

# **Velocimetria por Imagens de Partículas (PIV) utilizando Imagens de Ultra-Som**

**Elizabeth M. Bittencourt, Bruno A. de Azevedo, Luis Fernando A. Azevedo**

## **Introdução**

A técnica de velocimetria por imagens de partículas (Particle Image Velocimetry – PIV), bem estabelecida na medição de escoamentos de fluidos, utiliza partículas traçadoras e processos de correlação de imagens para obtenção do campo de velocidade instantâneo em regiões extensas de um escoamento.

Com o objetivo de medição do campo de velocidade, primeiramente se faz a distribuição de partículas traçadoras no fluido em questão. Imagens das partículas são capturadas por meios óticos ou não-óticos. Através de um processo de análise estatística de um par consecutivo de imagens, é possível calcular o deslocamento que ocorre nas partículas devido ao escoamento. Supondo que as partículas sigam o escoamento do fluido, por possuírem massas específicas semelhantes a este, as velocidades instantâneas em diversos pontos do escoamento são inferidas por meio da razão entre os deslocamentos das partículas e o tempo decorrido entre as aquisições das imagens consecutivas.

A técnica PIV pode ser realizada por meio de imagens adquiridas através de aparelhos de ultra-sonografia, o que amplia as áreas de atuação para medições de escoamentos em meios opacos, onde as técnicas óticas, dependentes de meios transparentes, não poderiam ser aplicadas.

Aplicações de PIV com imagens de ultra-som são realizadas para estudos e caracterizações de escoamento sanguíneo *in vitro* e *in vivo*.

## **Objetivos**

O objetivo do presente trabalho é realizar simulação *in vitro* do escoamento do sangue e, através da técnica PIV por imagens de ultra-som, mensurar a velocidade do escoamento e otimizar parâmetros de medição.

## **Metodologia**

No Laboratório de Engenharia de Fluidos – Departamento de Engenharia Mecânica – PUC-Rio, encontra-se em funcionamento uma seção de testes de simulação *in vitro* do escoamento sanguíneo.

Um fantoma com as propriedades acústicas similares com à do tecido humano (tissue-mimicking material - TMM) é utilizado para possibilitar o acesso dos transdutores do aparelho de ultra-sonografia ao fluxo, que simula a corrente sanguínea.

Seguindo as normas AIUM (1995 e 1990) e IEC (1996), o TMM foi construído com as seguintes constituições (% em peso): água (82.97%); glicerina (11.21%); cloridato de benzalconium (0.46%); SiC (400 gr) em pó (0.53%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3 microns) em pó (0.94%); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.3 microns) em pó (0.88%) e agar 3.00%. Para evitar o crescimento de fungos e bactérias no fantoma, foram colocados em sua composição os antibióticos: cloranfenicol 1000mg/l, tetraciclina 250mg/l, Penicilina G 25mg/l e os antifúngicos: nistatina 1,5 a 13 mg/l, anfotericina B 1mg/l .

O fluido que é utilizado para simulação do sangue é constituído de uma solução de água e glicerina (60% / 40%).

O escoamento é impulsionado pela bomba centrífuga Dancor modelo: CAM-W6 TNEMA 56 em modo contínuo, com sua vazão sendo variada através do inversor de frequência Weq CFW 08, e aferida pelo rotâmetro Omega 30663 com esfera de aço. A vazão média de trabalho é de 500 ml/min.

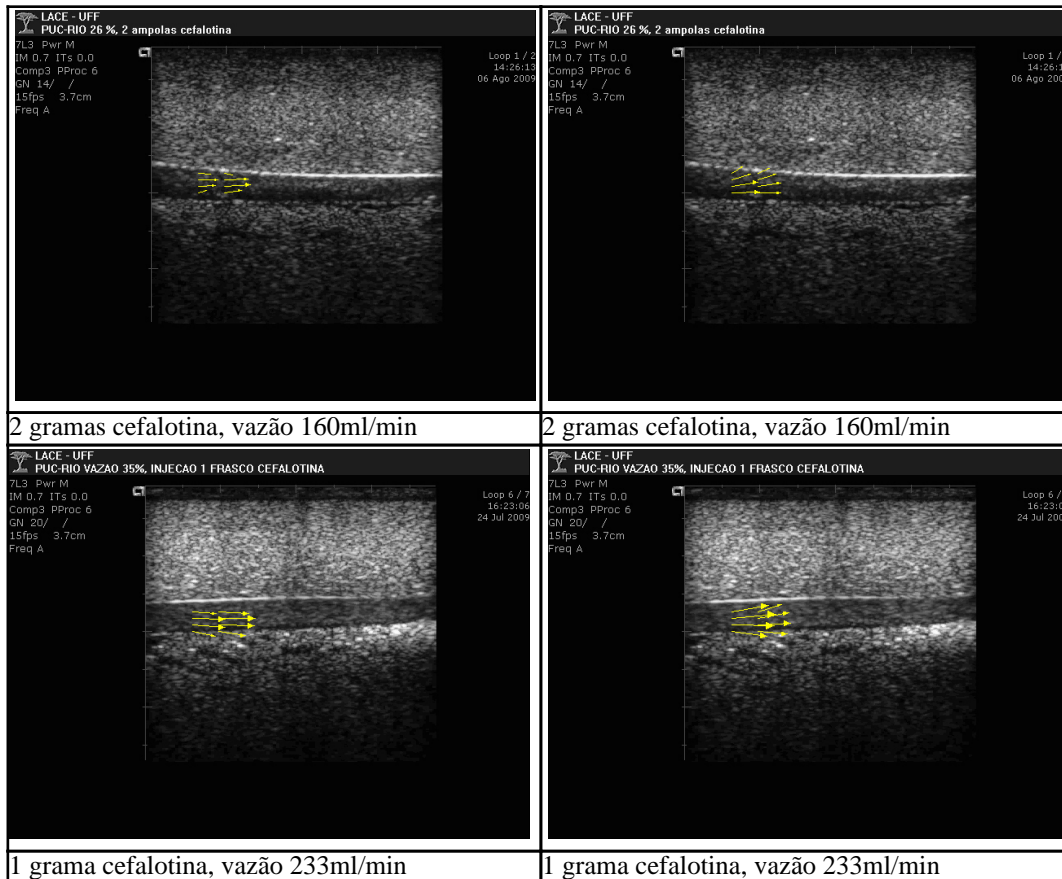
Foi utilizado como contraste (partículas traçadoras) uma solução contendo o antibiótico cefalotina (cefalosporina de segunda geração), devido as suas propriedades acústicas de realce em imagens de ultra-sonografia.

O aparelho de ecocardiografia utilizado foi Acuson Cypress ® Siemens (EUA).

No fantoma (TMM) foi construídos quatro canais com diâmetros distintos: 3.15, 4.80, 7.85mm, simulando as artérias braquial, carótida e femoral, respectivamente, sendo que em um dos canais, uma constrição de 50% do diâmetro simulou uma estenose devido à deposição de placas de aterosclerose.

## Resultados e Conclusões

Foi constatada a possibilidade da aplicação da técnica PIV em imagens adquiridas com aparelho de ultra-sonografia, no escoamento gerado no canal, no interior do fantoma. Desta forma, simulando *in vitro*, imagens vasculares com fluxo sanguíneo no seu interior. Abaixo, são apresentadas duas imagens de medidas qualitativas da velocidade do escoamento, com vazões de 160 e 233 ml/min, com concentrações distintas de contraste (cefalotina).



## Bibliografias

- HOSKINS PR, Ramnarine KV, Anderson T. Construction and Geometric Satbility of Physiological Flow Rate Wall-less Stenosis Phantoms. **Ultrasound Med Biol**, v.27, n.2, p. 245-50, 2001.
- GHARIB M, Kheradvar A, Houle H. Echocardiographic Particle Image Velocimetry: A Novel Technique for Quantification of Left Ventricular Blood Vorticity Pattern. **J Am Soc Echocardiogr**, v.23, n.1, p. 86-94, 2010.