

ESCOAMENTO LAMINAR EM TUBOS

Angela Grandin (expositora), Carlos Alberto Gasparetto. Laboratório de Medidas Físicas/FEA/Unicamp

INTRODUÇÃO: De acordo com a literatura corrente os escoamentos permanentes, incompressíveis no interior de tubos são laminares quando o número de Reynolds (Re) é menor que 2000. Muitas aplicações práticas relativas a esse limite, podem estar utilizando correlações que não se comprovam na prática. São os casos de perda de carga, transferência de calor e massa que ocorrem a $Re \sim 1000$. **OBJETIVO:** O objetivo deste trabalho foi demonstrar este comportamento irregular dos escoamentos, utilizando um arranjo experimental simples e de grande valor didático. O arranjo usado foi do tipo capilar, com $L/D > 1000$, para tornar os efeitos indesejáveis, de entrada e saída, desprezíveis. **METODOLOGIA:** Foi induzido um escoamento de água em tubo plástico muito longo, de diâmetros internos 3mm e 6mm e comprimentos 3500mm e 7500mm, mantendo temperatura controlada a 25°C. Durante o experimento foram tomadas as medidas de vazão mássica do líquido e da queda de pressão ao longo do tubo. A vazão mássica foi determinada através de pesagem do fluido que escoou durante um certo intervalo de tempo. A queda de pressão foi determinada pela diferença de cotas entre o respiro de ar no vazo de mariotte e a extremidade livre do capilar. Como $p = \rho gh$, foi determinada a massa específica do fluido, através de picnometria. **RESULTADOS E CONCLUSÕES:** Esses dados foram substituídos na equação de Hagen-Poiseuille para o cálculo da viscosidade. Na prática essa equação é mais utilizada para o cálculo da perda de carga em função da vazão volumétrica. O cálculo é feito pela expressão $m = (DDp/4L) / (32 Q/\rho D^2)$, onde: D é o diâmetro interno do tubo; L é o comprimento do tubo; Q é a vazão; Dp é a queda de pressão ao longo de L e m é a viscosidade. A viscosidade real é determinada num viscosímetro do tipo capilar modelo Cannon-Fenske. A faixa experimental é de $50 < Re < 2100$, mostrando que a viscosidade calculada dessa forma só é verdadeira para $Re < 200$. Outros parâmetros também foram calculados e comparados a queda de pressão real com aquela prevista pelo fator $f = 64/Re$. Essas comparações evidenciam que o escoamento numa situação prática real, na faixa de $200 < Re < 2000$, tem perdas adicionais àquelas do escoamento laminar. Essas perdas são atribuídas às perturbações inerentes a esses escoamentos e tem como consequência valores mais altos do que aqueles previstos na teoria para os coeficientes de atrito, troca térmica e intercâmbio de massa.