

## **OTIMIZAÇÃO EVOLUCIONÁRIA E APOIO A DECISÃO APLICADOS NA MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO**

**Douglas Angelo Teixeira**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais -  
Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.  
teixeira@cpdee.ufmg.br

**Marcos Felipe de Oliveira Ribeiro**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil.  
e-mail: marcosfeliper@gmail.com

**João Antônio Vasconcelos**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil.  
e-mail: vasconcelos.joao.antonio@gmail.com

### **RESUMO**

Neste trabalho é apresentado um problema de minimização do custo com perdas e materiais na construção de um transformador de distribuição. Para fabricar e operar estes equipamentos é necessário conciliar os custos relacionados aos materiais de construção e o custo de suas perdas no material ferromagnético e cobre, quando em operação. O material considerado para o cálculo do custo foi o material ferromagnético, para o núcleo, e o cobre utilizado no enrolamento das bobinas. Para o cálculo das perdas, considerou-se o custo das perdas durante 20 anos de operação do transformador, trazendo-o para o valor presente, a fim de comparar tais custos.

As variáveis de entrada que compõe as soluções candidatas e seus limites são: altura da bobina entre 0.1 e 1 [m], número de espiras do primário entre 10 e 100 [espiras], densidade de fluxo magnético entre 1 e 2 [T] e a densidade de corrente entre 0,1 e 5 [A/mm<sup>2</sup>]. Para o processo de otimização foi utilizado o algoritmo de Evolução Diferencial. Inicialmente é gerado um conjunto de soluções candidatas, nas quais o algoritmo aplica os operadores de seleção, mutação e cruzamento para a geração de indivíduos que proporcionem menores custos para o transformador.

Para a escolha da melhor solução foi utilizado o método de tomada de decisão AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Este método permite que o usuário atribua pesos relativos para múltiplos critérios de forma intuitiva, ao mesmo tempo em que realiza uma comparação par a par entre os mesmos. São considerados três cenários para a distribuição dos pesos: Importância moderada das perdas de operação em relação ao custo com materiais, mesma importância entre as perdas de operação e o custo com materiais e importância moderada do custo com materiais em relação perdas de operação.

O algoritmo apresentou um bom desempenho conduzindo a cinquenta soluções não dominadas e distribuídas ao longo da fronteira Pareto. Para cada cenário utilizado foi indicada uma solução entre as soluções ótimas encontradas, conforme as escolhas do projetista entre a priorização dos custos com perdas ao longo da vida útil do transformador e o custo com os materiais para a construção do transformador.

**Palavras-chave:** Transformador, Custos, Evolução diferencial, Análise Hierárquica.

**Área Principal:** Otimização Combinatória e Tomada de Decisão Multicritério.