

## **Aplicação do Método de Entropia Cruzada para Projeto de Redes Ópticas em Malha via Resolução do TSP**

### **Rafael Ribeiro de Carvalho Vaz**

Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás  
Av. Universitária, 1488 - Qd. 86 Bloco A, Goiânia - GO, 74605-010  
engrafaelrcv@gmail.com

### **Flávio Henrique Teles Vieira**

Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás  
Av. Universitária, 1488 - Qd. 86 Bloco A, Goiânia - GO, 74605-010  
flávio@emc.ufg.br

### **Phablo Queiroz**

Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás  
Av. Universitária, 1488 - Qd. 86 Bloco A, Goiânia - GO, 74605-010  
phablo.smv@gmail.com

### **Getúlio Antero de Deus Júnior**

Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás  
Av. Universitária, 1488 - Qd. 86 Bloco A, Goiânia - GO, 74605-010  
getulio@emc.ufg.br

### **Sergio Granato de Araújo**

Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e de Computação, Universidade Federal de Goiás  
Av. Universitária, 1488 - Qd. 86 Bloco A, Goiânia - GO, 74605-010  
granato@emc.ufg.br

Os sistemas de energia elétrica, principalmente no que tange aos de distribuição de energia, tem sofrido grandes pressões tanto do órgão fiscalizador (ANEEL) como do lado da demanda que buscam melhorias dos indicadores de continuidade e da qualidade da energia entregue. Os Sistemas de Self-Healing são hoje uma ferramenta de grande valia para as concessionárias de energia tendo como principal objetivo justamente a melhoria dos indicadores de continuidade.

Grande parte das soluções para Self-Healing pressupõe uma tecnologia de comunicação confiável que interligue os pontos manobráveis da rede. Quando se requer uma confiabilidade do canal de comunicação próxima a 100% e baixa taxa de retardo que possibilite comando em tempo real, as redes de fibra ótica tem sido a opção mais direta. A solução mais comumente aplicada consiste na implementação de uma rede de fibra em anel interligando todos os pontos, todavia, essa solução tradicional pode não se aplicar a todos os cenários.

Este trabalho propõe um algoritmo para dimensionamento de redes de comunicação em malha baseado em Entropia Cruzada (CE-Cross Entropy) e determinação de redundâncias via avaliação de distâncias. A técnica proposta foi aplicada para o dimensionamento de uma Rede Óptica em Malha para suportar a comunicação de sistemas de Self-Healing. A modelagem do problema é baseada no Problema do Caixeiro Viajante (TSP-Travelling Salesman Problem). Foram avaliadas as resoluções do TSP por método de Entropia Cruzada, por Força Bruta e utilizando Programação Linear (LP-Linear Programming).

A Rede de Fibra é otimizada seguindo critérios de minimização de distância, restrição de rotas e número de rotas alternativas. Um estudo de caso é feito tendo como base o piloto de Self-Healing do P&D 368 CELG-D-ANEEL-UFG na região metropolitana de Goiânia – Goiás. Ambas técnicas de otimização (TSP CE e TSP LP) encontraram a solução ótima do problema. Todavia, o algoritmo proposto TSP CE + Escolha de Redundâncias aplicado ao site do estudo de caso, além de não apresentar subrotas, provê a solução desejada em um tempo de processamento

menor do que o algoritmo TSP LP + Escolha de Redundâncias, o qual necessita da aplicação de uma rotina de remoção de subrotas.

**PALAVRAS CHAVE. Rede Óptica em Malha. Self-Healing. Entropia Cruzada.**