

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O problema do refluxo de material de sustentação de fraturas hidráulicas não é recente e alguns estudos acerca desse fenômeno vêm sendo realizados ao longo das últimas décadas. O assunto, no entanto, ainda pouco conhecido por muitos profissionais de engenharia e restrito a um seleto grupo de pesquisadores e companhias de petróleo. Isto contribui para que os mecanismos que governam o fenômeno não sejam completamente esclarecidos, além do fato de que as condições de campo são dificilmente simuladas em laboratório e simulações numéricas são extremamente complexas devido aos fatores que intervêm no processo.

Sabe-se que, segundo um consenso entre os pesquisadores do assunto, alguns fatores influenciam no fenômeno, tais como a largura da fratura, tensão de fechamento, gradiente hidráulico e as características do propante. E algumas soluções para o problema também foram sugeridas, como por exemplo, o tratamento do propante com resina, cuja eficiência é comprovada em estudos anteriores (Milton-taylor, 1992; Andrews et al., 1998; Parker et al., 1999). Além disso, alguns modelos empíricos e teóricos foram desenvolvidos ao longo dos últimos anos, visando à previsão do refluxo de propante. Tais modelos, no entanto, diferem bastante quanto à abordagem dos parâmetros e quanto às variáveis de controle.

Mesmo diante da complexidade do problema de refluxo de propante e das alternativas para a previsão do fenômeno, o mesmo ainda não é considerado no projeto de fraturamento hidráulico. Por isso, muitas vezes, a técnica de fraturamento hidráulico não produz o retorno esperado e o poço tem a sua vida útil reduzida.

Desta forma, a presente dissertação de mestrado procurou contribuir com a indústria petrolífera através do desenvolvimento de uma ferramenta computacional, denominada PFP System, que visa à previsão do refluxo de propante mediante os modelos empíricos e teóricos existentes na literatura. Para isto, foi necessário um estudo intenso de cada parâmetro que influencia no fenômeno, especialmente àqueles abordados pelos modelos de previsão de refluxo de propante. A utilização da ferramenta PFP System tornou a previsão

de refluxo de propante mais dinâmica e iterativa, pois permitiu a análise de um mesmo cenário por todos os modelos, sem a necessidade de um novo fornecimento de dados. Além disso, a linguagem de programação adotada se mostrou adequada ao desenvolvimento do sistema, por ser uma linguagem clara e flexível. A opção por uma arquitetura MVC (model-view-controller) permitiu a obtenção de um sistema orientado a objeto bem organizado e eficiente, o que facilitará futuras complementações.

A análise da estabilidade do pacote granular no interior da fratura destacou ainda mais as diferenças entre os modelos existentes na literatura, pois mesmo aqueles que concordavam com a situação de estabilidade ou instabilidade do propante, apresentavam razões de estabilidade bastante diferentes. Verificou-se que alguns modelos não foram eficientes para a previsão do fenômeno nos cenários simulados por apresentarem valores críticos impraticáveis em situações de campo. Cabe lembrar que todos os modelos apresentam algum tipo de restrição em sua formulação, inclusive aqueles que exibiram resultados coerentes para os cenários estudados na análise de estabilidade. Além disso, a comparação dos resultados para a afirmação de um modelo mais eficiente é, no presente momento, praticamente impossível, diante da complexidade da simulação das condições reais de campo em laboratório.

O estudo paramétrico para a determinação de uma geometria ótima, apesar das limitações devido à adoção de um modelo bidimensional (PKN) para a geometria da fratura e às próprias limitações do modelo selecionado (Semimecânico), apresentou resultados coerentes em relação à largura da fratura para a qual o material de sustentação é estável no interior da mesma. O comprimento da fratura correspondente a essa largura, no entanto, foi reduzido significativamente, indicando valores inviáveis em campo. Todavia, este estudo mostrou que é possível e recomendável a consideração do refluxo de propante no projeto de fraturamento hidráulico.

O estudo para a determinação da variação da produtividade em relação à geometria da fratura evidenciou a influência da largura da fratura na produtividade do poço. Para se obter uma estabilidade do pacote granular, foi necessária uma redução acentuada no valor da largura da fratura. Cabe lembrar que os valores da largura da fratura foram obtidos a partir da variação do comprimento da fratura, mantendo-se constante a vazão de tratamento da fratura. Sabe-se que tais alterações no projeto de fraturamento hidráulico, reduzem significativamente a condutividade da fratura e, conseqüentemente a produtividade do poço. Todavia, isto implicará em uma vida útil maior para o

poço devido a não produção do material de sustentação de fratura, o que provavelmente conduzirá a uma produtividade maior em longo prazo.

Diante das conclusões apresentadas, em especial esta última, algumas sugestões para a continuidade do estudo nesta área de pesquisa podem ser citadas:

1. estudo da relação entre custo e produtividade no tempo para a comparação entre cenários nos quais a produção do material de sustentação de fraturas hidráulicas é observada e cenários nos quais o fenômeno não é observado;
2. estudo paramétrico para investigação da influência da vazão de tratamento na produtividade do poço e na largura da fratura, mantendo-se constante o comprimento da fratura;
3. investigação mais detalhada dos modelos empíricos e teóricos existentes na literatura, preferencialmente com simulações em laboratório das condições reais de campo, para a determinação dos modelos mais adequados à previsão de refluxo de propante;
4. aprimoramento da ferramenta computacional, PFP System, para a análise a estabilidade do propante no interior da fratura, assim como, para a determinação de uma geometria ótima;
5. modelagem numérica de cenários existentes, através do método dos elementos discretos, visando uma melhor compreensão teórica do fenômeno.