

Nesse trabalho foi analisado o processo de deslocamento de um fluido por outro em geometria não retilínea. Até o presente momento, na literatura não se dispunha de estudos numéricos analisando este tipo de processo.

A partir da percepção da importância de se estudar o efeito decorrente de desvios durante a perfuração de poços horizontais foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para se investigar o Estado da Arte. Com base nisso, foi elaborada uma simulação numérica para determinar a eficiência do processo de cimentação, com o objetivo de entender melhor os fatores que influenciam a perfuração de poços horizontais.

Inicialmente foram realizados testes utilizando um modelo em dimensões reduzidas. No entanto, durante o decorrer dos testes para validação do modelo proposto, foi observado que seria mais interessante realizar o estudo com parâmetros adimensionais, pois esta metodologia permite a comparação qualitativa com qualquer tipo de modelo.

Foi utilizado o modelo reológico SMD (Souza Mendes e Dutra) para descrever as propriedades reológicas do fluido não newtoniano. Este modelo representa uma função contínua do modelo de Herschel-Bulkley, utilizado para descrever a maioria dos fluidos envolvidos na cimentação de poços.

Foram analisados os resultados das simulações tridimensionais, de modo a verificar os efeitos reológicos na eficiência do processo de deslocamento. Foi analisado o escoamento de um fluido newtoniano deslocando um fluido não newtoniano, e vice-versa.

Foi realizada uma avaliação gráfica da eficiência do deslocamento, verificando o percentual de fluido deslocado que permanece dentro do volume anular ao decorrer do deslocamento.

Em uma primeira análise, o fluido deslocador (não newtoniano) simula a pasta de cimento (ou o *gravel pack*) enquanto o deslocado (newtoniano) simula o colchão lavador (NN $\rightarrow$ N). Posteriormente, o fluido deslocador (newtoniano) simula o colchão

lavador enquanto o deslocado (não newtoniano) simula a lama de perfuração ($N \rightarrow NN$).

Observa-se nos deslocamentos $NN \rightarrow N$ que a eficiência diminui com o aumento da velocidade e com o aumento da viscosidade do fluido deslocado. Quanto maior a velocidade, maior o fenômeno de *fingering*. Ou seja, a quantidade de fluido deslocado que permanece em contato com a parede é maior com o aumento da velocidade.

Inversamente, verifica-se nos deslocamentos $N \rightarrow NN$ que a eficiência aumenta com o aumento da velocidade e com o aumento da viscosidade do fluido deslocador. Quanto menor a velocidade, maior o fenômeno de *fingering*. Ou seja, a quantidade de fluido deslocado que permanece em contato com a parede é maior com a redução da velocidade.

Em geral, as eficiências entre os deslocamentos entre fluidos não newtonianos com índice de consistência $n = 1,0$ apresentaram resultados semelhantes aos deslocamentos de fluidos com $n = 0,5$. Em alguns casos, os deslocamentos com fluidos com $n = 0,5$ apresentaram eficiência ligeiramente inferior, devido ao perfil da interface ser mais pontiagudo.

Após analisar o trabalho realizado é possível fazer algumas considerações relevantes acerca dos pontos que merecem ser abordados e investigados, visando estudos futuros.

Deve ser ressaltado que a eficiência de deslocamento não deve ser analisada unicamente. Deve ser levada em consideração a forma da interface entre os fluidos, bem como a eficiência de deslocamento próximo à parede.

A diferença de densidade entre os fluidos deve ser levada em consideração em um futuro estudo, de forma a incorporar as forças de empuxo como um parâmetro que influencia a eficiência do processo de deslocamento.

A execução de testes experimentais em modelo com dimensões reduzidas poderia ser utilizada para complementar a análise dos resultados. Nesse caso, os estudos numéricos adicionais deveriam considerar a diferença de densidade, a fim de possibilitar a comparação entre os estudos experimentais e numéricos.

Alternativamente, poderiam ser realizados estudos com a geometria do problema com formato ondulado (Figura 7.1). Esta geometria descreve mais fielmente o processo de perfuração horizontal, entretanto sua utilização em estudos experimentais torna-se inviável devido à dificuldade de fabricação.

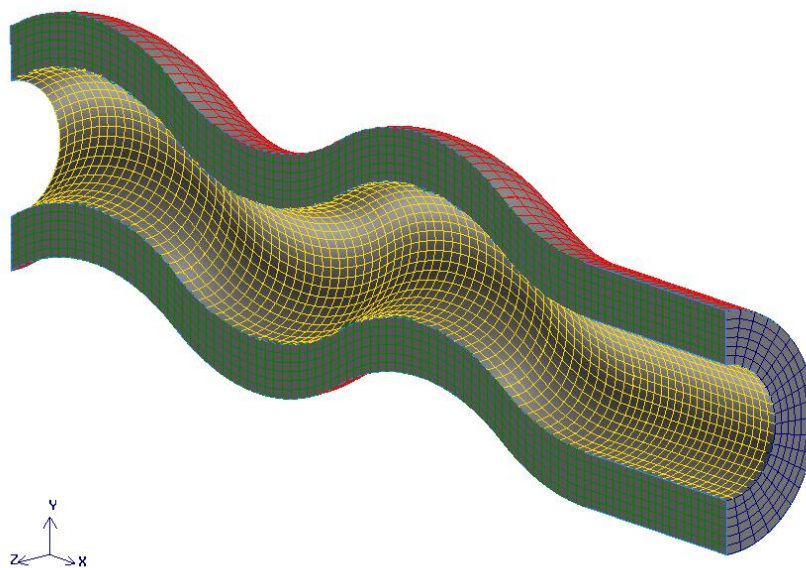


Figura 7.1 – Malha da geometria em formato ondulado