

1 Introdução

1.1. Definição do Problema

O mecanismo de perfuração rotativa em um poço de petróleo é resultado da ação da rotação da broca junto com a força que esta exerce sobre a formação, além da eficiente limpeza dos cascalhos devido ao fluxo do fluido de perfuração, no entanto, durante este procedimento há certos problemas principalmente da estabilidade das paredes do poço que podem dificultar a operação. A tabela 1.1 apresenta as principais causas de instabilidade, e que são amplamente classificadas em fatores controláveis e incontroláveis (naturais) em origem (McLellan *et al.*, 1994, Bowes e Procter , 1997; Chen *et al.*, 1998; Mohiuddin *et al.*, 2001).

Causas de Instabilidade de Poço	
Fatores Incontroláveis (Naturais)	Fatores Controláveis
Formações naturalmente fraturadas ou falhadas	Pressão no fundo de poço (densidade do fluido de perfuração)
Efeito do Tectonismo nas tensões in situ	Inclinação e azimute do poço
Elevadas tensões in situ	Transiente de poropressão
Formações móveis	Interações físico-químicas da rocha e fluidos
Formações não consolidadas	Vibrações da coluna de perfuração
Colapso de argilas naturalmente sobrepressurizadas	Erosão
Colapso induzido de argilas sobrepressurizadas	Temperatura

Tabela 1. 1 – Causas de Instabilidade de Poço (McLellan *et al.*, 1994).

Os mecanismos de instabilidade mais importantes são na realidade quatro e estão descritos na figura 1.1 (Pasic, 2007). Três de eles são mecânicos (breakouts, famílias de fraturas naturais com pouco espaçamento e planos de fraqueza, fraturas induzidas pela perfuração) e um de eles é químico (atividade química). De acordo com a figura 1.1 o 50% dos mecanismos mais comuns decorrem da presença de fraturas das fraturas, o que justifica a necessidade da compreensão do comportamento físico deste tipo de rochas.

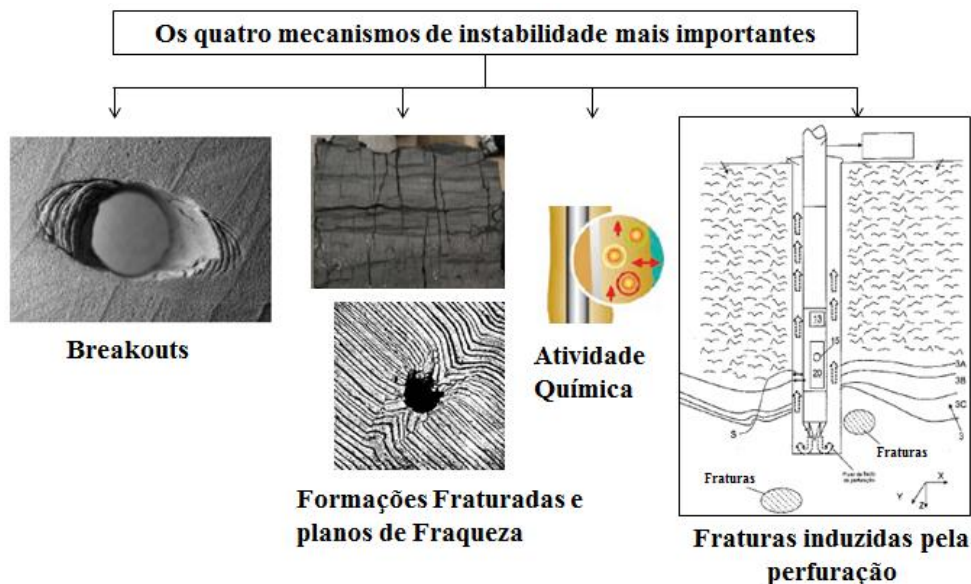


Figura 1. 1– Os quatro mecanismos mais importantes de instabilidade de poço (Pasic, 2007).

Neste trabalho será analisada a influencia das discontinuidades de formações naturalmente fraturadas na estabilidade de poço. A rocha nessas zonas pode-se romper em pequenas porções e se desprender da parede do poço, podendo causar diferentes problemas operacionais como, por exemplo, a prisão da coluna de perfuração (Nguyen *et al.*, 2007). Além disso, é possível o desprendimento de blocos da rocha no interior do poço por causa da vibração ou impacto do conjunto de fundo de poço (BHA, Bottom-Hole-Assembly) contra as paredes do poço, conforme apresentado esquematicamente na Figura 1.2. As vibrações na coluna devem ser minimizadas para ajudar a estabilizar essas formações (Bowes e Procter, 1997).

A severidade dos problemas do colapso do poço em formações fraturadas depende principalmente da orientação destas feições relativamente ao poço e ao estado de tensões. Os sistemas de fraturas naturais podem ainda fornecer um conduto para a

invasão do fluido de perfuração e alterar a estabilidade destas discontinuidades, bem como promover a degradação das propriedades de resistência da superfície.

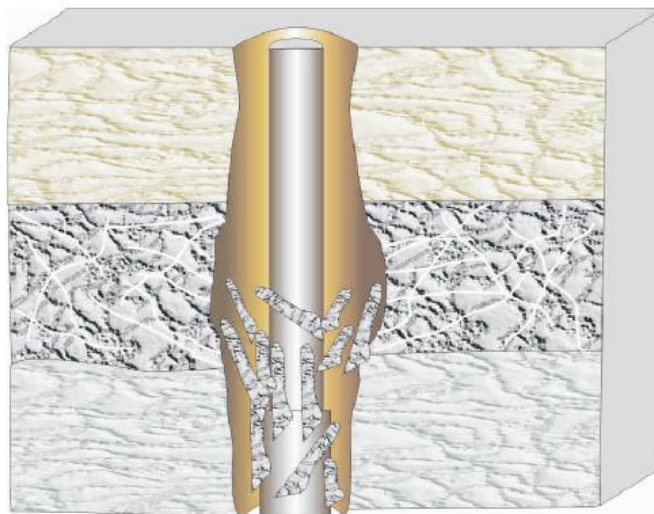


Figura 1. 2– Perfuração através de formações fraturadas (Pasic, 2007).

1.2. Motivação

A motivação deste trabalho consiste em entender os mecanismos ignorados na análise de estabilidade de poço convencional em formações fraturadas, por meio de uma modelagem hidromecânica acoplada, empregando o método dos elementos discretos. Este tipo de modelagem permite determinar, de uma forma mais realista, as pressões de fratura e de colapso em um maciço rochoso fraturado, e conseqüentemente, diminuir o impacto da presença de fraturas sobre estabilidade de poços, por meio de recomendações no ajuste de parâmetros de propriedades do fluido de perfuração tais como a densidade, filtrado e viscosidade.

1.3. Objetivos

O objetivo principal do presente trabalho é:

- Desenvolver uma metodologia computacional de perfuração de poços de petróleo em meios fraturados por meio do método dos elementos discretos (MED), aplicado

a uma análise 2D, mediante o uso do software UDEC (*Universal Distinct Element Code*).

De modo a atingir este objetivo, a presente dissertação considera as seguintes etapas de trabalho:

1. Realizar uma revisão de conceitos fundamentais da mecânica de rochas como: Estado de tensões tridimensional no maciço e simplificações de estados planos bidimensionais, relações constitutivas do material, tensões in situ, poropressão e critérios de ruptura (Mohr Coulomb, Critério da Tração).
2. Entender a metodologia de perfuração de poços de petróleo em meios homogêneos-isotrópicos por métodos convencionais.
3. Compreender os principais modelos constitutivos para descontinuidades como, por exemplo, os de: Jaeger e Cook, Patton, Barton.
4. Revisar os principais artigos publicados em estabilidade de poços de petróleo em meios fraturados utilizando critérios analíticos e o MED.
5. Entender e usar o software UDEC para as aplicações dos casos analise; isto inclui o entendimento da linguagem de programação **Fish**.
6. Comparar a metodologia de perfuração de poços de petróleo em meios homogêneos-isotrópicos e transversalmente-isotrópicos com a metodologia desenvolvida para rochas fraturadas, analítica e numericamente.

1.4. Estrutura do Texto

Antes de compreender o comportamento hidromecânico de uma rocha fraturada utilizando o método dos elementos discretos, será primeiro necessário realizar uma revisão biobibliográfica dos principais trabalhos desenvolvidos nesta área além de alguns conceitos fundamentais os quais são descritos no capítulo dois. O terceiro capítulo apresenta a teoria fundamental dos elementos discretos envolvendo o efeito hidromecânico associado e também uma introdução ao software UDEC. O capítulo quatro esta encarado de estudar o impacto das principais variáveis no comportamento da estabilidade de poço mediante a modelagem computacional. No capítulo cinco são comparados os resultados analíticos e numéricos de janela operacional. Finalmente no capítulo seis são apresentadas as conclusões e recomendações da pesquisa.