

1

Introdução

1.1.

Apresentação do problema

Durante a perfuração de poços de petróleo, o fluido de perfuração interage com as camadas de folhelho nas paredes do poço, com os cascalhos de perfuração e no contato broca-rocha. A interação físico-química entre os folhelhos e os fluidos de perfuração é uma parte da engenharia de poços ainda bastante nebulosa, mas credita-se a esta interação muitos dos problemas que ocorrem durante a perfuração (Rabe e da Fontoura, 2002a).

Os problemas referentes à interação rocha-fluido se manifestam sob diferentes formas, como por exemplo: perda de circulação do fluido, encerramento de brocas, prisão de ferramentas de perfuração, obstrução do espaço anular entre a parede, o poço e a coluna, além da dispersão e a incorporação de cascalhos nos fluidos (Steiger e Leung, 1990). Esses problemas estão relacionados com as propriedades do fluido de perfuração tais como densidade, viscosidade e composição química e com as propriedades dos folhelhos tais como diminuto tamanho dos poros, a baixa permeabilidade e a elevada superfície específica de seus argilominerais.

Tradicionalmente, os problemas geradores de instabilidade eram bem administrados através da utilização de fluidos base óleo, pois estes fluidos criam uma barreira ideal, que controla o influxo de água ou íons para dentro da formação. Nos últimos anos, em função de mudanças em legislações ambientais de diversos países, a utilização dos fluidos base óleo tem sofrido severas restrições, devido aos elevados níveis de contaminação de seus resíduos nos oceanos (van Oort, 1997). Por esta razão, fluidos base água têm sido utilizados amplamente, apesar de permitir um elevado fluxo de água e íons para dentro dos folhelhos.

O contato entre o folhelho e a água dos fluidos potencializa os problemas de instabilidade devido às cargas elétricas existentes nas superfícies dos

argilominerais dos folhelhos, que geram atrações e repulsão a certos íons. A atração à água gera hidratação e aumento das poropressões da formação e mudanças nas propriedades físico-químicas dos argilominerais. Esta hidratação e o inchamento dos argilominerais podem levar ao desmoronamento das paredes do poço.

Além do transporte de água, ocorre o transporte de íons. Este processo pode alterar a estrutura dos argilominerais, devido à capacidade de permutar íons, gerando sua instabilidade. Troca de íons também acarreta mudanças na composição química, densidade e na viscosidade dos fluidos em função de elementos químicos indesejáveis em sua composição (Simpson e Dearing, 2000).

1.2.

Relevância e objetivos do trabalho

Para a indústria do petróleo, torna-se cada dia mais imperioso conhecer o comportamento das rochas sedimentares argilosas quando interagem com os fluidos de perfuração, uma vez que os custos relacionados a problemas de instabilidade representam 20 a 30 % dos custos totais de perfuração, e que 80 a 90% ocorrem quando os equipamentos de perfuração atravessam os folhelhos (Steiger e Leung, 1992). Segundo Bol *et al.* (1994), o custo envolvido para a estabilização de poços ao atravessarem os folhelhos está estimado em 500 milhões de dólares por ano. Em um artigo publicado na Revista *Stick Tends* (1998), a British Petroleum (BP) reportou gastos da ordem de 92 milhões de dólares em 1997 e de 38 milhões de dólares no primeiro trimestre de 1998 com custos relacionados à perda de ferramentas (Hawkes e McLellan, 2000).

O objetivo do presente trabalho é estudar as alterações nas propriedades físico-químicas dos folhelhos e dos fluidos decorrentes da interação entre folhelhos e fluidos, através de ensaios laboratoriais de imersão. Para a realização do estudo da interação rocha-fluido, foi desenvolvido um equipamento de imersão em que as características eletroquímicas dos fluidos foram monitoradas durante o transcurso do ensaio. Ao final dos ensaios, foram novamente obtidas as propriedades destes materiais podendo-se qualificar e quantificar as variações em suas propriedades.

Deve-se frisar que, neste trabalho, o foco não se limitou somente ao estudo das variações das propriedades dos folhelhos, mas também das dos fluidos, pois estes também sofrem alterações de suas propriedades devido à interação.

1.3.

Escopo da tese

O Capítulo 2 apresenta uma revisão sobre a interação folhelho-fluido. Este capítulo está dividido em duas partes: a primeira trata dos conceitos fundamentais relacionados com a interação folhelho-fluido e a segunda apresenta os principais tipos de ensaios laboratoriais utilizados pela indústria para entender o comportamento dos folhelhos frente aos fluidos.

Os conceitos fundamentais englobam as propriedades e o comportamento dos argilominerais e dos folhelhos frente às soluções, às forças governantes e aos mecanismos que influenciam o transporte de fluidos e íons entre os folhelhos e os fluidos. A parte experimental engloba os ensaios laboratoriais para a obtenção da atividade, difusão, osmose, resistência, dispersão, abrasão e desintegração superficial das partículas dos folhelhos nos fluidos.

No Capítulo 3 está apresentada uma descrição das propriedades e de como são classificados os folhelhos, tanto do ponto de vista geológico-geotécnico, quanto do ponto de vista da indústria de petróleo. Nele está apresentada uma campanha experimental que envolveu ensaios que caracterizam os constituintes individuais e a microestrutura das amostras ensaiadas. Esta caracterização englobou não apenas os constituintes sólidos, mas também os vazios, através do estudo do arranjo dos poros.

O estudo sobre os principais tipos de fluidos utilizados como geradores de estabilização de folhelhos está apresentado no Capítulo 4. Destaque foi dado aos fluidos salinos base água inibidores de reatividade, contendo uma revisão sobre as suas principais características e classificações. Além da revisão, o capítulo apresenta, também, os resultados experimentais dos ensaios eletroquímicos, de densidade, viscosidade e composição química das soluções salinas à base de água.

O Capítulo 5 apresenta a metodologia e a descrição da campanha experimental para o estudo da interação folhelho-fluido de perfuração, obtida

através dos ensaios de imersão. Será apresentado também o equipamento de imersão desenvolvido e uma descrição das quantidades e dos tipos de ensaios realizados.

No Capítulo 6 é feita a análise dos resultados experimentais e no Capítulo 7 estão apresentadas as conclusões do presente trabalho e recomendações para futuros trabalhos. Os resultados dos ensaios experimentais de interação rocha-fluido estão apresentados em três apêndices. Do Apêndice 1 são apresentados os resultados dos ensaios eletroquímicos e químicos dos fluidos obtidos durante a imersão. Os resultados dos ensaios realizados com os fluidos e com os folhelhos após a imersão estão apresentados, respectivamente, nos Apêndices 2 e 3.