

Efeito de Polímeros Redutores de Arrasto em Escoamento Pulsátil Laminar

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

Eduardo Marcic Neto, Departamento de Engenharia Mecânica – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e-mail: eduardo.marcic@poli.usp.br

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

Introdução

A redução de arrasto por adição de polímeros vem sendo estudada por vários pesquisadores de diversas áreas desde a sua descoberta em 1949 por Toms. Estes polímeros apresentam algumas características que lhes conferem a propriedade de redutores de arrasto, como cadeia molecular linear, peso molecular acima de $1,0 \times 10^6$ Da e concentração (Kulick, 1989). Polímeros com essas características quando adicionados no escoamento turbulento causam redução de arrasto; já no caso de escoamento laminar, há controvérsias na literatura quanto a sua eficiência. Porém, no escoamento laminar pulsátil, já existem trabalhos apresentando o fenômeno da redução de arrasto nesta condição (Driels, 1976).

Objetivos

Avaliar a redução de arrasto em escoamento laminar pulsátil por adição de polímeros. Os polímeros utilizados foram a poliácridamida 1822S e 1340S, cujos pesos moleculares são $1,3 \times 10^6$ Da e $2,0 \times 10^6$ Da, e o polietileno glicol (PEG) com peso molecular de $4,0 \times 10^3$. As concentrações analisadas para a redução de arrasto foram 100 ppm para a poliácridamida e 100 e 5000 ppm para o PEG.

Bancada Experimental

A bancada experimental foi idealizada por Guerino Silva (1998), adaptada por Leal (2000) e readaptada pelos autores deste trabalho, conforme figura 1. O princípio de funcionamento é baseado na sístole e diástole cardíaca. O fluido de trabalho escoado do reservatório para a câmara do pistão de onde é enviado para a seção de teste. O pistão é movimentado por um came

conectado a um motor elétrico de corrente contínua. A admissão do fluido vindo do reservatório simula a fase de relaxamento do coração, a diástole, e o envio do fluido para o sistema simula a fase de contração cardíaca, a sístole.



Figura 1: Simulador hidrodinâmico do escoamento pulsátil.

Medição e Resultado de Viscosidade

A análise de viscosidade da poliácridamida foi realizada através do uso do viscosímetro DV-III+ da Brookfield e para o polietileno glicol foi utilizado o viscosímetro LDV-III+. As soluções de poliácridamida foram preparadas para as seguintes concentrações: 5, 10, 30, 60, 75 e 100 ppm e para o PEG utilizou-se a concentração de 5000 ppm. As figuras 2 e 3 apresentam os resultados das curvas de viscosidades versus taxa de deformação para os diferentes pesos moleculares da poliácridamida e a figura 4 apresenta o resultado da viscosidade versus taxa de deformação para o PEG.

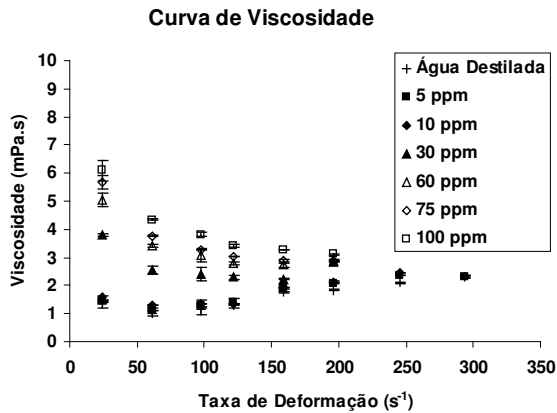


Figura 2. Curva de viscosidade versus taxa de deformação para a poliácridamida 1822S.

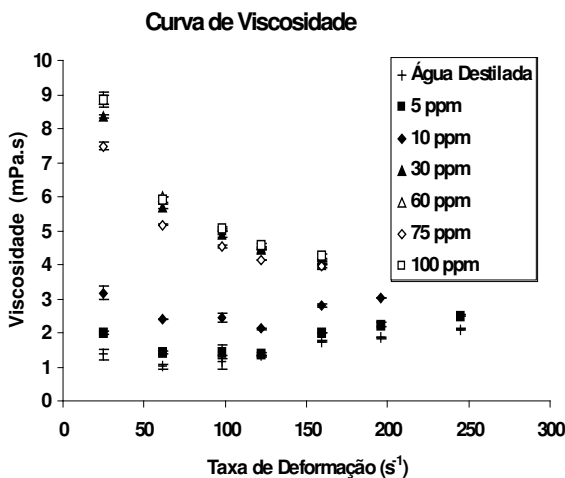


Figura 3. Curva de viscosidade versus taxa de deformação para a poliácridamida 1340S.

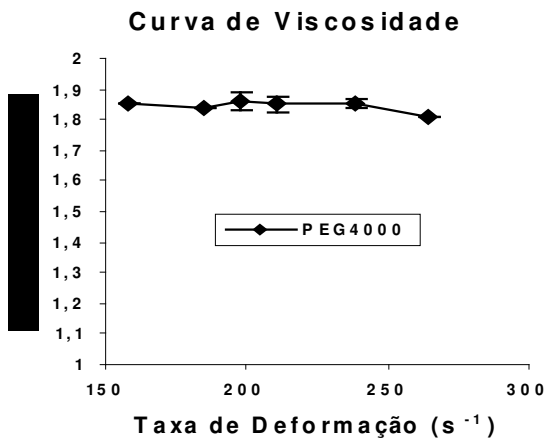


Figura 4. Curva de Viscosidade versus taxa de deformação para o PEG4000 a uma concentração de 5000ppm.

Análise da Redução de Arrasto

A análise da redução de arrasto foi calculada através da seguinte fórmula:

$$RA(\%) = 100 * \left(\frac{\Delta p_{sp} - \Delta p_{cp}}{\Delta p_{sp}} \right)$$

onde o Δp_{sp} e o Δp_{cp} representam o diferencial de pressão na ausência e presença do polímero, respectivamente. Na tabela 1, estão apresentadas as reduções de arrasto para o escoamento laminar na presença dos polímeros: poliácridamida e PEG.

Tabela 1. Porcentagem de redução de arrasto.

Re	Poliácridamida 1822S - %RA	Poliácridamida 1340S - %RA	PEG4000 - %RA
634	-----	-----	-----
995	-----	-----	-----
1264	3,4	5	-----
1566	5,1	3,8	-----
1858	9,8	3,0	-----
2170	-----	-----	-----
2311	-----	-----	-----
2594	-----	-----	-----

Comentários finais

Os resultados com a poliácridamida de baixo e alto peso molecular não são conclusivos. Os resultados com o PEG mostram que não ocorre nenhuma redução de arrasto apesar de sua elevada concentração (5000 ppm). Novos experimentos são necessários para entender o fenômeno de redução de arrasto em regime laminar pulsátil.

Referências bibliográficas

1. Kulick, W.M., Kotter, M., Grager, H., Advances in Polymer Science, Springer-Verlag: Berlin, p 1-68, 1989.
2. Driels, M.R., Ayyash, S., Drag Reduction in Laminar Flow, Nature 259, p 389-390, 1976.
3. Leal, E.B., Simulador Hidrodinâmico para Estudos "In Vitro" do Sistema Cardiovascular, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Unversidade de São Paulo, 2000.
4. Guerino Silva, D., Um Simulador de Escoamento para Estudo in vitro dos Vasos Sangüíneos, Dissertação apresentada à Escola Paulista de Medicina, 1998.