

1 INTRODUÇÃO

Proppant (ou propante em uma adaptação livre para o Português) designa o material de sustentação de fraturas criadas por ruptura hidráulica, no tratamento de poços de petróleo. Os principais tipos de materiais empregados são areias, areias tratadas com resina e propantes cerâmicos.

Areia tem sido o tipo mais utilizado, pela grande disponibilidade na natureza, baixo custo e pelo fato de propiciar uma condutividade adequada à fratura sob tensões de fechamento inferiores a 6.000 psi (41MPa). A areia tratada com resina é mais resistente que a areia pura e, dependendo do tipo de resina, pode resistir a tensões de fechamento da ordem de 8.000 psi (55MPa). Os propantes cerâmicos, dependendo da composição da bauxita empregada em sua fabricação, podem ser de dois tipos: *bauxita sinterizada de resistência intermediária*, para tensão de fechamento entre 5.000 a 10.000 psi (34 a 69 MPa), e a *bauxita sinterizada de resistência elevada*, indicada para tensão de fechamento superior a 10.000 psi (69MPa). Os propantes podem também receber tratamento para aumento de sua resistência ao esmagamento, redução da produção de finos e incremento da aderência entre partículas através da adição de agentes modificadores de superfície (SMA), tratamento com resinas (pré-curadas ou curável), adição de sólidos (fibras, filmes termoplásticos), etc.

Um dos grandes problemas da indústria do petróleo no tratamento de poços através de fraturas criadas por ruptura hidráulica (figura 1), é a ocorrência do refluxo do material de sustentação para o interior do poço, na fase de produção, com as seguintes possíveis conseqüências:

- a) perda da condutividade da fratura, o que reduz os benefícios do tratamento por fraturamento hidráulico;
- b) danos aos equipamentos, com abrasão de válvulas, tubulações e superfícies de dutos;

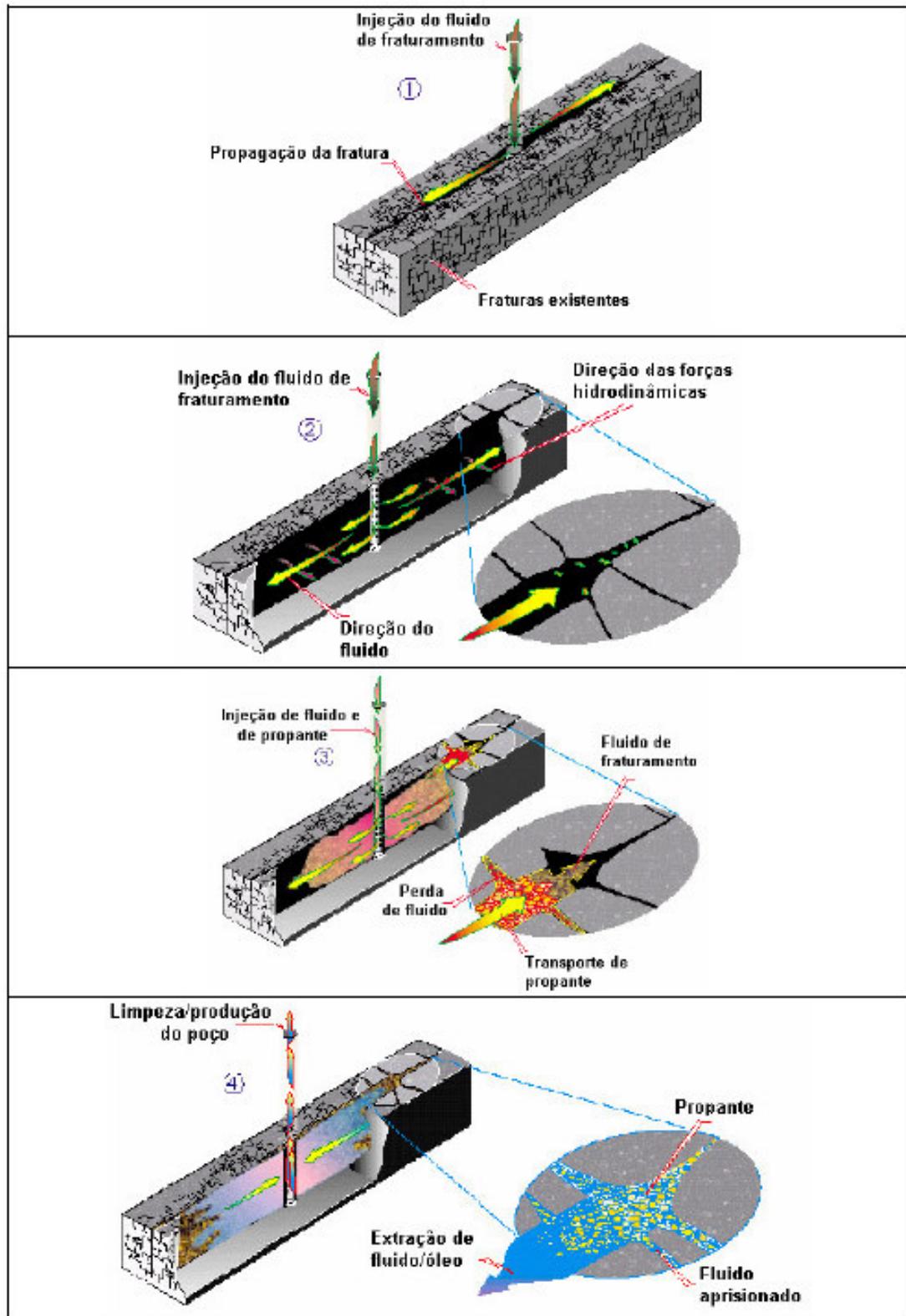


Figura 1.1 - Esquema da técnica de fraturamento hidráulico (EPA, 2004).

- c) atrasos e despesas necessárias para a limpeza do poço e disposição do propante, a não ser em casos em que o poço seja abandonado se os custos para retorno de sua produção sejam considerados excessivos.

O entendimento dos fatores que causam o refluxo do propante é essencial para a sua prevenção. Desde os estudos experimentais de Milton-Taylor et al. (1992) vários autores vêm ativamente investigando este problema. Discrepâncias nos resultados publicados na literatura possam ser encontrados, o que, de certa forma, é natural tendo em vista que apenas recentemente esta área atraiu o interesse da pesquisa.

Vários estudos experimentais, como o da companhia de empresas de petróleo Stimlab, têm auxiliado na compreensão dos mecanismos que governam o refluxo.. Outros modelos empíricos foram propostos na literatura, como o modelo da cunha livre (Andrews e Kjørholdt, 1988) e semi-mecânico (Canon, 2003), dentre outros, baseados em correlações que tendem a ser menos confiáveis à medida que as condições da aplicação do modelo se afastam das condições existentes dos ensaios de laboratório.

Os objetivos desta dissertação de mestrado é de investigar os mecanismos que propiciam estabilidade a um pacote granular, considerando como variáveis de controle a largura normalizada da fratura, a tensão de fechamento e o gradiente de pressão no fluido. A investigação é feita com base no método dos elementos discretos, através do programa computacional PFC (Itasca Consulting Group, 2004), no qual se procura simular o comportamento de um pacote granular sob o ponto de vista da mecânica das partículas, considerando a complexidade das interações mecânicas entre os grãos de propante e a ação do fluido sobre eles.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos:

O capítulo 2 descreve os fatores que influenciam o refluxo do propante em fraturas criadas por ruptura hidráulica, bem como os principais modelos empíricos para previsão de sua ocorrência.

O capítulo 3 é dedicado à uma apresentação sobre o método dos elementos discretos e à exposição das principais características, vantagens e desvantagens do programa computacional PFC utilizado nesta investigação.

No capítulo 4 são apresentados os principais resultados numéricos obtidos nesta dissertação, com discussão e comparação dos resultados obtidos por análises

computacionais bi e tridimensionais, bem como através da aplicação de modelos empíricos de previsão do refluxo de materiais de sustentação.

Conclusões da dissertação, bem como sugestões para pesquisas futuras, são feitas no capítulo 5.