

# Balanceamento de Redes de Distribuição Rurais de Média Tensão Utilizando Algoritmos Genéticos: Um Estudo de Caso Real – ID 8449

**Autor:** *Matheus Magno de Araújo Garcia*

**Coautor:** *João Paulo Abreu Vieira*

**Empresa:** *Grupo Equatorial – CEA Equatorial Energia*

Realization:

instituto  
**abradee**



Host Company:

**CEMIG**



XXV Seminário  
Nacional de  
Distribuição de  
Energia Elétrica

**SENDI**  
**2025**  
BELO HORIZONTE



# OBJETIVO

Demonstrar um caso de um alimentador do sistema de distribuição do estado do Amapá, que possui um índice de desequilíbrio de corrente elevado, devido a presença de grandes ramais monofásicos (MRTs). Este trabalho investiga o problema e propõe uma solução de balanceamento das fases utilizando algoritmos genéticos.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**



# INTRODUÇÃO

Em áreas rurais com baixa densidade populacional, o sistema de distribuição comumente é do tipo MRT, conectados ao longo de alimentadores trifásicos. Esses alimentadores que possuem uma grande quantidade dessas derivações monofásicas podem apresentar uma alta taxa de desequilíbrio de corrente, devido à má distribuição dos MRTs entre as fases, dessa forma a corrente no neutro passa a ter um valor significativo.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**





# PROBLEMAS ASSOCIADOS

- Dessensibilização do relé de sobrecorrente convencional de neutro pois o ajuste pode ser maior nível de curto-circuito mínimo em determinadas barras do alimentador.
- Aumento das perdas técnicas.
- Desequilíbrios de tensão.
- Possível redução de vida útil de equipamentos.

Realization:

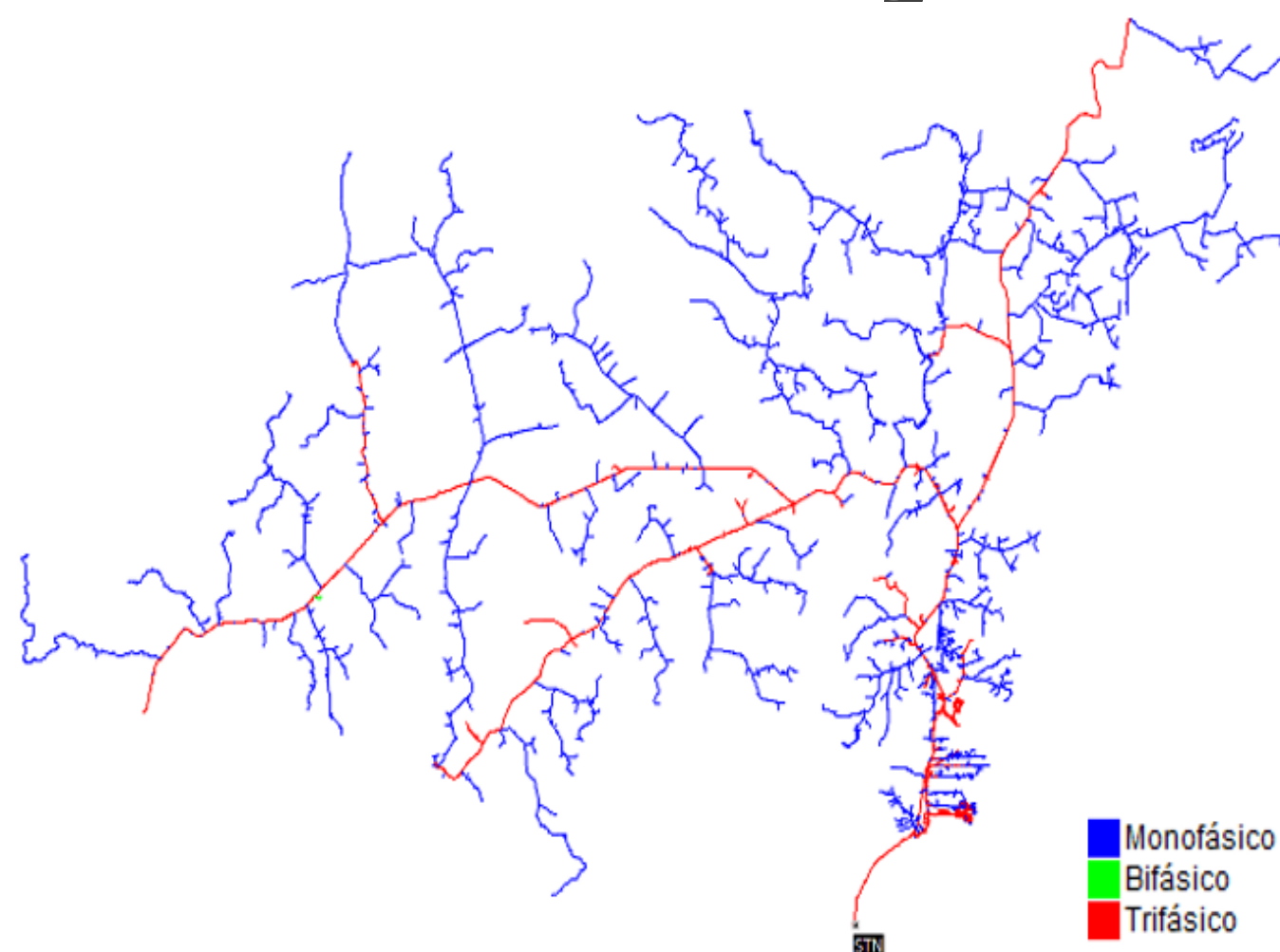
instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**

# DESBALANÇO DE CARGAS



representação geográfica da rede MT do alimentador utilizado no estudo de caso, o alimentador atende a região de Santana no estado do Amapá, com uma extensão total de 1218 km de rede MT.

Realization:

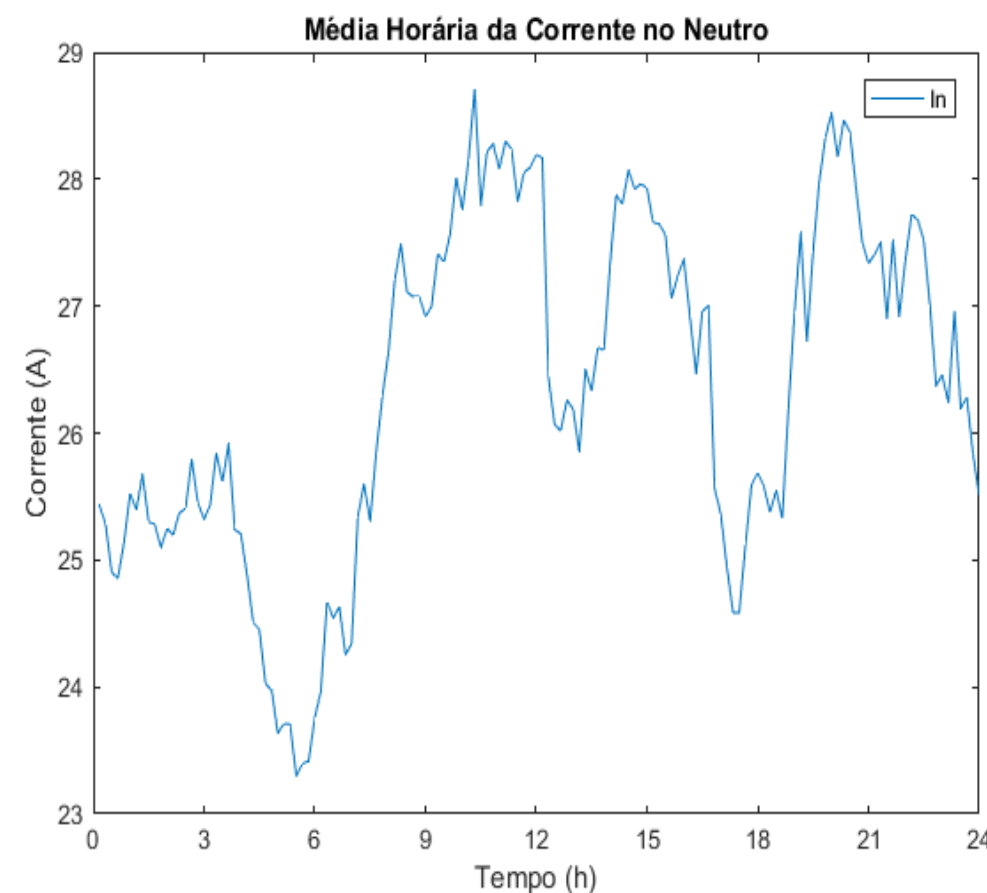
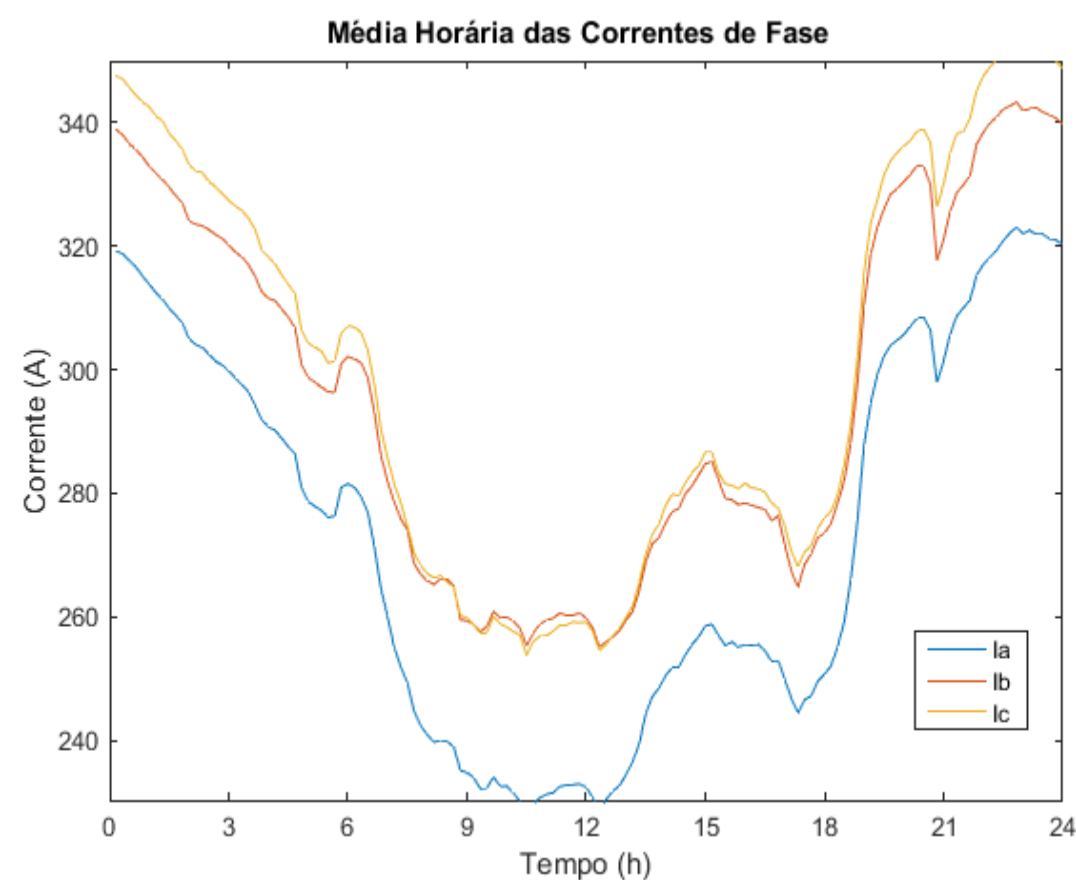
instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**

# DESBALANÇO DE CARGAS



Devido ao grande número de MRTs, o alimentador possui uma alta taxa de desequilíbrio de carga e corrente de neutro elevada.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**



# ALGORITMOS GENÉTICOS

O Algoritmos Genéticos (AG) é uma técnica de otimização baseada no processo de evolução genética de Darwin, utilizando conceitos de seleção natural, recombinação e mutação. O uso de AG é vantajoso em problemas onde é necessária uma grande quantidade de análise combinatória para determinar as soluções ótimas.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**





# ALGORITMOS GENÉTICOS

- Seleção natural: As soluções encontradas com maior aptidão são selecionadas para reprodução (soluções com menor desbalanceamento entre as fases).
- Cruzamento (Crossover): As soluções selecionadas são recombinadas para gerar soluções novas e expandir a busca pela solução ótima.
- Mutação: São inseridas pequenas mudanças em algumas soluções para obter maior diversidade e evitar a convergência prematura.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**





# ALGORITMOS GENÉTICOS

Para aplicar o AG, é necessário identificar a função objetivo a ser otimizada. Ao minimizar a diferença das correntes entre as fases, as perdas por efeito Joule serão reduzidas.

$$P_{perdas} = RI_a^2 + RI_b^2 + RI_c^2$$

Realization:

instituto  
**abradee**

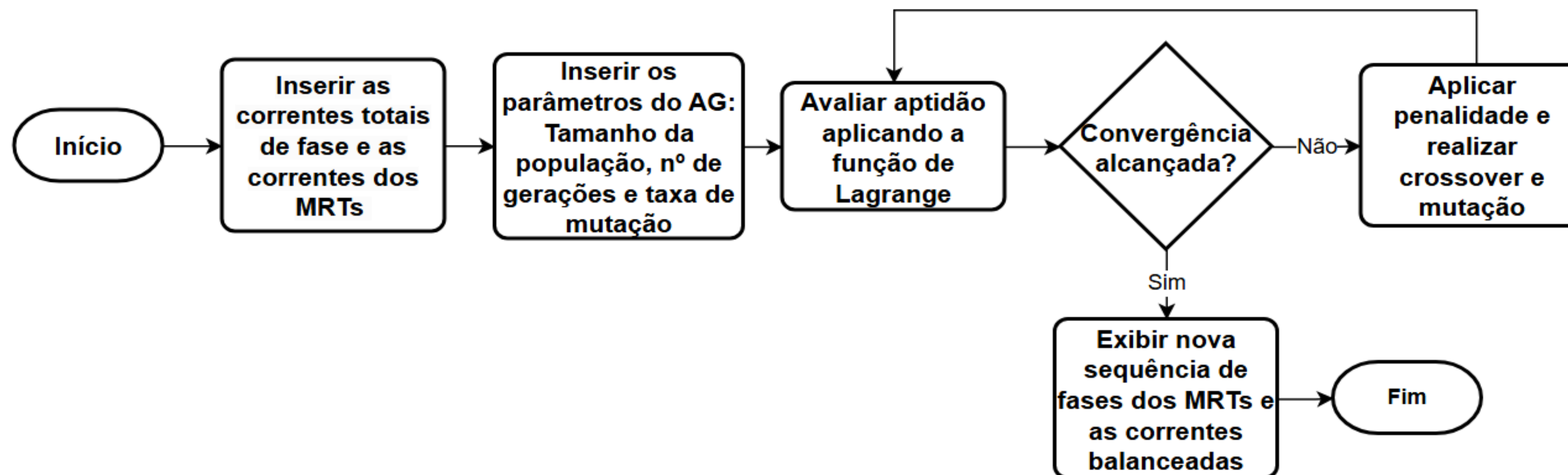


HostCompany:

**CEMIG**

# ALGORITMOS GENÉTICOS

Fluxograma do algoritmo:



Realization:

instituto  
**abradee**

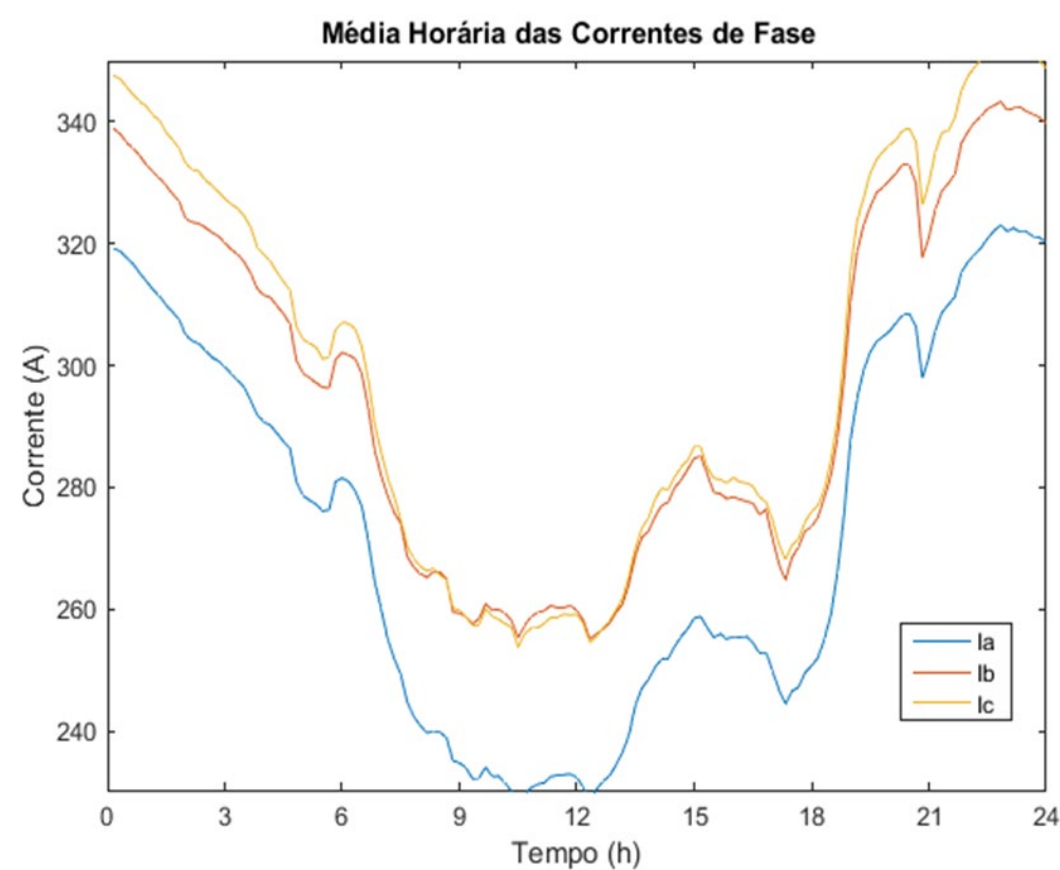


HostCompany:

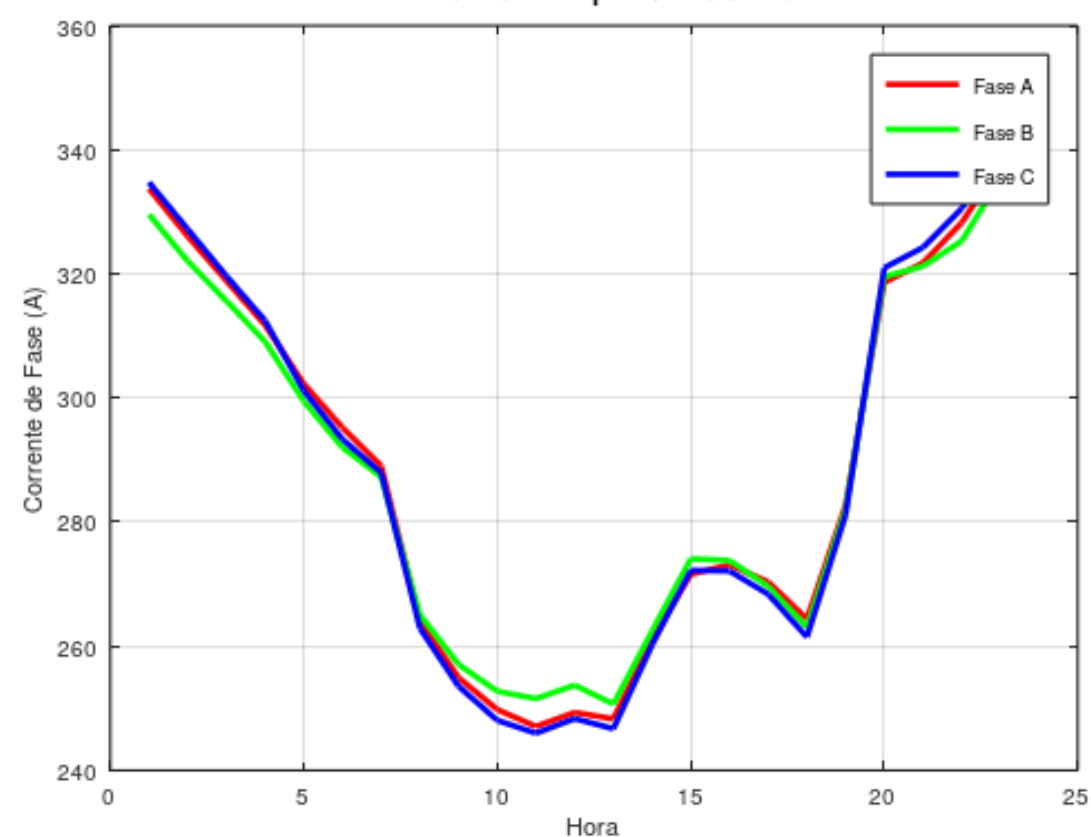
**CEMIG**

# RESULTADOS OBTIDOS

Antes:



Depois:



Realization:

instituto  
**abradee**

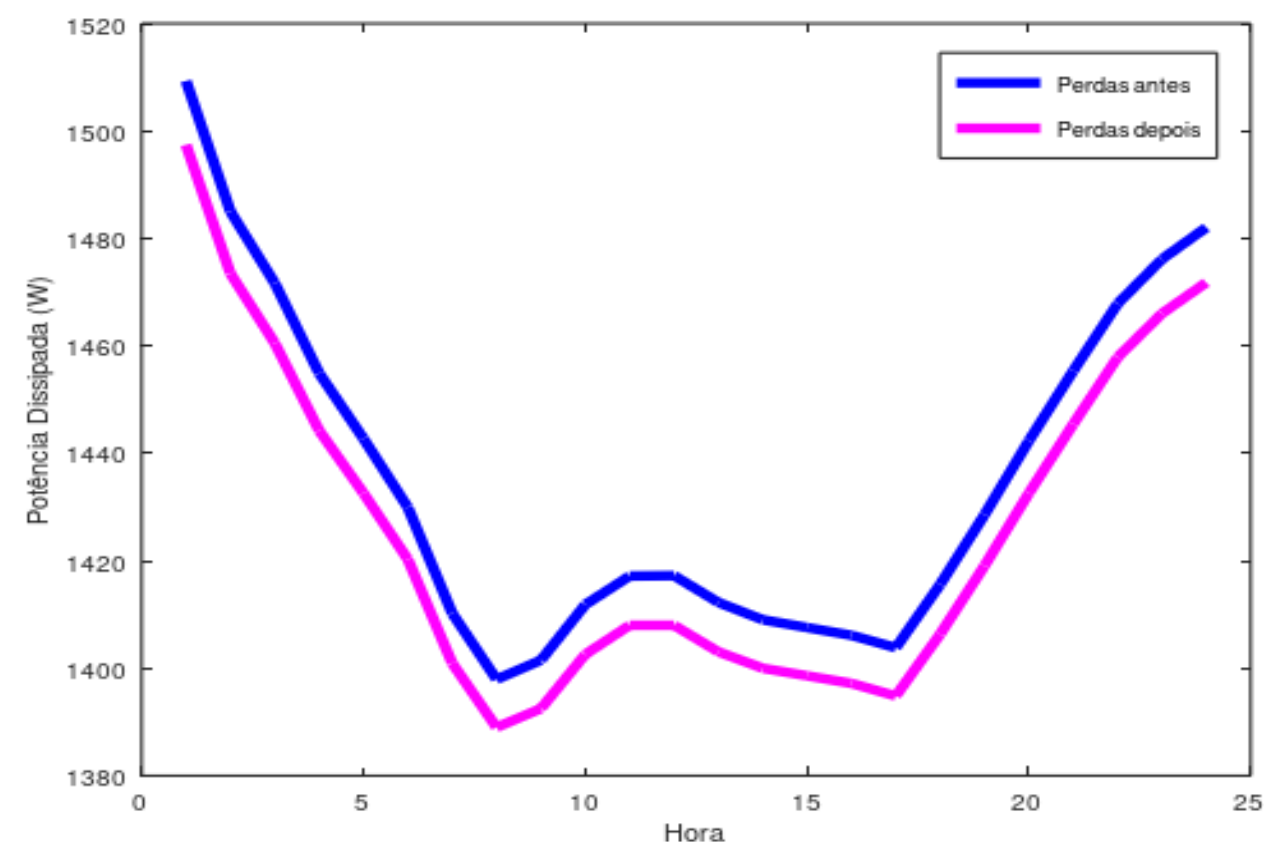


HostCompany:

**CEMIG**

# RESULTADOS OBTIDOS

Minimização da função objetivo (perdas no alimentador):



Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**





# CONCLUSÃO

Apesar dos resultados satisfatórios o algoritmo possui limitações, como por exemplo:

- Utilização de dados de medição estáticos.
- Possibilidades de erro de cadastro na rede.
- Possibilidade de conversão pré-matura.

Apesar das limitações, o uso de AG se mostrou eficaz para o balanceamento de cargas.

Realization:

instituto  
**abradee**



HostCompany:

**CEMIG**





**OBRIGADO!**