

ESTUDO SOBRE OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA E MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS APLICADOS EM UM PROBLEMA DE DIFUSÃO TÉRMICA

Rodrigo Heyse Polidoro ¹, André Luiz Amancio ², Eduardo Lenz Cardoso ³

¹ Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Mecânica/CCT - PROBIC/UDESC

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica/CCT

³ Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica/CCT - eduardo.cardoso@udesc.br

Palavras-chave: Difusão Térmica, Otimização Topológica, Método dos Elementos Finitos;

Este projeto tem como objetivo estudar a aplicação do método de Elementos Finitos e da Otimização Topológica em problemas térmicos, em particular o problema da difusão térmica. O problema de difusão é um dos mais importantes encontrados na Física, estando presente em diversos tipos de fenômenos. A equação diferencial que descreve a difusão, conhecida como a equação diferencial de Poisson, é escrita como

$$\nabla \cdot (k \nabla T) + Q = 0, \quad (1)$$

assumindo como hipótese regime permanente. Cada um dos termos pode apresentar diferentes significados físicos, dependendo do fenômeno que está sendo descrito, conforme ilustrado na Tab. 1.

Problema Físico	T	k	Q
Condução de Calor	Temperatura	Condutividade térmica	Geração de calor
Fluxo hidráulico	Carga hidráulica	Permeabilidade	0
Fluxo potencial	Função potencial	1	0
Torção elástica	Tensão	(Módulo de cisalhamento) ⁻¹	Ângulo de torção
Membrana pressurizada	Deflexão lateral	Tensão superficial	Pressão lateral
Eletrostática	Diferença de Pot.	Permissividade	Densidade de carga
Magnetoestática	Campo Magnético	Resposta do meio	Densidade de corrente
Difusão	Const. de difusão	Concentração de umidade	Taxa de produção

Tab. 1 Diferentes fenômenos descritos pela equação de Poisson e variáveis envolvidas.

A Eq. (1) foi solucionada pelo método dos elementos finitos, que consiste em um método numérico para solução de equações diferenciais. Após a discretização de um domínio Ω obtém-se um sistema de equações lineares

$$KT = F, \quad (2)$$

onde \mathbf{K} é a matriz de rigidez, \mathbf{T} o vetor com valores discretos do campo T e \mathbf{F} o vetor de fluxos.

A otimização topológica tem como objetivo distribuir um ou mais materiais em um domínio fixo, de modo à extremizar a resposta de um projeto, satisfazendo um conjunto de restrições. O problema de otimização topológica estudado neste projeto foi o de minimização da dissipação da energia dentro do domínio, descrito por

$$f = \mathbf{F}^T \mathbf{T}, \quad (3)$$

com uma restrição da quantidade de material disponível, $V < \bar{V}$, onde o volume máximo \bar{V} utilizado foi de 40% do volume total do domínio.

Algoritmos para a resolução tanto dos problemas de Elementos Finitos quanto para os problemas de Otimização foram elaborados na linguagem de programação Julia, a partir da formulação teórica estudada. As condições de contorno definidas para o problema e a topologia obtida estão representadas na Fig. (1), onde se pode verificar a formação de estruturas na forma de raiz, que aumentam a área de troca de calor, e consequentemente, a condução de calor.

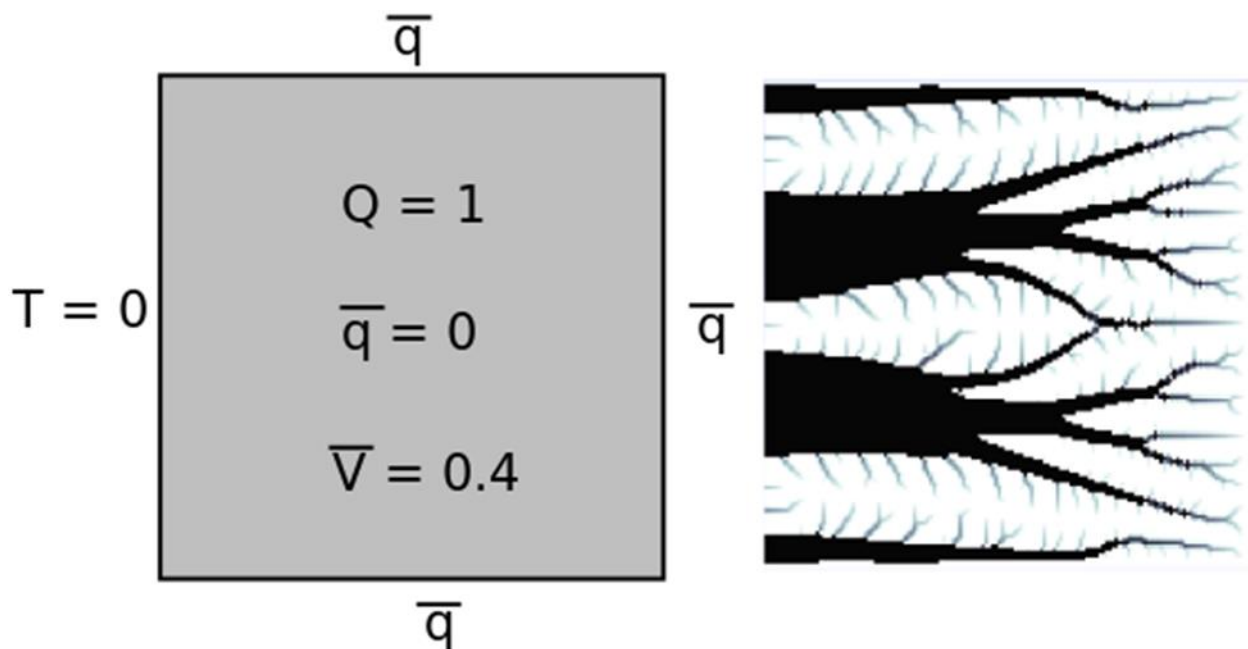


Fig. 1 Definição do problema e topologia ótima obtida para o problema de dissipação de energia.