



SCQ/029

21 a 26 de Outubro de 2001
Campinas - São Paulo - Brasil

Grupo STE I

SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL DE INTERFERÊNCIAS, COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E QUALIDADE DE ENERGIA – SCQ

AValiação dos Níveis de Campos Elétricos e Magnéticos em Linhas de Transmissão da CTEEP

Paulo César de Oliveira Teixeira
CTEEP

RESUMO

A preocupação com efeitos da exposição dos seres humanos a campos elétricos e magnéticos é antiga e muitas entidades têm se preocupado em avaliar o assunto, levando ao surgimento de muitas publicações.

A Divisão de Manutenção de Linhas de Transmissão da CTEEP (TML) tem acompanhado tais publicações, além de buscar identificar instrumentos de medição capazes de quantificar os níveis de campos elétricos e magnéticos gerados por suas linhas de transmissão (LTs).

A TML buscou ainda, através de simulações, estimar os níveis de campos elétricos e magnéticos gerados pelas LTs.

Apresentaremos aqui valores obtidos e sua comparação com valores de norma [1,2].

Palavras chave : campo eletromagnético, linha de transmissão, simulação

1.0 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

No dia a dia de trabalho da TML, tem-se acompanhado publicações relacionadas aos efeitos dos campos elétricos e magnéticos sobre os seres humanos e os níveis associados a tais efeitos; destacando-se para nós o documento “Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields” elaborado pelo Comitê Internacional de Radiação Não-Ionizante da Associação Internacional para Proteção a Radiação [2] que condensa resultados e pareceres de entidades de pesquisa ao nível mundial.

No referido documento fica evidente que “sem um universo estatístico representativo, não há elementos suficientes e confiáveis que permitam estabelecer relação causa e efeito claro entre a presença de

campos elétricos e/ou magnéticos e a ocorrência de doenças em seres humanos.

Em virtude do exposto, iniciou-se uma avaliação dos campos gerados por linhas de transmissão; o qual foi realizado em duas etapas distintas : medição e simulação.

A etapa de medição compreendeu pesquisa de fornecedores, especificação e aquisição de medidores de campos elétricos / magnéticos e realização de medições.

A etapa de simulação compreendeu a identificação de estruturas (torres) típicas de transmissão, levantamento de condições de carga etc.

2.0 CONFIGURAÇÕES CONSIDERADAS

Para avaliação do sistema da CTEEP foram identificadas as classes de tensão : 88, 138, 230, 345 e 440 kV.

Para cada simulação foram identificados :

- Tipo de circuito : simples, duplo, horizontal, vertical
- Carregamento das LTs (correntes máximas)
- Disposição relativa entre cabos (fase e pára-raios) e afastamento ao solo.
- Características dos condutores e cabos pára-raios.

A Tabela 1 apresenta os tipos de condutores, pára-raios, carregamento máximo esperado, tipo de circuito etc..

TABELA 1 : Características das LTs consideradas				
LT	Tipo Circuito	Tipo e Qte de Conductor	Tipo e Qte de Cabo pára-raios	I _{max} (A)
88 kV	Simple	Partridge	1 x aço 3/8"	448
88 kV	Duplo	Partridge	(1 ou 2) 3/8"	448
138 kV	Simple	Oriole	1 x aço 3/8"	583
138 kV	Duplo	Oriole	2 x aço 3/8"	583
230 kV	Simple	2 x Hen	2 x aço 3/8"	1312

LT	Tipo Circuito	Tipo e Qte de Condutor	Tipo e Qte de Cabo pára-raios	I _{max} (A)
230 kV	Duplo	2 x Hen	2 x aço 3/8"	1312
345 kV	Duplo	4 x Rail	2 x Alumoweld	4704
440 kV	Simple (IVI)	4 x Grosbeak	2 x aço 3/8"	3496
440 kV	Simple (VVV)	4 x Grosbeak	2 x aço 3/8"	3496
440 kV	Duplo Triangular	4 x Grosbeak	2 x aço 3/8"	3496
440 kV	Duplo Vertical	4 x Grosbeak	2 x aço 3/8"	3496
440 kV	Simple Estaiada	4 x Grosbeak	2 x aço 3/8"	3496

As Figuras 1 a 12 ilustram as geometrias consideradas. Os condutores foram avaliados em sua altura (e distâncias) médias, indicadas entre parênteses.

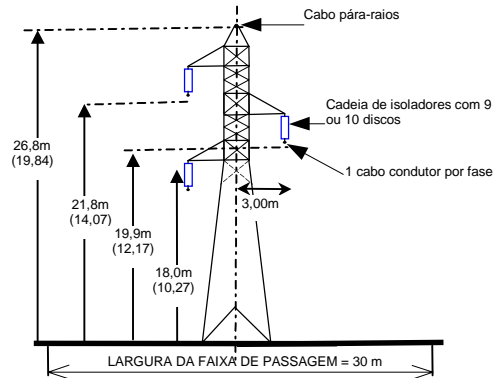


Figura 3 : Linha de 138 kV – Circuito Simple

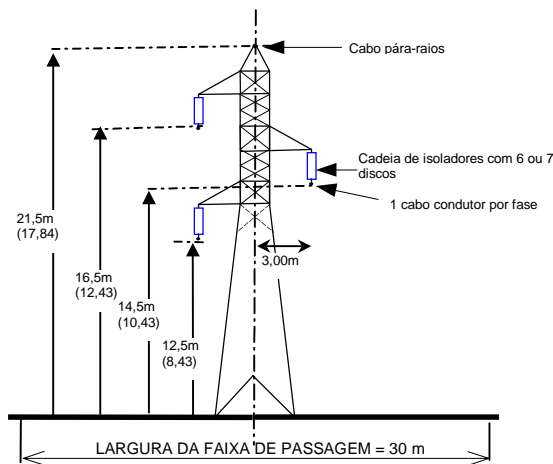


Figura 1 : Linha de 88 kV – Circuito Simple

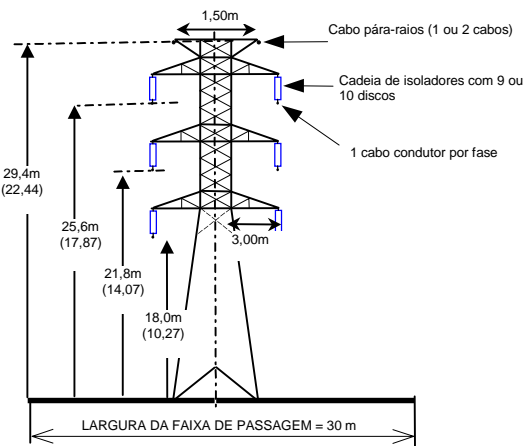


Figura 4 : Linha de 138 kV – Circuito Duplo

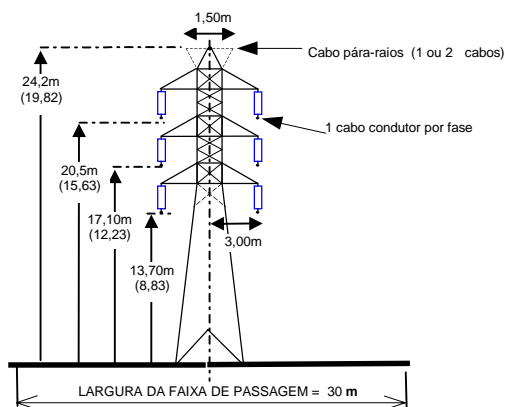


Figura 2 : Linha de 88 kV – Circuito Duplo

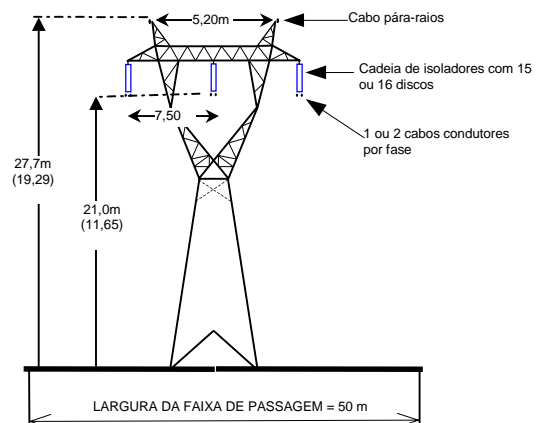


Figura 5 : Linha de 230 kV – Circuito Simple

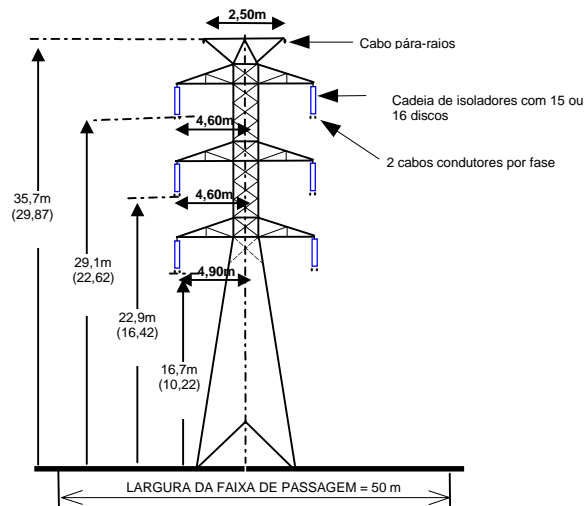


Figura 6 : Linha de 230 kV – Circuito Duplo

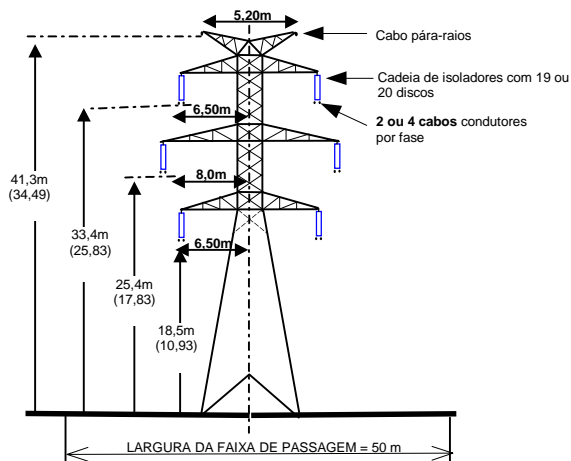


Figura 7 : Linha de 345 kV – Circuito Dupla

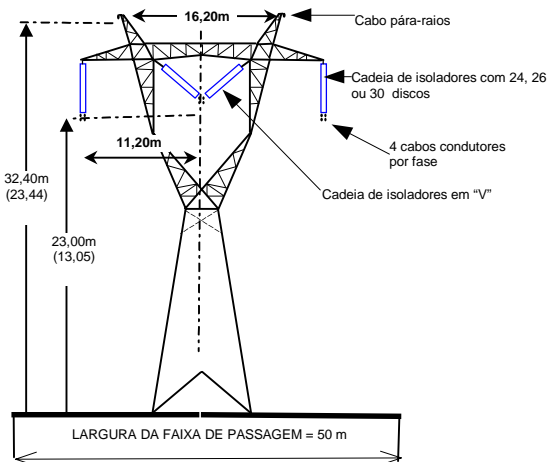


Figura 8 : Linha de 440 kV – Circuito Simples IVI

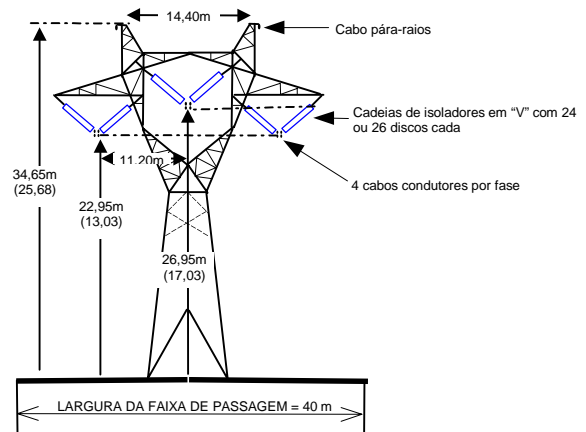


Figura 9 : Linha de 440 kV – Circuito Simples VVV

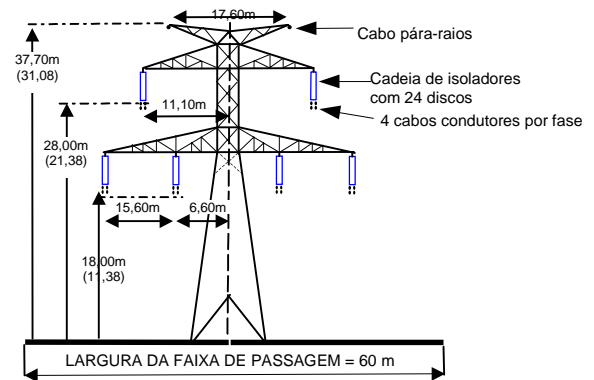


Figura 10 : Linha de 440 kV – Circuito Duplo Triangular

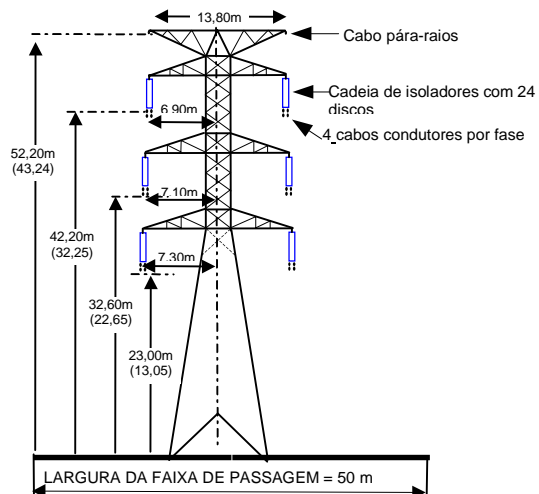


Figura 11 : Linha de 440 kV – Circuito Duplo Vertical

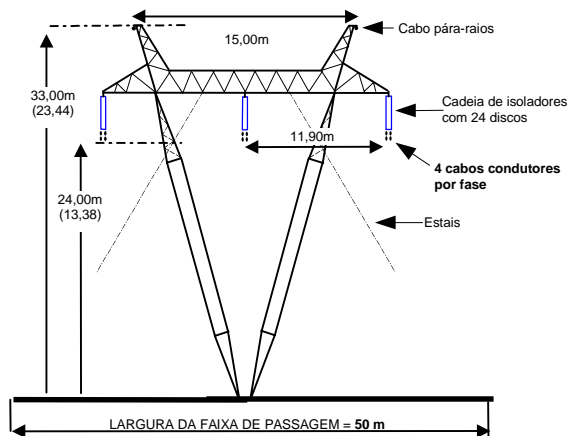


Figura 12 : Linha de 440 kV Estaiada - Circuito Simples

3.0 – RESULTADOS OBTIDOS

Considerando-se as configurações indicadas nas Figuras 1 a 12, foram estimados os níveis de campos elétricos e magnéticos, os quais estão indicados nas Figuras 13 a 24.

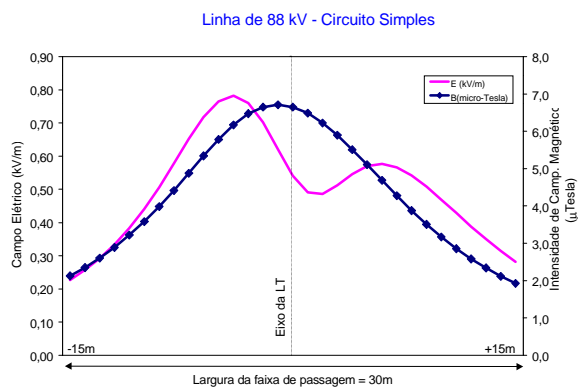


Figura 13 : Perfis de campo, LT 88 kV, Circ.Simples

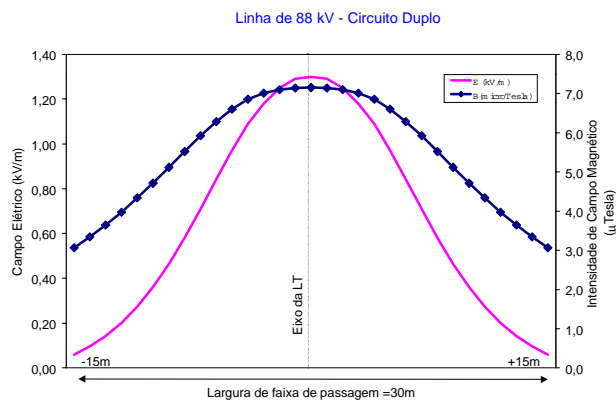


Figura 14 : Perfis de campo, LT 88 kV, Circ.Duplo

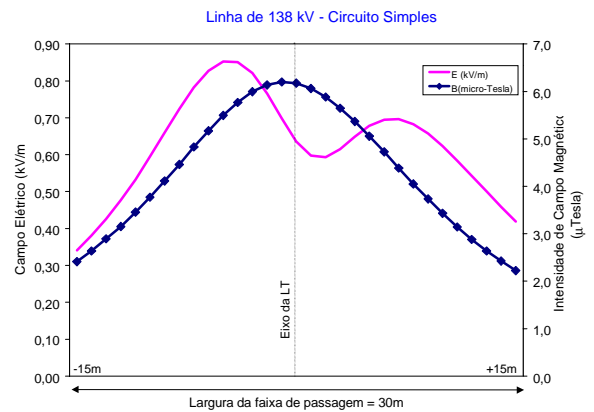


Figura 15 : Perfis de campo, LT 138 kV, Circ.Simples

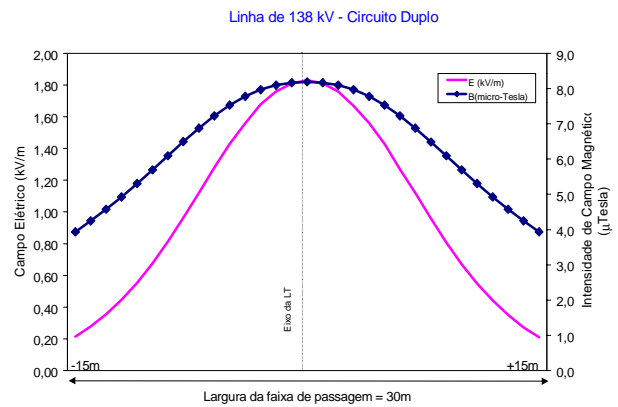


Figura 16 : Perfis de campo, LT 138 kV, Circ.Duplo

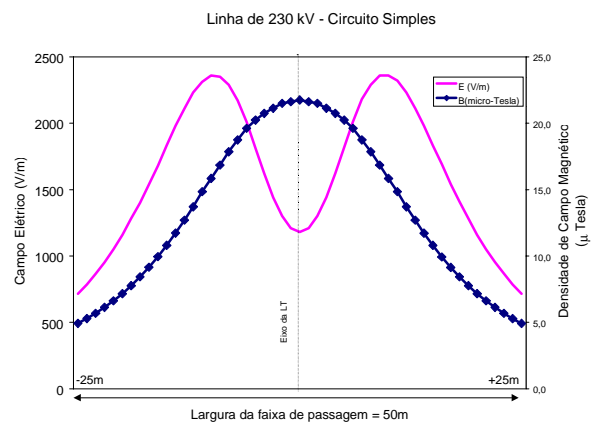


Figura 17 : Perfis de campo, LT 230 kV, Circ.Simples

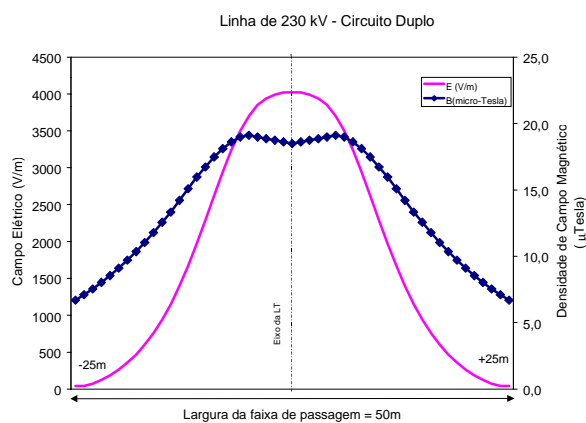


Figura 18 : Perfis de campo, LT 230 kV, Circ.Duplo

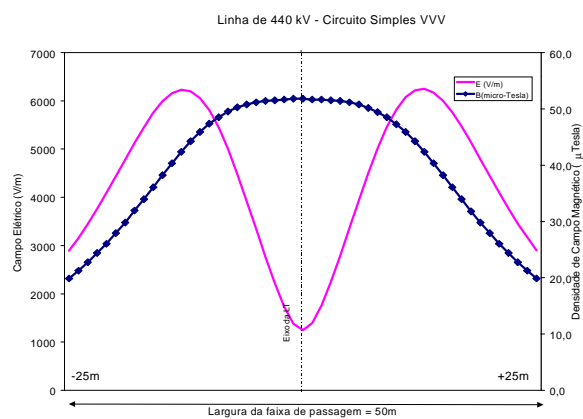


Figura 21 : Perfis de campo, LT 440 kV, Circ.Simples VVV

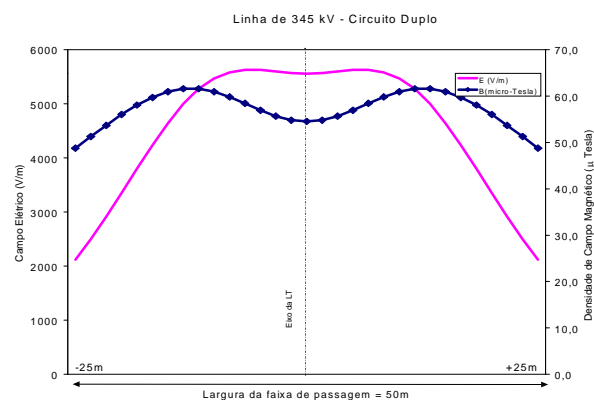


Figura 19 : Perfis de campo, LT 345 kV, Circ.Duplo

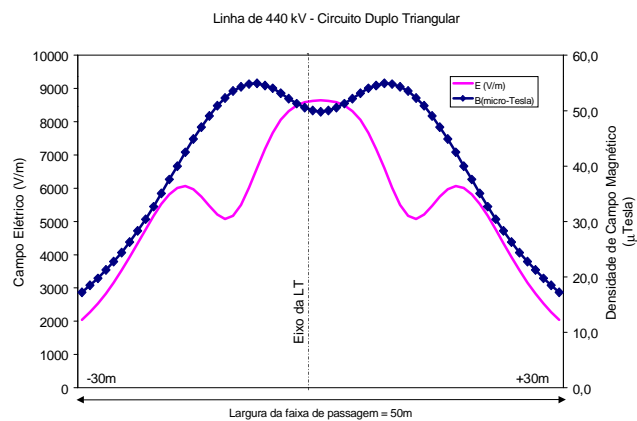


Figura 22 : Perfis de campo, LT 440 kV, Circ.Duplo Triangular

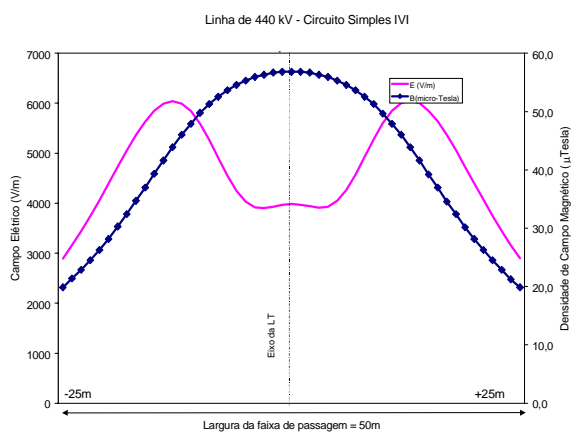


Figura 20 : Perfis de campo, LT 440 kV, Circ.Simples IVI

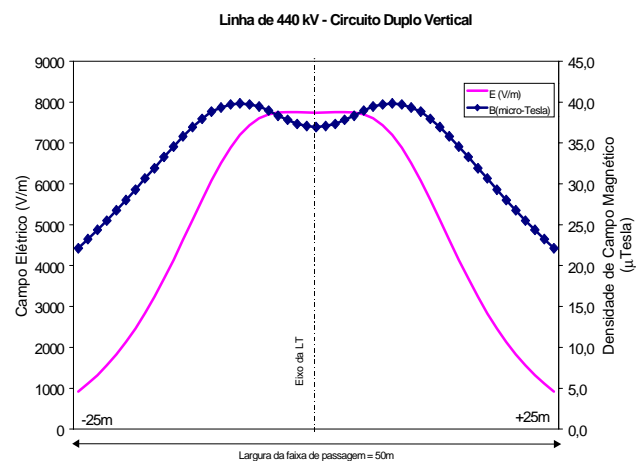


Figura 23 : Perfis de campo, LT 440 kV, Circ.Duplo Vertical

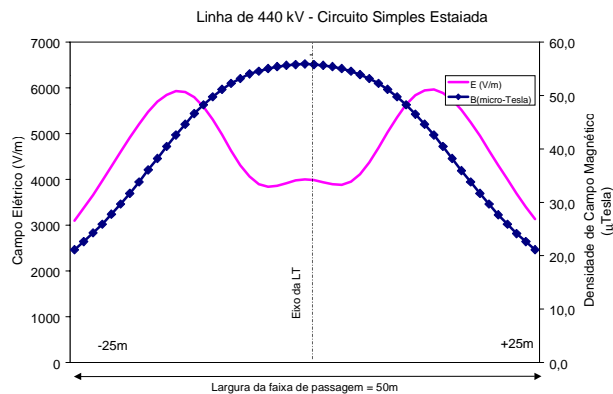


Figura 24 : Perfis de campo, LT 440 kV, Circ.Simples Estaiada Vertical

4.0 – LIMITES

4.1 NBR 5422/85

Considerando-se [1], o nível de campo elétrico nos limites da faixa de servidão não deverá ultrapassar 5 kV/m; não há restrição quanto a valores de campos magnéticos.

4.2 Associação Internacional Para Proteção Contra Radiação (IRPA)

A IRPA [2,3] recomenda limites de exposição em função do tempo e tipo de exposição, conforme Tabela 2.

TABELA 2 : Limites de exposição a campos elétricos e magnéticos de 50 / 60 Hz, conforme recomendações IRPA (Associação Internacional Para Proteção Contra Radiação)		
Características de Exposição	Intensidade de Campo Elétrico (kV/m – Eficaz)	Densidade de Fluxo Magnético (mT - rms)
<u>Profissional</u>		
Período de Trabalho Integral	10	0,5
Períodos Curtos	30 ¹	5 ²
Partes do Corpo	--	25
<u>Público em Geral</u>		
Até 24 horas / dia ³	5 ⁵	0,1
Poucas Horas / dia ⁴	10	1

¹ : a duração máxima de exposição ao campo entre 10 e 30 kV/m, pode ser calculada da fórmula $t < 80/E$, onde t : duração em horas de trabalho e E: intensidade do campo em kV/m

² : a máxima duração de exposição é de 2 horas por dia

³ : restrição aplicável a espaços abertos nos quais os indivíduos do público em geral possam passar parte do tempo durante o dia (recreação, reunião, etc.)

⁴ : estes valores podem ser ultrapassados em poucos minutos ao dia, tomadas as precauções com relação às induções indiretas

6.0 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

A observação das Figuras 13 a 24 indicam que :

- Os níveis de campos elétricos estimados nos limites da faixa de servidão (a partir de onde não haveria qualquer tipo de restrição a presença de pessoas), são inferiores ao valores de campo para exposição 24 horas / dia (NBR 5422/85 e IRPA).
- Os níveis de campos elétricos no interior da faixa de servidão, considerando-se trabalho em tempo integral, são inferiores ao valor limite recomendado pelo IRPA.
- A densidade de campos magnéticos estimados para LTs da CTEEP são inferiores aos limites recomendados.

7.0 – CONCLUSÕES

Os níveis de campos elétricos e magnéticos gerados por linhas de transmissão da CTEEP apresentam-se dentro de limites recomendados pela norma vigente (NBR 5422/85) e de acordo como entidades internacionais (IRPA, entre outras).

Observamos que a elaboração de artigos sobre o impacto de campos elétricos e magnéticos sobre seres vivos e em particular sobre os seres humanos, é uma assunto de extrema importância e que deve ser conduzido com seriedade e embasado em pesquisas extensas e tendo por objetivo único a elucidação do problema.

Para linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, problemas eminentes e que nem sempre merecem a devida atenção como : risco de choque elétrico por indução em cercas e grandes estruturas nas proximidades de LTs; risco a vida por elevação e/ou transferência de potencial durante condição de curto-circuito em zonas habitadas, deveriam estar em discussão ao invés de tecer-se comentários sem comprovação, quanto aos efeitos dos campos elétricos e magnéticos sobre a saúde dos seres humanos.

8.0 – BIBLIOGRAFIA

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão – Procedimento . NBR 5422, 1985. Brasil.

[2] INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION / INTERNATIONAL NON-IONIZING RADIATION COMMITTEE – Protection of Workers from Power Frequency Electric and Magnetic Fields: A Practical Guide. Geneva, International Labour Office, 1993 (Occupational Safety and Health Series no. 69).

[3] CIGRE. Electric Power Transmission and the Environment : Fields, Noise and Interference. 1991, Working Group 36.01 (Corona and Field Effects).

⁵ : este valor coincide com o limite definido na NBR 5422/85, para campo elétrico máximo no limite da faixa de servidão