

COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE BLINDAGEM DE CAMPO MAGNÉTICO DE LINHAS SUBTERRÂNEAS QUANTO AO FATOR DE REDUÇÃO, A PERDA NA AMPACIDADE DA LINHA E OS CUSTOS FINANCEIROS

GDS – Grupo 10
Rodrigo O. C. Moreira

Marco Túlio A. Évo
Universidade Federal de São João Del-Rei

Diogo S. C. Souza, Carlos E. F. Caetano,
Hélder de Paula, Ivan J. S. Lopes,
Wallace C. Boaventura, José O. S. Paulino
Universidade Federal de Minas Gerais

INTRODUÇÃO

- Crescimento da utilização de linhas subterrâneas nos grandes conglomerados urbanos.
- Estudo de diferentes técnicas de mitigação.
- Necessidade de reduzir o campo com o menor impacto térmico na linha.
- Desenvolvimento do Projeto de P&D D318.

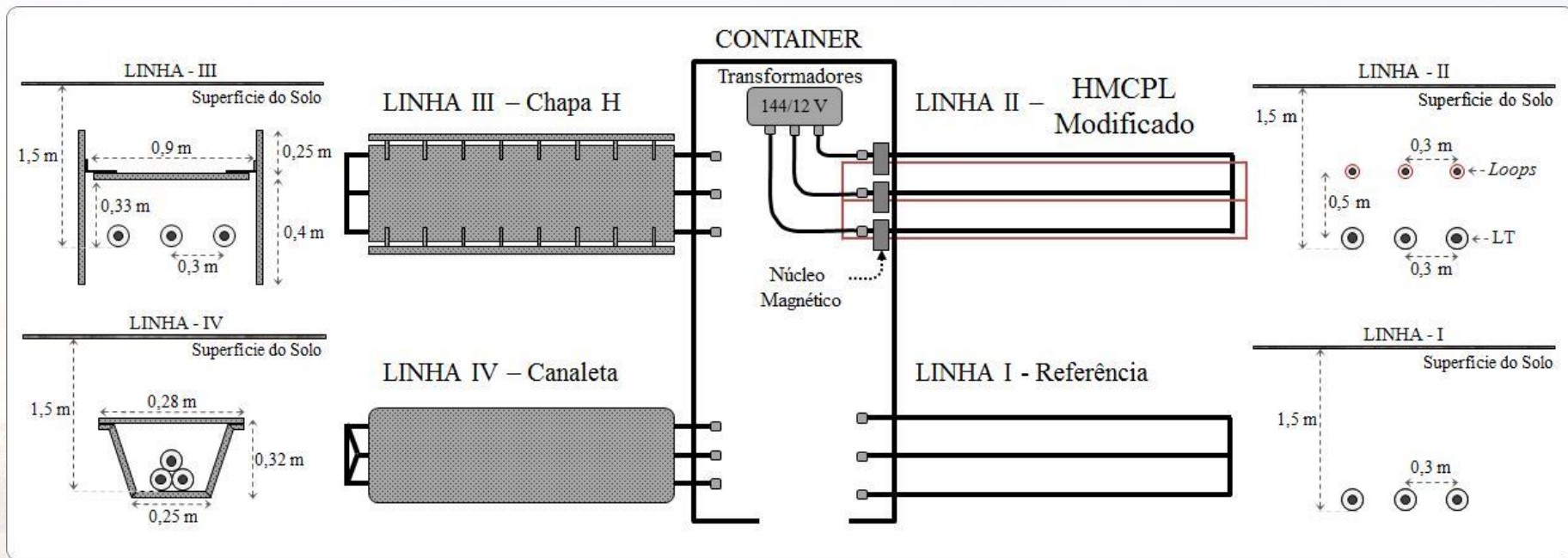
INTRODUÇÃO

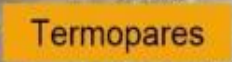
- Estudo Experimental:
 - Continuação do trabalho apresentado no SNPTEE 2015;
 - Estudo Magnético;
 - Estudo Térmico.
- Estudo Computacional:
 - Avaliação de diferentes técnicas de blindagem quanto ao fator de redução, a perda na ampacidade da linha e os custos financeiros.

ESTUDO EXPERIMENTAL

- Construção do arranjo experimental nas proximidades do Laboratório de Extra e Alta Tensão (LEAT) da UFMG.
- Sistema constituído por quatro circuitos trifásicos compostos por cabos de alta tensão (138 KV, 800 mm², Al - XLPE):
 - Referência;
 - Chapa de Aço em “H”;
 - “Loops” de Alto Acoplamento;
 - Canaleta de Aço Fechada.
- Corrente de 830 A nas fases da linha.

ARRANJO EXPERIMENTAL





ESTUDO MAGNÉTICO

- Medição do campo magnético a 1,50 metros de distância do solo em pontos espaçados de 0,5 metro entre si em um eixo transversal ao eixo dos cabos subterrâneos.
- Determinação do Fator de Redução (FR):

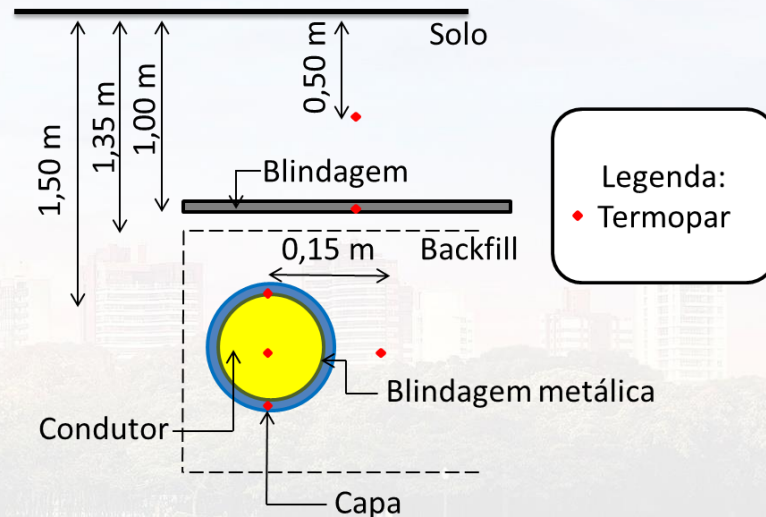
$$FR = \frac{B_o}{B_m} = \frac{\text{máximo}(B_o)}{\text{máximo}(B_m)}$$

A bar chart comparing the reduction factor for three different reinforcement types. The y-axis is labeled 'Fator de Redução' and ranges from 0 to 16. The x-axis lists the reinforcement types: 'Chapa em "H"', 'HMCPL Modificado', and 'Canaleta'. The values for each bar are 3.62, 4.01, and 14.88 respectively.

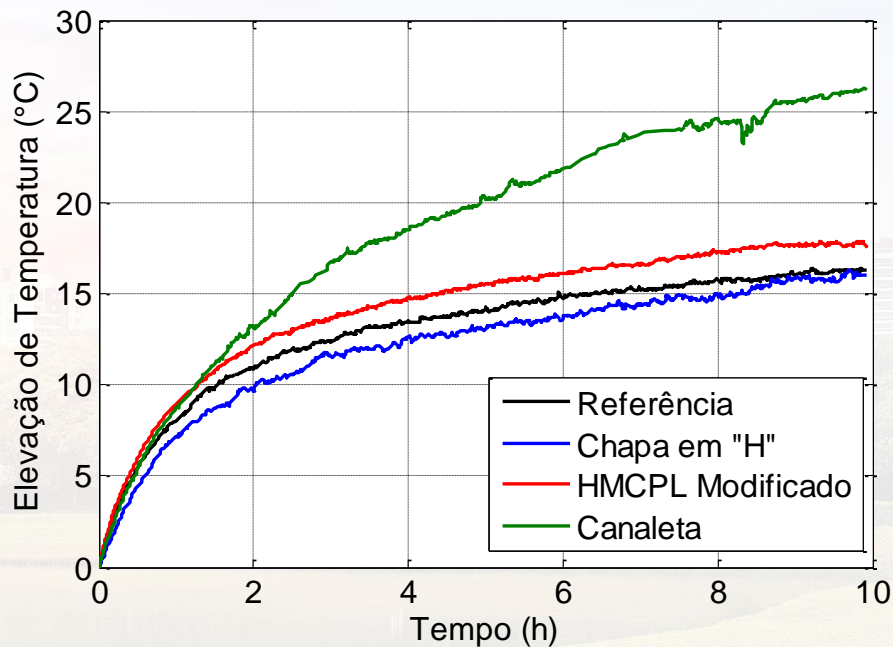
Reforço	Fator de Redução
Chapa em "H"	3.62
HMCPL Modificado	4.01
Canaleta	14.88

ESTUDO TÉRMICO

- Medição da temperatura em diferentes pontos do cabo e do solo.
- Desenvolvimento de um sistema de aquisição para medição da temperatura, corrente e tensão.
- Tempo do ensaio de 10 horas.



- Elevação da temperatura nos quatro trechos:



ESTUDO COMPUTACIONAL

- Simulação em um programa de elementos finitos para a determinação do fator de redução e da perda na ampacidade.
- Análise quantitativa do custo dos materiais e da instalação da blindagem.

TABELA COMPARATIVA

Técnicas de Mitigação	Fator de Redução	Perda na Ampacidade (%)	Custo Financeiro
Trifólio	1,4	9,7	NA
Chapa Plana	1,2	1,7	\$
Chapa em “U” invertido	2,9	5,8	\$\$
Chapa em “H”	3,5	4,6	\$\$
Loop passivo (1 volta)	1,4	0,3	\$
Loop passivo (8 voltas)	2,5	0,6	\$\$
HMCPL Modificado	4,6	8,1	\$\$
HMCPL Original	20,0	9,6	\$\$\$
Canaleta	26,9	4,0	\$\$\$\$

CONCLUSÕES

- Este trabalho apresentou um estudo experimental detalhado acerca da eficácia de diferentes métodos de blindagem do campo magnético gerado por linhas subterrâneas.
- Os resultados experimentais mostraram que a canaleta é a que proporciona os maiores FR (15) e o maior sobreaquecimento na linha (26°C).
- As chapas em “H” produziram a menor atenuação do campo magnético, mas foi a técnica que menos impactou termicamente o sistema para o tempo analisado.


CONCLUSÕES

- Através de uma metodologia de cálculo computacional foram comparadas todas as técnicas de blindagem estudadas no Projeto de P&D D318.
- A tabela com os resultados finais poderá ser utilizada como ferramenta de apoio a novos projetos, onde a escolha da solução a ser aplicada dependerá das necessidades específicas e da relação de compromisso entre os fatores listados.

RODRIGO OTÁVIO CARNEIRO MOREIRA

 (31) 3506-2966

 (31) 99614-8803

 rmoreira@cemig.com.br

 www.cemig.com.br