

## **TRANSPORTE DE MASSA EM SÓLIDO COM FORMA ARBITRÁRIA VIA MÉTODO GBI: UM ESTUDO ANALÍTICO**

**Alex Anésio da Silva, alexanesio@yahoo.com.br<sup>1</sup>**

**Ivonete Batista dos Santos, ivoneetebs@gmail.com<sup>2</sup>**

**Antonio Gilson Barbosa de Lima, gilson@dem.ufcg.edu.br<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Mestrando em Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Doutoranda em Engenharia de Processos, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

**Resumo:** *A secagem é um processo de transferência de calor e massa simultâneo que é realizado visando a retirada de água no sólido. Durante o processo de secagem vários fatores influenciam a perda de água do produto para que o mesmo tenha boa qualidade. Os quais quando controlados, podem vir a evitar danos aos produtos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar um modelo matemático e sua solução analítica via método integral de Galerkin, para descrever a migração de umidade durante o processo de secagem. Resultados da cinética de secagem e distribuição de umidade em peças cerâmicas durante o processo de secagem são apresentados, analisados e discutidos. Neste contexto, observa-se que à medida que o número de Fourier aumenta há uma queda nos níveis do teor de umidade, sendo maior para os primeiros números de Fourier.*

**Palavras-chave:** *Galerkin, secagem, produtos cerâmicos.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os processos de fabricação empregados pelos diversos segmentos cerâmicos assemelham-se parcial ou totalmente. Esses processos de fabricação podem diferir de acordo com o tipo de peça ou material desejado. De um modo geral eles compreendem as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, conformação das peças, tratamento térmico e acabamento. Na homogeneização, água é adicionada para dar características de plasticidade e facilitar a moldagem das peças.

No processo de fabricação, o processamento térmico compreende as etapas de secagem e queima, as quais são responsáveis pelas propriedades finais deste produto. A secagem é um processo de transferência de calor e massa, responsável pela retirada da água que foi adicionada durante a homogeneização da matéria-prima, podendo ser natural ou artificial (Batista et al., 2008). Durante o processo de secagem (sem o devido controle), elevados gradientes de umidade e temperatura no interior do sólido podem causar defeitos irreversíveis no mesmo, tais como: aparecimento de trincas, deformações e empenamentos. Isto gera perda da qualidade do produto final, ou sua perda total, diminuindo a produtividade do processo e aumentando custos operacionais. Neste contexto, é fundamental conhecer o movimento de umidade no interior do produto e os efeitos da secagem e o seu controle, uma vez que estes alteram as propriedades mecânicas, físicas e químicas do produto, e tais alterações afetam sensivelmente o processo de transferência de calor e massa. No entanto, estudar minuciosamente e experimentalmente o processo de secagem é uma tarefa difícil e de custo elevado (Cadé et al., 2005a).

Na secagem natural, as peças são empilhadas em galpões cobertos, dispostos em prateleiras (fixas ou móveis) ou simplesmente empilhadas no chão. A duração da secagem é função das condições de estado do ar atmosférico (temperatura e umidade relativa) e da ventilação do local, podendo chegar a períodos de até seis semanas. A secagem artificial é realizada em câmaras de secagem ou estufas, aproveitando, via de regra, o calor residual dos fornos, quando de seu resfriamento. O período da secagem artificial depende das características da matéria-prima, do formato das peças e do tipo do secador, entretanto há uma variação média de 12 a 40 horas.

Tendo em vista que a maioria das indústrias cerâmicas brasileiras produzem produtos de baixa qualidade, devido à falta de processos de secagem de qualidade, tem-se grande desperdício de energia e impacto ambiental. Sabendo desses problemas, é de grande importância pesquisas que visem melhorias dos processos de secagem (Lima et al., 2005).

Devido a isto, vários pesquisadores vêm estudando a cinética de secagem, visando evitar trincas, deformações e defeitos gerados durante a secagem, melhorando a produtividade, reduzindo os custos de produção e com isso suprir a escassez de trabalhos relacionados à secagem (Avelino et al., 2007; Avelino et al., 2008; Cadé et al., 2005b; Farias, 2002; Lima et al., 2004, Melo, 2008; Nascimento, 2002; Silva, 2007; Silva et al., 2009).

Neste sentido, diante dos problemas que podem ocorrer durante a secagem de produtos cerâmicos, que causam desperdício de matéria-prima e energia, este trabalho tem como objetivo apresentar a solução analítica da equação da difusão via método Integral baseado em Galerkin para prever o processo de secagem de sólidos cerâmicos, visando melhorias no processo, para que desperdícios devido à secagem sejam evitados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 A Equação da Difusão de Massa

A equação da difusão de massa no regime transiente, sem geração de energia, é dada por:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla \cdot (D \nabla M) \quad (1)$$

onde  $M$  é o teor de umidade do sólido e  $D$  é o coeficiente de difusão. De acordo com Payne et al. (1986), a solução da Eq. (1) pode ser escrita da seguinte forma:

$$M = \sum_{n=1}^N C_n \Psi_n e^{-\gamma_n t} + M_e \quad (2)$$

onde  $M_e$  é o teor de umidade de equilíbrio. Assim substituindo a Eq. (2) na Eq. (1), tem-se:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[ \sum_{n=1}^N C_n \Psi_n e^{-\gamma_n t} + M_e \right] = \nabla \cdot \left[ D \nabla \left( \sum_{n=1}^N C_n \Psi_n e^{-\gamma_n t} + M_e \right) \right] \quad (3)$$

Sendo  $\gamma_n, C_n, M_e$  e  $D$  constantes e  $\Psi_n$  independente de  $t$ , obtém-se:

$$\sum_{n=1}^N C_n \Psi_n \frac{\partial}{\partial t} (e^{-\gamma_n t}) = \sum_{n=1}^N C_n e^{-\gamma_n t} \nabla \cdot (D \nabla \Psi_n) \quad (4a)$$

ou

$$\sum_{n=1}^N C_n \Psi_n e^{-\gamma_n t} (-\gamma_n) = \sum_{n=1}^N C_n e^{-\gamma_n t} \nabla \cdot (D \nabla \Psi_n) \quad (4b)$$

ou ainda

$$\sum_{n=1}^N [\gamma_n \Psi_n + \nabla \cdot (D \nabla \Psi_n)] C_n e^{-\gamma_n t} = 0 \quad (4c)$$

Assim, para cada valor de  $n$ , obtém-se:

$$[\gamma_n \Psi_n + \nabla \cdot (D \nabla \Psi_n)] = 0 \quad (4d)$$

De acordo com Farias (2002), a função  $\Psi_n$  é obtida pela combinação linear de um conjunto de funções. Seus membros são linearmente independentes, de maneira que as condições de contorno homogênea sejam satisfeitas. Esta função é dada por:

$$\Psi_n = \sum_{j=1}^N d_{nj} f_j \quad (4e)$$

onde  $f_i$  é um elemento de um conjunto de funções de base e  $d_{nj}$  são constantes a serem determinadas.

A função  $f_i$  é chamada de função de Galerkin; esta é obtida pela multiplicação de uma função  $\varphi_n$  por um elemento de um conjunto completo de funções. A função  $\Psi_n$  é selecionada para que a condição de contorno homogênea seja satisfeita. A função  $f_i$  com  $j$  variando de 1 até  $N$  constitui um conjunto de funções de base (Farias, 2002).

Substituindo a Eq (4e) na Eq. (3), obtém-se:

$$\sum_{j=1}^N d_{nj} [\gamma_n f_j + \nabla \cdot (D\nabla f_j)] = 0 \quad (5)$$

Multiplicando ambos os termos da Eq. (5) por  $f_i dV$  e integrando no volume, obtém-se:

$$\int_V \sum_{j=1}^N d_{nj} [\gamma_n f_j + \nabla \cdot (D\nabla f_j)] f_i dV = 0 \quad (6a)$$

ou ainda,

$$\sum_{j=1}^N d_{nj} \left[ \int_V \gamma_n f_i f_j dV + \int_V f_i \nabla \cdot (D\nabla f_j) dV \right] \quad (6b)$$

Na forma matricial, a Eq. (6b) pode ser re-escrita como:

$$(\bar{A} + \gamma_n \bar{B}) \bar{d}_n = 0 \quad (6c)$$

onde  $\bar{A}$  e  $\bar{B}$  são matrizes quadradas de  $N \times N$  elementos. A Eq.(7) permite a determinação de  $\gamma_n$  e  $\bar{d}_n$ .

Os elementos das matrizes  $\bar{A}$  e  $\bar{B}$  são calculados através das seguintes equações, respectivamente:

$$a_{ij} = \int_V f_i \nabla \cdot (D\nabla f_j) dV \quad (7a)$$

$$b_{ij} = \int_V f_i f_j dV \quad (7b)$$

A seguinte igualdade é válida:

$$\int_V f_i \nabla \cdot (D\nabla f_j) dV = \int_S Df_i \nabla f_j \bar{n} \cdot dS - \int_V D\nabla f_i \nabla f_j dV \quad (8a)$$

ou ainda,

$$\int_V f_i \nabla \cdot (D\nabla f_j) dV = \int_S Df_i \left( \frac{\partial f_j}{\partial \bar{n}} \right) dS - \int_V D\nabla f_i \nabla f_j dV \quad (8b)$$

Para a condição de 1ª espécie (M prescrito) tem-se  $f_i=0$  Assim, o 1º termo do 2º membro da Eq. (8b) é zero, enquanto que o 2º termo é sempre simétrico.

Para obtenção dos coeficientes  $C_n$  da Eq. (2), usa-se a condição, em  $t=0$ . Neste tempo,  $M=M_0$ , então:

$$M_0 = \sum_{n=1}^N C_n \Psi_n + M_e \quad (9)$$

Multiplicando ambos os termos da Eq. (9) por  $f_i dV$  e integrando no volume, obtém-se:

$$\int_V f_i (M_0 - M_e) dV = \int_V f_i \sum_{n=1}^N C_n \Psi_n dV \quad (10)$$

O resultado da Eq. (10) será um conjunto de N equações algébricas lineares que permite a determinação de  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , o que completa a resolução do problema.

O valor médio do teor de umidade no interior do sólido é dado por:

$$\bar{M} = \frac{1}{V} \int_V M dV \quad (11)$$

onde V é o volume do sólido em estudo.

Como aplicação, a metodologia e o modelo, foram usados para prever a secagem de uma placa com furo no centro em formato de uma elipse, conforme Fig. (1).

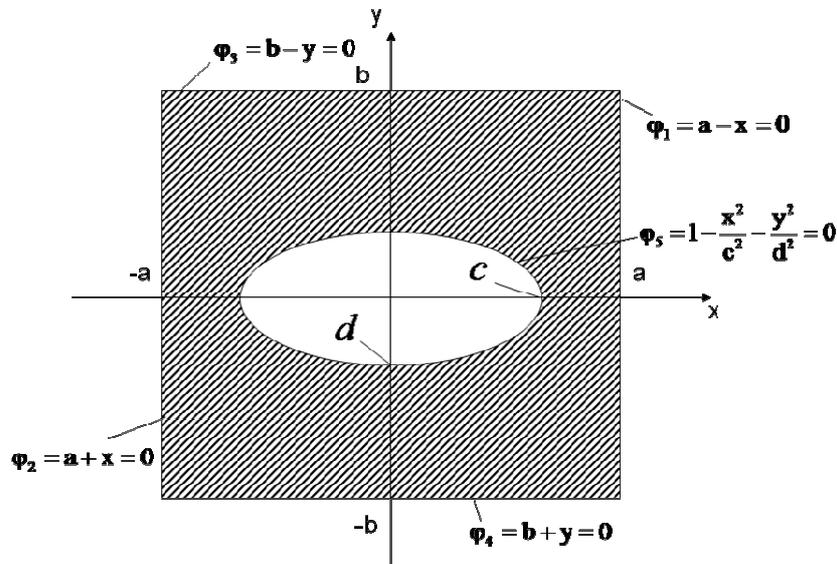


Figura 1. Placa com um furo no centro em forma de elipse.

O contorno do sólido da Fig. (1) é definido por:  $\phi_1 = a - x = 0$ ,  $\phi_2 = a + x = 0$ ,  $\phi_3 = b - y = 0$ ,  $\phi_4 = b + y = 0$  e pela superfície  $\phi_5 = 1 - \frac{x^2}{c^2} - \frac{y^2}{d^2} = 0$ .

O volume (V) e a área superficial (S) do sólido de espessura unitária ilustrado na Fig. (1), serão dadas por:

$$V = 4 \left[ \int_0^1 \int_0^c \int_d^b \sqrt{1 - \frac{x^2}{c^2}} dy dx dz + \int_0^1 \int_0^b \int_c^a dx dy dz \right] = 4ab - \pi cd \quad (12a)$$

$$S = 2(2a \times 2b - \pi \times c \times d) + 2 \times 1 \times 2b + 2 \times 1 \times 2a + 4a \times E \left[ 1 - \frac{b^2}{a^2} \right] \times 1$$

Onde  $E[1 - b^2/a^2]$  representa a integral elíptica completa da segunda espécie (Abramowitz e Stegun, 1972; Spiegel e Liu, 2004).

Enquanto que os coeficientes  $a_{ij}$  e  $b_{ij}$  das matrizes  $\bar{A}$  e  $\bar{B}$ , são:

$$a_{ij} = - \left[ \int_0^1 \int_0^c \int_d^b \sqrt{1 - \frac{x^2}{c^2}} DV f_i \nabla f_j dy dx dz + \int_0^1 \int_0^b \int_c^a DV f_i \nabla f_j dx dy dz \right] \quad (13a)$$

$$b_{ij} = \left[ \int_0^1 \int_0^c \int_d^b \sqrt{1-\frac{x^2}{c^2}} f_i f_j dy dx dz + \int_0^1 \int_0^b \int_c^a f_i f_j dx dy dz \right] \quad (13b)$$

O valor de  $C_n$ , pode ser calculado através da seguinte equação:

$$\begin{aligned} & \int_0^1 \int_0^c \int_d^b \sqrt{1-\frac{x^2}{c^2}} f_i (M_0 - M_e) dy dx dz + \int_0^1 \int_0^b \int_c^a f_i (M_0 - M_e) dx dy dz = \\ & = \int_0^1 \int_0^c \int_d^b \sqrt{1-\frac{x^2}{c^2}} f_i \sum_{n=1}^N C_n \psi_n dy dx dz + \int_0^1 \int_0^b \int_c^a f_i \sum_{n=1}^N C_n \psi_n dx dy dz \end{aligned} \quad (14)$$

As funções de base  $f_j$  para esta geometria são dadas por:

$$f_j(x, y) = (a^2 - x^2)(b^2 - y^2) \left(1 - \frac{x^2}{c^2} - \frac{y^2}{d^2}\right) x^{p-q} y^q$$

Sendo  $p=0,1,2,3,4,5$  e  $q=0,1,2,3,4,5$ . Neste trabalho utilizou-se 21 funções de base.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório Computacional de Térmica e Fluidos, do Departamento de Engenharia Mecânica no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – PB, Brasil.

Neste trabalho foram aplicadas dimensões diferentes ao sólido, para fazer uma comparação da cinética de secagem quando se varia a forma do corpo. Para isto os resultados estão plotados em termos do teor de umidade adimensional  $(M-M_e)/(M_0-M_e)$  e do número de Fourier para transferência de massa  $Fo=Dt/a^2$ . Considerou-se dois casos, sendo o caso 1: uma placa com lado  $a=0,1$  m e  $b=0,1$  m, e o furo com as dimensões  $c=0,05$  m e  $d=0,02$  m, obtendo-se a forma de uma elipse; e o caso 2: uma placa com as dimensões  $a=0,1$  m e  $b=0,1$  m, e o furo com as dimensões  $c=d=0,05$  m, obtendo-se a forma de um círculo. Contudo, os resultados apresentados são independentes da dimensão  $a$  e do coeficiente de difusão de massa  $D$ .

A Fig. (2) evidencia a cinética de secagem dos casos 1 e 2 para as geometrias propostas neste trabalho. Observando o gráfico nota-se claramente que à medida que aumenta o número de Fourier, há uma queda nos níveis do teor de umidade adimensional, sendo maior para os primeiros valores de Fourier. Isto significa que a taxa de secagem é mais intensa no início do processo, decrescendo gradativamente a partir deste tempo adimensional. Analisando as curvas pode-se concluir ainda que a taxa de secagem no caso 2 (círculo) é mais rápida que no caso 1 (elipse), portanto a placa com um furo no centro no formato de um círculo seca mais rapidamente que a placa com furo no centro com a forma de uma elipse. Isto é devido à relação área/volume do sólido. Os resultados sendo adimensionais são aplicados generalizadamente para a umidificação, secagem, resfriamento ou aquecimento, demonstrando a versatilidade destes resultados.

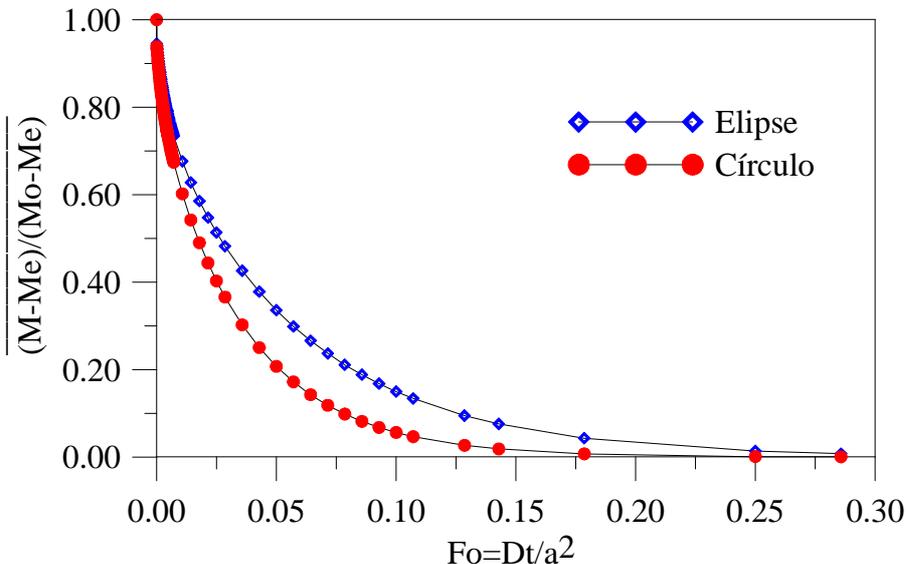
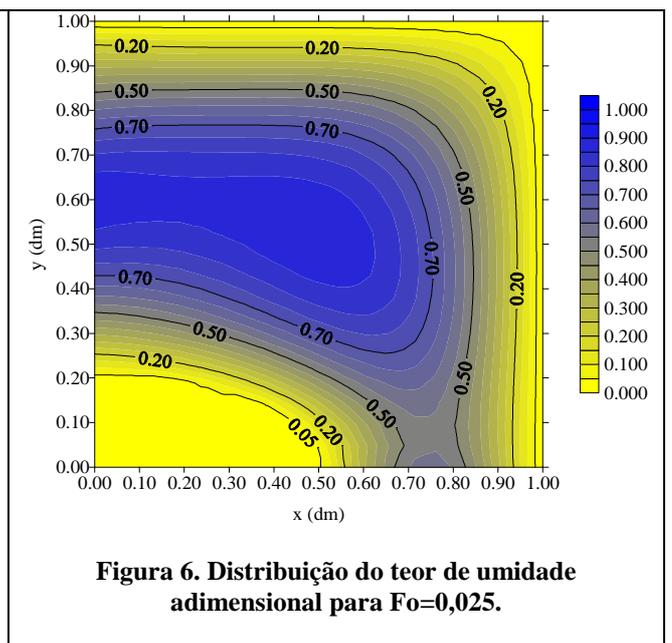
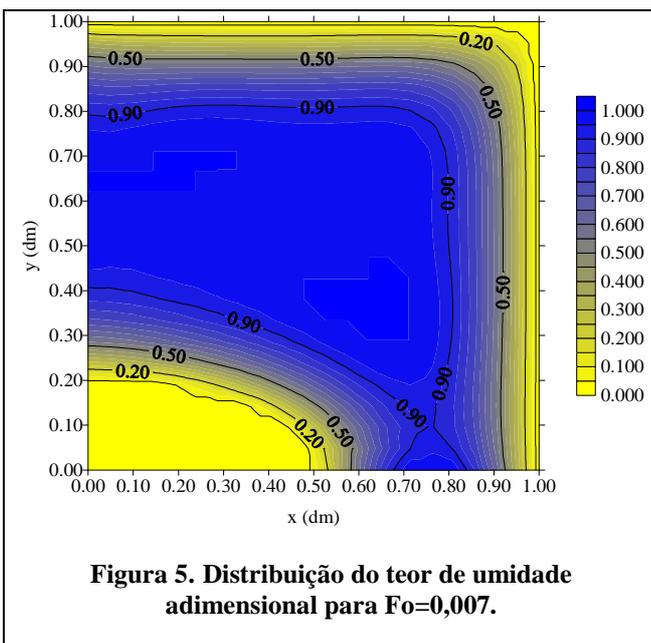
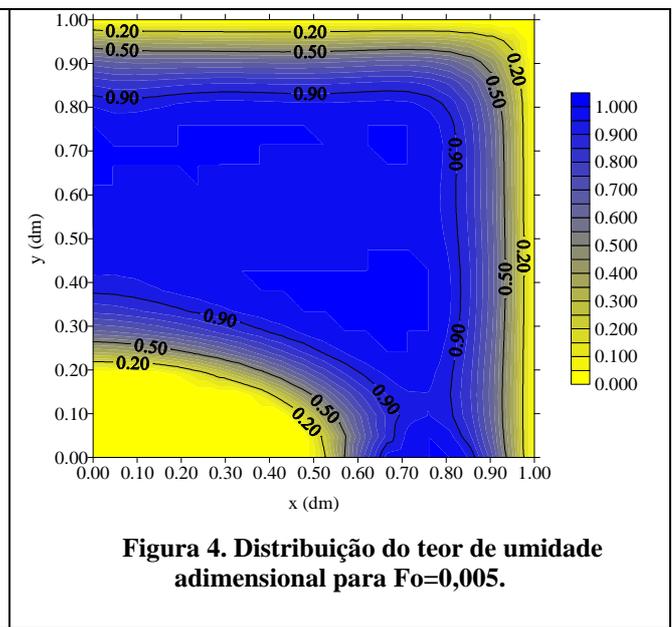
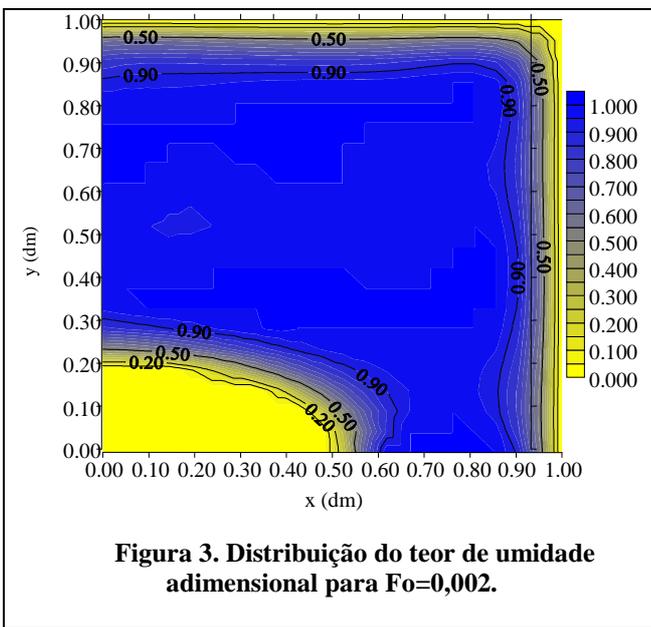


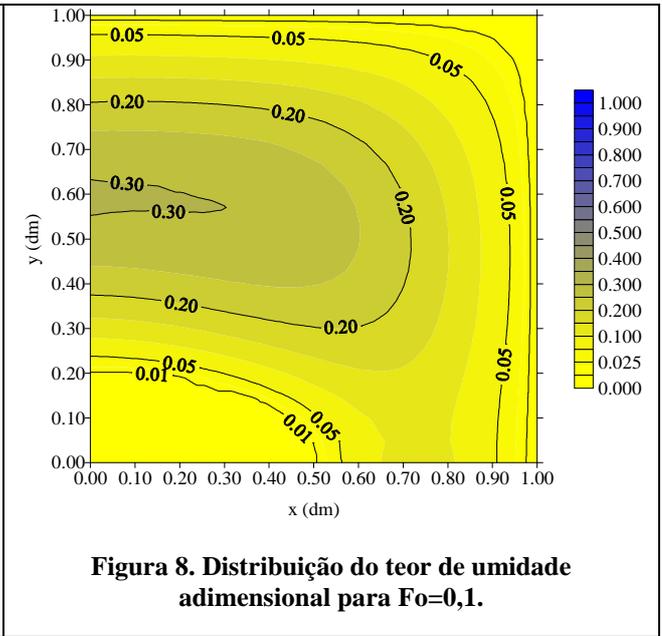
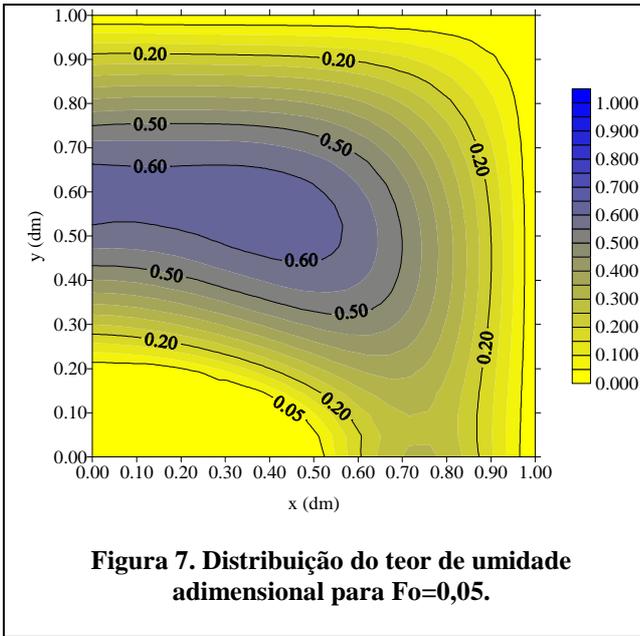
Figura 2. Teor de umidade médio adimensional em função do número de Fourier.

As Fig. (3)-(8) evidenciam a distribuição do teor de umidade adimensional em vários instantes de tempo adimensionalizados (número de Fourier) para o caso 1 (elipse). Neste contexto, sob o ponto de vista de transferência de massa, as regiões superficiais nas figuras consideradas, evidenciam áreas de maiores gradientes de umidade e, portanto de maior perda de umidade com o tempo, devido o fato de estarem em contato direto com o ar de secagem, tornando a secagem bem mais crítica no vértice da geometria.

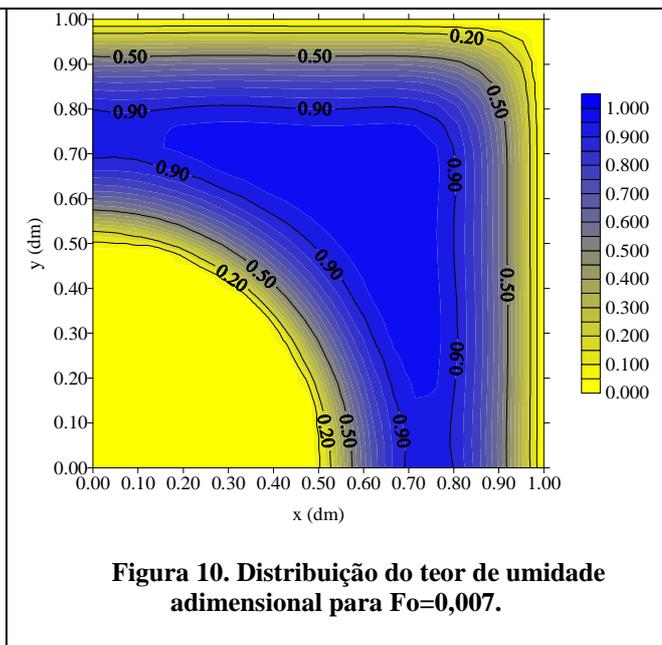
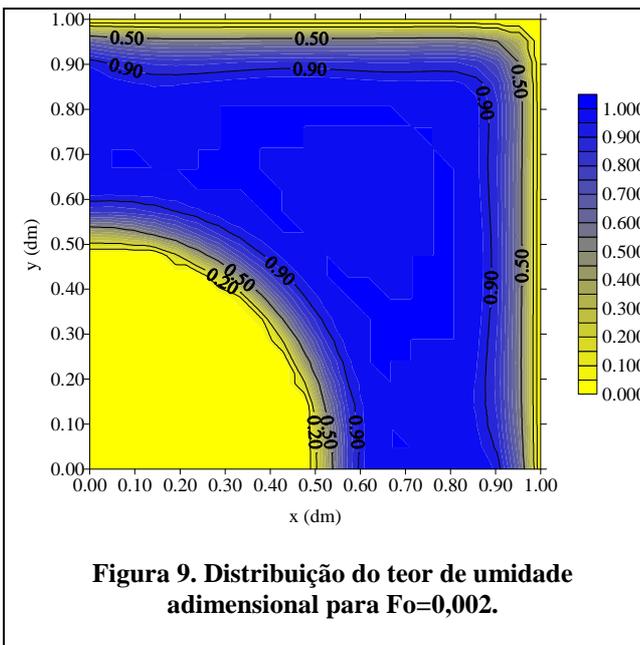
Nos resultados em análise, durante o processo de difusão de água do interior para o exterior da peça, nas camadas exteriores ocorre a geração de fortes tensões internas, pois enquanto a superfície contrai-se rapidamente o interior ainda permanece sem contração. Neste sentido ocorre o aparecimento de fortes tensões de sentidos contrários, tração e compressão, que se não forem bem controladas durante um processo de secagem podem provocar danos estruturais no sólido, tais como: trincas, deformações ou empenamentos. Dependendo do nível de tensão dominante, se esta ultrapassar o limite de resistência do material ocorre fratura, e se ultrapassar o limite de escoamento ocorre deformações (Itaya et al., 1996; Nascimento, 2002).

Neste contexto, os vértices são regiões que merecem um nível de atenção maior, pois por estarem em contato direto com o ar de secagem, estão mais propícias a ocorrerem trincas, deformações e empenamentos, devido os elevados gradientes de temperatura e umidade. Deve-se ter um controle da taxa de secagem, pois caso ela seja muito rápida, os vértices secarão rapidamente, enquanto o interior do sólido ainda permanece com umidade, não acompanhando a mesma taxa de secagem do vértice, causando tensões internas e o aparecimento de provenientes deste processo.

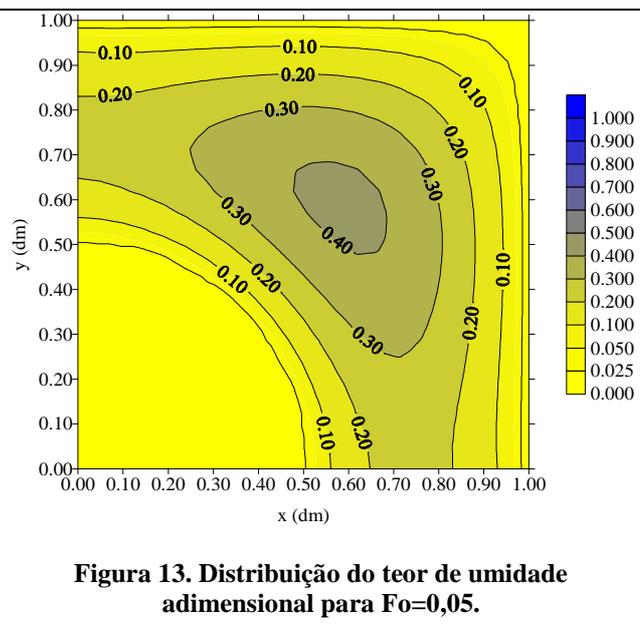
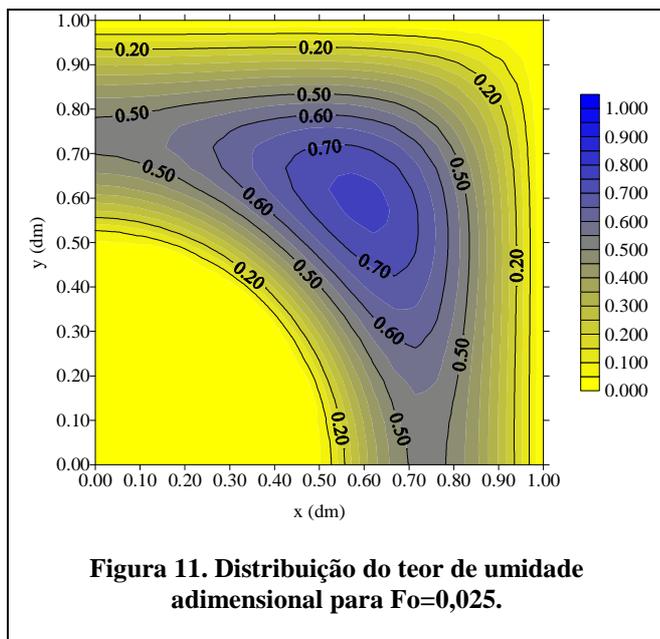




As Fig. (9)-(13) evidenciam a distribuição do teor de umidade adimensional em vários instantes de tempo adimensionalizados (número de Fourier) para o caso 2 (círculo).



Analisando as figuras do caso 2, pode-se concluir que a secagem é mais rápida que no caso 1 (círculo), pois para o mesmo número de Fourier ( $Fo=0,05$ , por exemplo), o sólido mostra-se mais seco, contudo, o vértice apresenta comportamento idêntico para os dois casos.



#### 4. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos nesta pesquisa teórica, pode-se concluir que:

- No início do processo de secagem, a taxa de secagem é mais rápida e intensa, decrescendo gradativamente à medida que aumenta o tempo adimensional (número de Fourier).
- A secagem de uma placa cerâmica com furo circular foi mais rápida que para uma placa com furo elíptico.
- As regiões mais próximas do vértice estão mais susceptíveis ao aparecimento de trincas, deformações e empenamentos, devido o fato de estarem em contato direto com o ar de secagem, onde ocorrem elevados gradientes de umidade e temperatura.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao professor Antonio Gilson Barbosa de Lima pela oportunidade concedida para participar, como integrante, do Laboratório LCTF/UAEM/UFCG, e ao CNPq pelo apoio financeiro.

#### 6. REFERÊNCIAS

- Abramowitz, M., Stegun, I.A., "Handbook of Mathematical Functions With Formulas, Graphs, and Mathematical Tables", Ed. U.S. Department of Commerce, New York, USA, 1046 p.
- Avelino, D. O., Nascimento, J. J. S., Lima, A.G.B., 2007, "Simulação Numérica do Transporte de Calor e Massa Durante a Secagem de Tijolos Cerâmicos Vazados", Anais do 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, Vol. 1, Cusco, Peru, pp. 1-8.
- Avelino, D.O., Silva, J.B., Almeida, G. S., Nascimento, J.J.S., Lima, A.G.B., 2008, "Simulação Numérica da Secagem de Tijolos Cerâmicos Vazados Incluindo Tensões Termo-hidro-mecânicas e Variações Dimensionais", Anais do V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Salvador, Vol. 1, Salvador, Brasil, pp. 1-12.
- Batista, V.R., Nascimento, J.J.S., Lima, A.G.B., 2008, "Secagem e Queima de Tijolos Cerâmicos Vazados Incluindo Variações Dimensionais e Danos Estruturais", Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Vol. 3, pp. 46-61.
- Cadé, M.A., Nascimento, J. J.S., Lima, A.G.B., 2005a "Secagem de Tijolos Cerâmicos Vazados: Uma Aproximação por Volumes Finitos", Revista Matéria, Vol. 10, pp. 443-453.
- Cadé, M.A., Nascimento, J.J.S., Lima, A.G.B., 2005b " Numerical Simulation to Describe Drying of Ceramics Bricks With Rectangular holes", Proceedings of the 3º Inter-American Drying Conference, Vol. 1, Montreal, Canada, pp. 1-11.
- Farias, S.N., 2002, "Secagem de sólidos esféricos usando o método de Galerkin", Dissertação M. Sc., Universidade Federal de Campina Grande.
- Itaya, Y., Hasatani, N., Masabonu, 1996, R & D Needs – Drying of ceramics. Drying Technology, pp. 1301-1313.
- Lima, D.R., Farias, S.N., Lima, A.G.B., 2004, "Mass Transfer in Spheroids Using the Galerkin Method", Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 21, pp. 667-680.

- Lima, A.G.B., Nascimento, J.J.S., Santana, E.W.F., Belo, F.A., Neves, G.A., Santana, L.N., Batista, V.R., 2005, "Experimental Drying of Ceramic Bricks Including Shrinkage", Proceedings of the 18 th International Congress of Mechanical Engineering, Vol. 1, Ouro Preto, Brasil, pp. 1-7.
- Melo, J.C.S., Lima, W.C.P.B., Lima, A.G.B., 2008, "Cooling of Fruits With Ellipsoidal Shape: On Analytical Study", Proceedings of the International Conference of Agricultural Engineering, Vol. 37, Fox do Iguaçú, Brasil, pp. 1-8.
- Nascimento, J. J.S., 2002, "Fenômenos de difusão transiente em sólidos paralelepípedos. Estudo de caso: Secagem de materiais cerâmicos", Tese D. Sc., Universidade Federal de Campina Grande.
- Payne, N.R., Corduneanu, C.C., Haji-Sheikh, A.; Huang, T., 1986, "Integral Methods in Science and engineering. Chapter On solution of parabolic partial differential equations using Galerkin functions", Ed. Hemisphere Publishing Corporation, New York, USA.
- Silva, W.P., 2007, "Transporte difusivo em sólidos com forma arbitrária usando coordenadas generalizadas", Tese D. Sc., Universidade Federal de Campina Grande.
- Silva, A.A., Nascimento, J.J.S., Lima, A.G.B., 2009, "Estudo Analítico de Secagem de Placas Cerâmicas Usando o Método Integral Baseado em Galerkin e Condição de Contorno de Dirichlet", Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Vol. 4, pp. 48-55.
- Spiegel, M.R., Liu, J., 2004, "Manual de Fórmulas e Tabelas Matemáticas", Ed. Bookman, Porto Alegre, Brasil, 352 p.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

# MASS TRANSPORT IN SOLIDS WITH ARBITRARY SHAPE VIA METHOD GBI: AN ANALYTICAL STUDY

Alex Anésio da Silva, alexanesio@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Ivonete Batista dos Santos, ivonetebs@gmail.com<sup>2</sup>

Antonio Gilson Barbosa de Lima, gilson@dem.ufcg.edu.br<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Mestrando em Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Doutoranda em Engenharia de Processos, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-900, Campina Grande – Paraíba.

**Abstract:** *Drying is a process of simultaneous heat and mass transfer that is carried out with objective to remove water of solid. During the drying process several factors influence the water loss of the product that it has good quality, which when not controlled, will cause damage to products. In this sense, the goal of this study is to present a mathematical model, and its analytical solution using the Galerkin based integral method to describe moisture migration during the drying process. Results of drying kinetics and moisture content distribution in a ceramic plate during the drying process are presented, analyzed and discussed. In this context, it is observed that as the number of Fourier increases, moisture content inside the solid decreases, being higher for the lower Fourier numbers.*

**Keywords:** *Galerkin, drying, ceramic products.*