

## Estudo Reológico de Soluções Aquosas de PEO300000

Michelle Maestre<sup>1\*</sup> (IC), Raphael da Costa Cruz<sup>1</sup> (PQ) \*michellemaestre@gmail.com

Laboratório de Termodinâmica e Reologia – Departamento de Físico-Química, Instituto de Química, Outeiro de São João Batista, S/N, Campus do Valonguinho, Centro, Niterói, RJ, CEP: 24020-150.

Palavras Chave: reologia, sistemas complexos, soluções, polietileno-óxido, viscosidade, equações constitutivas.

### Introdução

O polietileno-óxido (PEO) é um polímero linear, que por sua baixa toxicidade, alta estabilidade e boa capacidade lubrificante apresenta inúmeras aplicações na indústria química, farmacêutica, de cosméticos e de alimentos. O PEO pode também ser utilizado em estudos de biomimetismo molecular<sup>1</sup> devido a sua alta compatibilidade com biopolímeros. Para uma grande variedade de usos do PEO, o conhecimento de suas propriedades reológicas é de grande importância, tanto para a validação da qualidade, estudos de estabilidade e melhoria dos produtos finais, como para o correto projeto e operação dos equipamentos e processos industriais envolvidos. Neste trabalho foi estudado o comportamento reológico de soluções aquosas de PEO, com massa molecular nominal de 300.000 g/mol, em diversas concentrações, a 298,15 K e 0,1 MPa. Os resultados experimentais foram utilizados na obtenção dos parâmetros de três equações constitutivas largamente utilizadas. Além disso, ressalta-se a observação de fenômenos experimentais típicos de sistemas poliméricos complexos, como a inversão do comportamento reológico em altas concentrações e a verificação da dilatância reversível em altos cisalhamentos.

### Resultados e Discussão

Para a realização das medidas, foi utilizado um reômetro Haake RV2 (Karlshuhe, Alemanha), com um rotor cilíndrico SVII (DIN 53019), acoplado a um banho termostático Sazaki BR NT-1 (São Paulo, Brasil) com controle de temperatura Lauda (Lauda-Königshofen, Alemanha). As medidas de massa específica, necessárias ao estudo reológico, foram realizadas em densímetro digital Anton Paar, DMA 46 (Graz, Áustria).

Alguns comportamentos característicos de soluções poliméricas fortemente entrelaçadas foram observados. Dentre eles destaca-se o fato de que, em soluções concentradas, as soluções exibiram comportamento tipicamente dilatante. Isso indica que as cadeias macromoleculares estão de tal modo enoveladas que o sistema assemelha-se a uma dispersão de agregados poliméricos, exibindo comportamento hidrodinâmico típico de dispersões e suspensões. À medida que a concentração diminui, o escoamento dilatante cede lugar ao comportamento pseudoplástico, característico de soluções poliméricas.

Além disso, o fenômeno da dilatância reversível em altos cisalhamentos também foi observado, para várias concentrações. Acredita-se que, nesse caso, ocorra a formação de uma microestrutura quaternária de não-equilíbrio auto-organizada, chamada de “hidrocluster”<sup>1</sup>. Dessa forma, a dilatância reversível seria o resultado da formação de uma estrutura interna rígida devido ao maior enovelamento das cadeias poliméricas e crescente aumento das interações intermoleculares, à medida que a taxa de cisalhamento aumenta.

De uma maneira geral, também se pôde, em bom grau, notar a separação exponencial das curvas, ao passo que a concentração do polímero aumenta.

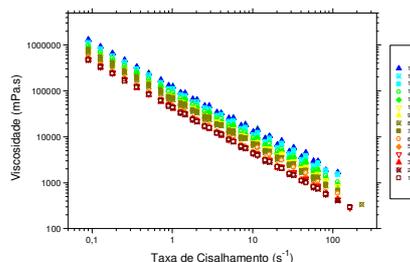


Figura 1. Curvas de viscosidade para algumas das soluções pseudoplásticas de PEO300000 estudadas

Em seguida, três equações constitutivas<sup>2</sup> foram empregadas para a simulação dos resultados, tanto para sistemas dilatantes como para pseudoplásticos: o modelo de Ostwald-de Waele (lei da potência), o modelo de Eyring e o modelo de Carreau.

### Conclusões

Em todos os casos, os parâmetros característicos de cada modelo foram analisados em função da alteração do padrão de escoamento, do grau de enovelamento e do aumento da concentração do polímero no meio. A partir da descrição da Carreau, pôde-se obter o tempo de relaxação dos sistemas, e observou-se que à medida que as soluções tornam-se mais concentradas, seu caráter viscoelástico acentua-se, evidenciado pelo aumento do tempo de relaxação e, conseqüentemente, aumento do número de Débora.

### Agradecimentos

FAPERJ e Propri/UFF

<sup>1</sup> Maranzano, B. J.; Wagner, N. J. *J. Chem. Phys.*, **2001**, *114*, 10514.

<sup>2</sup> Carreau, P.J.; De Kee, D.C.R.; Chhabra, R.P. *Rheology of Polymeric Systems: Principles and Applications*; Carl Hanser Verlag: Munique: **1997**.