

# Efeito do Polietileno Glicol na Redução de Arrasto em Leitos Arteriais Caudais de Ratos Normotensos e Hipertensos

**Kleiber Lima de Bessa**, Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e-mail: [kleiber.bessa@poli.usp.br](mailto:kleiber.bessa@poli.usp.br)

**Juliana Fernandes Belletati**, Departamento de Fisiologia e Biofísica – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, e-mail: [jujubelletati@terra.com.br](mailto:jujubelletati@terra.com.br)

**Luciana Venturini Rossoni**, Departamento de Fisiologia e Biofísica – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, e-mail: [lrossoni@icb.usp.br](mailto:lrossoni@icb.usp.br)

**Jayme Pinto Ortiz**, Departamento de Engenharia Mecânica – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e-mail: [jportiz@usp.br](mailto:jportiz@usp.br). Instituto Mauá de Tecnologia – Escola de Engenharia, e-mail: [ortiz@maua.br](mailto:ortiz@maua.br).

## Introdução

A hipertensão arterial está associada ao aumento da resistência vascular periférica, relacionada ao aumento da relação parede-luz, ou seja, ocorre uma diminuição na luz do vaso (Christensen & Mulvany, 2001). Essa diminuição leva ao aumento da pressão arterial e conseqüentemente ao aumento da tensão de cisalhamento sobre as células endoteliais. O aumento desta tensão pode lesar as células endoteliais, prejudicando o processo de vasodilatação ou vasoconstrição imposto pelo fluxo sanguíneo (Amodeo & Heimann, 2003). Com o intuito de minimizar os valores desta tensão, utilizou-se o polietileno glicol (PEG4000) que é um polímero redutor de arrasto.

## Objetivo

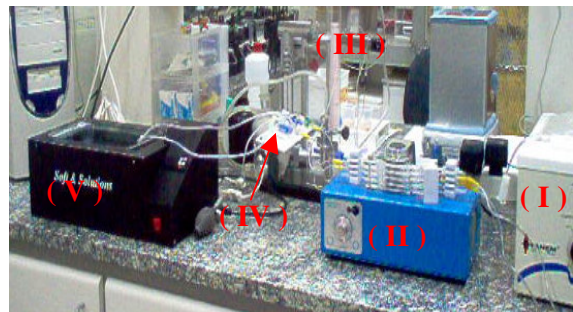
Avaliar a redução de arrasto em leitos arteriais caudais de ratos normotensos (Wistar) e espontaneamente hipertensos (SHR) através da infusão do PEG4000 (peso molecular de 4000 Da) com concentração polimérica de 5000 ppm.

## Bancada Experimental e Técnica Cirúrgica

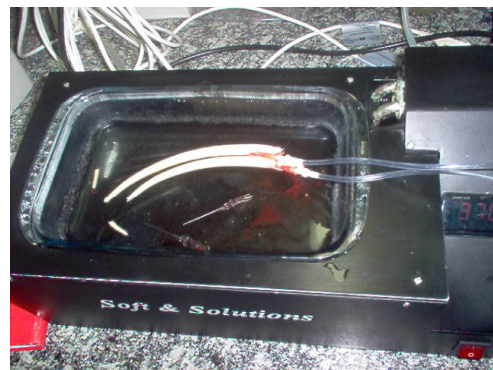
A bancada experimental consiste de dois banhos térmicos para manter a solução a 37°C (I, V), uma bomba de rolete (II), um captador de bolhas (III) e dois transdutores de pressão (IV) acoplados a um sistema de aquisição de dados (Fig. 1). Os ratos Wistar e SHR possuem massa de aproximadamente 250-300g e 4-5 meses. Estes ratos eram anestesiados e suas caudas eram retiradas para montagem na bancada e realização do experimento.

## Metodologia do Ensaio

O PEG4000 (5000 ppm) era diluído na solução de Krebs e perfundido através das artérias caudais (Fig. 2). Curvas de pressão de perfusão média (PPM) versus fluxo foram levantadas para vazões volumétricas de 1,5; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mL/min na presença e ausência do PEG4000.



**Figura 1: Bancada experimental para análise da redução de arrasto em leitos arteriais caudais.**



**Figura 2. Infusão do PEG4000 em leitos arteriais caudais de ratos Wistar e SHR.**

### Medição do Diâmetro Arterial

No final dos experimentos as artérias caudais eram dissecadas e seus comprimentos e diâmetros eram medidos. Obteve-se assim, comprimentos médios de 110 mm, diâmetro cranial de 553  $\mu\text{m}$  e diâmetro caudal de 263  $\mu\text{m}$ .

### Análise da Redução de Arrasto

Utilizando a equação da energia (1) e a equação (2) obtida da equação de conservação de massa pode-se chegar a equação da perda de carga distribuída (3).

$$\left( \frac{p_1}{\rho} + \alpha_1 \frac{u_1^2}{2} + gz_1 \right) - \left( \frac{p_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{u_2^2}{2} + gz_2 \right) = h_l \quad (1)$$

$$Q = u * A. \quad (2)$$

$$h_l = \frac{\Delta p}{\rho} - \frac{16Q^2}{\pi^2} \left[ \left( \frac{1}{d_2} \right)^4 - \left( \frac{1}{d_1} \right)^4 \right] \quad (3)$$

Através da obtenção da perda de carga pode-se calcular o fator de atrito (4) e, conseqüentemente a redução de arrasto (5):

$$f = \frac{2h_l d}{L \bar{u}^2} \quad (4)$$

$$RA(\%) = 100 * \left( \frac{f_{sp} - f_{cp}}{f_{sp}} \right) \quad (5)$$

onde p é a pressão,  $\rho$  é a densidade,  $\bar{u}$  é a velocidade média na seção, z é a posição em relação a um plano de referência,  $\alpha$  é o coeficiente de energia cinética,  $h_l$  é a perda de carga distribuída, Q é a vazão volumétrica, A é a área da seção do vaso,  $d_1$  é o diâmetro cranial,  $d_2$  é o diâmetro caudal e d é o diâmetro médio.

### Resultados

A figura 3 apresenta os resultados do fator de atrito versus número de Reynolds na presença e ausência do PEG com a solução de Krebs, comparando-se com os resultados do fator de atrito universal para a condição clássica de fluxo laminar de água em tubulação.

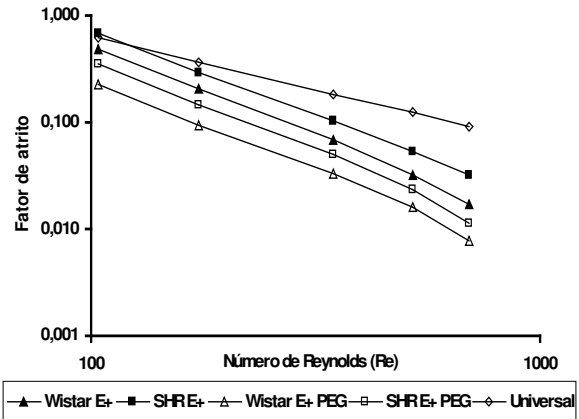


Figura 3. Curva do fator de atrito x número de Reynolds dos ratos Wistar e SHR (PEG4000 – 5000ppm).

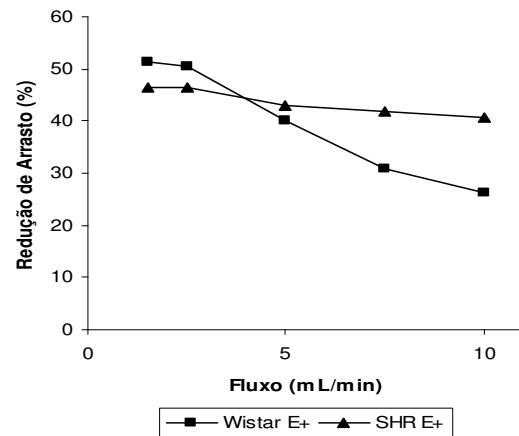


Figura 4. Porcentagem de redução de arrasto em leitos arteriais caudais de ratos normotensos e hipertensos.

### Comentários finais

A redução de arrasto está claramente apresentada na figura 4. No animal SHR a redução de arrasto é praticamente constante independente do aumento do fluxo (da ordem de 45%), enquanto para o animal Wistar, o valor da redução de arrasto diminui com o aumento do fluxo de 50% para 30%, aproximadamente.

### Referências bibliográficas

- Christensen, K.L., Mulvany, M.J., Location of Resistance Arteries, J. Vas. Res 38, p 1-12, 2001.
- Amodeo, C., Heimann, J.C., Endotélio e Hipertensão Arterial Sistêmica: mecanismos de lesão/novo alvo terapêutico?, Rev. Soc. Cardiol Estado de São Paulo 13, p 121-129, 2003.