensíveis às condições de alta salinidade, que diminuem sua eficiência (NASCIMENTO e MAGALHÃES, 2013). Com isso, a goma xantana passou a ser amplamente utilizada para este propósito.

Desta forma, a proposta deste trabalho consistiu em verificar as propriedades físicas e reológicas do fluido de perfuração à base água quando adicionado o aditivo goma xantana, sob influência da concentração de bentonita e da salinidade.

Metodologia

A metodologia para preparação dos fluidos e realização dos testes seguiu os procedimentos da norma API Spec 13/ISO 13500. Os testes foram realizados no Laboratório Multidisciplinar de Engenharia de Petróleo, no Centro Universitário Tiradentes. A Tabela 1 apresenta os equipamentos utilizados na preparação e medição das propriedades da lama de perfuração, informando modelo e marca.

Tabela 1: Equipamentos utilizados na preparação da lama de perfuração.

Equipamentos	Modelo	Marca
Balança analítica	PA214CP	<i>Ohaus</i>
Aagitador	9B	<i>Hamilton beach</i>
Balança de lama	140	<i>Fann</i>
Viscosímetro	35A	<i>Fann</i>
Phmetro	PG 1400	<i>Gehaka</i>

Fonte: Autores, 2019.

A composição dos fluidos de perfuração à base água, denominado de Bentogama, é composto por bentonita, goma xantana e cloreto de sódio (NaCl). A água é o meio de dispersão dos aditivos, a goma xantana é o modificador reológico, o NaCl tem função como inibidor de argilas e a bentonita tem função viscosificante.

Inicialmente, as massas dos viscosificantes GX e bentonita foram medidas na balança analítica, de acordo com a massa determinada para o estudo, conforme a Tabela 2. As concentrações foram escolhidas com base no trabalho de Fernandes et al., 2012. A concentração de sal foi correspondente ao volume de 500 mL.

No teste zero (0), a composição da lama considerou apenas bentonita e água, para fins comparativos. Nos testes 1 e 2, o fluido preparado considerou diferentes concentrações de GX, com 21% de NaCl e 4,3% de bentonita, e nos testes 3 e 4, a concentração de sal foi igual a 30%, com 5,36% de bentonita. Os fluidos bentogama preparados estão apresentados na Figuras 1. Visualmente, todos os fluidos preparados apresentaram comportamento viscoso e foi observado no teste 4, após homogeneização dos componentes, uma espuma, provavelmente devido à presença de sais na água salgada e menor quantidade de GX, o que diminuiu o valor a densidade desse teste ($\rho = 7,3 \text{ lb/gal}$). Esse comportamento não foi observado no teste 3.

Tabela 2: Formulação dos testes para preparação dos fluidos bentogama.

Teste	Água (mL)	Bentonita (g)	GX (g)	NaCl (g)
0	350	18,75	0	0
1	350	15	5	105
2	350	15	2,5	105
3	350	18,75	5	150
4	350	18,75	2,5	150

Fonte: Autores, 2019.

Figura 1: Visão superior dos fluidos bentogama para os testes 0, 1, 2, 3 e 4, da esquerda para a direita.

Fonte: Autores, 2019.

Resultados e Discussão

A partir dos testes realizados no laboratório, foi possível obter as propriedades da densidade, pH, viscosidade plástica, viscosidade aparente e limite de escoamento, além de K que refere-se a viscosidade a uma taxa de cisalhamento de 1 s^{-1} , e o índice do comportamento do fluxo (n), que indica o grau de afinamento com o cisalhamento, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Resultados das propriedades reológicas e físicas dos fluidos bentogama para temperatura igual a 25°C.

Testes	VA (cP)	VP (cP)	LE (lbf/100 pé ²)	K (dinas/cm/s)	n	ρ (lb/gal)	pH
0	56,6	3	164	2,33	0,22	8,7	7,3
1	40,6	22	78	2,21	0,18	8,5	7,5
2	25,3	18	40	1,91	0,21	8,6	7,4
3	50,3	25	96	2,30	0,18	8,9	6,9
4	49,6	29	91	2,34	0,16	7,3	6,2

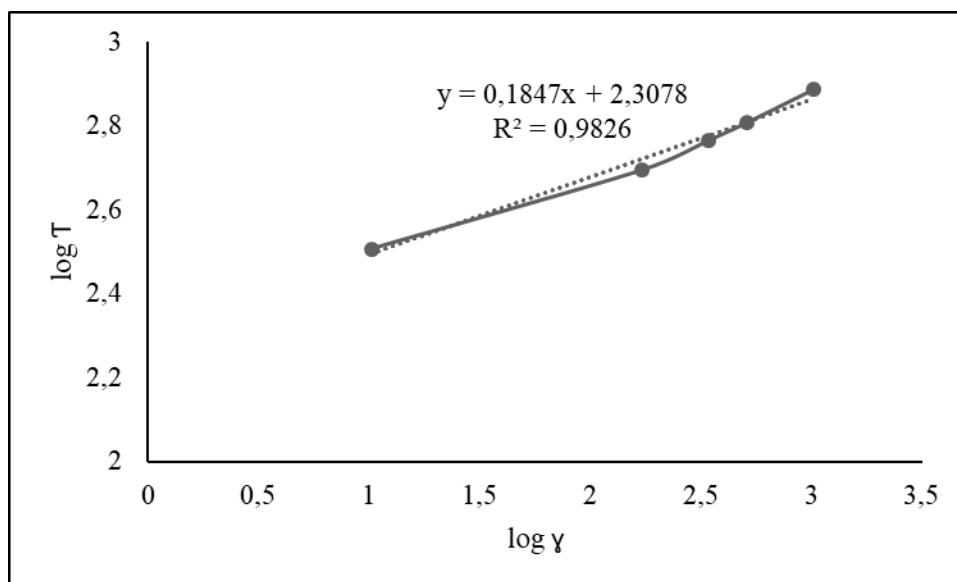
Fonte: Autores, 2019.

Os testes realizados com os fluidos bentonita mostraram um comportamento pseudoplástico, com valores de n menor que 1, ou seja, os fluidos preparados apresentaram uma maior característica de afinamento com o cisalhamento. Além disso, estes fluidos apresentaram característica homogênea, com desempenho adequado da goma xantana como modificador reológico, sendo observado que o sal realça positivamente os valores da viscosidade plástica dos fluidos estudados.

Analisando os resultados da VA, conforme mostrado na Tabela 3, observa-se maiores valores desta propriedade nos fluidos com maior teor de goma xantana (Teste 3) e alta concentração salina, enfatizando que a presença do sal (NaCl) não inibiu o rendimento do viscosificante. O maior valor da VP foi obtido na formulação (Teste 4), na qual os aditivos também têm maiores concentrações salinas. O pH das formulações variou entre 6,2 a 7,5, estando, portanto, em uma faixa neutra na sua maioria, importante para evitar problemas de corrosão.

Os fluidos preparados com GX apresentaram comportamento não newtoniano como pode ser observado na Figura 2. Onde a relação de tensão de cisalhante e taxa de cisalhamento não é constante para as concentrações de GX estudadas.

Figura 2: Gráfico logarítmico da tensão de cisalhamento versus taxa de cisalhamento para o Teste 3.



Fonte: Autores, 2019.

Observa-se no Teste 1, que considera 1,4% de GX e de 21% de NaCl na formulação do fluido, comparado com o Teste 3, que apresenta a mesma quantidade de GX e 30% de NaCl, fica evidenciado que a goma xantana é inibida pela presença de sais.

A densidade dos fluidos é fisicamente influenciada pelo NaCl – que possui densidade da ordem de 2,16 g/cm³ – e pela Goma Xantana – que possui densidade da ordem de 1,70 g/cm³ e altera positivamente, mesmo em altas concentrações de salinidade. Quanto maior o aumento da concentração de GX no meio, oferece ao fluido um acréscimo no limite de escoamento inicial.

Em relação ao Teste 2, com 0,7% de GX e 21% de NaCl, ficou evidenciado que em baixas concentrações de GX e NaCl, a VA e VP tendem a diminuir. Comparado com o Teste 4, com 0,7% de GX e 30% NaCl, fica evidenciado que a VA e VP, tendem a aumentar em altas concentrações de bentonita e baixa concentração de GX.

A viscosidade do fluido aumenta com o acréscimo da concentração de bentonita e GX no meio e diminui com o aumento da taxa de cisalhamento, o que caracteriza, respectivamente, este polímero como agente modificador reológico com características pseudoplásticas, fazendo deste polímero um aditivo bastante utilizado em formulações de fluidos de perfuração.

Conclusões

A partir da análise e discussão dos resultados deste trabalho, pode concluir que as propriedades dos fluidos bentogama com concentrações baixas de goma xantana e altas concentrações de sal, influenciam nas propriedades reológicas da lama.

Os testes realizados mostraram comportamento de fluidos pseudoplásticos, com valores do índice do comportamento menor que 1 ($n < 1$), ou seja, os fluidos preparados apresentam uma maior característica de afinamento com o cisalhamento.

Os fluidos bentogama apresentaram característica homogênea da mistura, com desempenho adequado da GX como modificador reológico. Foi observado que o sal realça positivamente os valores das viscosidades aumentando, porém a bentonita, conforme Teste 0, é o aditivo que contribui significativamente para o aumento da viscosidade aparente (VA) da lama. Não sendo correspondente para a viscosidade plástica, que é maior para os testes contendo GX.

Nos Testes 1 e 3 que apresentaram a mesma concentração de GX, variando a quantidade de sal, 21% e 30% de NaCl, respectivamente, ficou evidenciado que a goma xantana não alterou na sua composição, a presença do sal (NaCl) não inibiu o rendimento do viscosificante.

No Teste 2, ficou evidenciado que, em baixas concentrações de GX e NaCl, a VA e VP tendem a diminuir. Já no Teste 4, cujo fluido apresenta composição igual a 0,7% de GX e 30% NaCl, fica evidenciado que a VA e a VP são alteradas para altas concentrações de sal.

A viscosidade do fluido aumenta com o acréscimo da concentração de bentonita e GX no meio e diminui com o aumento da taxa de cisalhamento, o que caracteriza, respectivamente, a GX como agente modificador reológico com características pseudoplásticos, por isso é bastante utilizado em formulações de fluidos de perfuração.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário Tiradentes pelo espaço físico, a Universidade Federal de Alagoas e a Petrobras por disponibilizar os aditivos bentonita e goma xantana, respectivamente.

Referências Bibliográficas

ANSI/API Specification 13A seventeenth edition, november 2010.

CAENN, RYEN; DARLEY, H. C. H.; GRAY, GEORGE R. **Fluidos de perfuração e completção**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, c2014. (Série Engenharia de Petróleo).

FERNANDES, L. A.; NASCIMENTO, R. C. A. M.; PEREIRA, E., AMORIM, L. V. **Uso da goma xantana em fluidos de perfuração salgados para poços de água**. XVII Congresso Brasileiro de

Águas Subterrâneas, VII Fenágua - Feira Nacional da Água, XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 2012.

ISO 13500:2006 (Identical), **Petroleum and natural gas industries—Drilling fluid materials—Specifications and tests.**

NASCIMENTO, R. S. V. **Desenvolvimento de aditivos para fluidos de perfuração a partir do glicerol**, 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro. PP.

NASCIMENTO, R. S. V.; MAGALHÃES, J. **Degradação térmica de fluidos de perfuração argilosos aditivados com polímeros e lubrificante**, 2013. Disponível no site <http://www.scielo.br>. Acesso em 20/05/2018.

SEIXAS, J. **Aditivação de fluidos de perfuração**. Monografia de graduação em engenharia de petróleo. Escola de engenharia UFL. Niterói/RJ, 2010. Disponível em <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/955/1/Jairo%20Ezequiel%20de%20Seixas.pdf>. Acesso em 07/05/2018.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia do Petróleo**. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2001. Pg 81-87.