

1. Introdução

Na indústria do petróleo, é bem conhecido o problema de produção de areia, que quando não controlado, pode trazer conseqüências catastróficas.

Através do tempo, os estudos desenvolvidos para a compreensão do fenômeno mantêm-se focado na predição do começo da produção de areia, dando uma importância menor à sua quantificação.

Além disso, as soluções apresentadas para a solução do problema de produção de areia têm sido em função da classificação da rocha, sendo que, em reservatórios constituídos por rochas pouco consolidadas (resistência à compressão uniaxial, UCS entre 0-10 (Mpa)) o controle é baseado com técnicas de exclusão. Entretanto, em arenitos classificados como resistentes (com uma resistência à compressão uniaxial entre 10-30 (Mpa)) podem, em certos casos, ser produzidos com uma taxa controlada de areia.

Estas duas razões expressas nos parágrafos anteriores fazem que o campo a ser estudado neste trabalho seja de grande importância. Primeiro porque o fenômeno de produção de areia tem se observado desde o começo da vida produtiva do campo; sendo que o 40% da causa do fechamento dos poços na área é devido ao fenômeno e que na zona norte do campo (zona de interesse deste estudo) 74% dos poços atualmente encontram-se fechados devido ao problema.

Por outro lado, as condições do reservatório: rochas de uma resistência superior a 50 (Mpa) a mais de 5000 (m) de profundidade sob condições de pressão e temperatura extremas fazendo que o método de exclusão seja inviável. Tudo isto obriga à procura de metodologias que além de permitir entender os parâmetros que influenciam o processo, possam quantificar e de uma forma reproduzir o que acontece no campo.

Inúmeras técnicas para prever a produção de sólidos têm sido criadas para a indústria petrolífera por diversos pesquisadores. Vários modelos baseados em dados de campo, ensaios de laboratório e fundamentos teóricos têm sido propostos nos últimos anos. Contudo, os modelos até pouco tempo só eram capazes de definir o início da produção de areia, fazer análise de

estabilidade da cavidade e descrever a superfície da rocha fornecendo resultados mais qualitativos do que quantitativos.

As soluções numéricas podem ser vistas como uma das técnicas mais favoráveis, em termos de versatilidade, pois conseguem agregar vários eventos que podem intervir na produção de areia. Como experiência previa nesta área tem-se o trabalho de Silvestre (2004) onde foi estudado o comportamento de estabilidade de poços a través de modelos elastoplásticos reproduzindo o comportamento mecânico da rocha.

É por isto, que o presente trabalho visa à utilização do programa de elementos finitos *Abaqus* como uma ferramenta para a determinação do volume de areia produzida através da rotina que o programa implementou. O modelo proposto inclui os estágios onde o material sofre mudanças: cisalhamento, a completa desagregação seguida pelo apropriado gradiente necessária para fluidizar o material conseguindo a mobilidade ou o chamado processo de erosão.

Como método comparativo, será usado o modelo analítico de Willson, o qual permite a determinação da mínima pressão de fluxo, a partir de dados experimentais obtidos nos ensaios em cilindros de paredes espessas (*Thick Hollow Cylinder, TWC*) também desenvolvidos no presente trabalho.

O trabalho aqui descrito está dividido em oito (8) capítulos os fundamentos teóricos da produção de areia, mecanismos, fatores assim como modelos que permitem estudar o fenômeno são descritos no capítulo dois (2). O capítulo três (3) faz uma breve descrição do campo em estudo: características mais importantes e os dados utilizados para a modelagem.

O capítulo quatro (4) descreve o processo para a obtenção dos corpos de prova a serem ensaiados no laboratório. Os resultados destes ensaios foram apresentados no capítulo cinco (5).

A descrição da modelagem numérica em duas e três dimensões, assim como a simulação do ensaio do cilindro de paredes espessas é apresentada no capítulo seis (6). Os resultados das simulações mencionadas são apresentados no seguinte capítulo.

O capítulo oito (8) baseia-se no modelo analítico de Willson e seus resultados mais importantes. Por fim, no capítulo 9, com base nos resultados obtidos, descrevem-se as conclusões mais importantes do trabalho assim como algumas recomendações.