



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA MISTURA DE ADITIVOS EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO PARA INIBIÇÃO DE INCHAMENTO

João Pedro de Souza Andrade¹, Larissa Luciana de Melo², João Pinheiro Melo Neto³, Clarice
Oliveira da Rocha⁴, Danielly Vieira de Lucena⁵

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Campina Grande. E-mail:
jpsa.s.andrade@hotmail.com.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Campina Grande. E-mail:
larismelo@gmail.com.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Campina Grande. E-mail:
joaopinheiro.pjm@gmail.com.

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Campina Grande. E-mail:
clariceoliveirarocha@gmail.com.

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Campina Grande. E-mail:
daniellymateriais@gmail.com.

RESUMO

Estudar a eficiência de aditivos inibidores no controle de inchamento de formações reativas se configura como um desafio pelo fato de que o fenômeno advindo da expansão de formações ser o responsável por cerca de 90% dos problemas relacionados com a perfuração de poços de petróleo, além de se tratar de um tema que pouco se conhece sobre os mecanismos regem tal fenômeno. Assim, este trabalho objetiva estudar a eficiência de formulações de inibidores de expansão no controle do inchamento de argilas bentoníticas, visando indicar uma concentração e composição ideal para garantia de uma perfuração segura. Para isto, foi desenvolvido um planejamento experimental de mistura no qual se permite a análise dos aditivos isolados e em misturas binárias e ternárias. As soluções desenvolvidas foram submetidas ao inchamento de Foster e foi realizado uma análise das superfícies de contorno para análise do inchamento em cada uma das formulações propostas. Os resultados indicaram que os aditivos químicos selecionados, independente das concentrações utilizadas, evitam o inchamento de argilas hidratáveis, os resultados ainda indicam que a melhor inibição de argilas é obtida com o uso dos inibidores em conjunto (composições binárias e ternárias).

Palavras-chaves: inibidores, hidratação, formações reativas, planejamento de mistura.

1. INTRODUÇÃO

A interação entre o fluido de perfuração aquoso e uma formação sensível a água, como as que contém argila bentonítica em sua

composição, se constitui em um dos principais problemas da indústria de petróleo e gás, ocasionando problemas de perda de tempo e custo [BASSI *et al*, 2009].

www.conepetro.com
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

Segundo Lopes *et al.*, [2012] a argila bentonítica aparece frequentemente como componente de formações argilosas e causa problemas em perfurações de poços de petróleo. Ao entrar em contato com o fluido à base de água sofre hidratação, podendo reduzir o diâmetro do poço e ter os fragmentos argilosos dispersos e incorporados ao próprio fluido, contaminando-o de modo que importantes parâmetros reológicos, além do peso específico e do volume de filtrado, são alterados. Então, as argilas podem ser benéficas ou danosas aos processos de perfuração e sondagens e sua presença pode acarretar em modificação na composição dos fluidos.

Segundo Cygan [2009], a expansão de argila na presença de água é um fenômeno bastante complexo. Estudos de adsorção de água pelas camadas de bentonitas evidenciam que a capacidade de hidratação depende fortemente dos cátions trocáveis que as mesmas apresentam, bem como da relação teor de água/ argila.

As consequências resultantes dos problemas enfrentados durante a perfuração dos poços de petróleo estão associadas à instabilidade causada pela interação entre as formações argilosas e o fluido utilizado para atravessá-las variam desde o desmoronamento das paredes e alargamento do poço até seu completo fechamento [ZHONG *et al.*, 2012].

Dessa forma, a estabilidade de poços de petróleo vem sendo estudada considerando os aspectos mecânicos e químicos da rocha, principalmente, com relação às interações fluido-folhelho.

Uma forma de prevenir a hidratação de argilas é a adição de produtos químicos denominados inibidores de hidratação de argilas. Existem muitos tipos de inibidores de hidratação, podendo ser inorgânicos ou orgânicos. O mecanismo de atuação dos inibidores consiste, basicamente, na fixação de sua fração catiônica na superfície negativa das partículas de argila (CARDOSO, 2005).

Deste modo, este trabalho objetiva estudar a eficiência de formulações de inibidores de expansão no controle do inchamento de argilas bentonítica, visando indicar uma concentração e composição ideal para garantia de uma perfuração segura.

2. METODOLOGIA

2.1 Materiais

Para realização deste estudo foi utilizada uma amostra de argila industrializada, conhecida comercialmente por Brasgel PA. A argila foi fornecida pela empresa Bentonit União Nordeste Ltda – BUN, além do uso de três inibidores de inchamento de argilas, com isenção de cloro: acetato de potássio, sulfato de potássio e citrato de potássio e um inibidor utilizado em

larga escala comercial (utilizados no estudo como inibidor padrão) o KCl. Os aditivos foram estudados nas formas isolada e em conjunto aplicando um planejamento experimental de mistura e submetidos a testes de inchamento de Foster, descrito no item 2.2.1.

2.2 Métodos

2.2.1 Avaliação dos inibidores de argila

Para avaliar a eficiência dos inibidores, bem como as suas melhores concentrações foram realizados ensaios de Inchamento de Foster.

Com o objetivo de selecionar as concentrações dos inibidores que apresentem os melhores resultados em relação ao seu desempenho e de avaliar o grau de inibição de argilas expansivas dos inibidores químicos, foram realizados ensaios baseados na metodologia de inchamento de Foster (1953). Para tanto, em uma proveta de 100mL de capacidade contendo 50mL de água e inibidores nas concentrações de (8, 10, 12, 14,16, 18 e 20 g de inibidor/350 mL de água.) foi adicionado lentamente 1g de argila bentonítica ativada. Os sistemas foram deixados em repouso e após 24h foram efetuadas as leituras do inchamento. Esta etapa foi desenvolvida no Laboratório de

Análise de Rochas do IFPB- *Campus* Campina Grande.

A partir dos resultados obtidos de Inchamento de Foster com os inibidores em isolado, foram selecionadas as concentrações que apresentaram os melhores resultados e aplicado um planejamento experimental de mistura, nas proporções apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Matriz de planejamento de mistura

Composições	Inibidor I* (Sulfato de Potássio)	Inibidor II* (Acetato de Potássio)	Inibidor III* (Citrato de Potássio)
1	100,00	-	-
2	-	100,00	-
3	-	-	100,00
4	50,00	50,00	-
5	-	50,00	50,00
6	50,00	-	50,00
7	33,33	33,33	33,33
8	66,66	16,66	16,66
9	16,66	66,66	16,66
10	16,66	16,66	66,66

para os Inibidores I, II e III.

*em %

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 estão apresentados os resultados do Inchamento de Foster dos inibidores sulfato de potássio, acetato de

potássio, citrato de potássio e KCl isoladamente, para diversas concentrações.

De acordo com a classificação de Foster (1953), valores iguais ou menores que 2mL correspondem a um inchamento nulo, valores entre 3 à 5mL correspondem a um inchamento baixo, valores entre 6 à 8mL correspondem a um inchamento médio e para valores superiores a 8mL o grau de inchamento da argila é classificado como alto.

A partir dos ensaios para obtenção do grau de inibição de argilas expansivas dos inibidores químicos isolados, observou-se que para concentração de 8g / 350 mL de água nenhum dos inibidores estudados apresentaram grau de inibição nulo. Ao analisarmos a concentração de 12 g/ 350 mL de água nota-se que os inibidores KCl e acetato de potássio já apresentam valores nulos de inchamento, comprovando a efetiva inibição de ambos os aditivos a partir desta concentração.

Pode-se analisar por meio deste gráfico que em concentrações superiores a 16g/ 350 mL de água, que todos os aditivos químicos utilizados para este estudo de inibição foram efetivos no tocante à inibição de inchamento. Também foi realizado o ensaio em solução contendo apenas água (sem presença de aditivo) e constatou-se o valor de 18mL de inchamento, que de acordo com Foster, pode ser considerado como

inchamento alto, mostrando assim, a eficiência de todos os aditivos na melhoria do controle de inchamento.

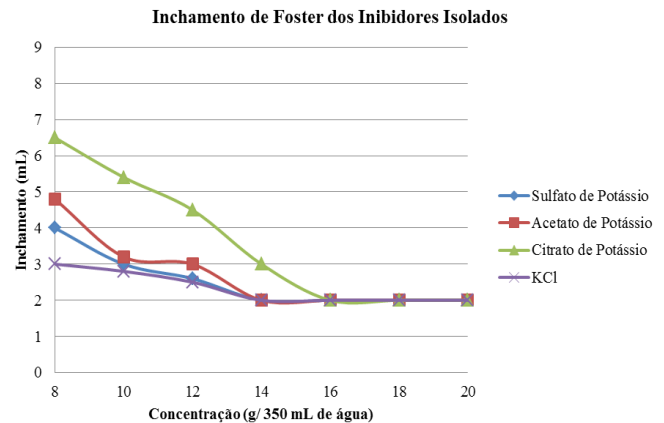


Figura 1: Inchamento de Foster aplicado à bentonita, utilizando concentrações de 4 a 20 g de inibidor/ 350 mL de água.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia de Foster para as soluções compostas com os inibidores isoladamente, foram selecionadas as concentrações que apresentaram resultados mais positivos e foram preparadas soluções com os inibidores em conjunto, cujas proporções de cada um seguiram a matriz de planejamento experimental de mistura representado anteriormente na Tabela 1.

Na Figura 2 estão representados os resultados de inchamento de Foster para as composições de misturas citadas anteriormente, (a linha em vermelho representa o padrão composto de 21 g de KCl), ao fazermos a análise do resultados podemos observar que a partir da

concentração de 12 g/ 350 mL de água algumas composições já apresentam valores nulos de inchamento. Metade das composições apresentam resultados nulos de inchamento e observamos que a concentração ótima para obtermos para todas as composições estudadas o inchamento nulo é a de 16g/ 350 mL de água.

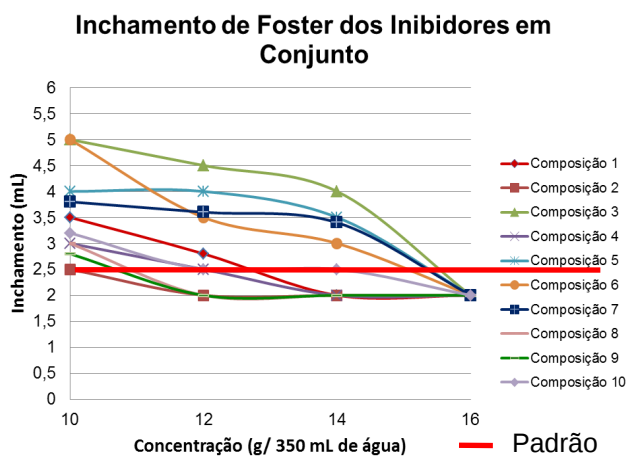
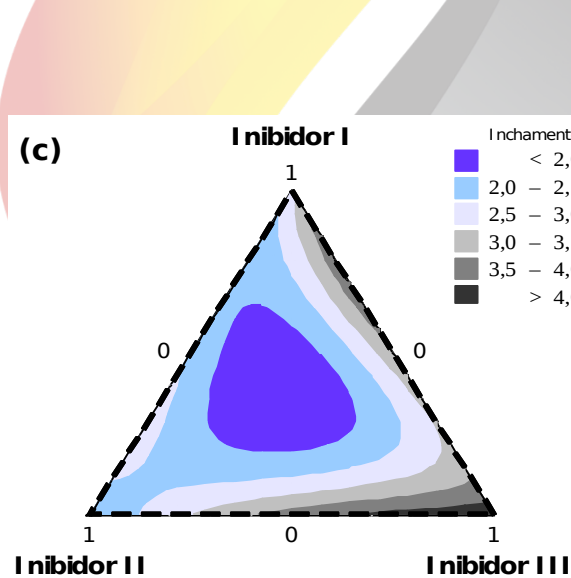
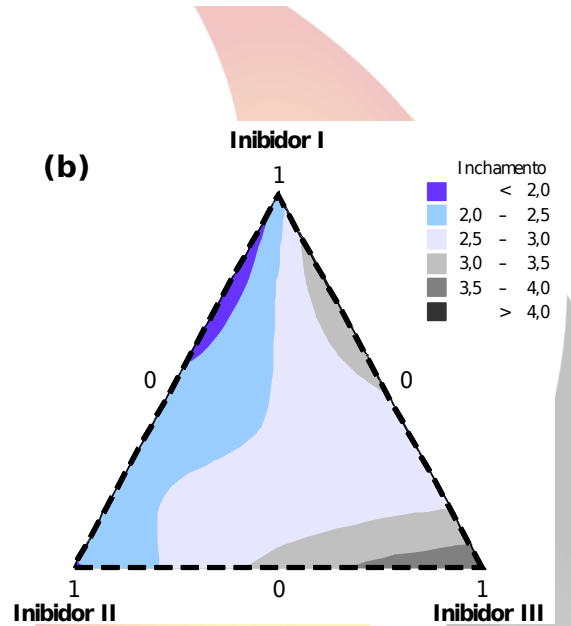
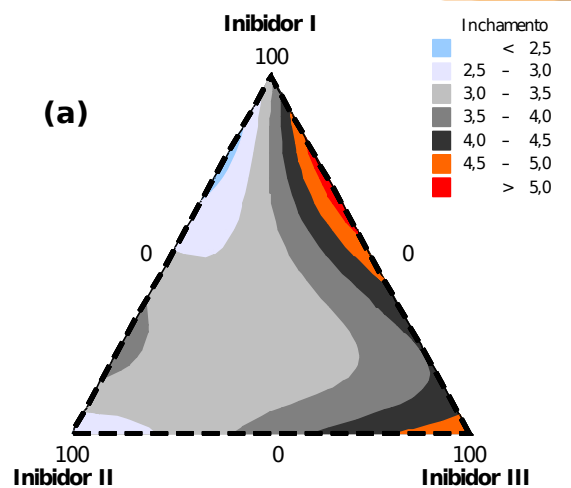


Figura 2: Inchamento de Foster aplicado à bentonita, utilizando concentrações de 10 a 16g de inibidores em conjunto/ 350 mL de água.

Para uma análise mais completa e confirmação dos resultados obtidos, os resultados de inchamento de Foster para as soluções compostas pela mistura dos inibidores selecionados (com ausência de cloro), foram submetidos ao programa MATLAB 5.1, no qual foram obtida superfícies de resposta, que podem ser observadas nas Figuras 3 a,b,c e d.



(d)

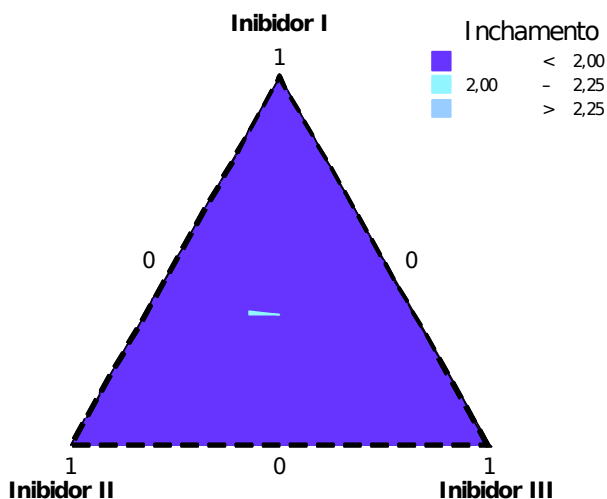


Figura 3: Superfície de contorno do inchamento para as concentrações: (a) 10 g de inibidor /350 ml de água, (b) 12 g de inibidor /350 ml de água, (c) 14 g de inibidor / 350 ml de água e (d) 16 g de inibidor /350 ml de água.

Analisando as superfícies de resposta comprovamos os resultados descritos anteriormente, podemos observar que para a superfície representada pela Figura 3a, que nenhuma composição apresenta inchamento inferior à 2 mL, e que com o aumento gradativo da concentração se amplia também a faixa de composições que apresentam inchamento nulo, até chegarmos à superfície ilustrada na Figura 3d na qual toda a

superfície de resposta se enquadra no inchamento nulo, o que confirma assim os resultados comentados inicialmente.

4. CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar a capacidade de inibição dos inibidores químicos estudados, por meio do inchamento de Foster e através dos resultados obtidos, concluiu-se que:

- os aditivos químicos selecionados, independente das concentrações utilizadas, reduzem o inchamento de argilas hidratáveis em comparação a formulações sem a presença do inibidor;
- o aumento no teor dos inibidores proporciona menor ou nenhum inchamento da argila;
- os inibidores selecionados (Sulfato, Acetato e Citrato de Potássio) apresentaram resultados satisfatórios ou próximos ao do KCl;
- os resultados sugerem que a melhor inibição de argilas é obtida com o uso dos inibidores em conjunto (composições binárias e ternárias).

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio do Programa de Apoio Institucional à



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Pesquisa – Bolsa de Pesquisador do IFPB, à System Mud- A Imdex Limited Company Indústria e Comércio Ltda pelo fornecimento dos aditivos estudados e a Bentonit União Nordeste- BUN pelo fornecimento da argila.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSI, G.L., FEDERICI, F.T.B.; BOSSI, T., MERLI, L., VIGANO, L., BOTTARELLO, L., **Swelling Inhibitors for Clays and Shales**, Patent application USPC Class: 507131, Houston, U.S.A, 2009.

CARDOSO, J. J. B. **Estudo do inchamento de bentonitas sódicas e avaliação do desempenho de inibidores pela difração de raios X**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2005.

CYGAN, R.T., GREATHOUSE, J.A., HEINZ, H., KALINICHEV, A.G., **Molecular models and simulations of layered materials**. Journal of Materials Chemistry, v.9, p. 2470–2981, 2009.

FOSTER, M.D., **Geochemical Studies of Clay Minerals. (Ii) Relation Between Ionic**

Substitution and Swelling in Montomorillonite, American Mineralogy 38, 1953, p. 994.

LOPES, L. F., SILVEIRA, B. M. O., MORENO, R. B. Z. L., **Loss circulation and formation damage control on overbalanced drilling applying different formulations of water based drill-in fluids on sandstone reservoir**, 31st International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

ZHONG, H., ; QIU ,Z., HUANG, W., CAO, J., , **Shale inhibitive properties of polyether diamine in water-based drilling fluid**, Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 78,p. 510–515, 2011.

www.conepetro.com
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br