

DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS PARA A VISUALIZAÇÃO E MEDIÇÃO DE ESCOAMENTO BIFÁSICO AR-ÁGUA

Aluno: Bruno Nieckele Azevedo

Orientador: Luís Fernando Alzuguir Azevedo

1. Introdução

Escoamentos bifásicos de líquido e gás são encontrados em diversas aplicações industriais e na natureza. O escoamento em geradores de vapor, em dutos de produção e transporte de petróleo, em processos de refino são apenas alguns exemplos de sua aplicação. A capacidade de previsão destes escoamentos depende de um bom conhecimento dos padrões de escoamento que podem ser formados durante a movimentação dos fluidos. A Figura 1 ilustra os diversos padrões que podem ser obtidos em um escoamento bifásico gás-líquido vertical. A verificação de modelos de transporte entre as fases requer métodos experimentais que sejam capazes de fornecer detalhes do escoamento. Os métodos óticos são adequados tanto para fornecer informações qualitativas (visualizações) quanto quantitativas das fases do escoamento. Este trabalho faz parte de uma linha de pesquisa do Laboratório de Engenharia de Fluidos do Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-Rio, onde se busca desenvolver técnicas de visualização e processamento digital de imagens aplicadas a escoamentos bifásicos.

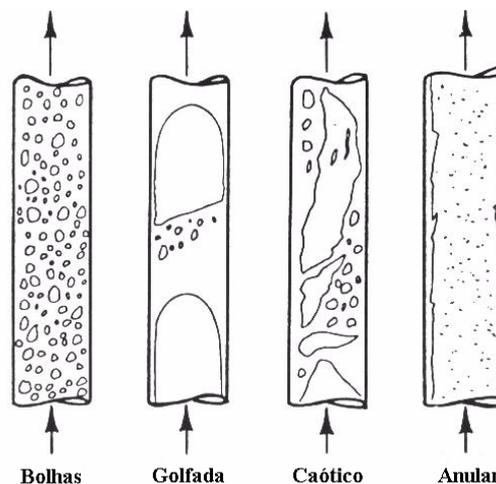


Figura 1 – Padrões de escoamento bifásico vertical

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho é desenvolver técnicas óticas de visualização e medição de escoamentos bifásicos ar-água escoando nos padrões de golfada e anular, baseadas na iluminação por laser pulsado, no uso de técnicas de separação de fases por fluorescência e do processamento digital das imagens capturadas.

3. Metodologia e Resultados

A metodologia empregada no trabalho envolve a iluminação de seções transparentes de tubos utilizando planos de luz laser pulsada, sincronizada com a captura de imagens por câmeras digitais. Um dos problemas mais relevantes a ser resolvido para garantir o sucesso da utilização destas técnicas óticas está relacionado com a capacidade de separação das imagens das fases líquida e gasosa. A luz espalhada nas interfaces gás-líquido é, normalmente, muito mais intensa do que aquela espalhada por partículas traçadoras distribuídas no líquido. Estas partículas são utilizadas para a determinação do campo de velocidade da fase líquida e, geralmente, possuem diâmetros reduzidos, da ordem de alguns micrometros.

Nos experimentos realizados investigou-se a utilização de materiais fluorescentes para auxiliar a separação das fases. No presente trabalho Rodamina 610 foi utilizada diluída em água ou impregnando partículas sólidas de poliestireno com cerca de 5 μm de diâmetro. A Figura 2 apresenta uma vista esquemática da montagem em fase de construção a ser utilizada na visualização do escoamento anular horizontal ar-água.

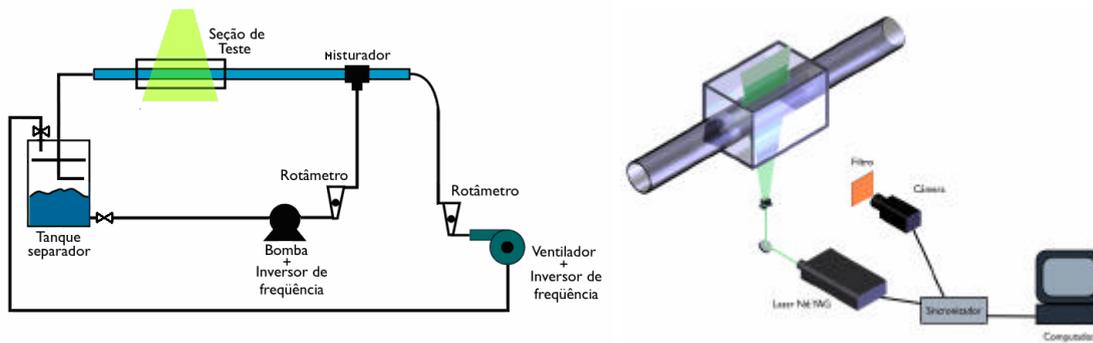


Figura 2 – Vistas esquemáticas da seção de testes.

Água e ar são injetados com vazões adequadas de modo a formarem um padrão de escoamento anular. Um plano de luz proveniente de um laser duplo pulsado Nd-YAG operando no verde, ilumina uma fatia da seção do tubo por onde escoam os fluidos. Uma caixa de vidro retangular com paredes planas é utilizada para minimizar os efeitos de refração da luz na superfície curva do tubo. Rodamina 610 é adicionada à água. Esta solução quando iluminada com a luz verde do laser emite luz no comprimento de onda do vermelho. Um filtro passa-baixa colocado à frente da lente da câmera digital deixa passar apenas a luz vermelha emitida pelo fluido, eliminando as reflexões verdes indesejáveis produzidas na interface ar-água. Desta forma, espera-se ser possível visualizar a forma da interface no escoamento anular.

Também está sendo montado um experimento para a visualização de bolhas de gás ascendentes em fluido estagnado, utilizando a mesma técnica de medição descrita acima. A Figura 3 ilustra a seção montada. No momento, ambas as seções de teste encontram-se em fase final de montagem, não havendo, portanto, resultados a apresentar.

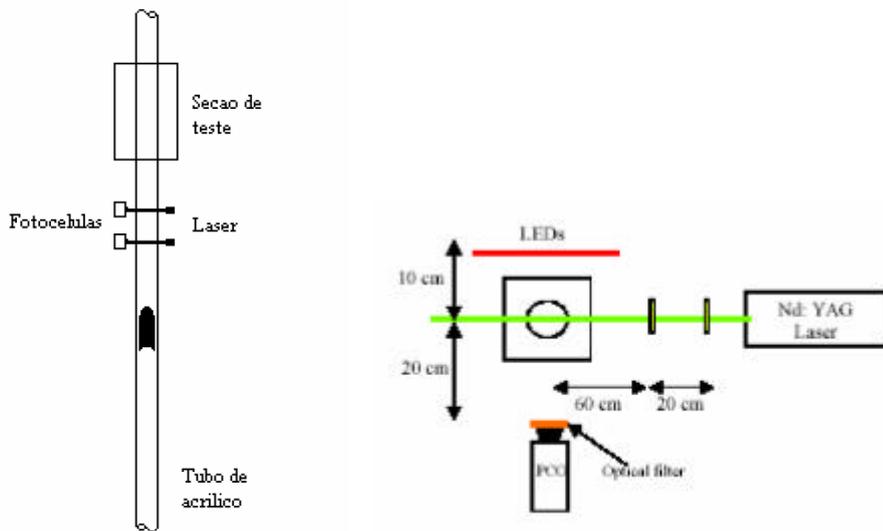


Figura 3 – Seção vertical para visualização de bolha ascendente (Nogueira et al., 2003)

4. Referência

Nogueira, S., Souza, R.G., Pinto, A.M.F.R., Riethmuller, M.L. and Campos, B.L.M., Simultaneous PIV and Pulsed Shadow Technique in Slug Flow: a Solution for Optical Problems, *Experiments in Fluids*, 35, pp. 598-609, 2003.