

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Agentes de sustentação de fraturas ou propantes utilizados em operações de fraturamento hidráulico representam hoje uma excelente alternativa para aumentar a produtividade de campos de petróleo de modo a aumentar a produtividade do poço ou mesmo poços cuja produção encontra-se em declínio. Os materiais usados como agentes de sustentação em operações de fraturamento para estimular a produção em poços de petróleo devem exibir propriedades tais que garantam a estabilidade da fratura, ao mesmo tempo em que assegure o escoamento do fluido da formação pelo material de sustentação. Em virtude das diferentes condições encontradas nas formações rochosas, materiais com diferentes características prestam-se a esta finalidade. O uso destes materiais, em geral sempre em grandes quantidades, representa para as empresas do setor de petróleo um custo razoável no que diz respeito às operações de fraturamento. A disponibilidade de outras opções de material que possam ser utilizados para esta finalidade coloca o setor diante de uma nova perspectiva de poder contar com uma variedade maior de materiais com características e propriedades diferentes para que possam ser usados em diferentes tipos de situações, de poços rasos a profundos, sob maiores ou menores tensões de confinamento, em poços em terra ou em mar, em maior ou menor contato com ácidos resultantes da ação de limpeza de poços ou mesmo de operações de acidificação de matriz. Outra questão é o fato das empresas do setor poderem optar por materiais que possam representar um custo menor sem perda da qualidade das operações.

Outro fator a se considerar no momento da escolha destes propantes é a questão do refluxo deste material ou como é mais conhecido na literatura, o *propant flowback*, que representa ainda hoje um problema para a indústria do petróleo.

Nesta tese procurou-se inicialmente estudar os propantes já existentes e utilizados, seus tipos, suas propriedades e tratamentos, bem como os mecanismos que governam o fenômeno do refluxo. Em seguida foram propostos alguns materiais alternativos para este fim. A busca por materiais alternativos é desejável para otimizar o desempenho e minimizar custos. Este trabalho relata a avaliação

de diferentes materiais para uso como agente de sustentação. Os materiais testados são: piso cerâmico moído, porcelanato granulado, miçangas vazadas e miçangas maciças (ambas usadas na confecção de bijuterias) e microesferas de vidro. Os materiais foram submetidos à avaliação previstas nas normas API, ISO e ABNT aplicáveis. Comparação em relação à questão do refluxo foi realizada entre o material que melhor resposta apresentou nos ensaios de caracterização realizados relacionados ao uso como propante e alguns outros propantes comerciais já utilizados. Os resultados mostraram como conclusões que:

- a) As microesferas de vidro resinadas 16X20 e 20X40 são uma boa opção para uso como propante. Devem ser resinadas pois desta forma atendem a especificação quanto à solubilidade máxima em ácido da Norma ISO que brevemente entra em vigor em substituição a Norma API. Com relação ao refluxo, apresenta características muito próximas aos de outros propantes comerciais de mesma categoria.
- b) O porcelanato esferoidizado também possui potencial para ser usado como propante, pelo menos para aplicações em poços mais rasos e em terra, onde, em geral, as tensões confinantes são menores. O problema da maior solubilidade em ácido pode vir a ser corrigido de forma semelhante a microesfera de vidro, ou seja, resinando os grânulos de porcelanato. A aderência da resina à superfície dos grãos de porcelanato tende ser muito mais uniforme, visto que a superfície destes grãos é mais rugosa.
- c) As miçangas vazadas mostraram-se totalmente ineficazes quanto ao uso como propante, mostrando-se totalmente frágeis e altamente sensíveis ao ataque ácido. O ideal seria repetir os teste utilizando uma miçanga constituída de outro tipo de material de maior resistência, guardando, é claro, o mesmo formato.
- d) Diferentemente das miçangas vazadas, as miçangas maciças também mostraram-se aptas ao uso como propante, em reservatórios sob tensões confinantes moderadas a altas. Recomenda-se apenas a aplicação de uma película de resina fenólica sobre as mesmas, seguindo o mesmo tratamento superficial dado às microesferas, para a melhor adesão do substrato, para que as miçangas possam aumentar sua resistência ao ataque ácido e melhorar ainda mais o seu Crush.

e) O propante a base de piso cerâmico, representa uma alternativa muito viável economicamente, pois pode ser processado a partir de sobras de restos de construções, apresentando viabilidade em termos técnicos, comparada a areia sem resina, muito utilizada como propante. Se resinada, tende a potencializar suas propriedades tornando-se uma boa opção de material a ser usado em poços mais rasos.

f) Em relação a análise de flowback, a simulação mostrou que as microesferas de vidro possuem comportamento semelhante a outros já utilizados comercialmente.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros neste tema de pesquisa, sugerem-se os seguintes tópicos:

a) Que seja feito um estudo da relação entre custo e produtividade com relação aos materiais alternativos aqui propostos a serem usados como propantes. Este estudo deve apontar em quais casos o uso destes materiais é mais vantajoso economicamente.

b) Execução de ensaios de laboratório buscando melhor avaliar a influência dos diversos fatores que caracterizam estes materiais de sustentação.

c) Modelagem numérica do fenômeno de *propant flowback* através do método de elementos discretos para os materiais selecionados para serem usados como propante, visando uma melhor compreensão teórica dos mecanismos que governam este refluxo.

d) Aperfeiçoar a técnica de adesão do filme de resina fenólica ao substrato (propante), de forma a tornar a proteção contra o ataque ácido mais eficaz.

e) Pesquisar o uso de outros tipos de resina que possam ser aplicadas ao propante, para aumentar ainda mais a eficiência e minimizar os custos de resinamento, que ainda são caros.

f) Realizar simulação de análise de flowback para os outros materiais pesquisados e que possuem potencial para serem usados como propantes, como o porcelanato e as miçangas maciças.

g) Pesquisar materiais orgânicos que poderiam ser usados como agentes de sustentação, os chamados biopropantes. Materiais como semente de açaí, urucum, estilosante mineirão, entre outros, que devido a sua dureza e baixa densidade merecem ser pesquisados, pois poderiam oferecer ótima relação custo-benefício.