

5.Considerações Finais

Nesta dissertação, inicialmente foi apresentada uma nova equação constitutiva para se modelar líquidos não newtonianos que possuem tanto características viscoplásticas quanto elásticas, sendo assim definido como material elasto-viscoplástico. Foi mostrado também como se chegou a esta equação, partindo da equação constitutiva SMD, que caracteriza fluidos viscoplásticos, e modificando-a para incluir a elasticidade. Para isto, alterou-se a equação de Oldroyd-B, transformando as constantes η , λ_1 e λ_2 em funções variáveis com $\dot{\gamma}$, com η substituído por $\eta(\dot{\gamma})$ da equação SMD e λ_1 e λ_2 apresentando decaimento exponencial.

Em uma segunda parte, foi apresentado e implementado um novo procedimento para adimensionalização das equações. A grande vantagem deste procedimento está em usar apenas parâmetros reológicos e geométricos para a adimensionalização dos grupos reológicos. Isto permite que os grupos adimensionais estejam menos inter-relacionados, garantindo uma maior independência entre eles. Como consequência disto, comparações entre resultados teóricos e experimentais tornam-se mais claros e diretos, já que, para um líquido e geometria fixos, os grupos adimensionais também estão fixos, com exceção dos parâmetros não reológicos, que dependem da vazão.

Posteriormente entra-se na parte principal do trabalho que consiste na simulação numérica deste líquido elasto-viscoplástico em uma expansão-contracção abrupta. Com o objetivo de se obter apenas os resultados provenientes da elasticidade e plasticidade do material, considerou-se o escoamento com número de Reynolds nulo, garantido a independência dos efeitos de inércia na simulação.

Anteriormente a este trabalho, foram realizados testes experimentais com baixos números de Reynolds pelo grupo de reologia da PUC-RIO com a mesma geometria aqui tratada. Os resultados apresentavam uma assimetria na concavidade, que não fora comprovado quando se modelou o fluido com a equação SMD (viscoplástica), o que levantou a hipótese de tal assimetria ser decorrente da elasticidade do fluido. Esta hipótese foi comprovada nos resultados das simulações do presente trabalho.

Para implemetação da simulação numérica do escoamento utilizou-se o método dos elementos finitos através dos programas *GAMBIT*, para geração da malha, *POLYFLOW*, para resolução das equações, e *TECPLOT* para o pós processamento.

Para se analisar as simulações definiu-se três parâmetros que representam fundamental importância no escoamento:

- Δp^* - representando a perda de carga adimensional gerada pelo fluido passar pela concavidade;
- φ - representando a porcentagem do volume da concavidade que escoar, e;
- As - representando a assimetria da linha de transição que divide o fluido que escoar na cavidade faz com o fluido estagnado.

O comportamento destes parâmetros foi analisado à medida que se alterava alguma variável da equação constitutiva. Na tabela 5.1, cada parâmetro é relacionado qualitativamente com as variáveis nas seguintes condições:

- Nível de influência:
 - Independente;
 - Pouco;
 - Bastante.
- Proporcionalidade entre a variável e o parâmetro:
 - Diretamente;
 - Inversamente.

Variáveis	Parâmetros		
	Δp^*	φ	As
De_R	Independente	Pouco	Bastante
	-	Inversamente	Diretamente
η_r	Bastante	Independente	Independente
	Diretamente	-	-
n	Bastante	Pouco	Independente
	Diretamente	Inversamente	-
Velocidade	Bastante	Bastante	Bastante
	Diretamente	Diretamente	Inversamente

Tabela 5.1: Resultado qualitativo das simulações

Com base na análise realizada e nos resultados obtidos neste trabalho verifica-se que, dentre as variáveis analisadas, a velocidade é a que mais influencia os parâmetros considerados.

Por fim, como continuação desta dissertação para trabalhos futuros, indicam-se as seguintes simulações:

- Maiores faixas para o expoente n e η_r ;
- Modificação das razões geométricas L/L_0 , L_0/R_0 e R_0/R ;
- Modificação da geometria
- Maiores valores de J ;
- Menores valores de η_∞ ;
- $De_{\infty 1}$ e $De_{\infty 2}$ não nulos;
- Introdução da Inércia.

Além das simulações, podem ser realizadas correlações estatísticas entre os parâmetros analisados e as variáveis da equação constitutiva. Isto facilitaria a implementação nas indústrias e projetos técnicos que necessitam de fórmulas de aplicação simples e direta para a análise diária dos processos industriais.