

Estudo do Escoamento base de Fluido Não Newtoniano Modelado pelo LPTT

Andreza Beatriz Jacinto da Silva¹

ICMC/USP, São Carlos, SP

Leandro Franco de Souza²

ICMC/USP, São Carlos, SP

Introdução

Os fluidos podem ser classificados como newtonianos e não-newtonianos. Nos fluidos newtonianos cada componente de tensão cisalhante aplicada é linearmente proporcional a taxa de deformação, sendo a constante de proporcionalidade igual a viscosidade dinâmica. Em fluidos não-newtonianos essa proporcionalidade não acontece. Uma classe de fluidos não-newtonianos são os viscoelásticos. Quando eles são submetidas à tensão de cisalhamento sofrem uma deformação e quando esta cessa, ocorre uma certa recuperação da deformação sofrida. Neste estudo são apresentadas as distribuição das componentes da velocidade e dos tensores extra tensão em um escoamento bi-dimensional entre placas paralelas de um fluido não-newtoniano modelado pelo LPTT, obtidas através de duas formulações diferentes.

Modelagem e Métodos

O modelo utilizado neste trabalho é o PTT (Phan-Thien-Tanner), cuja equação constitutiva pode ser escrita da seguinte forma:

$$f(\text{tr}(\mathbf{T}))\mathbf{T} + \lambda \overset{\nabla}{\mathbf{T}} = 2\eta_p \mathbf{D}, \quad (1)$$

onde $D = \frac{1}{2}(\nabla u + (\nabla u)^T)$ é a taxa do tensor de deformação, λ é o tempo de relaxação do fluido, η é a viscosidade contribuída pelo polímero, e $f(\text{tr}(\mathbf{T}))$ é a tensão função de coeficiente.

Considera-se o modelo PTT na forma linear, ou seja, a função f é dada por:

$$f(\text{tr}(\mathbf{T})) = 1 + \frac{\lambda\epsilon}{\eta_p} \text{tr}(\mathbf{T}). \quad (2)$$

A notação $f(\text{tr}(\mathbf{T}))\mathbf{T}$ é usada para representar o traço do tensor extra tensão \mathbf{T} e o símbolo $\overset{\nabla}{\mathbf{T}}$ representa a derivada convectada dada por:

$$\overset{\nabla}{\mathbf{T}} = \frac{D\mathbf{T}}{Dt} - \mathbf{T} \cdot \mathbf{L} - \mathbf{L}^T \cdot \mathbf{T}, \quad (3)$$

onde $\mathbf{L} = \nabla \mathbf{u} - \xi \mathbf{D}$ é chamada de gradiente efetivo de velocidade, ϵ e ξ são parâmetros positivos do modelo, sendo a constante ϵ um parâmetro relacionado ao comportamento elongacional do modelo e ξ afeta o comportamento de cisalhamento.

¹andrezabeatriz@usp.br.

²lefraso@gmail.com.

Neste trabalho, foi feito a simulação do perfil de velocidade u do fluido LPTT de dois algoritmos. O primeiro (U1), foi utilizado em [1], que é um código computacional de alta-ordem espacial para solução das Equações de Navier-Stokes para um escoamento bi-dimensional [2]. O outro algoritmo (U2), é uma solução analítica para canal totalmente desenvolvido e fluxo de tubo de fluidos Phan-Thien-Tanner (PTT) desenvolvido por [3].

Resultados

Na Figura 1 são apresentados os resultados do perfil de velocidade u obtido com as duas formulações citadas acima. Pode-se observar que não há boa concordância entre as formulações. Os

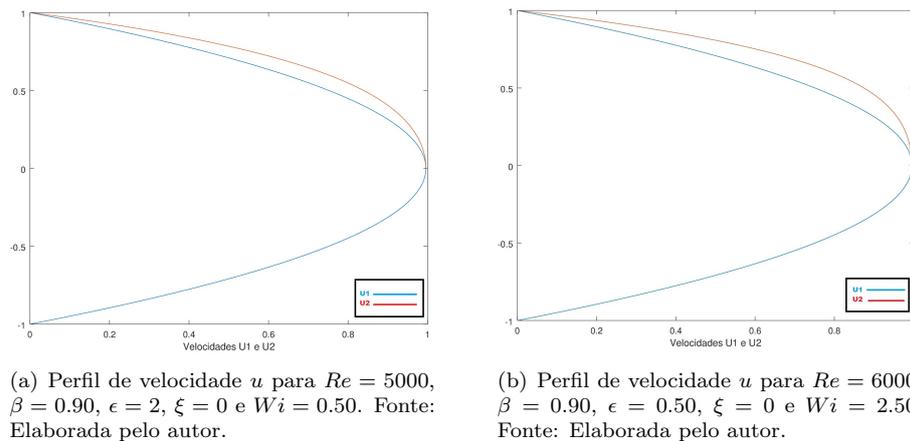


Figura 1: Perfil de velocidades U1 e U2

parâmetros adimensionais $Re = \frac{\rho UL}{\eta_0}$ e $Wi = \frac{\lambda U}{L}$ são os números adimensionais Reynolds e Weissenberg, sendo L o comprimento, U velocidade e ρ densidade. $\beta = \eta_s/\eta_0$ controla a contribuição do solvente Newtoniano. η_0 é a viscosidade total do fluido, onde $\eta_0 = \eta_s + \eta_p$, sendo η_s a viscosidade do solvente e η_p a viscosidade do polímero.

Conclusão

No presente trabalho, foi feito uma simulação do perfil de velocidade u do fluido LPTT de dois algoritmos computacionais. Os parâmetros Re, β, ϵ, ξ e Wi foram variados nas figuras (a) e (b). Os resultados ainda apresentam desvios, portanto mais investigações serão realizadas.

Referências

- [1] Araujo, M. T., Silva, A. A., Souza, L. F., Paulo, G. S., Furlan, L. J. S. and Brandi, A. C. An Algorithm for Solving an Implicit Solution for Fully Development Flow in a Channel of a Giesekus Fluid. In: *17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering*, 2018, Águas de Lindoia. Proceedings of 17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, 2018. v. 1. p. 1-8. DOI: 10.26678/ABCM.ENCIT2018.CIT18-0826
- [2] Brandi, A.C., Mendonça, M.T. and Souza, L.F. DNS and LST stability analysis of Oldroyd-B fluid in a flow between two parallel plates. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mech.*, v. 267, p. 14-27, 2019.
- [3] Pinho, F. T. and Oliveira, P. J. Analytical solutions for fully developed channel and pipe flow of Phan-Thien-Tanner fluids. *J. Fluid Mech*, v. 387, p. 271–280, 1999.