

ESTABELECIMENTO DE CORRELAÇÕES ESTRUTURA PROPRIEDADES DE ACETAIS PARA FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Alessandro Oliveira de Barros (UFRJ), Elizabeth Roditi Lachter (UFRJ), Regina Sandra Veiga Nascimento (UFRJ)

Instituto de Química - UFRJ (Brasil) aleob@iq.ufrj.br

A geometria dos poços petrolíferos vem se sofisticando e atualmente existem, além dos poços convencionais, poços direcionais e com alto ângulo. Estes últimos vêm ganhando muita importância, pois a cada dia são descobertas novas jazidas sob lâminas de água cada vez mais profundas e tornando-se também necessário o desvio da trajetória dos poços. Esta operação implica que o fluido utilizado durante a perfuração da fase de ganho de ângulo, tenha uma alta lubricidade, que não é exibida pelos fluidos de base aquosa. Neste caso, são utilizados os fluidos de base orgânica, pois apresentam a necessária lubricidade. O presente trabalho se propôs ao desenvolvimento de novos fluidos de perfuração cuja fase contínua é constituída por diferentes acetais com diferentes tamanhos de cadeia, lineares ou ramificadas. Estes fluidos devem apresentar todas as propriedades necessárias para um bom desempenho na perfuração, e serem biodegradáveis. Uma série de acetais foi sintetizada a partir de diferentes álcoois (2-etil-hexanol e octanol) com diferentes aldeídos (hexanal e isobutiraldeído) através de reação de acetalização, utilizando-se como catalisadores o ácido p-toluenossulfônico e a resina Amberlyst 35. Foram estudados os efeitos da concentração de catalisador e da temperatura, bem como a variação da relação molar aldeído/ álcool. Os acetais obtidos pela reação de acetalização foram o hexanaldeído di(2-etil-hexil) acetal, o hexanaldeído di(octil) acetal e o isobutiraldeído di(octil) acetal. Utilizou-se estes acetais, juntamente com um acetal comercial (isobutiraldeído di(2-etil-hexil)acetal), na formulação de diferentes fluidos de perfuração, em uma tentativa de correlacionar as estruturas com as propriedades dos fluidos, estas obtidas através de ensaios API (American Petroleum Institute). Ao longo deste trabalho, foi desenvolvida uma formulação para este tipo de fluido (cuja fase contínua é o acetal) substituindo o (modificador reológico comercial por um copolímero. O fluido formulado com isobutiraldeído di(octil) acetal apresentou valores de gel inicial, gel final, e limite de escoamento acima do estipulado pela API. Entretanto, os fluidos formulados com os acetais hexanaldeído di(2-etil-hexil) acetal, hexanaldeído di(octil) acetal e isobutiraldeído di(2-etil-hexil) acetal apresentaram bons resultados nos testes pela API (volume de filtrado, estabilidade elétrica e reologia).

Fluidos de perfuração -1, Acetalização-2, Emulsão inversa-3

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente do que ocorre no cenário mundial, os maiores campos petrolíferos brasileiros se encontram em alto mar, o que torna sua exploração um desafio cada vez maior, pois a cada dia são descobertos reservatórios sob lâminas d'água mais profundas. Sendo assim, os cientistas e engenheiros brasileiros têm desenvolvido tecnologias consideravelmente sofisticadas e específicas, e ao mesmo tempo ecologicamente corretas. Com o passar dos anos a tecnologia brasileira vem sendo aperfeiçoada, e hoje em dia o País é líder mundial em exploração em águas ultraprofundas.

A geometria dos poços petrolíferos vem se sofisticando e atualmente existem, além dos poços convencionais verticais, os poços direcionais e os de alto ângulo. Para a perfuração de poços verticais utiliza-se frequentemente fluidos a base de água, excluindo situações onde existam folhelhos sensíveis ao contato com a água. Neste caso, são usados fluidos de base orgânica que minimizam o processo de inchamento dos folhelhos. Outra utilização importante para os fluidos de base orgânica é a perfuração com ganho de ângulo, onde se faz necessário uma maior lubricidade, que não pode ser obtida com uso de fluidos de base aquosa (Brantly, 1971).

Os primeiros fluidos de base orgânica eram formulados com óleo diesel, que apesar de apresentarem vantagens como uma excelente inibição da reatividade dos folhelhos, boa lubricidade e mínima corrosão, provocavam danos ambientais devido ao seu alto teor de hidrocarbonetos aromáticos. O substituto do óleo diesel veio a ser o óleo mineral o qual apresentava um bom desempenho e menor toxicidade (livre de hidrocarbonetos aromáticos). Entretanto, os derivados do óleo mineral não são capazes de se biodegradar no tempo necessário estabelecido pelos órgãos ambientais.

A solução encontrada foi a utilização de fluidos de base sintética que possuem as mesmas propriedades que os fluidos a base de óleo, mas têm a vantagem de não agredir o meio ambiente. Os primeiros fluidos de base orgânica

sintética foram à base de ésteres graxos, os quais são biodegradáveis. Contudo, trabalhos mostram que os ésteres sofrem hidrólise e se oxidam nas condições de perfuração em águas ultraprofundas. Com isso, têm se buscado desenvolver novas alternativas para os fluidos de base orgânica, para que sejam quimicamente estáveis e que atendam às crescentes exigências ambientais de biodegradabilidade e atoxicidade. Uma possível solução tem sido a utilização de acetais, pois estes são biodegradáveis e quimicamente estáveis. Entretanto, não existem na literatura estudos que correlacionem a estrutura dos acetais com o desempenho dos fluidos formulados, para que seja possível aperfeiçoar as propriedades dos fluidos obtidos (Hile, 1992 e 1998).

O objetivo deste trabalho consistiu na síntese de uma série de acetais com diferentes estruturas e sua posterior utilização como fase orgânica de fluidos de perfuração, objetivando identificar as características estruturais dos acetais que possibilitem a obtenção de fluidos de perfuração com as melhores propriedades.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Fluidos de perfuração

O sucesso da perfuração de poços de petróleo, bem como o seu custo dependem, em grande parte, das propriedades do fluido de perfuração, principalmente quando se trata de poços muito profundos.

Os fluidos de perfuração são de uma maneira geral, sistemas multifásicos, que podem conter água, material orgânico, sais dissolvidos e sólidos em suspensão nas mais diversas proporções. Esses fluidos são indispensáveis durante as atividades de perfuração de um poço, pois desempenham uma série de características essenciais, destacando-se: carrear os cascalhos gerados durante a perfuração; manter os sólidos em suspensão durante a interrupção da perfuração; resfriar e lubrificar a broca e o tubo de perfuração para evitar a corrosão; ser bombeável;

Para satisfazer essas exigências, o fluido de perfuração deve possuir propriedades físico-químicas que possam ser cuidadosamente controladas, para se ajustarem a uma grande variedade de condições em sub-superfície (Darley, 1988).

2.2 Classificação dos fluidos de perfuração

Os fluidos de perfuração são comumente classificados de acordo com o componente principal que constitui a fase contínua. Esses componentes podem ser gás, água ou óleo. Os fluidos a base de gás incluem aqueles nos quais o gás é a fase contínua (gás seco), e aqueles onde o gás é a fase descontínua, como em espumas e espumas compactas. Quando o componente principal da fase contínua é um líquido, o termo lama foi muito usado para a mistura formada pelos sólidos suspensos no líquido. Os fluidos são subdivididos em fluidos a base de água (*water based mud - WBM*) e fluidos a base de óleo (*oil based mud-OBM*). A presença de ambos os líquidos (óleo e água) juntos resulta em uma emulsão, formada através de agitação e da presença de um emulsificante adequado. A natureza química do agente emulsificante determina o tipo de emulsão. Nos fluidos a base de óleo a fase contínua é constituída por óleo, que pode ser de diferentes tipos como: óleo cru; óleo mineral (fração de hidrocarbonetos saturados de C12 a C18 contendo baixas quantidades de aromáticos); diesel (fração de petróleo destilado, contendo uma mistura não específica de parafinas, olefinas e aromáticos) (Darley, 1988).

Os fluidos de base orgânica sintética podem ser considerados como uma classe especial dos fluidos a base de óleo, onde a fase contínua é constituída de substâncias oleosas produzidas através de reações químicas (como por exemplo, ésteres e acetais) ou purificadas a partir de uma fração de petróleo. Do ponto de vista do desempenho, podem ser considerados como similares aos apresentados pelos fluidos a base de óleo, além de terem a vantagem de causarem um menor impacto ambiental, uma vez que são menos tóxicos e mais biodegradáveis (Darley, 1988).

3. METODOLOGIA

3.1.1 Síntese dos acetais

Nas sínteses dos acetais, foi utilizado um reator de quatro bocas com capacidade de 1,0 litro, no qual foi adaptado o *Dean stark* conectado a um condensador de refluxo. Em outra boca do balão foi colocado um septo de borracha para a introdução de fluxo de nitrogênio (para evitar a degradação do acetal devido a sua oxidação na presença de oxigênio) utilizando uma seringa descartável. Na terceira boca introduziu-se um termômetro para o

controle da temperatura reacional e por fim conectou-se, na ultima boca do reator, a haste do agitador mecânico. A adição dos reagentes foi feita pela boca do reator, onde estava conectado o termômetro. A razão molar aldeído/álcool utilizada foi de 1 para 8, já a concentração do ácido p-toluenossulfônico usada foi de 2% molar em relação ao aldeído. Primeiramente foram adicionados todos os reagentes, com exceção do aldeído. Posteriormente foi ligado o aquecimento que era controlado através de um termostato com o auxilio de um termômetro inserido no meio reacional. Quando a temperatura do meio reacional estava próxima da desejada (ponto de ebulição do azeótropo), adicionava-se o aldeído. A água gerada durante a reação foi retirada do sistema pelo azeótropo, que se acumulava no *dean stark*.

3.1.2 Síntese dos acetais utilizando resina Amberlyst 35

As reações de acetalização foram realizadas em balão de fundo redondo de duas bocas de 100ml, onde foi adicionado primeiramente o álcool, que teve seu volume variado de $5,0 \times 10^{-3}$ L (32×10^{-3} moles) até 10×10^{-3} L (64×10^{-3} moles). Posteriormente, foram adicionados 5×10^{-2} L de clorofórmio e em seguida, a resina Amberlyst 35, que teve sua concentração variada de 1×10^{-5} Kg até 1×10^{-4} kg. Por fim, foi adicionado 1×10^{-3} L do aldeído. Não se utilizou nenhum solvente para retirar a água do sistema, sendo esta função atribuída à própria resina.

3.1.3 Purificação do produto

Ao final das reações de acetalização, a mistura reacional foi transferida para um funil de separação ao qual foi adicionada solução básica (KOH_{aq} 3%p/v) para neutralizar o ácido p-toluenossulfônico. Depois de sucessivas lavagens, foi realizada a separação do acetal do meio reacional por destilação com arraste a vapor.

3.1.4 Caracterização dos produtos

Foi utilizado um espectrômetro de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier, modelo Magna-IR 760 da Nicolet. Os espectros foram adquiridos na região de 400 a 4000 cm^{-1} e as amostras foram analisadas sob a forma de filme líquido.

Para a análise de ressonância magnética nuclear de ^1H foram utilizados de $5-10 \times 10^{-6}$ Kg de amostra dissolvido em clorofórmio deuterado. O aparelho utilizado foi o espectrômetro de Bruker Avance DPX-200 (de 4,7 tesla), na frequência de 200 MHz.

3.2.1 Formulação dos fluidos

A mistura de componentes foi realizada com o auxilio de um agitador *Hamilton Beach* sob alta rotação, sendo importante a ordem de adição dos componentes, pois a mudança dessa ordem pode influenciar na estabilidade do fluido. Primeiramente foram adicionados os emulsificantes juntamente com o acetal, agitando-se a mistura por 20 minutos. Em seguida adicionou-se os demais componentes do fluido (tabela 1) agitando-se por 10 minutos entre cada nova adição.

Tabela 1: Aditivos usados nas formulações de fluidos a base de acetais.

Fluido a base de acetal	Quantidade
Acetal	210×10^{-3} L
Span 80	$11,77 \times 10^{-3}$ Kg
Tween 80	$2,23 \times 10^{-3}$ Kg
Salmoura	140×10^{-3} L
Cal Hidratada	$4,0 \times 10^{-3}$ Kg
Ecotrol	$2,0 \times 10^{-3}$ Kg
Modificador reológico	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg
Barita	4×10^{-2} Kg

Tabela 2: Concentração dos modificadores reológicos e o tipo de acetal usado nas formulações.

Fluido	Modificador Reológico	Quantidade	Composto Orgânico
1	Argila organofílica	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg	isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal
2	Novo modificador reológico	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg	isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal
3	Novo modificador reológico	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg	hexanaldeído di(octil) acetal
4	Novo modificador reológico	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg	hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal
5	Novo modificador reológico	$5,25 \times 10^{-3}$ Kg	isobutiraldeído di(octil) acetal

3.2.2 Avaliação dos fluidos formulados

Seguindo as recomendações do *American Petroleum Institute* (API) avaliou-se o comportamento dos fluidos formulados através dos seguintes parâmetros: reologia utilizando o viscosímetro; volume de filtrado com o filtro prensa de alta temperatura e pressão e a estabilidade elétrica.

4. RESULTADOS

Resultados das reações de acetalização

As reações de acetalização utilizando a resina Amberlyst 35 tiveram o objetivo de desenvolver um procedimento ambientalmente correto para a síntese de acetais. A ideia de se utilizar a resina como catalisador para as reações de acetalização, surgiu da necessidade mundial de se obter produtos por meio de processos que não agredam o meio ambiente. Sendo assim, a resina Amberlyst 35 se encaixa perfeitamente nesta nova ordem, pois ela apresenta características ácidas (sítio de Brønsted) necessárias para catalisar a reação, além de ser de fácil remoção do meio e não apresentar qualquer problema com relação à sua manipulação. Os resultados do estudo da utilização da resina como catalisador, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados das reações de acetalização após 5 horas, utilizando resina Amberlyst 35

Reação	Hexanal	2-Etil hexanol	Amberlyst 35	Temperatura	Conversão
A	8×10^{-3} moles	64×10^{-3} moles	1×10^{-5} Kg	Ambiente	65%
B	8×10^{-3} moles	64×10^{-3} moles	5×10^{-5} Kg	Ambiente	82%
C	8×10^{-3} moles	64×10^{-3} moles	1×10^{-4} Kg	Ambiente	95%
D	8×10^{-3} moles	48×10^{-3} moles	1×10^{-4} Kg	Ambiente	94%
E	8×10^{-3} moles	32×10^{-3} moles	1×10^{-4} Kg	Ambiente	79%
F	8×10^{-3} moles	64×10^{-3} moles	5×10^{-5} Kg	333 K	99%

Nas reações A, B, e C, estudou-se o efeito da concentração do catalisador na conversão do hexanal em hexanaldeído di(2-etil-hexil) acetal. Os resultados mostraram que quando se utilizou 0,1g de resina a conversão do aldeído foi total, ou seja o aumento da quantidade de resina aumenta a conversão. Para as reações C, D e E, estudou-se o efeito da razão molar aldeído / álcool, utilizando a concentração de catalisador que resultou numa maior conversão (estudada anteriormente). Pelos resultados verificou-se que a conversão independe da razão molar, para razões aldeído/álcool 1/8 e 1/6. Já quando se utilizou a razão molar de 1/4, a conversão foi menor que às obtidas anteriormente, constatando-se assim a necessidade de se utilizar um excesso de álcool nas reações de acetalização. Nas reações B e F, estudou-se efeito da temperatura. Foi observado que o aumento da temperatura levou a um aumento na conversão. As reações que utilizaram o ácido p-toluenossulfônico como catalisador, apresentaram uma conversão do aldeído superior a 80% para todas as reações.

Comportamento reológico

O comportamento reológico dos fluidos foi avaliado no viscosímetro Fann 35 A. Este teste tem como objetivo caracterizar o comportamento do fluido, que deve ser pseudoplástico. Sob altas taxas de cisalhamento o fluido deve ter baixa viscosidade, para que possa ser bombeado e para transportar os cascalhos gerados durante a

perfuração para fora do poço, já sob baixas taxas de cisalhamento (ou durante uma pausa na perfuração) o fluido deve ter uma alta viscosidade para formar um gel, que sustenta os cascalhos. Essa sustentação é fundamental para evitar que os cascalhos precipitem no fundo do poço provocando o seu entupimento ou prendendo a broca. O comportamento reológico dos fluidos formulados está apresentado na figura 1.

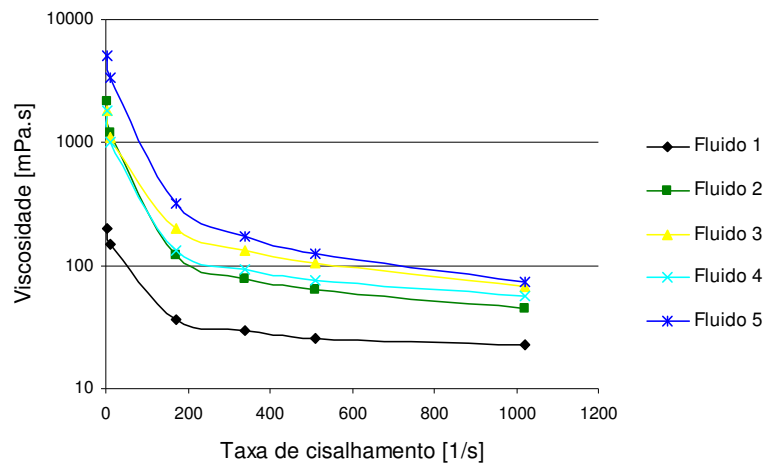


Figura 1: Dependência da viscosidade com a taxa de cisalhamento. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

A análise do gráfico (Figura 1) leva à conclusão que o **Fluido 1** (que foi formulado com o modificador reológico comercial a base de argila organofílica), apresentou baixa pseudoplasticidade, com isto, esse fluido não deve ser utilizado na perfuração de poços pelo fato da sua incapacidade de sustentar os cascalhos durante uma pausa na operação. Com relação aos demais fluidos formulados pode-se verificar que todos apresentaram alta viscosidade sob baixas taxas de cisalhamento. Entretanto, os valores de viscosidade para o **Fluido 5** foram tão altos que sua utilização poderia provocar danos ao motor da broca, pelo alto esforço na retomada da perfuração após uma pausa. Esse problema poderia ser solucionado com a diminuição da concentração do novo modificador reológico.

Também foram realizados os testes de gel final e gel inicial para os fluidos formulados após o envelhecimento. O objetivo deste teste é avaliar o efeito do envelhecimento do fluido na capacidade do fluido de sustentar os cascalhos, quando a perfuração é interrompida. A diferença na metodologia de análise do gel inicial e do gel final, está no tempo de repouso para sua realização. Para o gel inicial o repouso antes de se reiniciar o cisalhamento é de 10 segundos, já para o gel final é de 10 minutos. Dessa maneira, é possível verificar se a atuação do modificador reológico é rápida ou lenta, quando se reinicia a perfuração após uma pausa. A faixa estipulada pelo American Petroleum Institute (API) para o gel inicial é 3-12 lbf/100ft², e para o gel final, de 8-20 lbf/100ft². Os resultados são apresentados nas Figuras 2 e 3.

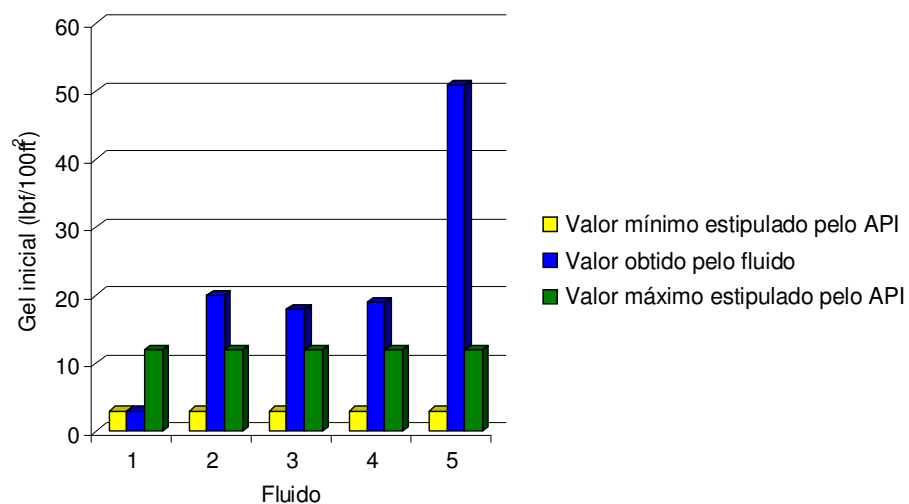


Figura 2: Valores de gel inicial para os fluidos formulados. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

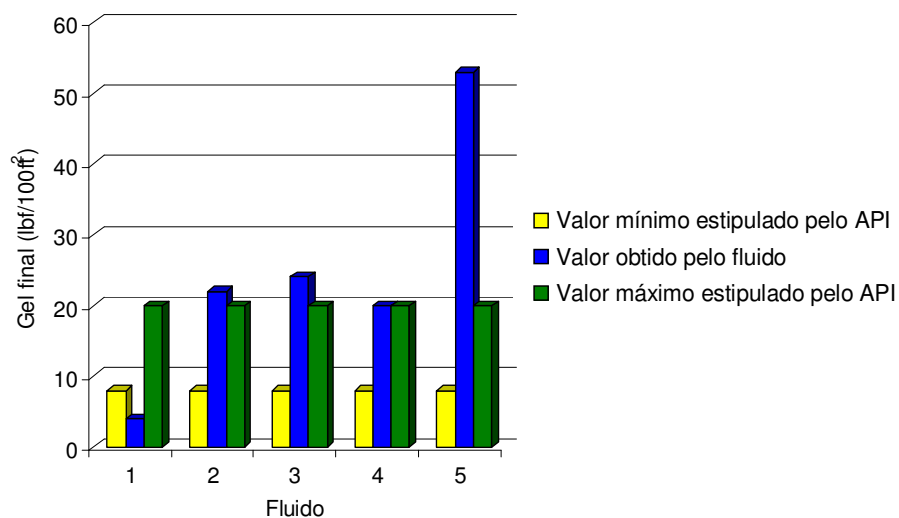


Figura 3: Valores de gel final para os fluidos formulados. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

Observando-se os resultados é possível concluir que tanto os fluidos formulados com argila organofílica (**Fluidos 1**) quanto o **Fluidos 5**, formulado com o novo modificador reológico, apresentaram valores de gel inicial ou de gel final muito distantes dos estipulados pelo American Petroleum Institute (API). Valores de gel muito elevados são indesejáveis, pois ao reiniciar a perfuração após uma parada, a alta viscosidade exigiria grande esforço mecânico. Já valores de gel muito abaixo dos estipulados pela API podem provocar o entupimento do poço devido a não

sustentação dos cascalhos pelo gel. Os demais fluidos apresentaram resultados muito próximos dos valores propostos pelo API.

Limite de escoamento

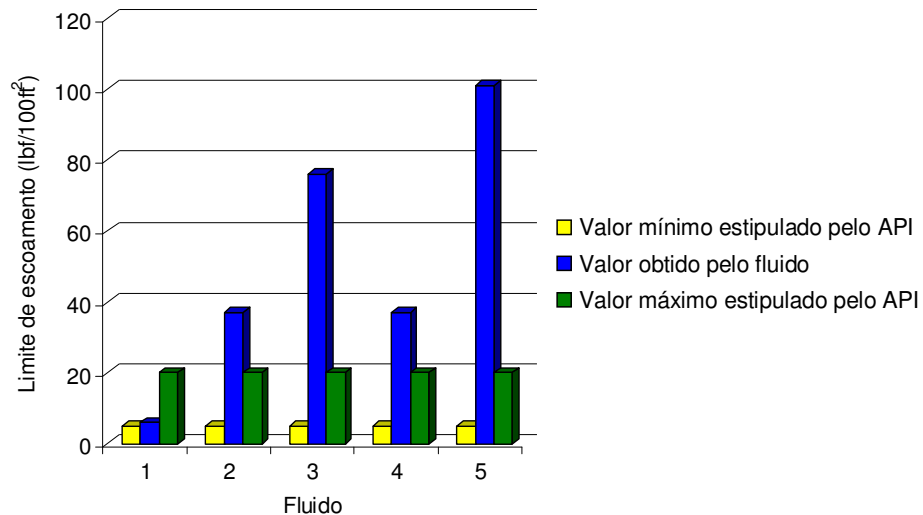


Figura 4: Valores de limite de escoamento para os fluidos formulados. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

O único fluido que apresentou resultado dentro da faixa estipulada pelo API foi o **Fluido 1**, os demais apresentaram altos valores de limite de escoamento. Valores elevados de limite de escoamento podem criar dificuldades para o escoamento do fluido. A solução para que os fluidos formulados com os acetais sintetizados nesta tese apresentassem valores próximos à faixa exigida pela API, seria a diminuição da concentração do novo modificador reológico.

Volume de filtrado

Outra análise muito importante é o volume de filtrado. O valor obtido está diretamente relacionado ao volume de fluido de perfuração que invadiria a formação, em determinadas condições de temperatura e pressão. O valor estipulado pelo American Petroleum Institute (API) é de no máximo 6×10^{-3} L (6 ml) de volume de filtrado. A Figura 5 apresenta os valores obtidos para os fluidos formulados.

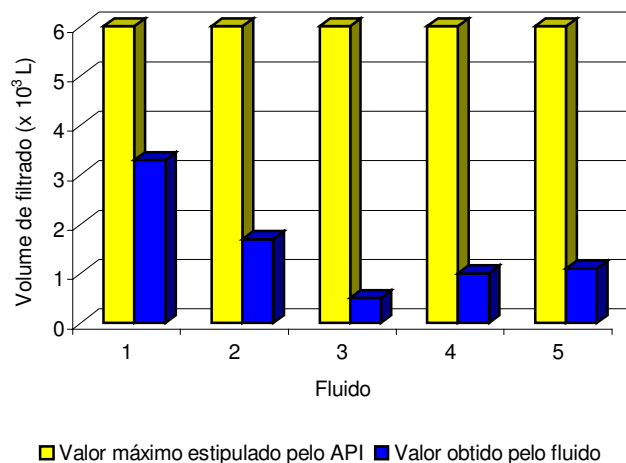


Figura 5: Valores de volume de filtrado para os fluidos formulados. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

Todos os fluidos formulados apresentaram volume de filtrado abaixo do máximo estipulado pelo API.

Estabilidade Elétrica

O valor de estabilidade elétrica indica o quanto à emulsão formada é estável. O valor estipulado pelo American Petroleum Institute (API) é de 300 V. A Figura 6 apresenta os valores de estabilidade elétrica para os fluidos formulados.

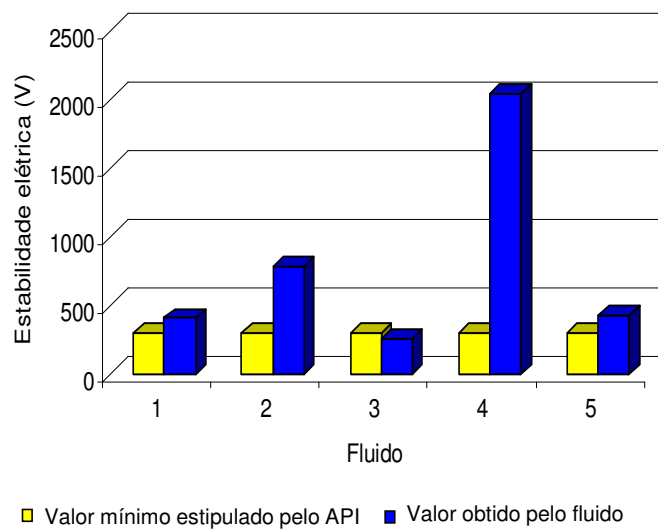


Figura 6: Valores de estabilidade elétrica para os fluidos formulados. **Fluido 1:** Argila organofílica, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 2:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 3:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(octil) acetal; **Fluido 4:** Novo modificador reológico, hexanaldeído di(2etil-hexil) acetal; **Fluido 5:** Novo modificador reológico, isobutiraldeído di(octil) acetal

Com exceção do **fluido 3**, todos os outros apresentaram estabilidade elétrica superior ao estipulado pelo American Petroleum Institute (API). O **fluido 4** se destacou por ter uma estabilidade elétrica superior a 2000 V, podendo, talvez este valor ser atribuído a uma maior interação dos emulsificantes com o acetal utilizado nesta formulação.

5. CONCLUSÃO

A resina Amberlyst 35 apresentou excelentes resultados na catálise de reações de acetalização, apresentando uma conversão superior a 90%. Com isso, a resina se torna uma alternativa para essa reação devido à sua fácil remoção do meio reacional, evitando uma etapa de neutralização do ácido. Além dessa vantagem, a resina apresenta a característica de não agredir o meio ambiente.

O fluido formulado com isobutiraldeído di(octil) acetal apresentou valores de gel inicial, gel final e limite de escoamento acima do estipulado pelo API. Esses valores podem ser corrigidos, otimizando-se a concentração do novo modificador reológico para esse acetal. Os fluidos formulados com os acetais hexanaldeído di(2-etil-hexil) acetal, hexanaldeído di(octil) acetal e isobutiraldeído di(2-etil-hexil) acetal apresentaram bons resultados nos testes API (volume de filtrado, estabilidade elétrica e reologia), podendo estes serem utilizados em substituição aos ésteres, que apresentam problemas de hidrólise e de oxidação nas condições de perfuração em águas profundas. Entretanto,

6. REFERÊNCIAS

- BRANTLY, J. E. **History of Oil Well Drilling**, Houston, Gulf Publishing Co, p 38-47, 1971.
- COSTA P., PILLI R., PINHEIRO S., VASCONCELLOS M. **Substâncias Carboniladas e Derivados**. São Paulo, Bookman, p. 85-97. 2003.
- DARLEY, C., GRAY, R., **Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids**, Houston, Gulf Company, 1988.
- HILE M., WITTKUS H., SCHOLS H. J., WEINELT F. **Use of Acetas**. P.A 5759963, Hoeschst Aktiengesellschaft, Alemanha, 1998
- HILE M., WITTKUS H., SCHOLS H. J., WEINELT F. **Use of Acetas as Lubricant Substitute**. EP 512501, Hoeschst, Alemanha 1992.
- WADE JR L. G. **Organic Chemistry**, New Jersey, Prentice Hall edição. p. 822-828. 1999.

Correlation structure properties of acetal to drilling fluids

The geometry of oil wells is becoming more sophisticated and nowadays, in addition to the conventional wells, there are horizontal wells and wells presenting high angles. These last ones have assumed great importance, because new deposits are being discovered at deeper water blades, making the shunt of wells' routes necessary. This operation implies that the fluid used during the drilling has high lubricity, which is not shown by water based fluids. In this case, oil based fluids are used, since they present the necessary lubricity. The present work intended to develop new drilling fluids, whose continuous phase consists of different acetals with different chain length, normal or branched. These fluids must present all the necessary properties for a good performance in drilling and also be biodegradable. A series of acetals was synthesized from different alcohols (2-ethyl-hexanol and n-octanol) with different aldehydes (hexanal and isobutyraldehyde) by the reaction of acetalization, using p-toluenesulfonic acid and the resin Amberlyst 35 as catalysts. It was studied the effects of the catalysts' concentration and of the temperature, as well as the aldehyde/alcohol molar ratio. The acetals obtained by the reaction of acetalization were hexanaldehyde di(2-ethyl-hexyl) acetal, hexanaldehyde di(octyl) acetal and isobutyraldehyde di(octyl) acetal. These acetals were compared with a commercial acetal (isobutyraldehyde di(2-ethyl-hexyl) acetal), in the formulation of different drilling fluids, in which the structures and the properties of fluids were correlated by API tests (*American Petroleum Institute*). Throughout this work, it was developed a formulation for this type of fluid (whose continuous phase is the acetal) substituting commercial rheologic modifier. The fluid formulated with isobutyraldehyde di(octyl) acetal presented values of initial gel, final gel and yield point above of the ones required by API. However, the fluids formulated with the acetals hexanaldehyde di(2-ethyl-hexyl) acetal, hexanaldehyde di(octyl) acetal and isobutyraldehyde di(2-ethyl-hexyl) acetal presented good results in the tests required by API (filtrated volume, electric stability and rheology).

Drilling Fluid -1, Acetalization-2, Inverted emulsion -3