

7

Considerações Finais

No presente trabalho analisamos o deslocamento de um fluido por outro em uma geometria anular. As visualizações obtidas experimentalmente serviram para comparação e possível validação do método numérico.

Os resultados experimentais do caso 1 foram bastante claros em mostrar uma influência da vazão na forma da interface. Quanto maior a vazão maior o fenômeno de atravessamento. Os resultados numéricos acompanharam essa tendência. Nos gráficos das eficiências vimos que, de fato, vazões baixas estão associadas a boas eficiências de deslocamento. A excentricidade não apresentou um papel determinante na eficiência do processo. O caso com cilindros concêntricos não apresentou as melhores eficiências devido ao demasiado encurvamento da interface. No entanto, para todas as situações de vazão e excentricidade, foi alcançado um percentual de substituição de 99% após um tempo de bombeio $t^*=1,75$.

Os resultados experimentais do caso 2 se caracterizaram pela ineficiência de deslocamento. O fluido deslocador, por ter menor viscosidade, apresentou dificuldades de deslocamento e a interface entre os fluidos era sempre pontiaguda e irregular. Devido a essa irregularidade no escoamento, que também pode ser atribuída a problemas no procedimento experimental com a válvula, não foi possível determinar claramente a relação da vazão com a eficiência do processo. Nos resultados numéricos a interface se apresentou mais regular e bem definida, apesar de pontiaguda. O modelo reológico de *Herschel-Bulkley* apresentou interfaces mais largas do que o modelo de *Carreau*, sobretudo para $\chi = 1$. Não foi possível concluir qual modelo reológico descreveu melhor o comportamento do fluido durante o escoamento. Dos gráficos das eficiências de deslocamento comprovamos a má eficiência do processo e a relação desta com a vazão. Apenas comparando os resultados desse caso com o caso anterior, após $t^*=1,8$, nesse caso, na melhor das situações, tivemos um percentual de substituição de apenas 85%.

Após analisar todo o trabalho, que apresentou resultados interessantes,

é possível fazer algumas considerações relevantes acerca dos pontos que merecem ser abordados e investigados, já visando a futuros estudos, aproveitando a planta experimental ou o modelo numérico disponíveis.

Primeiramente, é importante ressaltar que apesar desse trabalho se ater à forma da interface entre os fluidos, este não é o único parâmetro que define a eficiência do processo de deslocamento. Compreender de que maneira se comporta a posição da interface em contato com a parede pode fornecer melhores informações sobre a qualidade de um processo de substituição. Quando a velocidade relativa entre a ponta da interface e a linha de contato com a parede for próxima de zero, o processo de deslocamento é mais eficiente. A figura 7.1 mostra que quanto maior a diferença de velocidade entre a ponta e a linha de contato, maior é o resíduo de fluido deslocado. O caso 1 (interface azul) pode ser ilustrado justamente pelo caso 1 desse trabalho, fluido mais viscoso deslocando um menos; o caso 2 (interface vermelha) pelo fluido menos viscoso como deslocador.

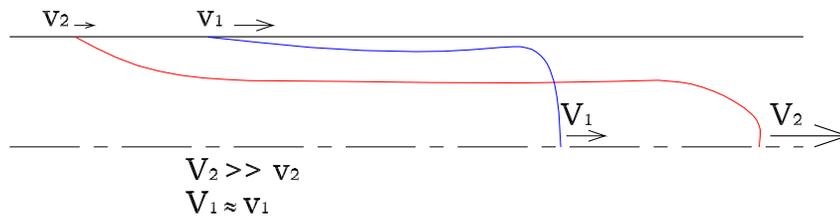


Figura 7.1: Velocidades da Ponta e da Linha de Contato com a Parede da Interface entre dois Fluidos

Na parte experimental, a visualização certamente ficou comprometida com a ausência de um plano capaz de servir de melhor comparação com o numérico. Planos gerados por laser apesar de serem testados não surtiram o efeito esperado. A má qualidade do tubo transparente de acrílico pode ter influenciado no espalhamento de luz que acontecia na parede do mesmo.

Um outro tipo de registro que não provocasse perturbações iniciais, no escoamento, sobretudo no caso 2 deveria ser empregado na saída da câmara plena. Uma razão da falta de simetria das imagens obtidas no caso 2 com $\chi = 1$ foi a interferência do registro de esfera. Uma válvula de guilhotina, com abertura simétrica, reduziria as perturbações indesejáveis locais.

Para avaliar as eficiências de deslocamento no experimento, um procedimento similar ao desenvolvido por Tehrani [30], que quantificava o percentual dos fluidos deslocador e deslocado na saída do experimento, poderia ser desenvolvido. Essa iniciativa poderia contribuir para a validação do simulador numérico, comparando os gráficos da eficiência de deslocamento com os que seriam obtidos no novo experimento.

Uma câmara que filmasse o escoamento todo, não somente a frente da interface, poderia fornecer maiores informações do nível de mistura e, inclusive, movimento da linha de contato com a parede do tubo externo. Além disso, novos fluidos, com diferentes reologias, poderiam ser avaliados.

No modelo numérico, deveria ser testada uma nova equação constitutiva que ainda representasse bem o comportamento reológico dos fluidos não newtonianos em questão, e que facilitasse os cálculos numéricos, e por conseqüência a convergência em cada iteração.