

DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE TRANSVERSAL: UMA COMPARAÇÃO NUMÉRICA X ANALÍTICO

DUTRA, Carla M. B.;

SOUZA, Jeferson A.
OLIVEIRA, Cristiano P.
carla_bulsing@hotmail.com

Palavras-chave: RTM; Permeabilidade transversal; Multicamadas.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo realizar uma comparação entre o modelo analítico e resultados numéricos na determinação da permeabilidade transversal em casos de *Resin Transfer Molding* (RTM) em meios porosos multicamadas. A partir dessa análise, pretende-se validar o modelo analítico retilíneo de duas camadas utilizando dados experimentais, assim, essa validação é de suma importância tendo em vista, que dados experimentais específicos para a permeabilidade transversal são difíceis (em comparação a permeabilidade planar) de serem obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O processo de *Resin Transfer Molding* (RTM) é um entre os vários processos de moldagem líquida. Este possibilita planejar e produzir peças com um bom acabamento superficial e de geometria complexa. O processo compreende a infusão de resina dentro de um molde fechado com um reforço fibroso e poroso (SOUZA, 2012).

Para solucionar esses problemas geralmente utiliza-se de métodos numéricos que possibilitam investigar como ocorre o escoamento de resina no molde. A partir dessa modelagem computacional é possível determinar o ponto de entrada e saída da resina bem como os locais onde venham a ocorrer possíveis vazios na peça, provenientes do processo de infusão.

O modelo matemático que descreve os problemas de RTM é baseado na Lei de Darcy que é representada por:

$$V_i = \frac{-K_{ij}}{\mu} \nabla P_i$$

Neste estudo, será proposta uma comparação dos resultados obtidos numericamente com o modelo analítico desenvolvido por OLIVEIRA (2010). Mais precisamente será calculada a permeabilidade transversal em um modelo retilíneo de duas camadas.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O modelo analítico que determina o avanço da resina em moldes de duas

camadas é proposto por (OLIVEIRA, 2010) e é expressa pelas seguintes equações:

$$x_1 = \frac{2K_1P_0t}{\varepsilon_1\mu x_1} + \frac{K_1^tP_0(x_2 - x_1)^2t}{\varepsilon_1\mu(h_1 + h_2)h_1x_2}$$

$$x_2 = \frac{2K_2P_0t}{\varepsilon_2\mu x_2} - \frac{K_1^tP_0(x_2 - x_1)^2t}{\varepsilon_2\mu(h_1 + h_2)h_2x_2}$$

Para obter os resultados da permeabilidade transversal que é expressa pela incógnita K_1^t foram utilizados dados experimentais (OLIVEIRA, 2010). Assim, a resolução das equações foi obtida através do software Scilab.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com dados experimentais realizou-se comparação entre a solução numérica e os resultados obtidos analiticamente através do equacionamento supracitado.

Para a comparação numérico x analítico foram utilizados os dados do ensaio proposto por (OLIVEIRA, 2010) e mostrados na Tab. 1, em que $K_1 = 3.50 \cdot 10^{-9}m^2$ e $K_2 = 2.76 \cdot 10^{-10}m^2$, utilizando os valores numéricos em comparação com o tempo final de injeção do ensaio que foi de aproximadamente 157 segundos.

Tabela 1 – Comparação dados numéricos x analíticos

<i>Tempo</i>	<i>Numérico</i>	<i>Analítico</i>	<i>Diferença</i>
162	$3,19 \cdot 10^{-10}$	$9,65 \cdot 10^{-10}$	$6,46 \cdot 10^{-10}$
157	$4,46 \cdot 10^{-10}$	$9,82 \cdot 10^{-10}$	$5,36 \cdot 10^{-10}$

Salienta-se que na segunda linha da Tab. 1 pode-se constatar que os dados numéricos e analíticos tem boa concordância com os dados experimentais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das comparações da permeabilidade transversal realizadas neste estudo, pode-se validar o modelo analítico em casos multicamadas para o processo de RTM. Portanto, a autenticação desse modelo pode configurar em uma boa ferramenta no auxílio da determinação do valor da permeabilidade transversal.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Cristiano. **Modelagem Numérica do Transporte de Resina em um Meio Poroso Aplicado ao Processo de RTM**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional. Universidade Federal do Rio Grande; Rio Grande, 2010.

SOUZA, Jeferson; ISOLDI, Liércio; SANTOS, Elizaldo; OLIVEIRA, Cristiano; AMICO, Sandro. **A Numerical Methodology for Permeability Determination of Reinforcements for Polymeric Composites**. 14th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering. November 18-22, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 2012.