

6

Comentários Finais

Simulou-se numericamente, com o software comercial FLUENT™, uma unidade básica de golfada tridimensional e transiente. O modelo VOF (*Volume of Fluid*) foi utilizado para capturar a interface entre as fases líquida e gasosa. Para representar o escoamento turbulento selecionou-se o modelo κ - ε RNG.

O domínio computacional foi definido longo o suficiente para conter a unidade básica da golfada e utilizou-se um referencial coincidente com a mesma. Dessa forma, foi necessário prescrever uma velocidade na parede igual à velocidade de translação de uma bolha alongada. A velocidade de translação foi estimada a partir de correlações empíricas e foi ajustada a partir do campo de velocidade obtido com a simulação, sendo necessário no máximo três simulações para conseguir determinar adequadamente um referencial que se deslocasse junto com a golfada unitária.

O valor obtido para a velocidade de translação da bolha no presente trabalho apresentou uma variação de 5% a 10% com relação ao valor previsto pela correlação empírica de Bendiksen (1984).

Comparou-se o formato da bolha com dados experimentais de Fagundes Netto (1999a) e pode-se afirmar que boa concordância qualitativa foi obtida. Foi possível verificar a tendência do nariz da bolha de dirigir-se para o centro da tubulação com o aumento da velocidade da mistura, de acordo com diversas observações experimentais na literatura. Também foi observado que o perfil de velocidades na golfada líquida é desenvolvido, conforme observado por Taitel e Barnea (1990).

O modelo VOF mostrou concordância razoável com dados empíricos para a velocidade de translação da bolha e é capaz de prever adequadamente a velocidade de deslizamento quando comparado com faixas de dados experimentais obtidos da literatura.

Comparou-se detalhadamente os perfis de velocidade axial e transversal em diversas coordenadas próximas ao nariz da bolha, como os dados experimentais

medidos por Fonseca (2009), correspondentes a seis casos. Observou-se em todos os casos erros abaixo de 15%, porém sistematicamente a metade apresentou melhores resultados (erros da ordem de 5%). Buscou-se identificar qual a característica do escoamento que não permite uma boa previsão com o modelo VOF. Construiu-se um programa em MATLAB™, baseado nos trabalhos de Taitel e Dukler (1976) e Barnea (1986), para predizer as transições entre padrões de escoamentos e localizar os regimes dos casos analisados. Todos os casos encontraram-se na região de transição de bolha alongada e golfada. Verificou-se que a previsão deteriora quando a razão entre as velocidades superficiais do gás e líquido cresce.

Também foi analisada a variação tensão de cisalhamento do líquido ao longo da parede da tubulação. Os resultados foram comparados com a previsão obtida com o código unidimensional baseado no Modelo de Dois Fluidos (Ortega, 2004 e Carneiro, 2005), apresentando uma concordância razoável. Verificou-se que a tensão cisalhante varia ao longo do perímetro molhado, com tensão máxima no fundo da tubulação.

6.1 Recomendações para Trabalhos Futuros

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se introduzir bolhas na entrada da tubulação, para simular o efeito de uma golfada aerada. Outra sugestão consiste em aperfeiçoar a metodologia utilizada neste trabalho para simular uma golfada líquida entre duas bolhas. Recomenda-se ainda investigar qual a distância entre duas bolhas de forma a obter coalescência destas. Além disso recomenda-se uma análise numérica exploratória no corpo da bolha ($50D < z < 60D$).

Como sugestão relacionada ao modelo de turbulência, recomenda-se aprofundar o estudo realizado aqui, referente a influência do modelo de turbulência na solução. Especial atenção pode ser focada no modelo de turbulência a ser utilizado para tratar a interface gás/líquido. Recomenda-se ainda investigar o desempenho de Modelo de Dois Fluidos tri-dimensional na previsão da Golfada.

Com última recomendação, sugere-se desenvolver uma metodologia para determinar os coeficientes de atrito necessários aos modelos uni-dimensionais a partir dos dados da simulação tri-dimensional.