

5 Conclusões

5.1 Conclusões

O presente trabalho abordou o deslocamento de um fluido newtoniano por um não newtoniano, e vice-versa, em uma célula de Hele-Shaw retangular. O objetivo desse trabalho foi compreender o fenômeno da invasão do fluido de perfuração na formação rochosa. Para esse entendimento foi necessário analisar a evolução da interface entre os fluidos e determinar nas condições e situações as quais ocorre a transição *fingers/plug*, e vice-versa. Além disso, foram analisadas também as diferenças no escoamento devido às diferentes características de dois fluidos não newtonianos, sendo um flexível e o outro rígido.

O projeto de uma célula de Hele-Shaw que atendesse todas as necessidades de forma prática e simples foi um grande desafio. A presente célula atendeu todos os pré-requisitos, resultando em uma das melhores células comparada àquelas encontradas na literatura.

O fenômeno da instabilidade de Saffman-Taylor foi estudado por diversos pesquisadores, porém a maioria das pesquisas envolveu o deslocamento de líquidos, newtonianos e não newtonianos, pelo ar. O que demonstra a dificuldade do deslocamento líquido-líquido, presente nesse trabalho.

A partir dos dados obtidos foi possível observar que a transição *fingers/plug*, e vice-versa, ocorreu em torno de uma taxa de cisalhamento adimensional próxima a 3. Na Tabela 5.1 encontram-se os valores aproximados da taxa de cisalhamento adimensional da transição de cada teste realizado.

Tabela 5.1: Taxa de cisalhamento adimensional de transição.

Tipo de escoamento	$\dot{\gamma}^*$
Óleo/poliacrilamida	entre 3,0 e 4,0
Poliacrilamida/óleo	entre 3,0 e 4,0
Óleo/goma xantana	entre 3,0 e 3,5
Goma xantana/óleo	entre 2,0 e 2,5

5.2

Recomendações para futuras pesquisas

Após muito trabalho e um longo tempo de pesquisa, como pode ser observado nos capítulos anteriores, pode-se dizer que a bancada experimental está perfeitamente projetada e montada. Podendo assim ser utilizada em outros estudos que envolvam fluidos escoando em célula de Hele-Shaw.

Na presente tese foram realizados estudos para verificar a influência do tipo de polímero, rígido (goma xantana) e flexível (poliacrilamida), no padrão de formação, *fingers* e *plug*, dos escoamentos envolvendo os mesmos, além de analisar a transição *fingers/plug*. Realizados os testes com esses polímeros recomenda-se também o estudo da influência da viscosidade extensional no padrão de formação.

A fim de estudar a influência da elasticidade na formação dos *fingers*, pode-se utilizar, além da poliacrilamida, outros fluidos viscoelásticos como a carboximetilcelulose (CMC), um polímero natural derivado da celulose.

Outro tipo de estudo que pode ser realizado na célula de Hele-Shaw é a influência de fluidos viscoplásticos, ou seja, o efeito da tensão limite de escoamento na formação dos *fingers*. Um exemplo de fluido viscoplástico é o carbopol, um fluido a base de água de fácil manuseio, o qual pode-se variar a viscosidade variando-se a sua concentração no preparo.

Também seria interessante avaliar a influência da variação da tensão superficial através da adição de surfactante a um dos fluidos. Como a instabilidade surge devido à tensão superficial variável, alguns autores como Chan C. K. e Liang N. Y. (9) a denominaram "*surfactant driven instability*", baseados no fato do surfactante ser o responsável por esta variação.

Outra recomendação é buscar uma melhor adimensionalização. Ao invés de utilizar a taxa de cisalhamento adimensional ($\dot{\gamma}^*$), utilizar a viscosidade adimensional (η^*) para que a transição *fingers/plug* ocorra em $\eta^* = 1$.