

1

Introdução

1.1. Motivação

Os folhelhos são rochas sedimentares argilosas de estrutura laminar que apresentam baixas permeabilidades, de moderados a elevados conteúdos de argilominerais. Tais características fazem que sejam suscetíveis a diferentes fenômenos que causam instabilidade no processo de perfuração de poços de petróleo e gás.

Os folhelhos são comumente encontrados durante a perfuração de poços de óleo e gás, representando mais de 75% das formações perfuradas e sendo responsáveis por mais de 90% dos problemas de instabilidade de poços de petróleo (Montilva *et al.*, 2007).

Os principais problemas associados com formações rochosas constituídas por folhelhos são: alargamento do poço, fechamento de poço e aprisionamento de ferramentas, torque e obstrução, perda de circulação do fluido de perfuração e a dificuldades de revestimento e perfilagem. As resoluções desses problemas na perfuração precisam de cronogramas e métodos não considerados previamente, podendo ocasionar gastos excessivos na perfuração.

Fluidos de perfuração base óleo ou base óleo sintético foram usados durante muito tempo para combater o problema de instabilidade dos folhelhos devido à alta pressão capilar gerada no contato óleo-folhelho, que impede o ingresso de água e íons dentro da estrutura rochosa. No entanto, o uso destes fluidos foi restringido no mundo inteiro devido a legislações ambientais e ao custo elevado; assim, os fluidos base óleo foram substituídos por fluidos base água que são ambientalmente viáveis e de menor custo. Como consequência, vários problemas de instabilidade passaram a ser mais frequentes e formulações anteriormente utilizadas com sucesso em fluidos base óleo não se mostraram eficientes.

Dois tipos de instabilidade podem ser distinguidos, devido ao uso de fluidos de perfuração à base de água, os mecânicos e os físico-químicos. As instabilidades

mecânicas podem ser prevenidas e controladas mediante a otimização do peso do fluido de perfuração. Diferentes destas, as instabilidades físico-químicas são dificilmente controláveis e mais complexas, pois, além de possuírem diversas variáveis, dependem do tempo.

Nos últimos anos a indústria petrolífera foi incentivada a desenvolver fluidos de perfuração base água que cumpram a função dos fluidos base óleo, especialmente, no que se refere à estabilidade do poço. Foram testadas as eficácias de diferentes soluções salinas, aditivos, e fluidos que preveniam o incremento de poropressão na parede do poço. Os ensaios, basicamente, foram chamados de “transmissão de pressão” ou “ensaios de eficiência de membrana”. Exemplos destes métodos, dispositivos e resultados podem ser encontrados em varias referências (Mody and Hale, 1993, van Oort *et al.*, 1995, van Oort *et al.*, 1996, Ewy and Stankovich, 2000, Stowe *et al.*, 2001, Schlemmer *et al.*, 2003, Mody *et al.*, 2002, Ewy and Stankovich, 2002, Dye *et al.*, 2006). Estes pesquisadores avaliaram mediante estes ensaios o comportamento dos folhelhos quando submetidos a diferentes fluidos de perfuração em um campo de tensões estabelecido, com a finalidade de obter parâmetros que seriam diretamente usados na mitigação dos problemas de instabilidade nos folhelhos.

Finalmente, os projetos de estabilidade de poço, onde rochas argilosas como os folhelhos são perfuradas, requerem o conhecimento das propriedades estruturais e composicionais desta rocha, do fluido de perfuração e as interações que existem entre estes quando entram em contato, impondo as condições similares às dos processos de perfuração.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Esta dissertação tem como objetivo geral a obtenção experimental dos parâmetros de transporte relevantes aos mecanismos de interação folhelho-fluido de perfuração, em particular aos transportes de água e íons devido a gradientes hidráulicos e químicos.

Dois tipos de folhelhos de diferentes localizações foram estudados. Os corpos de prova destes folhelhos foram submetidos a diferentes soluções salinas aquosas, que simularam os fluidos de perfuração à base de água contendo eletrólitos, os quais são utilizados normalmente na indústria de petróleo como inibidores químicos de formações argilosas.

Os parâmetros de transporte obtidos, necessários para as análises de estabilidade de poço considerando os efeitos físico-químicos, foram: a eficiência de membrana ou coeficiente de reflexão (α), o coeficiente de difusão efetivo (D_e) e, por último, a permeabilidade absoluta do folhelho.

Para este fim, o Grupo de Tecnologia e Engenharia de Petróleo (GTEP) projetou a construção de quatro novas células de difusão que, junto à inicial desenvolvida por Muniz (2003), possibilitou ensaios simultâneos e, por conseguinte, a obtenção de maior número de parâmetros em menor tempo. A célula de difusão permite simular as condições de tensão in situ, além de avaliar a interação físico-química entre os fluidos de perfuração e os folhelhos mediante a imposição de gradientes químicos e hidráulicos. Devido ao incremento de novas células, foi necessário o desenvolvimento da metodologia para ser utilizada no transcorrer de ensaios simultâneos, a qual foi baseada na metodologia original desenvolvida por Muniz (2003). As fases do ensaio foram as mesmas propostas por Muniz na célula original, que foram também utilizadas por Duarte (2004) e Muniz (2005).

Uma campanha extensa de caracterização dos dois tipos de folhelho foi necessária, para um melhor entendimento dos fenômenos de interação rocha-fluido. Os resultados desta campanha de ensaios forneceram informações

essenciais para inferir o possível comportamento dos folhelhos frente aos fluidos de perfuração.

1.2.2.

Objetivos Específicos

Têm-se como objetivos específicos: a) caracterizar dos dois tipos de folhelhos; b) avaliar o funcionamento das novas células de difusão mediante ensaios com corpos de prova sintéticos e a calibração dos transdutores de pressão; c) desenvolver a metodologia para ser utilizada no transcorrer de ensaios simultâneos; d) ensaiar simultaneamente as células de difusão com corpos de prova dos folhelhos; e) obter a resistência à tração dos folhelhos mediante o Ensaio Brasileiro.

1.3.

Escopo

O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre a definição e origem dos folhelhos, e sobre os mecanismos de transporte de massa através deste tipo de rocha. Também são apresentados os mecanismos de instabilidade de poços e uma breve revisão sobre fluidos de perfuração em geral e as suas classificações.

No Capítulo 3 são apresentados os ensaios de caracterização dos folhelhos estudados, onde se inclui uma avaliação, mediante uma metodologia simples, da quantidade de carbonatos presente. Incluem-se também, uma breve revisão bibliográfica dos resultados obtidos da eficiência de membrana encontrados na literatura e a conclusão do capítulo.

O Capítulo 4 é dedicado à descrição das novas células de difusão e dos equipamentos associados com estas. Incluem-se também a metodologia utilizada na calibração dos transdutores de pressão, a descrição das fases de ensaio, e os procedimentos adotados no tratamento dos dados experimentais. Da mesma forma, apresenta-se a metodologia utilizada nos ensaios de tração indireta feitos nos corpos de prova ao final dos ensaios de difusão.

No Capítulo 5, são apresentados os resultados da calibração dos transdutores de pressão e os ensaios em corpos de prova sintéticos; na seqüência, apresentam-se as quatro campanhas de ensaios de difusão realizadas nos dois tipos de folhelhos, os ensaios de tração indireta, as análises dos resultados e as conclusões deste capítulo.

Finalmente, no Capítulo 6, apresentam-se as conclusões gerais e as sugestões para futuros trabalhos.