

6 Conclusões e Sugestões

6.1. Conclusões

Foi desenvolvida uma metodologia computacional hidromecânica acoplada para análise da estabilidade de poços em maciços fraturados, tanto para a parede de poço permeável como impermeável. Esta metodologia teve como objetivo principal calcular as pressões de colapso superior e colapso inferior, avaliando os principais parâmetros que influenciam estes valores, tais como a orientação e persistência das fraturas, o regime de tensões in situ e a poropressão.

A partir da utilização do software UDEC, foi realizada uma modelagem computacional de estabilidade de poço em duas etapas; a primeira corresponde a uma fase inicial de consolidação do maciço rochoso, a qual é uma operação que simula as condições naturais de compactação da rocha, enquanto que a segunda corresponde a escavação e busca das pressões de colapso.

Para o cálculo das pressões de colapso inferior e colapso superior, foram desenvolvidas duas funções na linguagem de programação *FISH* (empregando o software UDEC), as quais permitem avaliar o estado de plastificação da rocha intacta e o estado de limite de atrito das fraturas na parede do poço para um determinado peso do fluido de perfuração. Este procedimento foi realizado de forma iterativa testando vários pesos do fluido de perfuração até que nenhum ponto ao redor do poço estivesse plastificado e nenhuma fratura estivesse no limite de atrito.

Os resultados estabelecem que as condições de estabilidade diminuem quando a poropressão e a anisotropia das tensões aumenta, assim como também se existem orientações de fraturas entre 45 e 90 graus. Adicionalmente, foi verificado a partir dos resultados obtidos que para a condição de parede do poço permeável os problemas podem se agravar. Com base no anterior, se conclui que as recomendações nestas

condições são as seguintes: 1) perfurar as famílias de fraturas em direção a seu polo, 2) manter um bom reboco na parede do poço, e 3) evitar pesos da lama elevados o que pode ocasionar perda de fluidos nas fraturas e diminuição da estabilidade.

Foi realizada uma comparação entre a modelagem analítica convencional e a modelagem numérica de estabilidade de poços em maciços fraturados. A diferença nos resultados das pressões de colapso entre as duas modelagens é explicada em termos variação as tensões in situ, a poropressão e os modelos constitutivos. As tensões obtidas a partir das equações analíticas de Kirsch e as tensões calculadas numericamente são muito similares longe da parede do poço. No entanto, foi verificado que nas vizinhanças da parede do poço estes valores possuem uma diferença significativa. As causas destas diferenças se devem principalmente à livre movimentação e deformação individual dos blocos de rocha, assim como também a mudanças da poropressão, notando-se que estes valores são maiores na parede do poço. Acrescenta-se a isso que o modelo constitutivo analítico de Jaeger não leva em consideração a interação entre as famílias de fraturas, e por tanto esse fato é estabelecido como mais outra causa dessas diferenças. Por tanto, a depender das tensões atuando na parede do poço, assim como das geometrias das fraturas utilizadas nas duas modelagens anteriores, mudaram as pressões de colapso no poço.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Nesta dissertação foi realizada uma análise acoplado os efeitos mecânicos e hidráulicos como fatores dominante dos problemas de instabilidade. No entanto, recomenda-se considerar adicionalmente os efeitos associados a parâmetros como a temperatura e à atividade química das rochas, os quais são de grande importância em rochas argilosas fraturadas.

Recomenda-se realizar modelagens numéricas três dimensões, a fim de avaliar cenários geométricos diferentes aos avaliados na modelagem numérica em duas dimensões.

Realizar estudos sob o efeito do carregamento e descarregamento da pressão do fluido de perfuração nas paredes do poço a fim de simular as consequências deste efeito na estabilidade do mesmo. Salienta-se que esta prática operacional pode ser empregada durante a perfuração de um poço de petróleo em meios fraturados (Nicolson & Hunt, 2004).

Recomenda-se validar os resultados obtidos pelas modelagens numéricas com dados reais obtidos de situações em campo.

Desenvolver funções *FISH* para simular a diminuição do ângulo de atrito causada pela infiltração da lama na parede do poço. Salienta-se que a diminuição do ângulo de atrito causa, por sua vez, um efeito sobre a estabilidade de poços de petróleo (Chen *et al.* 2003).

Recomenda-se reproduzir o comportamento mecânico de maciços fraturados por meio da elaboração de amostras artificiais de rochas fraturadas em laboratório, a fim de validar ou construir diversos modelos constitutivos para a caracterização de um determinado maciço rochoso de interesse. Destaca-se que estudos similares têm sido desenvolvidos e publicados nesta área (Sagong *et al.*, 2011).