

4

Comentários Finais

Os escoamentos em canais capilares com garganta podem ser associados a escoamentos em canais capilares com raios equivalentes constantes. Foram discutidas duas maneiras de serem calculados esses raios equivalentes, tanto para fluidos newtonianos, quanto para fluidos “power law”. Um dos métodos é baseado no resultado do escoamento obtido através de código CFD (raio equivalente ajustado – $R_{eq\ aj}$), e o outro utiliza conceitos da teoria de lubrificação (raio equivalente analítico – $R_{eq\ an}$).

Na comparação entre os raios equivalentes ajustados e analíticos, para os fluidos newtonianos, a aproximação é muito boa, sendo a maior diferença 6,2%, obtida para a geometria com $r_o=0,4$ mm. As menores diferenças foram alcançadas para as contrações mais suaves, bem como para as mais abruptas, com $r_o=0,8$ mm o erro foi de 1,2% e com $r_o=0,1$ mm o erro foi de 2,6%. Esse comportamento está associado aos campos de pressão, quando as linhas isobáricas se alinham próximas à direção transversal ao escoamento (linha vertical) os erros são menores. No caso da contração mais abrupta, isso ocorre, pois quase toda a perda de carga é observada na região central de garganta. Já no caso das contrações mais suaves, as isobáricas ficam transversais ao escoamento porque a perda de carga no capilar sofre pouca influência da garganta, levando o campo de pressão a se aproximar do observado nos escoamentos em capilares com raio constante.

Para a comparação dos casos de fluido “power law”, $R_{eq\ aj}$ e $R_{eq\ an}$ obtiveram comportamento semelhante ao observado com fluido newtoniano, mas com diferenças maiores. As contrações mais suaves e mais abruptas registraram menor erro que a contração intermediária, para os mesmos parâmetros reológicos. A maior diferença média entre os raios equivalentes foi de 10,1%, para a geometria com $r_o=0,5$ mm. Já a geometria mais suave, com $r_o=0,8$ mm, obteve o menor erro médio, que foi de 5,0%. A geometria mais abrupta, com $r_o=0,1$ mm, apresentou diferença entre os raios equivalentes de 9,4%, que é próxima da obtida para a geometria intermediária. Novamente os resultados são bem explicados pela análise das isobáricas do campo de pressão. Quando o expoente “power law” (n) é diminuído, ou seja, o fluido é mais pseudo-plástico, os

raios equivalentes constantes são menores.

Do ponto de vista de aplicação numérica, os resultados de raios equivalentes simplificados obtidos neste trabalho podem ser aplicados em códigos que simulem escoamentos em meios porosos através de rede de capilares. Com isso é possível criar regras simples para a perda de carga em canais com garganta, simulando mais realisticamente meios porosos e diminuindo o esforço computacional requerido. Os resultados também podem ser utilizados para auxiliar estudos experimentais onde a fabricação de canais convergente/divergente não seja possível. Então canais de raio constante, de muito mais simples fabricação, podem substituir canais com constrições mais complexas.

A mesma metodologia de estudo pode ser aplicada em estudos de canais que possuam constrições diferentes das formadas a partir de arcos de círculos, desde que, a variação do raio da geometria seja gradual.

Os resultados de escoamentos de fluido de Carreau-Yasuda em capilares com garganta, que são apresentados, devem ser encarados como o início de um novo trabalho. Fica então registrada a sugestão para ser desenvolvida metodologia semelhante à apresentada nesse estudo, para obtenção de raios equivalentes constantes com esse outro fluido não newtoniano. Além do fluido de Carreau –Yasuda, também seria de grande valia se estudos futuros avaliassem formulações para fluidos visco-elásticos.