

CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DE FLUIDOS TIXOTRÓPICOS PARA A VALIDAÇÃO DE UM MODELO NUMÉRICO

Aluno: Marcos Duarte de Araujo Cid

Orientador: Paulo Roberto de Souza Mendes

Introdução

O conceito de material viscoplástico [1] pode ser definido, de acordo com seu comportamento reológico, como um material de características sólidas se a tensão exercida sobre ele for menor que a tensão de limite de escoamento. Contudo, se essa tensão for maior que esse limite, esse material passa ter um comportamento líquido e tem a capacidade de fluir, com uma grande queda em sua viscosidade. O Limite de Escoamento é justamente o ponto onde, se a tensão exercida for aumentada, o material possui comportamento líquido, caso contrário, passa a ter comportamento sólido.

Contradizendo com tudo isso, Barnes e Walters [2] argumentaram, através de alguns experimentos reológicos, que não existe uma tensão de limite de escoamento. Porém, alguns anos após isso, foi demonstrado que, para fins práticos, essa tensão de limite de escoamento existe, ou seja, é uma realidade para a engenharia.

A nova geração de reômetros [3], com discos óticos, consegue fazer medições de rotações na casa de $10E-08$ rad/s. Com isso, agora é possível fazer medições, antes inalcançáveis, do comportamento reológico de fluidos que pareciam ter uma tensão de limite de escoamento. Essas medições com taxa de cisalhamento muito baixas são chamados de creep testing, em analogia com testes em sólidos sob condições similares (baixa taxa de deformação).

Por exemplo, pode-se ver abaixo o valor da tensão de limite de escoamento aparente de alguns fluidos:

Ketchup e lama de perfuração ~ 15 Pa

Mostarda ~ 60 Pa

Maionese ~ 90 Pa

Objetivos

O objetivo da atual pesquisa é determinar os efeitos causados pelo deslizamento aparente, assim como investigar a existência de uma tensão limite de escoamento para materiais viscoplásticos, ambos através da reometria. O Carbopol faz parte da classe dos materiais viscoplásticos e por isso vem sendo utilizado como um material modelo.

Metodologia

Foram realizados vários testes com uma solução aquosa de Carbopol 0,5% com a intenção de realizar uma caracterização reológica completa. Todos os testes realizados foram feitos em dois reômetros: o Anton Paar Physica MCR 301 e o Anton Paar Physica MCR 501, ambos utilizando a mesma geometria: placas paralelas com ranhuras. Essa placa foi utilizada de modo a minimizar os efeitos de deslizamento aparente.



Figura 1: Exemplo do modelo de reômetro utilizado nos testes.

O primeiro teste realizado foi a flow curve (curva de escoamento) nas temperaturas de 5°C, 10°C e 25°C com o objetivo de avaliar se a temperatura do Carbopol influenciava nos resultados das propriedades do mesmo.

Sabendo disso, começamos a fazer Creep tests. Esses são testes longos (aproximadamente 48 horas) e por isso é fundamental que não haja evaporação para que a formulação do fluido não seja alterada ao longo de um mesmo teste. Foram realizados Creep tests a 50 e a 60 Pascals, ambos com uma folga de 2mm entre as placas paralelas, com a intenção de determinar a tensão limite de escoamento.

Resultados:

O primeiro teste realizado foi a flow curve e constatamos que, a partir das propriedades analisadas (viscosidade e tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação), havia pouca diferença nos resultados obtidos para cada temperatura testada. Sendo assim, conclui-se que a temperatura não influencia ou tem uma influência desprezível no resultado final do teste. Logo, os demais testes poderiam ser realizados em amplas faixas de temperatura sem comprometer a confiabilidade dos resultados.

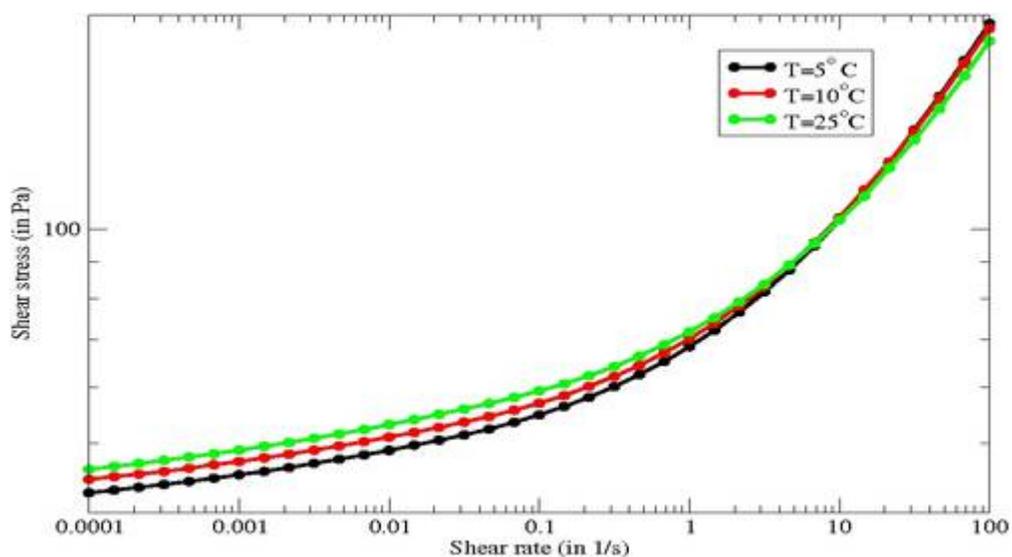
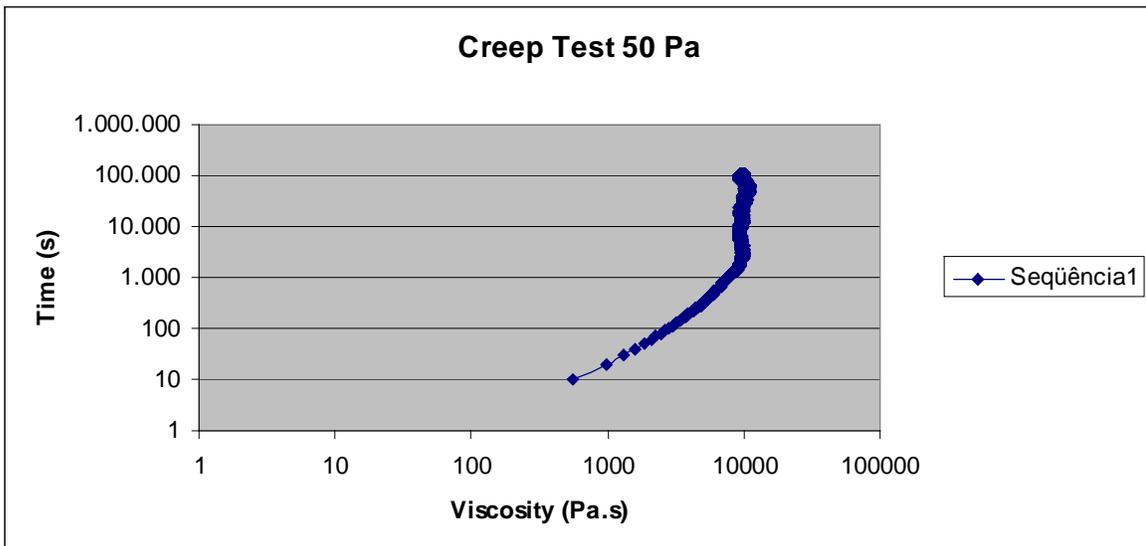
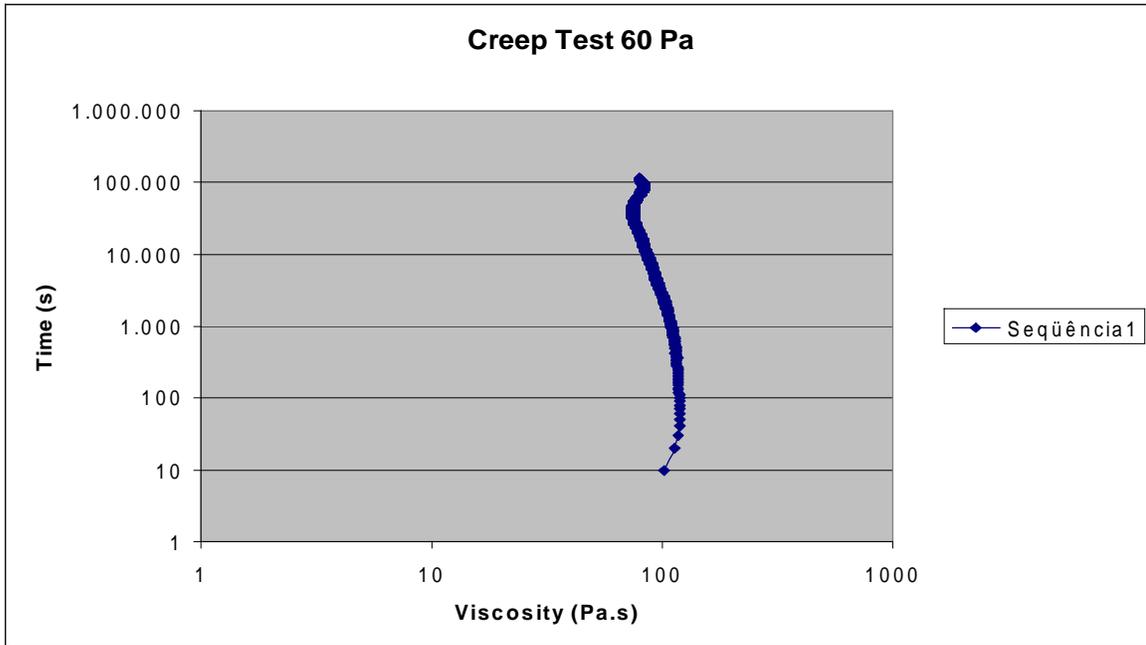
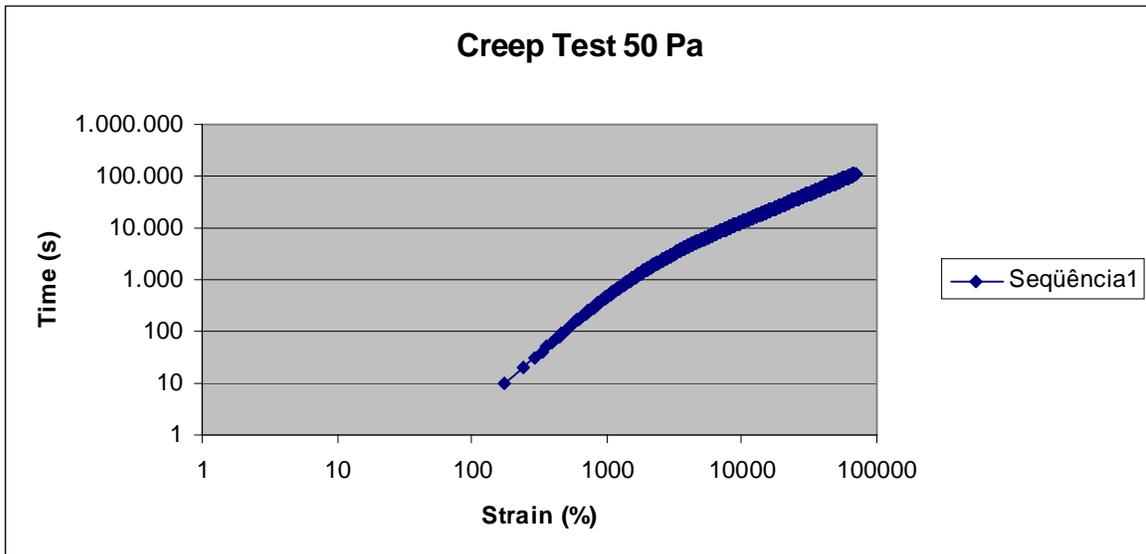
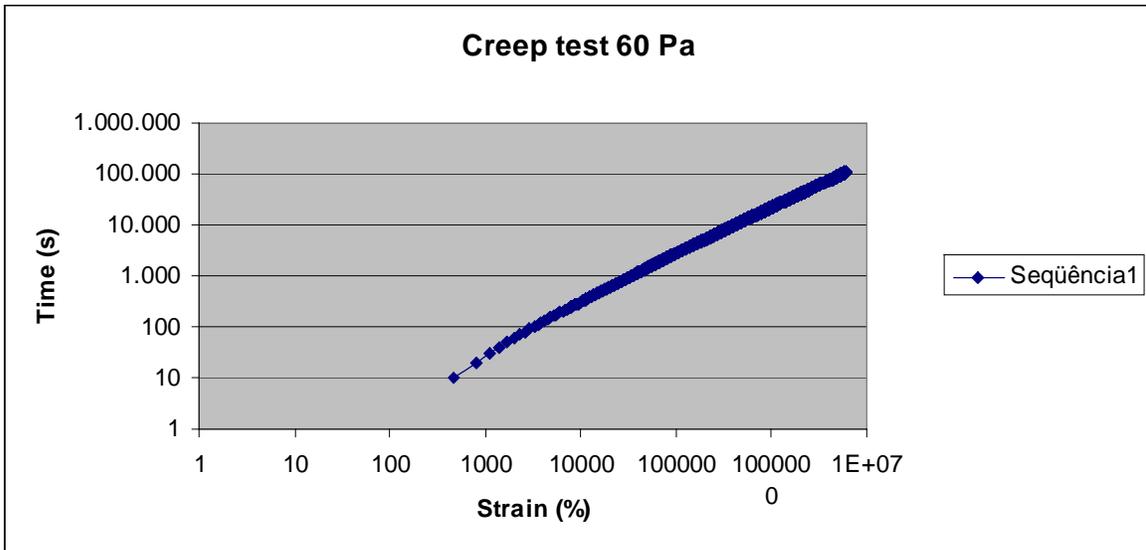


Figura 2: Gráfico das flow curves comparando as 3 temperaturas testadas.

Começamos a fazer Creep tests, sempre a 5°C com a intenção de diminuir a evaporação do fluido durante o experimento. Esses são testes longos (aproximadamente 48 horas) e por isso é fundamental que não haja evaporação para que a formulação do fluido não seja alterada ao longo de um mesmo teste. Foram realizados Creep tests a 50 e a 60 Pascais, ambos com uma folga de 2mm entre as placas paralelas, com a intenção de determinar a tensão limite de escoamento.





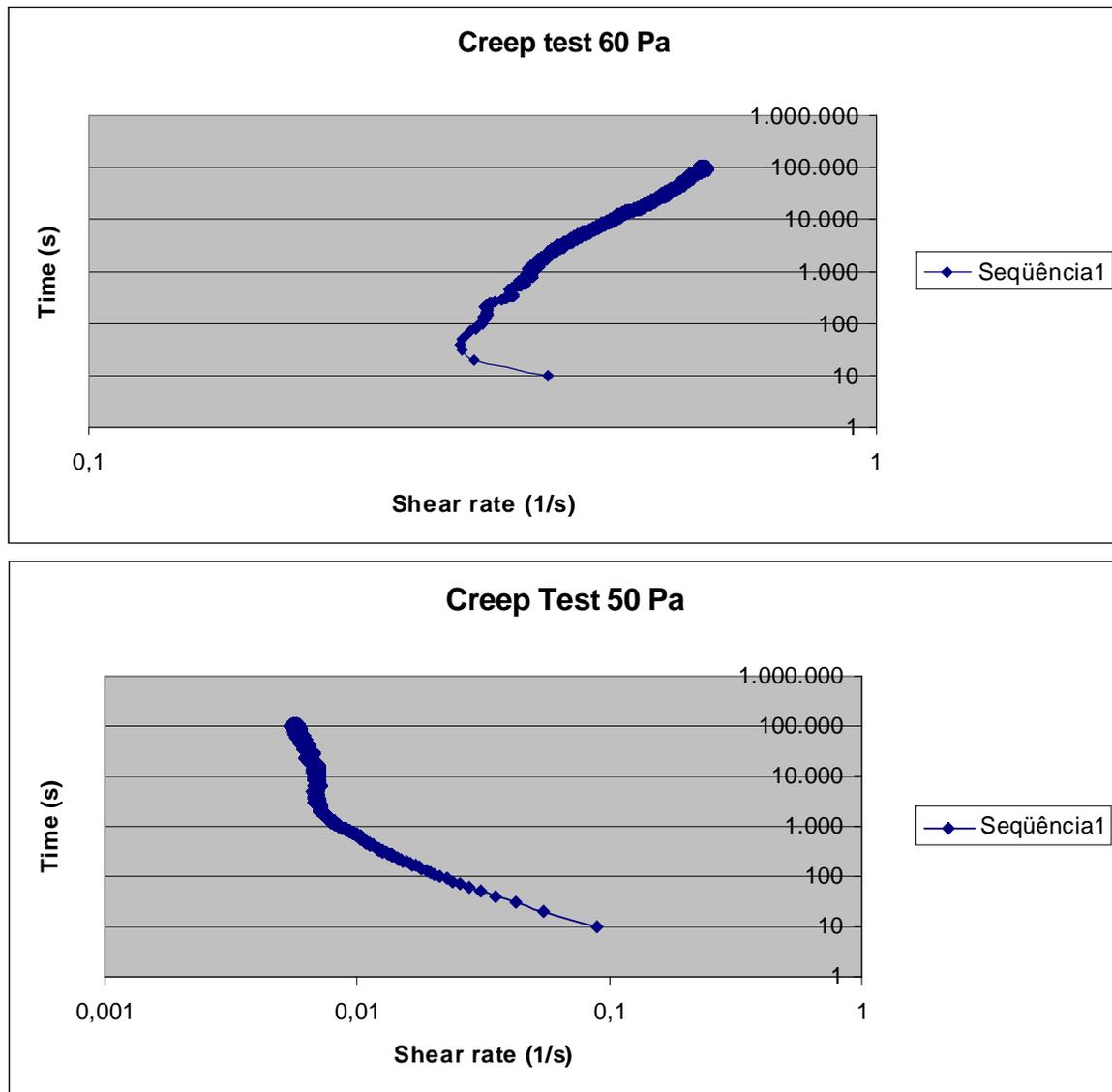


Figura 3: Creep tests realizados a 50 e 60 Pa com o tempo em função da viscosidade (A e B); tempo em função da tensão (C e D); tempo em função da taxa de cisalhamento.

Como o projeto está em andamento, ainda realizaremos novos testes para obter mais resultados, ampliando e melhorando os resultados da pesquisa.

Referencias:

- 1- Marchesini, F. H. **Viscoplastic Materials in Engineering Problems**. Rio de Janeiro, 2008. 15p. Tese de Pós Graduação (Especialização em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- 2- BARNES, H. A.; WALTERS, K.. **The yield stress myth?** Rheol. Acta, 24:323-326, 1985. 13
- 3- BARNES, H. A. **Handbook of elementary rheology**. Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics University of Wales, 2000. 74p.