

## ANÁLISE NUMÉRICO-EXPERIMENTAL DO ESCOAMENTO TURBULENTO EM TROCADORES DE CALOR: UM ARRANJO MATRIZ DE TUBOS ALTERNATIVO

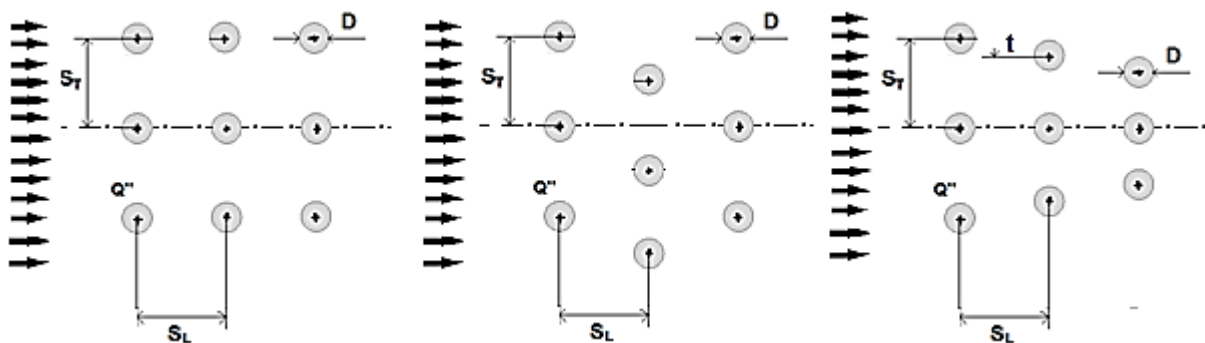
Anderson Moisés Meier<sup>1</sup>, Paulo Sergio Berving Zdanski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Mecânica – Centro de Ciências Tecnológicas - bolsista PIBIC/CNPq

<sup>2</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica – Centro de Ciências Tecnológicas – [dem2psbz@joinville.udesc.br](mailto:dem2psbz@joinville.udesc.br).

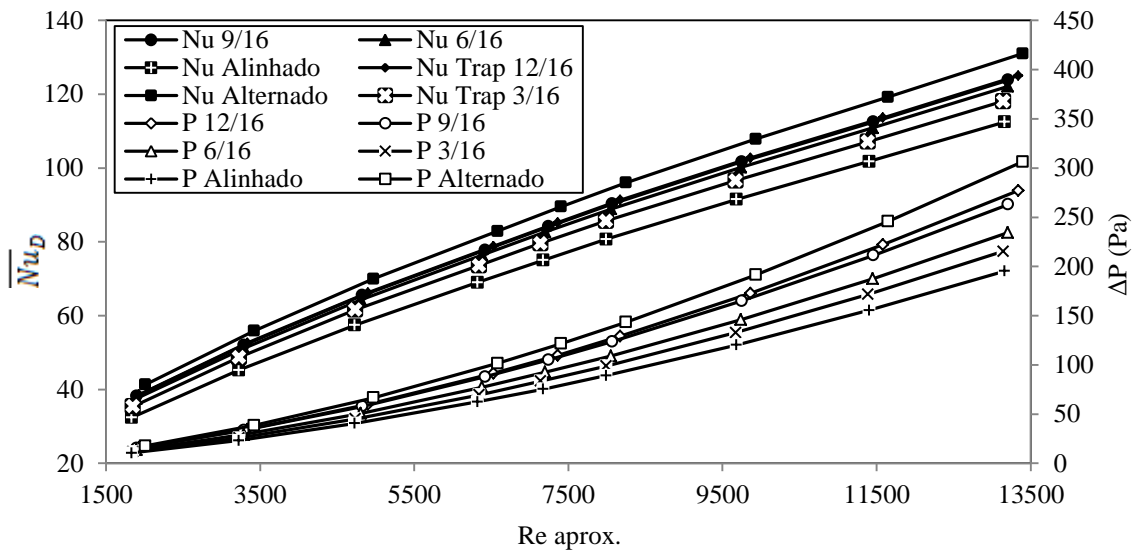
Palavras-chave: Transferência de calor, perda de carga, análise numérica.

O presente trabalho teve por objetivo estudar e caracterizar a influência do posicionamento sobre o desempenho termo hidráulico de um trocador de calor matriz de tubos, de nove tubos, submetidos à convecção forçada. Empregou-se uma metodologia híbrida, através da qual dados experimentais, obtidos em túnel de vento, compõem condições de contorno para abordagem numérica através da utilização do software Ansys CFX<sup>®</sup> 15.0 com modelo SST de turbulência. Ambas abordagens (numérica e experimental) foram validadas para configurações alinhada e alternada de tubos, através da comparação com correlações empíricas existentes. Foi proposto então um novo arranjo trapezoidal, conforme Fig. 1, ao qual estudou-se a influência de um novo parâmetro geométrico  $t/D$ .



**Fig. 1** Esquema de uma matriz alinhada (esquerda), alternada (meio) e trapezoidal (direita)

Após simulações e ensaios, foi feita uma análise comparativa entre todas as matrizes, conforme Fig. 2. Constatou-se que os fatores de trapézio estudados ( $t/D=3/16$  à  $12/16$ ) promoveram incrementos na troca de calor e na perda de carga para toda a faixa de Reynolds considerada, quando comparados com a geometria alinhada. Obtendo também valores de magnitude menor do que a geometria alternada nos dois quesitos.



**Fig. 2** Transferência de calor e perda de carga em função do Reynolds para as geometrias simuladas

Este resultado pode ser entendido como um efeito da produção de turbulência dentro da matriz. Conforme aumenta-se o fator de trapézio  $t/D$ , maior a interação entre os cilindros (quando comparados a uma situação alinhada), desta forma há um aumento no efeito convectivo. Este aumento na troca de calor é acompanhado por um aumento na perda de carga, já que existe uma área frontal maior oferecendo resistência ao escoamento. Para uma configuração alternada, a interação dos cilindros é máxima, havendo também um grande incremento na perda de carga devido ao grande número de tubos expostos ao escoamento livre.

Vale observar ainda que, dado um valor de Nusselt requerido por uma aplicação, cada geometria tem seu valor de Reynolds de aproximação associado, que implica em diferentes perdas de carga. Desta forma, ao relacionar diretamente as duas variáveis  $\overline{Nu}_D$  e  $\Delta P$ , o desempenho hidráulico pode ser avaliado.

Neste sentido uma segunda análise consistiu em considerar um valor de Nusselt requerido, a partir do qual percebeu-se que é possível operar com menor perda de carga ao utilizar arranjos trapezoidais. A saber, destaca-se a geometria com fator  $t/D = 3/16$ , que obteve redução percentual máxima na perda de carga de 8,45% em relação à geometria alternada e 20,04% em relação à geometria alinhada.

Com o objetivo de avaliar o comportamento do número de Nusselt e perda de carga para as novas geometrias estudadas, os valores de Nusselt experimental e numérico foram colapsados na Eq. (1). A correlação numérica possui referência na literatura, sendo corrigida para levar em conta a influência do fator  $t/D$ . Obteve-se uma dispersão máxima de 7% para os dados simulados e experimentais apresentados.

$$\overline{Nu}_D = 0,3791 * Re_{aprox.}^{0,608} * Pr^{\frac{1}{3}} * \cos\left(0,5663 * \left(\frac{t}{D}\right) - 0,3054\right) \quad (1)$$