

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DIFUSIVOS TRANSIENTES EM CILINDROS COM DIVERSAS CONFIGURAÇÕES DE SEÇÃO CIRCULAR

William Hiroshi Kuvabara Pereira

UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Engenharia Mecânica
Av. Brasil, 56, Centro, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP
whkpereira@gmail.com

Mateus Calegari Paulique

mateuspaulique@gmail.com

Vinicius Souza Moraes

vviniuss@dem.feis.unesp.br

Cassio Roberto Macedo Maia

cassio@dem.feis.unesp.br

Resumo: *Apresenta-se no presente trabalho a solução de problemas difusivos transientes, com propriedades termofísicas constantes, em domínios bidimensionais representados por tarugos de seção transversal que variam desde um setor de círculo até uma chapa curvada submetidos à condição de contorno de primeiro tipo. Essencialmente, a metodologia proposta consiste em fazer uso de um conjunto de transformações adequadas que visem facilitar o tratamento analítico-numérico do problema, bem como, a diminuição do tempo computacional para a obtenção de resultados. Para facilitar a aplicação das condições de contorno, e a forma analítica da equação de conservação de energia, foi feita uma mudança de variáveis espaciais através de um sistema de coordenadas ortogonais obtido por uma transformação conforme. Para a determinação da evolução do campo da temperatura foi aplicada a Técnica da Transformada Integral Generalizada sobre a equação da difusão. Conseqüentemente, tais transformações possibilitaram a determinação de parâmetros de interesse para as diferentes configurações citadas.*

Palavras-chave: *Difusão de calor, condução em regime transiente, transformada integral, transformação conforme.*

1. INTRODUÇÃO

As equações diferenciais fundamentais que regem os princípios de conservação de massa, energia e quantidade de movimento são, em regra, de natureza complexa e, por isso, a sua solução sempre representou um desafio para a área de ciências exatas. Técnicas analíticas clássicas foram aplicadas com sucesso para problemas que apresentavam estruturas matemáticas mais simples. Com a evolução de equipamentos e ferramentas computacionais, diversas técnicas numéricas foram desenvolvidas, permitindo a obtenção de soluções precisas para problemas que apresentam estruturas mais complexas, nas diversas áreas de conhecimento da engenharia. Mais recentemente, técnicas híbridas analítico-numéricas vêm sendo implementadas em várias áreas de interesse da engenharia por permitirem a obtenção de resultados numéricos com um menor tempo computacional e também por garantirem maior confiabilidade. A Técnica da Transformada Integral Generalizada - TTIG (Cotta, 1998) é uma ferramenta com estas características e apresenta um grande poder para a solução de problemas de transferência de calor e massa os quais, geralmente, não possuem solução pelas técnicas analíticas clássicas. No que diz respeito a processos puramente

difusivos, a TTIG vem sendo aplicada com sucesso em problemas que apresentam domínios de geometria irregular ou não convencional (Aparecido et al, 1989), (Cotta & Ramos, 1998), (Maia et al, 2001) e (Maia et al, 2003), problemas difusivos tridimensionais e não-lineares (Mikhailov & Cotta, 1996), (Serfaty, 1997), problemas difusivos que envolvem movimento de fronteira (Diniz et al, 1999), entre outros.

Assim, dando continuidade a esta linha de trabalhos, a TTIG será utilizada no presente trabalho para a obtenção de solução de problemas difusivos transientes em domínios bidimensionais que caracterizam tarugos com variadas configurações de seção. São considerados para a formulação do problema proposto: meios difusivos com propriedades termofísicas constantes e condições de temperatura prescrita no contorno da seção. No entanto, para facilitar o tratamento analítico antes da aplicação da TTIG, será feita uma mudança de variáveis a partir de sistema de coordenadas ortogonais obtido de uma transformação conforme. A distribuição de temperatura e parâmetros físicos de interesse tais como temperaturas médias e constantes de tempo serão, então, determinados para diferentes casos da seção.

2. OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho tem por objetivo fazer uso da transformação conforme e da transformada integral para a obtenção da solução de problemas difusivos transientes bidimensionais representados por tarugos de seção transversal com formato de um setor de anel.

3. ANÁLISE

Para o problema proposto, será estabelecido um meio difusivo isotrópico, sem fontes e com perfil de temperatura inicial uniforme. Neste modelo, a equação da difusão em meios cilíndricos com seção de domínio Ω e contorno, Γ , é dada por:

$$\nabla \cdot \nabla T(x, y, t) = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T(x, y, t)}{\partial t}, \quad \{(x, y) \in \Gamma, t > 0\} \quad (1)$$

$$T(x, y, t) = T_p, \quad \{(x, y) \in \Gamma, t > 0\}, \quad (2)$$

$$T(x, y, 0) = T_i, \quad \{(x, y) \in \Omega\}, \quad (3)$$

onde, T_p representa a condição de temperatura prescrita no contorno e T_i representa a condição de temperatura inicial uniforme no domínio Ω . A Equação 1 pode ser reescrita na forma como segue:

$$\nabla^2 \theta(X, Y, \tau) = \frac{\partial \theta(X, Y, \tau)}{\partial \tau}, \quad \{(X, Y) \in \Omega, \tau > 0\}, \quad (4)$$

$$\theta(X, Y, \tau) = \theta_p = 0, \quad \{(X, Y) \in \Gamma, \tau > 0\}, \quad (5)$$

$$\theta(X, Y, 0) = \theta_i = 1, \quad \{(X, Y) \in \Omega\}, \quad (6)$$

Com

$$X = x/L_{ref}, \quad Y = y/L_{ref}, \quad \tau = t\alpha/L_{ref}^2, \quad (7)$$

$$\theta(X, Y, \tau) = \frac{T(X, Y, \tau) - T_p}{T_i - T_p}, \quad (8)$$

O parâmetro L_{ref} representa um comprimento de referência que é aqui definido como:

$$L_{ref} = 2A_s / Per, \quad (9)$$

onde A_s representa a área da seção transversal do cilindro e Per o perímetro.

3.1. Transformação de Coordenadas

Para facilitar a aplicação das condições de contorno e o tratamento analítico será feita uma mudança de variáveis a partir da seguinte Transformação Conforme:

$$Z = r_e e^{i\omega}, \quad (10)$$

$$Z = x + iy, \quad w = u + iv \quad (11)$$

Esta relação permite transformar o domínio do setor de configuração circular qualquer no plano (x, y) em um domínio retangular no plano (u, v) conforme ilustrado na Figura 1.

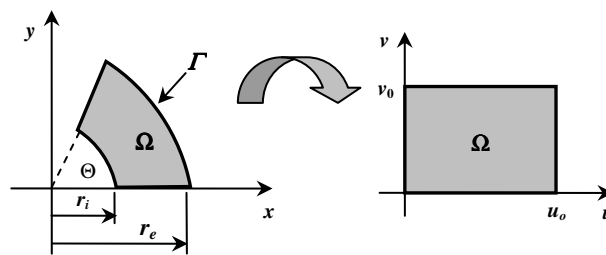


Figura 1. Transformação do domínio de setor de anel no plano (x, y) para o plano (u, v) .

As relações de transformação de coordenadas, os coeficientes métricos h_u e h_v e o Jacobiano $J(u, v)$ são dadas por:

$$x = r_e e^{-v} \cos(u), \quad y = r_e e^{-v} \sin(u). \quad (12)$$

$$h_u(u, v) = h_v(u, v) = \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial u}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial u}\right)^2} = r_e e^{-v}, \quad (13)$$

Este novo sistema de coordenadas é ortogonal. Como pode ser observado, a abertura angular do setor é definida pelas retas $u = 0$ e $u = u_0$ (u_0 é o ângulo Θ), o arco externo pela reta $v = 0$ e o arco interno pela reta $v = v_0$, com $v_0 = \ln(r_e/r_i)$. Assim, para caracterizar a geometria do problema proposto serão considerados os parâmetros geométricos abertura angular $\Theta = u_0$ e espessura do da seção é definida pela razão de aspecto ρ_{asp} :

$$\rho_{asp} = r_i / r_e \quad (14)$$

A equação da difusão e as condições iniciais e de contorno no novo sistema de coordenadas são dadas por:

$$\frac{\partial^2 \theta(u, v, \tau)}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 \theta(u, v, \tau)}{\partial v^2} = J(u, v) \frac{\partial \theta(u, v, \tau)}{\partial \tau}, \quad (15)$$

$$\{0 \leq u \leq u_o, \quad 0 \leq v \leq v_o, \quad \tau > 0\}, \quad (16)$$

$$\theta(u, v, 0) = 1, \quad \{0 \leq u \leq u_o, \quad 0 \leq v \leq v_o\}, \quad (17)$$

$$\theta(u, v, \tau) = 0, \quad \{0 \leq v \leq v_o, \quad u = 0, \quad \tau > 0\}, \quad (18)$$

$$\theta(u, v, \tau) = 0, \quad \{0 \leq v \leq v_o, \quad u = u_o, \quad \tau > 0\}, \quad (19)$$

$$\theta(u, v, \tau) = 0, \quad \{0 \leq u \leq u_o, \quad v = 0, \quad \tau > 0\}, \quad (20)$$

$$\theta(u, v, \tau) = 0, \quad \{0 \leq u \leq u_o, \quad v = v_o, \quad \tau > 0\}. \quad (21)$$

3.2. Aplicação da TTIG

Para a obtenção dos perfis de temperatura a transformada integral será aplicada sobre a equação da difusão. Devido a sua característica bidimensional, o potencial $\theta(u, v)$ será escrito em termos de uma expansão em autofunções normalizadas obtidas de problemas auxiliares de autovalor para cada coordenada espacial (Aparecido, 1997). Neste sentido, a aplicação da transformada integral será feita por partes, para cada um dos problemas propostos.

Considere o seguinte problema auxiliar de autovalor:

$$\frac{d^2 \psi(u)}{du^2} + \mu^2 \psi(u) = 0, \quad \{0 < u < u_o\}, \quad (22)$$

$$\psi(0) = 0, \quad \psi(u_o) = 0. \quad (23)$$

Os autovalores e as autofunções associados a este problema são:

$$\bar{\mu}_i = i\pi/u_o \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (24)$$

$$\psi_i(u) = \text{sen}(\bar{\mu}_i u). \quad (25)$$

As autofunções acima são ortogonais e permitem o desenvolvimento do seguinte par transformada-inversa:

$$\bar{\theta}_i(v, \tau) = \int_0^{u_o} K_i(u) \theta(u, v, \tau) du, \quad \text{transformada}, \quad (26)$$

$$\theta(u, v, \tau) = \sum_{i=1}^{\infty} K_i(u) \bar{\theta}_i(v, \tau), \quad \text{inversa}. \quad (27)$$

onde $\bar{\theta}_i(v, \tau)$ é o potencial transformado em u e $K_i(u)$ são as autofunções normalizadas, dadas por:

$$K_i(u) = \frac{\psi_i(u)}{N_i^{1/2}}, \quad (28)$$

$$N_i = \int_0^{u_o} \psi_i^2(u) du = u_o/2 \quad (29)$$

Efetando o produto interno das autofunções normalizadas $K_i(u)$ com a equação da difusão dada pela Equação 15 e fazendo uso das condições de contorno dadas pelas Equações 18 a 21 e da equação que define o problema auxiliar de autovalor, Equação 22, obtém-se:

$$\sum_{j=1}^{\infty} A_{ij}(v) \frac{\partial \bar{\theta}_j(v, \tau)}{\partial \tau} + \mu_i^2 \bar{\theta}_i(v, \tau) = \frac{\partial^2 \bar{\theta}_i(v, \tau)}{\partial v^2}, \quad i = 1, 2, 3... \quad (30)$$

$$A_{ij}(v) = \int_0^{u_o} K_i(u) K_j(u) J(u, v) du. \quad (31)$$

Para proceder a transformação integral relativo a coordenada v , considere o seguinte problema de autovalor:

$$\frac{d^2 \phi(v)}{dv^2} + \lambda^2 \phi(v) = 0, \quad \{0 < v < v_o\}, \quad (32)$$

$$\phi(0) = 0, \quad \phi(v_o) = 0. \quad (33)$$

Os autovalores e as autofunções para este novo problema auxiliar de autovalor são similares ao anterior:

$$\lambda_m = m\pi/2, \quad m = 1, 2, 3... \quad (34)$$

$$\phi_m(v) = \cos(\lambda_m v). \quad (35)$$

As autofunções $\phi_m(v)$ são ortogonais e permitem o desenvolvimento do seguinte par transformada-inversa:

$$\tilde{\theta}_{im}(\tau) = \int_0^{v_o} \int_0^{u_o} K_i(u) Z_m(v) \theta(u, v, \tau) du dv, \quad \text{transformada} \quad (36)$$

$$\theta(u, v, \tau) = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} K_i(u) Z_m(v) \tilde{\theta}_{im}(\tau), \quad \text{inversa}. \quad (37)$$

Aqui, $Z_m(v)$ são as autofunções normalizadas e são dadas por:

$$Z_m(v) = \frac{\phi_m(v)}{M_m^{1/2}}, \quad (38)$$

$$M_m = \int_0^{v_o} \phi_m^2(v) dv = \frac{v_o}{2}. \quad (39)$$

A transformação integral sobre a coordenada v é feita efetuando-se o produto interno das autofunções normalizadas $Z_m(v)$ com a equação diferencial transformada na coordenada u , Equação 30. Em seguida, fazendo uso das condições de contorno e das propriedades de ortogonalidade das autofunções correspondentes ao problema auxiliar de autovalor em v , obtém-se a seguinte relação para o potencial transformado $\tilde{\theta}_{im}(\tau)$:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} B_{ijnm} \frac{d\tilde{\theta}_{jn}(\tau)}{d\tau} + [\mu_i^2 + \lambda_m^2] \tilde{\theta}_{im}(\tau) = 0 \quad i, m = 1, 2, 3, \dots \quad (40)$$

$$B_{ijnm} = \int_0^{v_0} \int_0^{u_0} K_i(u) K_j(u) Z_m(v) Z_n(v) J(u, v) du dv, \quad (41)$$

que deve satisfazer a condição inicial transformada, que é dada por:

$$\tilde{\theta}_{im}(0) = \int_0^{v_0} \int_0^{u_0} K_i(u) Z_m(v) \theta_i(u, v) dv du. \quad (42)$$

O potencial transformado $\tilde{\theta}_{im}(\tau)$ pode ser obtido numericamente quando se trunca a expansão para uma dada ordem M e N :

$$\sum_{n=1}^M \sum_{j=1}^N B_{ijnm} \frac{d\tilde{\theta}_{jn}(\tau)}{d\tau} + [\mu_i^2 + \lambda_m^2] \tilde{\theta}_{im}(\tau) = 0. \quad (43)$$

O potencial temperatura $\theta(u, v, \tau)$ é obtido, então, através da fórmula de inversão dada pela Equação 37,

$$\theta_{elip}(u, v, \tau) = \sum_{i=1}^M \sum_{m=1}^N K_i(u) Z_m(v) \tilde{\theta}_{im}(\tau). \quad (44)$$

3.3. Temperatura média e energia interna específica

A temperatura média no domínio em um dado instante τ é dada por:

$$\theta_m(\tau) = \frac{[T_m(\tau) - T_p]}{T_i - T_p} = \frac{1}{A_s} \int_{A_s} \frac{[T_m(X, Y, \tau) - T_p]}{T_i - T_p} dA, \quad (45)$$

$$\theta_m(\tau) = \frac{1}{A_s} \int_0^{v_0} \int_0^{u_0} \theta(u, v, \tau) J(u, v) du dv. \quad (46)$$

Estabelecendo como referência para a energia interna o estado em regime permanente, a energia interna específica em um dado instante é dada por:

$$U(\tau) = \frac{1}{\rho V} \int_V \rho c_p [T(X, Y, \tau) - T(X, Y, \infty)] dV. \quad (47)$$

Desta forma, a energia interna relativa, definida como sendo a relação entre a energia interna no instante τ e a energia interna no instante inicial, pode ser determinada pela temperatura média adimensional:

$$U^*(\tau) = \frac{U(\tau)}{U(0)} = \frac{U}{U_i} = \theta_{med}(\tau), \quad (48)$$

3.4. Constante de Tempo

Para a análise dos problemas abordados é conveniente que se estabeleça um parâmetro apropriado capaz de verificar o comportamento transiente da difusão de calor em função da razão de aspecto do tarugo em estudo. Para tal fim, defini-se aqui a constante de tempo τ_{med} como sendo o parâmetro que determina o tempo necessário para que a energia interna relativa $U^*(\tau)$ esteja a 1/e do seu valor em regime permanente:

$$U^*(\tau_{med}) = U(\tau_{med})/U_i = 1/e = 0,36788. \quad (49)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a determinação dos potenciais transformados $\tilde{\theta}_{jn}$ é necessário, preliminarmente, calcular os coeficientes B_{ijmn} dados pela Equação 41. A integração envolvida no cômputo desses coeficientes foi feita pelo método de quadratura de Gauss. Conseqüentemente, todas as autofunções e o jacobiano da transformação tiveram que ser calculados nos pontos de quadratura. O sistema de equações diferenciais ordinárias que determina os potenciais transformados $\tilde{\theta}_{jn}$, Equação 43, foi resolvido fazendo uso da rotina DIVPAG da Biblioteca IMSL FORTRAN. Foi observado que a convergência da série que determina o potencial temperatura fica mais lenta no início do transiente, $\tau < 0.01$, principalmente quando a razão de aspecto $\rho_{asp} \rightarrow 0$ e quando a abertura angular $\Theta \rightarrow 0$. Para estes casos é necessário truncar a série que determina o potencial temperatura $\Theta(u, v, \tau)$ em uma ordem N, M superior a 30 termos para se obter um mínimo de 3 a 4 dígitos de convergência. À medida que τ aumenta, observa-se que a série converge com um número de termos bem menor.

Os resultados obtidos para a temperatura média (que representa a energia interna) são apresentados nas Tabelas. 1 e 2.

Tabela 1. Evolução da temperatura média em função do tempo para tarugos de razão $\rho_{aspec} = 0.5$.

τ	$\Theta = 15^\circ$	$\Theta = 45^\circ$	$\Theta = 90^\circ$	$\Theta = 180^\circ$	$\Theta = 270^\circ$
0.0001	0.968	0.969	0.969	0.967	0.967
0.0002	0.962	0.963	0.962	0.961	0.960
0.0005	0.946	0.948	0.948	0.945	0.944
0.0010	0.928	0.929	0.929	0.927	0.925
0.0020	0.9003	0.9015	0.9010	0.8991	0.8974
0.0050	0.8454	0.8467	0.8457	0.8438	0.8422
0.0100	0.7846	0.7869	0.7849	0.7816	0.7796
0.0200	0.7014	0.7060	0.7021	0.6956	0.6919
0.0500	0.5467	0.5581	0.5484	0.5323	0.5234
0.1000	0.3903	0.4119	0.3930	0.3632	0.3475

0.2000	0.2129	0.2430	0.2143	0.1754	0.1575
0.5000	0.0385	0.0539	0.0376	0.0209	0.0152
1.0000	0.0024	0.0044	0.0021	0.0006	0.0003

Tabela 2. Evolução da temperatura média para tarugos de abertura angular $\Theta = 45^\circ$.

τ	$\rho_{asp} = 0.1$	$\rho_{asp} = 0.3$	$\rho_{asp} = 0.5$	$\rho_{asp} = 0.7$	$\rho_{asp} = 0.9$
0.0001	0.956	0.966	0.969	0.968	0.967
0.0002	0.951	0.961	0.962	0.961	0.959
0.0005	0.939	0.947	0.948	0.946	0.942
0.0010	0.923	0.929	0.929	0.927	0.922
0.0020	0.8984	0.9012	0.9010	0.8994	0.8942
0.0050	0.8457	0.8465	0.8457	0.8441	0.8386
0.0100	0.7861	0.7864	0.7849	0.7819	0.7755
0.0200	0.7047	0.7050	0.7021	0.6961	0.6862
0.0500	0.5547	0.5556	0.5484	0.5336	0.5105
0.1000	0.4058	0.4069	0.3930	0.3652	0.3255
0.2000	0.2354	0.2354	0.2143	0.1774	0.1341
0.5000	0.0500	0.0495	0.0376	0.0215	0.0096
1.0000	0.0038	0.0038	0.0021	0.0007	0.0001

Como pode ser observado, praticamente todo o transiente térmico ocorre no intervalo $0 < \tau < 1$. Na Tabela 3, são apresentados os resultados obtidos para a constante de tempo τ_{med} em função dos parâmetros geométricos ρ_{asp} e Θ , e nas Figuras 2 e 3 é apresentado graficamente o comportamento da constante de tempo τ_{med} em função destes parâmetros geométricos.

Tabela 3. Constantes de tempo em função da razão de aspecto ρ_{asp} e da abertura angular Θ .

ρ_{asp}	$\Theta = 15^\circ$	$\Theta = 45^\circ$	$\Theta = 90^\circ$	$\Theta = 180^\circ$	$\Theta = 270^\circ$
0.10	0.1120	0.1160	0.1171	0.1124	0.1068
0.30	0.1036	0.1183	0.1177	0.1065	0.0998
0.50	0.1093	0.1205	0.1105	0.0983	0.0929
0.70	0.1198	0.1117	0.0990	0.0903	0.0870
0.90	0.1096	0.0920	0.0861	0.0826	0.0812

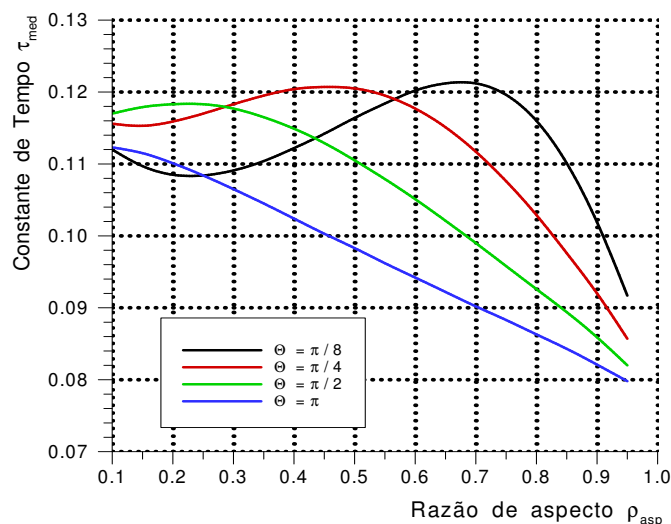


Figura 2. Constante de tempo em função da razão de aspecto ρ_{asp} para tarugos de diversas aberturas angulares.

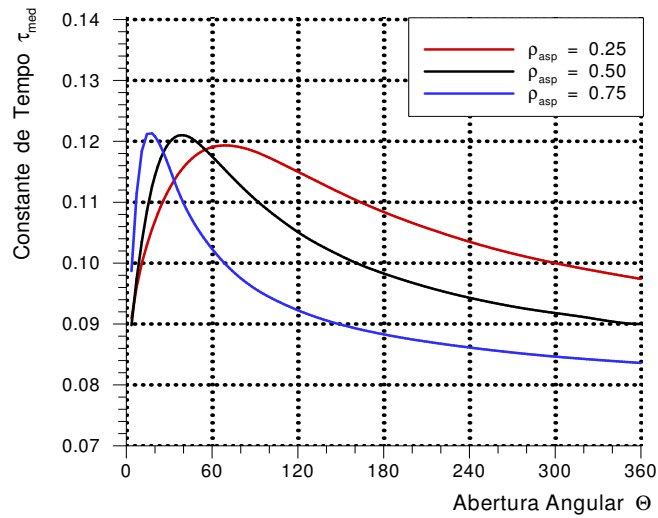


Figura 3. Constante de tempo em função da abertura angular Θ para tarugos de diversas razões de aspecto.

Como pode ser observada, a geometria do problema exerce maior influência sobre a constante de tempo para tarugos de pequenas aberturas angulares.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi analisado o problema de difusão de calor em regime transiente para tarugos de seção transversal que variavam de setores de círculo a chapas curvadas, submetidos a condição de temperatura prescrita no contorno. Para facilitar o tratamento analítico da equação da difusão, bem como da aplicação das condições de contorno, foi utilizado um sistema de coordenadas ortogonais, o qual, foi obtido a partir de uma transformação conforme adequada. Para a obtenção do campo de temperatura foi aplicada a Técnica da Transformada Integral Generalizada sobre a equação da difusão no novo sistema de coordenadas. Foi observado que a expansão que determina o potencial temperatura apresenta convergência lenta no início do transiente principalmente para os casos de geometrias muito delgadas ($\rho_{aspec} \rightarrow 1$ ou $\Theta \rightarrow 0$). Parâmetros térmicos de interesse, tais como, evolução da temperatura média e constante de tempo, foram calculados para tarugos com diversas razões de aspecto e abertura angular. Finalizando, observa-se que a combinação das técnicas utilizadas foi eficiente para a obtenção de soluções formais e precisas de problemas difusivos, relativamente complexos, com um baixo tempo de processamento computacional.

6. REFERÊNCIAS

- Aparecido, J. B., Cotta, R. M. and Özisik, M. N., 1989, “Analytical Solutions to Two-dimensional Diffusion Type Problems in Irregular Geometries”, Journal of the Franklin Institute, Vol. 326, pp. 421-434.
- Aparecido, J. B., 1997, “How to Choose Eigenvalue Problems When Using Generalized Integral Transforms to Solve Thermal”, Proceedings of the 14th Brazilian Congress of Mechanical Engineering, Bauru, Brazil, in CD-ROM.
- Cotta, R. M., 1998, “The Integral Transform Method in Thermal and Fluids Science and Engineering”, Begell House Inc., New York, USA.

- Cotta, R. M. and Ramos, R., 1998, "Integral Transform in the Two-dimensional Nonlinear Formulation of Longitudinal Fins With Variable Profile", International Journal of Numerical Methods in Heat and Fluid Flow, Vol. 8, pp. 27-42.
- Diniz, A. J., Silva, J. B. C. and Zapparoli, E. L., 1999, "Analytical Solution of Ablation Problem With Nonlinear Coupling Equation", Hybrid Methods in Engineering Modeling Programming Analysis Animation, New York, USA, Vol. 1, pp. 265-277.
- Maia, C. R. M., Aparecido, J. B. and Milanez, L. F., 2001, "Critical Specific Power in Fuel Rods With Biconcave Cross-section", Proceedings of the 12th International Heat Transfer Conference (IHTC), August, Grenoble, France, paper 0868, 6 p.
- Maia, C.R.M., Aparecido, J.B. and Milanez, L.F., 2003, "Limiting Thermal Energy Generation Rate", Proceedings of the 24th Congresso Ibero-Latino Americano de Métodos Computacionais, Ouro Preto, Brazil, em CD-ROM - código CIL083-46.
- Mikhailov, M. D. and Cotta, R. M., 1996, "Ordering Rules for Double and Triple Eigenseries in the Solution of Multidimensional Heat and Fluid Flow Problems", International Comm. of Heat and Mass Transfer, Vol. 23, pp. 299-303.
- Serfaty, R., 1997, "Problemas Não Lineares Multidimensionais em Difusão Convecção-difusão: Benchmarks Via Transformada Integral", Tese de Doutorado, COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

SOLUTION OF DIFFUSIVE TRANSIENT PROBLEMS IN CYLINDERS WITH SEVERAL CIRCULAR SECTION CONFIGURATIONS

William Hiroshi Kuvabara Pereira

UNESP, College of Engineering of Ilha Solteira, Department of Mechanical Engineering
Av. Brazil, 56, Center, Post office box 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP
whkpereira@gmail.com

Mateus Calegari Paulique

mateuspaulique@gmail.com

Vinicius Souza Morais

vviniciuss@dem.feis.unesp.br

Cassio Roberto Macedo Maia

cassio@dem.feis.unesp.br

***Abstract:** Present in this work the solution of diffusive transient problems, with constants thermophysical properties, in domains represented by cylinders of cross section that vary since a circular sector up to a curved foil submitted the boundary conditions of first kind is carried out. Essentially, the proposal methodology consists of doing use of a group of appropriate transformations that seek to facilitate the analytic-numeric treatment of the problem, as well as, the decrease of the computational time for the obtaining of results. In order to facilitate the analytical treatment of the equation of energy conservation and the application of the boundary conditions, a Conformal Transform is used to change the domain into a more suitable coordinate system. To solve the energy equation resulting after this transformation was applied the Generalized Integral Transformed Technique (GIIT). As a result of this new transformation it was obtained a coupled differential equation system that can be solved through classic numerical methods.. Consequently, such transformations turn possible the determination of physical parameters of interest for the different mentioned configurations.*

***Keywords:** Heat Diffusion, transient regime conduction, Integral Transform, Conformal Transform.*