

EM 803 – Escoamento de Petróleo em Tubulações  
1ª Lista de Exercícios: 20/08 >> 03/09

1- Formular a Equação de Conservação Unidimensional da Quantidade de Movimento do escoamento bifásico, passo a passo, preservando as complexidades inerentes ao fato de que a tubulação pode ser genérica, com área de seção transversal variável, que a velocidade das fases tem uma distribuição na seção transversal, que as fases podem não ser uniformemente distribuídas na seção transversal e que as pressões do líquido e do gás podem ser diferentes.

2- Utilizando o gráfico do gradiente de pressão total retirado do livro de Gouvier e Aziz (está reproduzida no material de aula), calcular o gradiente de pressão por atrito em um escoamento de água e ar horizontal que tem por velocidades superficiais do líquido e do gás:  $j_L = 0,3$  ft/sec e  $j_G = 3,0$  ft/sec (G&A usam  $V_{sl}$  e  $V_{sg}$  para nomear as respectivas velocidades superficiais). Desprezar o gradiente de pressão por aceleração. Lembrar que a velocidade superficial,  $j_k$ , é a vazão da fase ( $k = L$  ou  $G$ ) dividida pela área da seção transversal da tubulação. O diâmetro da tubulação está dado na legenda do gráfico.

3- Um escoamento de água e ar ocorre em uma tubulação circular vertical de 52 mm de diâmetro com as vazões in-situ (isto é, na posição de medida) de  $3,8$  m<sup>3</sup>/h de água e  $0,4$  m<sup>3</sup>/h de ar ( $\rho_{ar} = 1,4$  kg/m<sup>3</sup>),  $\rho_{H_2O} = 998$  kg/m<sup>3</sup>). Considere que o escoamento tenha uma distribuição topológica das fases de tal forma que o ar esteja distribuído pela massa contínua de líquido como pequenas bolhas, e que a velocidade relativa média das bolhas seja uniforme e igual a  $0,25$  m/s. Calcular: a fração de vazio e o título da mistura; a velocidade de deslizamento; a razão de deslizamento, e o fluxo de deslizamento. Calcular agora os gradientes de pressão por atrito (calcule o fator de atrito de acordo com Blasius,  $f = 0,079Re^{-0,25}$ , onde  $Re$  = número de Reynolds) e gravitacional. Liste as simplificações assumidas para fazer estes dois últimos cálculos.