

## 7

### Comentários Finais e Sugestões

#### 7.1

##### Comentários finais

Esta tese investigou o deslocamento de uma solução polimérica diluída por um gás em um tubo capilar tanto por meio de simulações numéricas quanto por experimentos. A análise teórica consistiu da solução do sistema de equações de quantidade de movimento e da continuidade para escoamento em regime permanente, bidimensional, com superfície livre, acoplado a modelos constitutivos diferenciais (Oldroyd-B, FENE-CR e FENE-P) para descrever o comportamento reológico de soluções poliméricas diluídas e semi-diluídas. O contorno livre foi resolvido pelo mapeamento do domínio físico desconhecido em um domínio de referência fixo. O conjunto completo de equações diferenciais, incluindo a transformação do domínio físico para o de referência, foi resolvido pelo método dos elementos finitos. As previsões teóricas mostraram como as propriedades viscoelásticas do líquido afetam o campo de tensões próximo da interface gás-líquido bem como a espessura do filme depositado nas paredes do capilar. Os resultados concordam com trabalhos experimentais anteriores, mostrando que a espessura do filme diminui com relação ao caso Newtoniano de referência para baixos valores do número de Weissenberg, e então cresce com o aumento do número de Weissenberg. Entretanto, para altos valores do número de Weissenberg, as previsões teóricas mostraram que a razão da fração mássica atinge um platô, não observado em estudos anteriores.

Os experimentos consistiram da visualização de uma bolha de gás deslocando uma solução polimérica diluída em um tubo capilar. Soluções

aquosas de baixo peso molecular (PEG) e alto peso molecular (PEO) foram usadas a fim de avaliar os efeitos do comportamento viscoelástico. O tempo de relaxação das soluções poliméricas testadas variou entre  $\lambda = 0s$  (Newtoniano) e  $\lambda = 14,05s$ . A razão da fração mássica medida também apresentou um platô para altos valores do número de Weissenberg, como observado nas previsões teóricas. Existe um valor crítico de número de Weissenberg acima do qual as moléculas poliméricas não podem ser mais estendidas, e a tensão polimérica próxima à superfície livre atinge um valor máximo. Para valores de Weissenberg ainda maiores, a razão da fração mássica cresce mais ainda, acima do valor do platô. Este comportamento, não observado nas previsões teóricas, pode estar relacionado a efeitos de inércia não levados em consideração no modelo.

## 7.2

### Sugestões para trabalhos futuros

Há muito o que se explorar nessa linha de deslocamento de fluidos em tubos capilares. A continuação lógica do presente trabalho seria a investigação do deslocamento com interface líquido-líquido, variando a reologia tanto do líquido deslocante quanto do deslocado. Seria interessante identificar qual o efeito da razão de viscosidades na eficiência de deslocamento para o caso de líquidos complexos. Estando bem entendidos os mecanismos governantes da eficiência de deslocamento para um regime permanente de escoamento, simulações numéricas que incluíssem efeitos de inércia tenderiam a aproximar os resultados de casos mais realistas. Em seguida poderiam ser investigadas as instabilidades que ocorrem no deslocamento de líquidos reais, fazendo com que a bolha colapse. A compreensão destes tópicos parece ser crucial para a determinação dos parâmetros ótimos que irão garantir a qualidade dos processos industriais que se utilizam do deslocamento de fluidos.