enquanto (45) e (46) podem ser consideradas identidades. As distribuições de velocidade e temperatura nessa região resultam então

$$v_\theta = \propto \left(4 + \frac{c_0^2}{c_1}\right) r \quad (49)$$

e

$$T = a_0 + a_1 lnr + b_0\, e^{b_1 r^2 + c_1\theta + c_0 z} \quad (50)$$

ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA E ÁREA DE TROCA

As constantes arbitrárias nas equações (38) e (40) são especificadas em função dos dados de entrada quando é imposta a continuidade das soluções e de suas derivadas nas respectivas interfaces. Impondo que as soluções para as regiões do fluido interno e da parede se tornem idênticas quando $r=R_i$, ao menos dois parâmetros podem ser explicitamente determinados: $a_1=0$ e

$$c_0 = \frac{-2 \propto}{R_i^2 W_\infty} \quad (51)$$

Assim, na equação (39) $b_1=0$, a fim de evitar termos imaginários gerados pela função Y_0 quando avaliada para argumentos negativos. Desse modo, a solução na região da parede resulta explicitamente determinada:

$$T = a_0 + b_1 J_0\left(\frac{-2 \propto}{R_i^2 W_\infty} r\right) e^{\frac{-2\propto}{R_i^2 W_\infty} z} \quad (52)$$

Note-se que na equação (42) a condição assintótica já aplicada sobre a região do fluido interno continua válida para a região da parede, uma vez imposta a continuidade de ambas na interface correspondente. Assim,

$$a_0 = T_{eo} \quad (53)$$

e

$$a_1 = \frac{T_{eo} - T_{ei}}{n_t n_c} \quad (54)$$

Nesta equação, n_t é o número de colunas do banco de tubos, n_c é o número de vezes que o fluxo atravessa o banco e o sub-índice "$_e$" denota o fluido externo. Dessa forma, a equação (42) se torna

$$T = T_{e0} + \frac{T_{eo} - T_{ei}}{n_t n_c}\, e^{b_1 r^2 + c_1\theta + \frac{-2\propto}{R_i^2 W_\infty} z} \quad (55)$$

Essa equação é válida para uma única coluna de tubos, de modo que os parâmetros referentes às demais são determinados por via numérica. Cada perfil de temperatura obtido para fileiras situadas progressivamente mais a jusante é utilizada como condição de montante para a próxima região adjacente. Para a primeira coluna, os valores numéricos da vazão de fluido interno e da temperatura de saída do fluido externo são relacionados pelo balanço global de energia:

$$m_e c_e (T_{eo} - T_{ei}) = m_i c_i (T_{ii} - T_{io}) \quad (56)$$

Essas duas grandezas são as incógnitas dessa equação, levando em conta que em geral a temperatura de saída do fluido interno é conhecida. Na prática, é mais conveniente prescrever a vazão mássica do fluido interno do que a temperatura de saída do fluido externo, porque a vazão possui um intervalo de variação mais restrito. Por um lado, existe um limite inferior em função da necessidade de produzir uma quantidade mínima de fluido interno, que em geral representa o produto de maior valor agregado na indústria. Por outro, a partir de um certo limite superior para a vazão, o próprio tempo de residência do fluido no interior dos dutos limita a quantidade de energia térmica transferida. Assim, é mais prático isolar do que arbitrar a temperatura de saída do fluído externo na equação (48):

$$T_{eo} = T_{ei} + \frac{m_i c_i}{m_e c_e} (T_{ii} - T_{io}) \quad (57)$$