

8 Conclusões

Com o intuito de reproduzir numericamente um ensaio de cortador único (*single cutter*) foi necessário buscar o estado da arte em termos experimentais e numéricos acerca do tema, conforme apresentado na revisão bibliográfica.

Para a modelagem do comportamento mecânico da rocha foi necessária a descrição e implementação do modelo constitutivo de Drucker-Prager e do modelo de dano isotrópico. Através de uma modelagem de uma amostra de rocha submetida a um ensaio de compressão triaxial, foi calibrada a resposta da rocha modelada com o comportamento da rocha real.

A interação rocha-cortador foi simulada nos modelos de corte bidimensionais e tridimensionais através do contato tipo erosão, permitindo reproduzir eficazmente o desprendimento do material cortado.

O refinamento da malha de elementos fornece uma alternativa para o melhoramento dos resultados das simulações numéricas pelo método dos elementos finitos. Porém esta alternativa pode gerar um incremento notável no tempo de simulação.

Os modelos bidimensionais e tridimensionais do processo de corte produziram registro de forças muito similares com os registros obtidos em ensaios experimentais reportados na literatura. Isso demonstra que o comportamento mecânico da rocha foi adequadamente modelado.

Observou-se que o trabalho mecânico necessário para cortar a rocha sempre incrementou com o acréscimo da profundidade de corte e da pressão de confinamento.

Nos modelos bidimensionais do processo de corte, onde foram usadas profundidades de corte menores a 0.55mm, foi observada a diminuição da energia específica com o incremento da profundidade de corte. Porém, nos modelos tridimensionais foi possível constatar que se a profundidade do corte incrementa além de uma profundidade limite (no caso do arenito modelado, 0.55mm), a energia específica incrementa com o aumento da profundidade de corte. A profundidade de corte limite depende das propriedades particulares de cada rocha. Ela representa a máxima profundidade até onde é possível observar a diminuição da energia específica com o incremento da profundidade.

Os modelos bidimensionais e tridimensionais do processo de corte representaram eficientemente o comportamento dúctil que uma rocha apresenta quando o corte é realizado com pequenas profundidades. Esse comportamento dúctil é representado pela formação de lascas de material cortado.

Os valores de energia específica obtidos nas modelagens, bidimensionais e tridimensionais, em condições atmosféricas concordaram com as observações experimentais registradas na literatura. Assim os valores de energia específica em condições atmosféricas foram muito próximos ao valor da resistência à compressão não confinada da rocha.

A aplicação de pressões de confinamento no processo de corte simulado produziu um claro incremento da energia específica. Observou-se uma clara relação linear entre a pressão de confinamento aplicada e a energia específica necessária para o corte de rocha, indicando que este processo foi realizado num regime de comportamento dúctil do material.

A modelagem do processo de corte em rocha, através do método dos elementos finitos, conseguiu simular as condições do processo de corte em rocha durante a perfuração de poços de petróleo, onde o fluido de perfuração aplica pressões de confinamento na rocha a ser cortada.

Os modelos desta dissertação representaram a ação de apenas um único cortador, mas os resultados obtidos abrem a possibilidade de representar condições mais complexas da ação de uma broca completa. De tal modo, a modelagem numérica do processo de corte em rocha mostra-se como uma ferramenta para estimar os fatores que influenciam a eficiência do processo de perfuração. Portanto, esta modelagem pode facilitar a redução de custos operacionais através da predição dos fatores que alteram as taxas de penetração.

8.1. Trabalhos Futuros

Podemos destacar como sugestões de trabalhos futuros os seguintes tópicos:

- Modelagem de cortadores com superfície de desgaste para analisar a influência das forças de atrito no processo de corte de rocha.
- Análises do comportamento térmico do cortador durante o processo de corte em rocha através do método dos elementos finitos.
- Modelagem da ação conjunta de vários cortadores.