

UNICAMP



FLUIDODINÂMICA EM COLUNA DE BOLHAS

Montagem de Acessórios Aquisição de Dados do escoamento na Coluna de Bolhas em Escala de Laboratório

Douglas A. Conceição¹⁻³; Gustavo F. Gonçalves¹⁻³; Maria G. E. Silva¹⁻³; Marcos Akira d'Ávila² e Milton Mori¹.

LABORATÓRIO DE PROCESSOS QUÍMICOS E GESTÃO EMPRESARIAL – PQGe, FEQ
ANP - PETROBRAS

¹PQGe, DPQ, Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas (UNICAMP), Brasil, e-mail: mori@feq.unicamp.br / Telefone: +55 (19) 3521-3963.

²DEMA, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas (UNICAMP), Brasil.

³Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, (UNIFAE), Brasil.



Centro Universitário de São João del-Rei



Agência Nacional do Petróleo

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi a construção de acessórios e a aquisição de equipamentos para os estudos de fluidodinâmica em colunas de bolhas em escala de laboratório visando o estudo do escoamento gás-líquido em reatores de colunas de bolhas.

INTRODUÇÃO

Os reatores de coluna de bolhas são empregados nas mais diferentes áreas industriais, como por exemplo; processos de química, reações de oxidação, reações de alquilação, síntese de *fischer-tropsch*, tratamento de efluentes, reações de fermentação e produção de proteínas, e mais recentemente, em cultura de células, devido a simplicidade de sua construção e operação. Contudo, apesar de sua simples construção e operação, a determinação de parâmetros representativos do sistema é de notada importância para as operações de *scale-up* e *design* de equipamentos [2].

COLUNA DE BOLHAS: Foi construída uma coluna de bolhas de 1m de altura e diâmetro de 0,145m, com diferentes configurações de distribuidores de gás, como mostra a Figura 1. As técnicas de medições serão utilizadas na determinação de parâmetros globais como gás *holdup* total, velocidade da fase líquida, velocidade das bolhas e diâmetro das bolhas, em diferentes velocidades superficiais de gás.



Figura 1. Coluna de bolhas

PIV – PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY: é uma técnica óptica utilizada para obter medições do campo de velocidades instantânea no escoamento de fluidos. O fluido é semeado com partículas traçadoras que, para efeitos do PIV, geralmente, assumem fielmente o escoamento na coluna de bolhas [1]. A configuração experimental de um sistema PIV é apresentado na Figura 2.

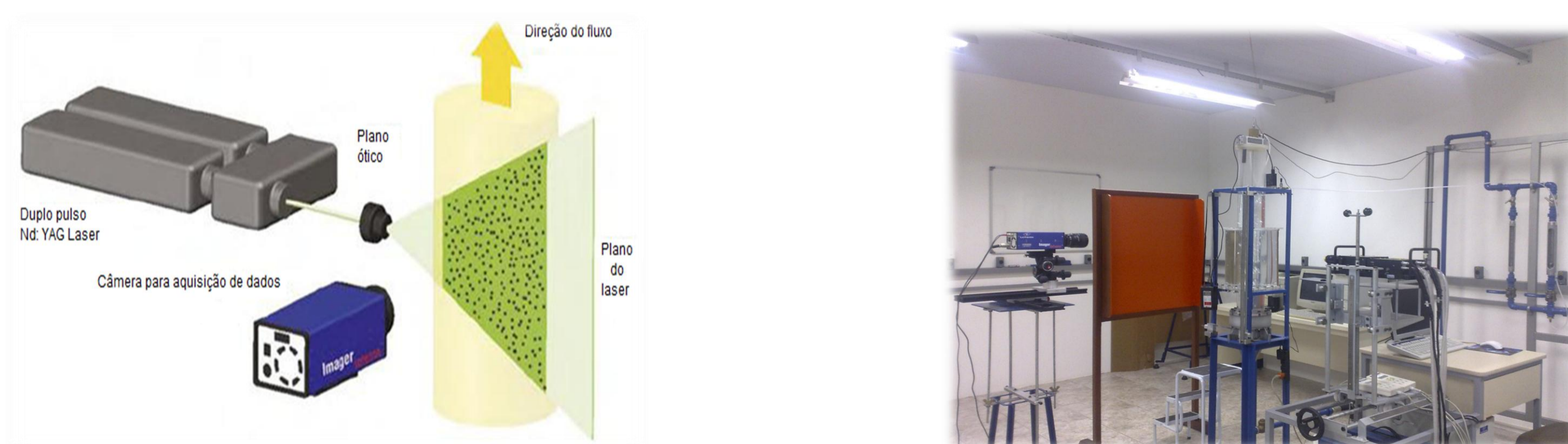


Figura 2. Sistema para aquisição de dados - PIV

SHADOWGRAPH: A técnica *Shadowgraph*, (definição da sombra), é utilizada para visualização das partículas, por exemplo, gotículas de spray ou bolhas em um líquido. Esta técnica é baseada em imagens de alta resolução, permitindo investigar partículas de dimensões de até 5µm. A fonte de luz, utilizada para visualização das partículas, pode ser um laser pulsante com uma iluminação óptica especial. Utilizando um laser com exposição curta é possível ‘congelar’ partículas com uma velocidade superior a 100m/s. Laser com duplo pulso e dupla imagem da câmera permite investigar a distribuição do tamanho, forma e velocidade das partículas [1], como mostra a Figura 3.

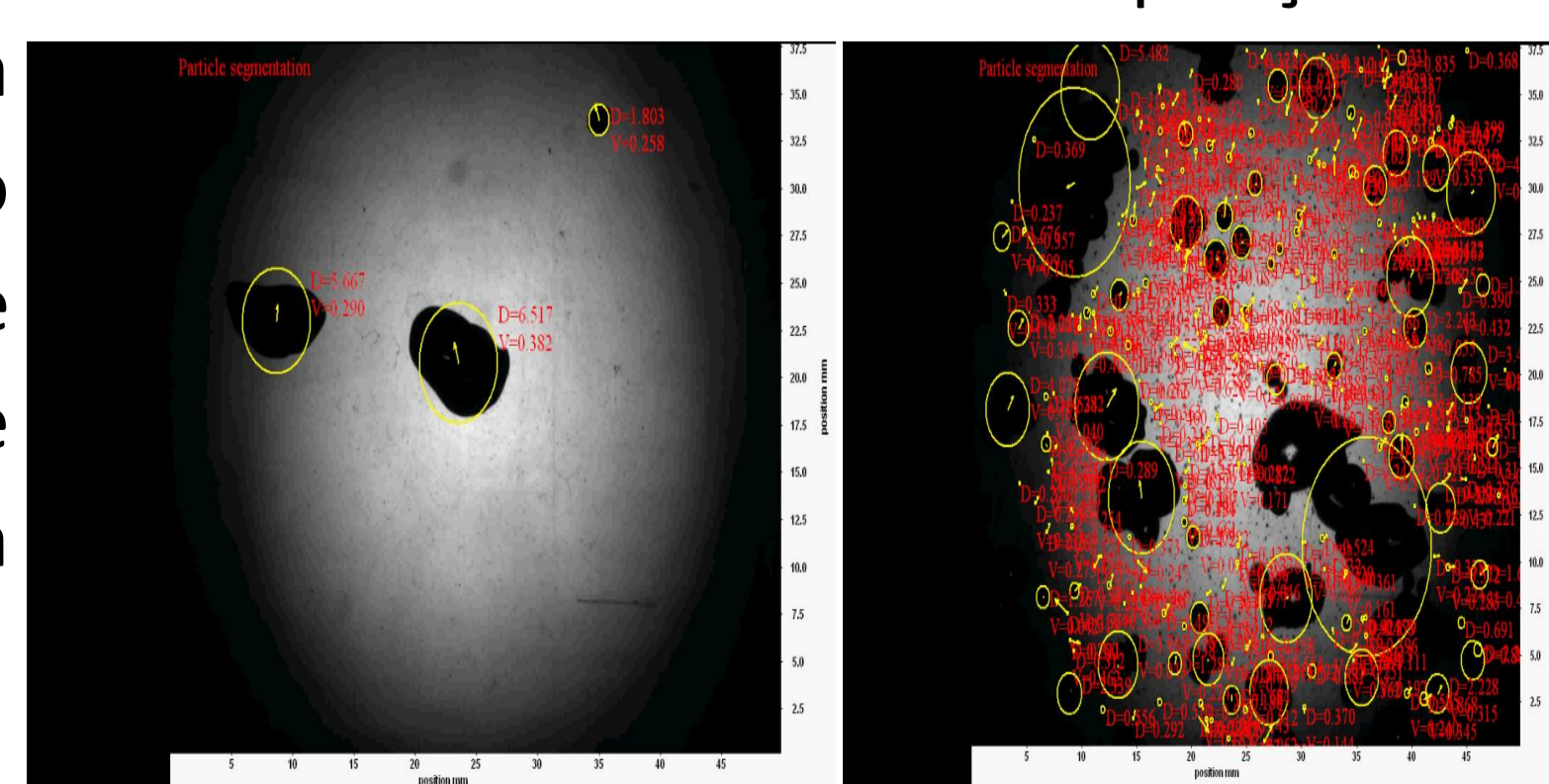


Figura 3. Sistema de aquisição de dados com a técnica Shadowgraph

METODOLOGIA

ACESSÓRIOS

Foram construídos vários acessórios que irão compor a coluna de bolhas, tais acessórios estão relacionados abaixo.

Distribuidor com furo central	Ferramentas de serviço
Quadripé para câmera	Suporte para equipamento do Shadowgraph
Alongador do suporte da haste do laser	Tampa com escala horizontal
Sinalizador de segurança	Escala vertical

Também foi adquirido um Medidor de Vazão TEC-ALI para aferir a vazão de ar para dentro da coluna de bolhas. Tal equipamento foi obtido devido a sua baixa margem de erro, em fundo de escala e do valor aferido, vindo de encontro com às necessidades apresentadas pelo equipamento.

CONDIÇÕES DO EXPERIMENTO

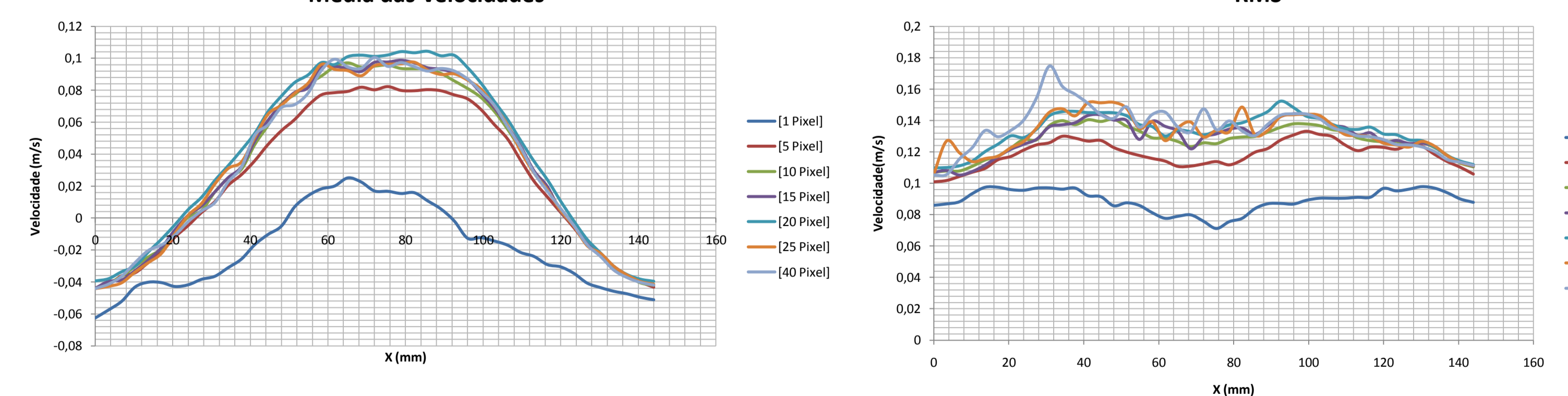
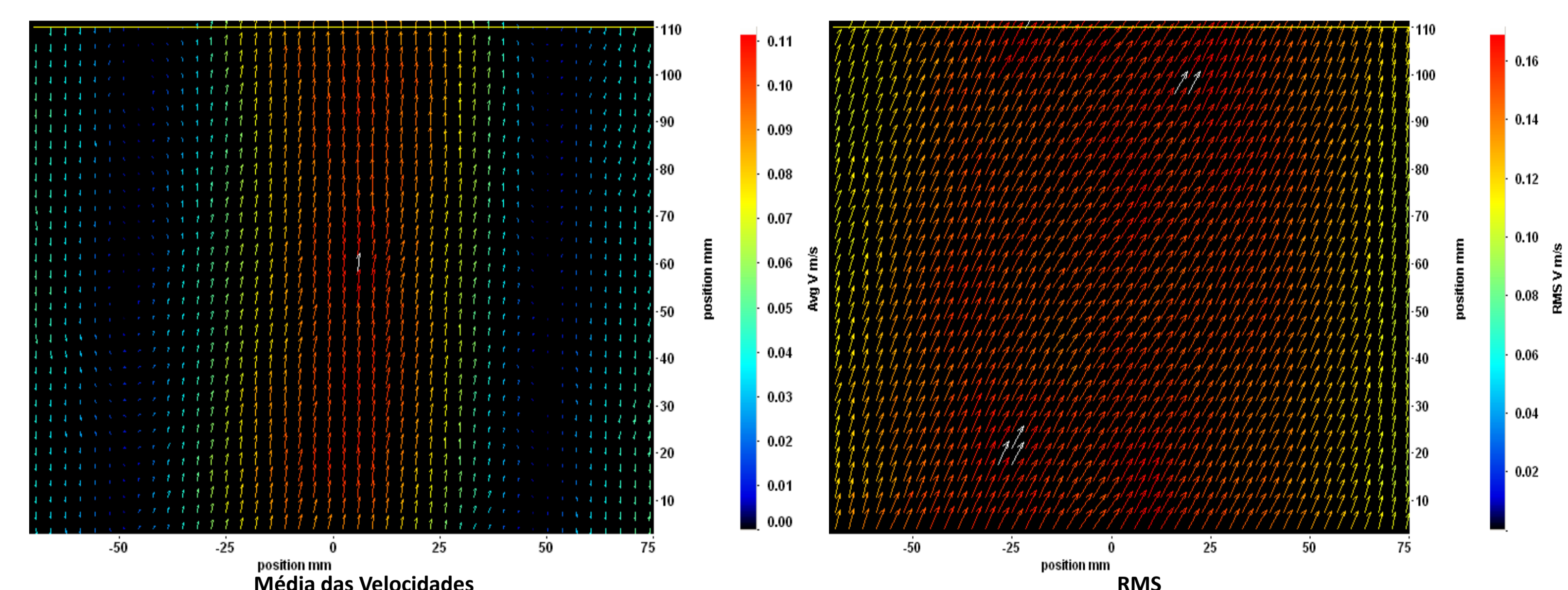
Vazão do gás (ar)	3 l/min.	Diâmetro do furo	01 mm
Temperatura do gás (ar)	20,80°C	Altura do fluido	810 mm
Quantidade de frames	500	Altura de aquisição de dados	300 mm

Foram obtidos, por meio da técnica PIV, as velocidades médias, as equações envolvidas para a determinação da velocidade média e da velocidade rms (*root mean square*) estão mostradas abaixo, respectivamente.

$$\bar{v} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

RESULTADOS



CONCLUSÕES

- Os acessórios confeccionados e o equipamento adquirido atenderam às necessidades para a realização dos experimentos.
- Foi possível realizar alguns experimentos, que se mostraram coerentes com resultados encontrados na literatura.
- As ferramentas de normalização do *software* deverão ser melhor estudadas, pois algumas influenciaram diretamente nos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – <http://www.lavision.de> – 24/05/2009.
- [2] – DIONÍSIO, R.P. Simulação tridimensional de uma coluna de bolhas – diferentes abordagens geométricas e modelagem, Dissertação (Mestrado) UNICAMP, Campinas 2008.