

1 Introdução

Problemas de produção de areia e estabilidade mecânica de poços de petróleo consomem, apenas na Europa, 500 milhões de dólares por ano (Bol *et al*, 1992; apud Santarelli, 1994). Estes dados mostram a importância econômica que o tema representa para a indústria do petróleo.

A produção de areia está relacionada com a produção de hidrocarbonetos em arenitos pouco consolidados. Este problema pode ser resolvido, ou amenizado até níveis aceitáveis, através de estratégias de completação específicas, prevendo-se o potencial de produção de areia de uma determinada formação. Especialmente nos casos de poços *offshore* e/ou campos de difícil acesso, a confiabilidade e produtividade associadas aos métodos de contenção de areia são fatores essenciais (Suman *et al*, 1991).

Os mecanismos de produção de areia são complexos e influenciados por cada operação do poço – desde a penetração da primeira broca até o início da produção ou injeção. O influxo de areia pode ocorrer em qualquer formação rochosa, desde que as tensões *in situ* sejam alteradas pelas operações de perfuração e completação, a ponto de enfraquecer a rocha matriz. Além desses fatores, Skjærstein *et al* (1997) averiguaram que é comum a produção de areia logo após o início da produção de água em arenitos friáveis, parcialmente consolidados e inconsolidados.

Para validar os modelos computacionais de predição de produção de areia, dados confiáveis são indispensáveis. Essas informações podem ser obtidas a partir de dados de campo, coletados em poços reais ou através de ensaios de laboratório (Kooijman *et al*, 1992).

O fluxo de sólidos pode ser controlado através de métodos mecânicos e/ou não-mecânicos, a fim de prevenir ou corrigir vários problemas, como por exemplo, a erosão de equipamentos e o colapso de poços. Os métodos não-mecânicos se referem às técnicas de interferência química ou física nas propriedades da formação ou no controle da velocidade de fluxo (a redução das

taxas de produção diminui a força de arraste dos grãos). Os métodos mecânicos são aqueles que consistem basicamente na colocação de um filtro no poço, de forma a conter os grãos que se soltam da rocha.

É de fundamental importância para a indústria do petróleo determinar o *drawdown* máximo – ou pressão diferencial entre o poço e o reservatório – a que estes sistemas mecânicos podem ser submetidos sem falhas. A falha no sistema de contenção de areia pode levar à produção não planejada de areia ou à perda de produtividade/injetividade do poço (Perez, 2009).

1.1.

Relevância da Pesquisa e Objetivos

O tema proposto para este estudo foi escolhido levando-se em consideração a demanda da indústria em relação à questão do *drawdown* máximo (diferença entre a pressão dos poros da formação e a pressão no interior do poço) a que o conjunto de telas pode ser submetido. Quanto maior o *drawdown* utilizado, menor é a possibilidade de formação de hidratos e maior é a vazão do poço. Neste estudo também foi analisada a questão de instalação do sistema de contenção mais utilizado nos campos *offshore* brasileiros – o *gravel pack*.

Os objetivos deste trabalho são verificar a influência do aumento de tensão efetiva na produção de areia, investigar o comportamento de um sistema de contenção de areia instalado em uma formação com potencial de produção de areia, entender como a carga é transmitida para o sistema e validar um modelo numérico desenvolvido para o estudo das condições de campo.

De acordo com Dusseault e Santarelli (1989), os processos de produção de areia na parede do poço são geralmente precedidos pela formação de zonas de dano de rochas ao redor do furo, chamadas *breakouts*. Por esse motivo, foram estudados 5 casos, no qual o primeiro deles é a verificação da formação de um *breakout* em poço aberto, sem a utilização de nenhum sistema de contenção de areia. Os outros quatro casos são reproduções do sistema *gravel-tela*, submetido a diferentes condições.

O modelo a ser validado por este estudo foi desenvolvido no ABAQUS, por (Rapello, 2009), engenheiro da Petrobrás, do ativo de Roncador (UN-Rio) e

consiste na análise da deformação do tubo utilizado para simular o *gravel-pack* durante a fase de carregamento do ensaio.

1.2. Organização do Trabalho

O presente trabalho está dividido em sete capítulos. O capítulo 2 caracteriza o fenômeno de produção de areia e apresenta os sistemas de contenção de areia disponíveis no mercado.

No capítulo 3 são apresentados os principais fundamentos teóricos necessários para o entendimento dos resultados.

O capítulo 4 descreve os ensaios poliaxiais, realizado por outros autores análogos aos deste trabalho.

O capítulo 5 descreve o procedimento experimental deste trabalho – confecção e caracterização das amostras, caracterização dos tubos e funcionamento e instrumentação da célula poliaxial.

O capítulo 6 apresenta os resultados obtidos para a simulação física do sistema de contenção *gravel-tela* submetido a diferentes condições, descreve os fenômenos observados e mostra a validação de um caso simulado através de um programa de elementos finitos

Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e recomendações para futuras pesquisas.