



13ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

SIMULAÇÕES DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO PRIMÁRIA VITAL BRASIL

**COMPANHIA DO METROPOLITANO
DE SÃO PAULO - METRÔ**

**DAVID TURBUK
MASSARU SAITO**



INTRODUÇÃO 1



Campo eletromagnético (déc. 60)

- ✓ Empresas elétricas se preocupam com os efeitos dos campos eletromagnéticos para projetos de linhas de extra alta tensão

● **Projetos Linhas de 138-765 kV (déc. 90)**

- ✓ Seguindo Práticas Internacionais ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

● **Padrão existente no Brasil: ABNT (1984)**

- ✓ Limite de campo elétrico na faixa de servidão (5kV/m)
- ✓ Nada sobre campo magnético

● **Campo magnético (déc. 90)**

- ✓ Valores de referência da ICNIRP

INTRODUÇÃO 2



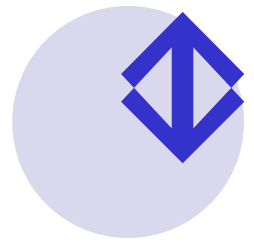
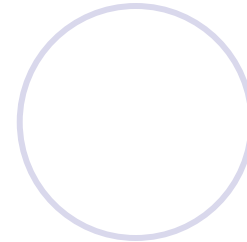
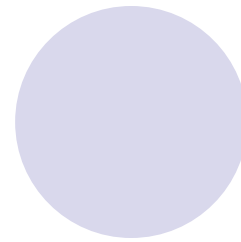
AEAMESP



Preocupação

- ✓ Questionamentos por alguns segmentos da população pelos possíveis malefícios à saúde e até processos judiciais resultando em atrasos na implantação das instalações
- ✓ Constantes debates entre vários setores (saúde, meio ambiente, energia, comunicações, ciência e tecnologia, etc)
- **Portaria nº80/SVMA (outubro de 2005)**
 - ✓ Licenciamento Ambiental na SVMA de reformas e implantação de novas unidades de LT e SE, com tensão nominal ≥ 69 kV

INTRODUÇÃO 3



Estudos ambientais

- ✓ EIA-RIMA para utilidades com tensão nominal superior a 230kV
- ✓ EVA para tensão nominal de 69 kV a 230 kV
- ✓ Adotar configuração compacta (média tensão) 13,8 kV ou 34,5 kV
- ✓ Os responsáveis pela implantação devem comprovar a adoção de medidas de precaução estruturais e operacionais, técnica e economicamente viáveis, que visem a diminuição dos campos EMs gerados nas áreas de livre acesso à população em geral



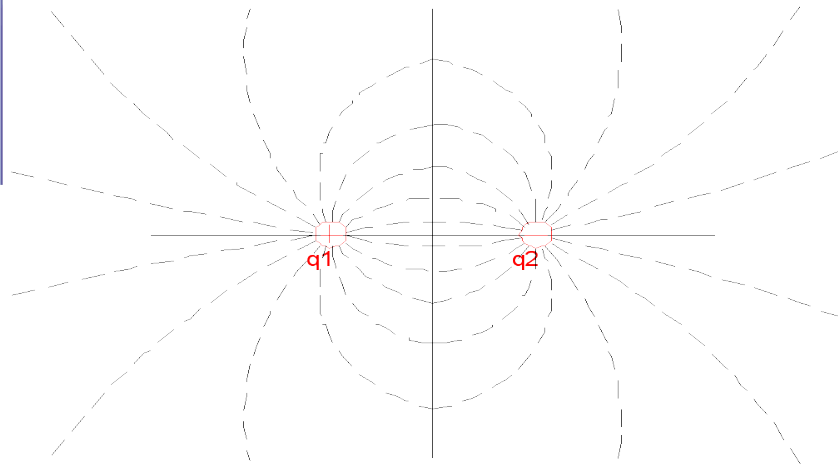
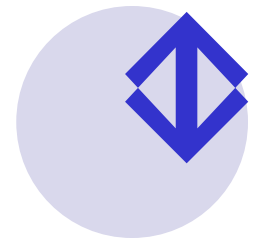
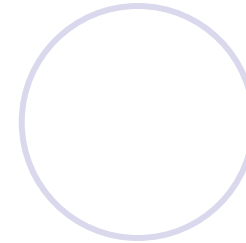
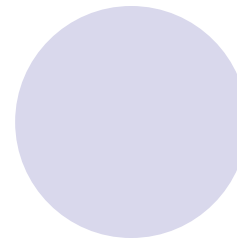
INTRODUÇÃO 4



Estudos ambientais - Valores

- ✓ Densidade de fluxo magnético para permanência prolongada:
 - 10 μT para instalação existente e
 - 3 μT para instalação nova
(escolas, residências, hospitais e locais de trabalho)
- ✓ Campos elétricos e de densidade de fluxo magnético:
 - 4,17 kV/m e
 - 83,3 μT , em quaisquer instalações, em locais de livre acesso à população em geral

CAMPO ELÉTRICO



$$E = \frac{k \cdot Q}{d^2} [V / m]$$

- k = Constante de Coulomb ($N \cdot m^2 / C^2$)
- Q = Carga (C)
- d = Distância (m)

Quando um corpo está eletricamente carregado (q_1), cria-se em todo o espaço circundante uma situação nova, diferente da que existia antes, modificando eletricamente as propriedades do espaço que o circunda

Outro corpo eletricamente carregado (q_2), colocado em um ponto P do espaço, começará, num dado instante, a “sentir” uma força elétrica causada por q_1 .

O campo elétrico gerado pela carga q_1 num ponto P existe independente de haver em P um corpo carregado.



AEAMESP

2007



13ª

SEMANA DE TECNOLOGIA

METROFERROVIÁRIA

Associação Brasileira de Engenharia de Transportes e Infraestrutura

CAMPO MAGNÉTICO



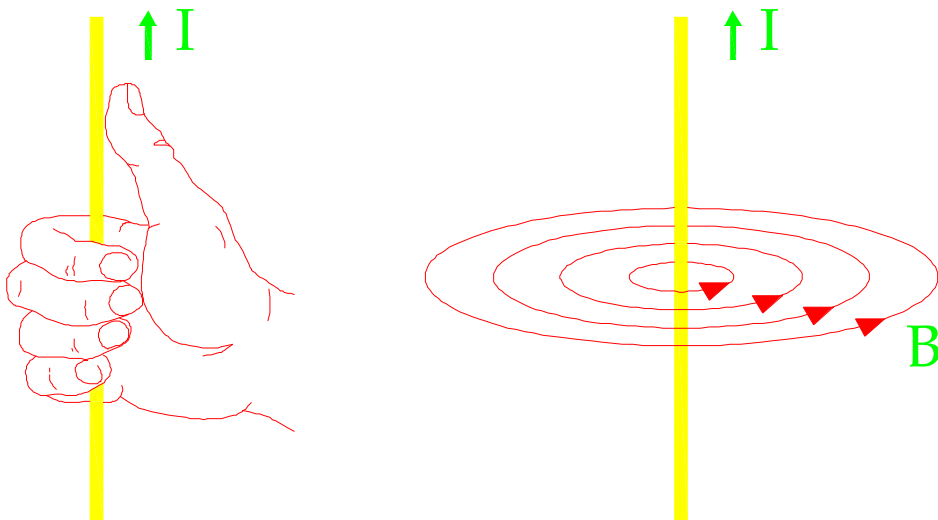
Uma corrente passando por um condutor gera um campo magnético. As linhas de campo são circundantes ao condutor num plano perpendicular, obedecendo a orientação vetorial abaixo.

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \Pi \cdot r}$$

- B = vetor campo magnético em um ponto (T)
- μ = permeabilidade magnética do meio (T.m/A)

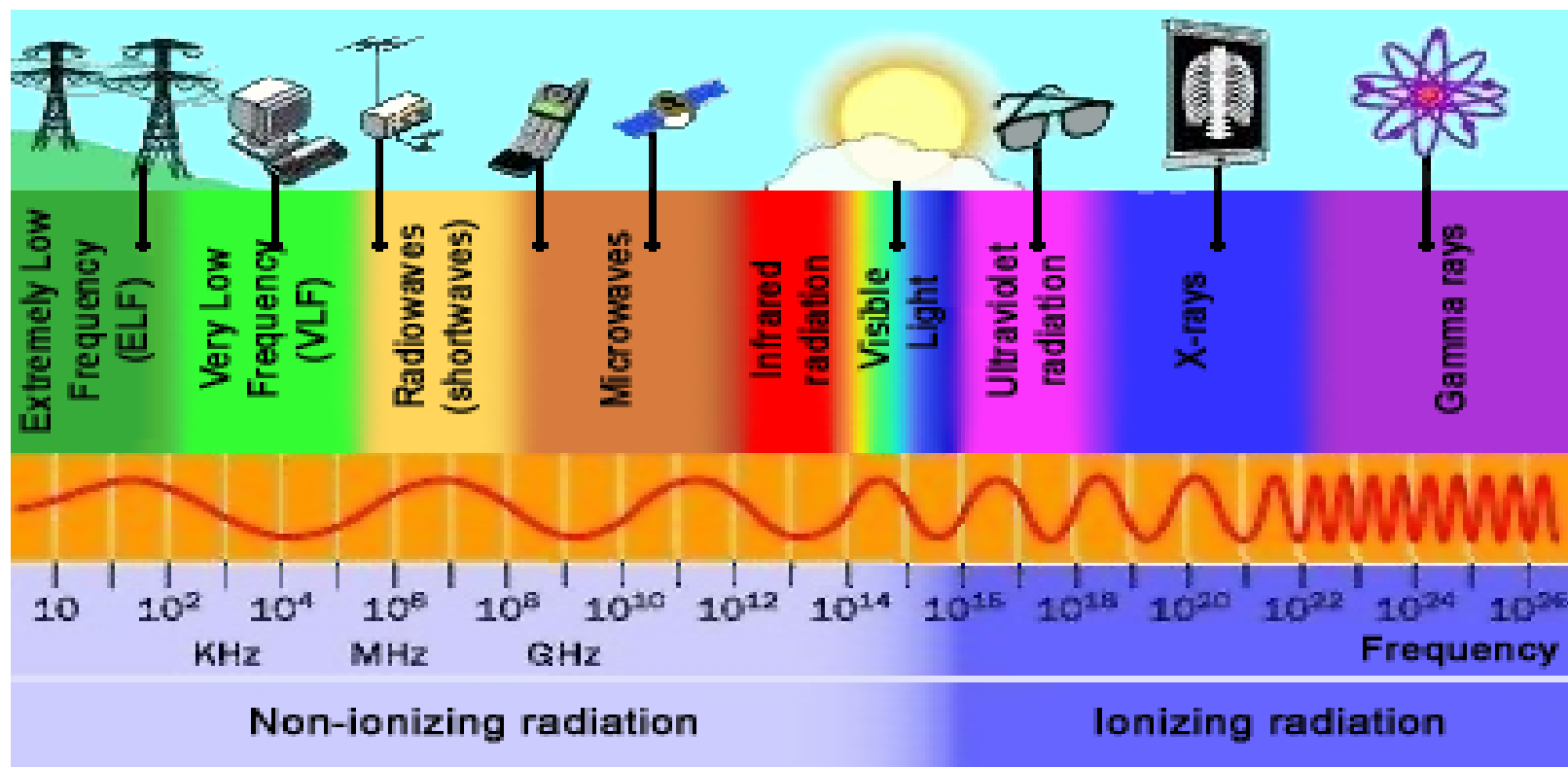
$$\mu_0 = 4 \cdot \Pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m / A}$$

- r = distância do ponto ao fio (m)



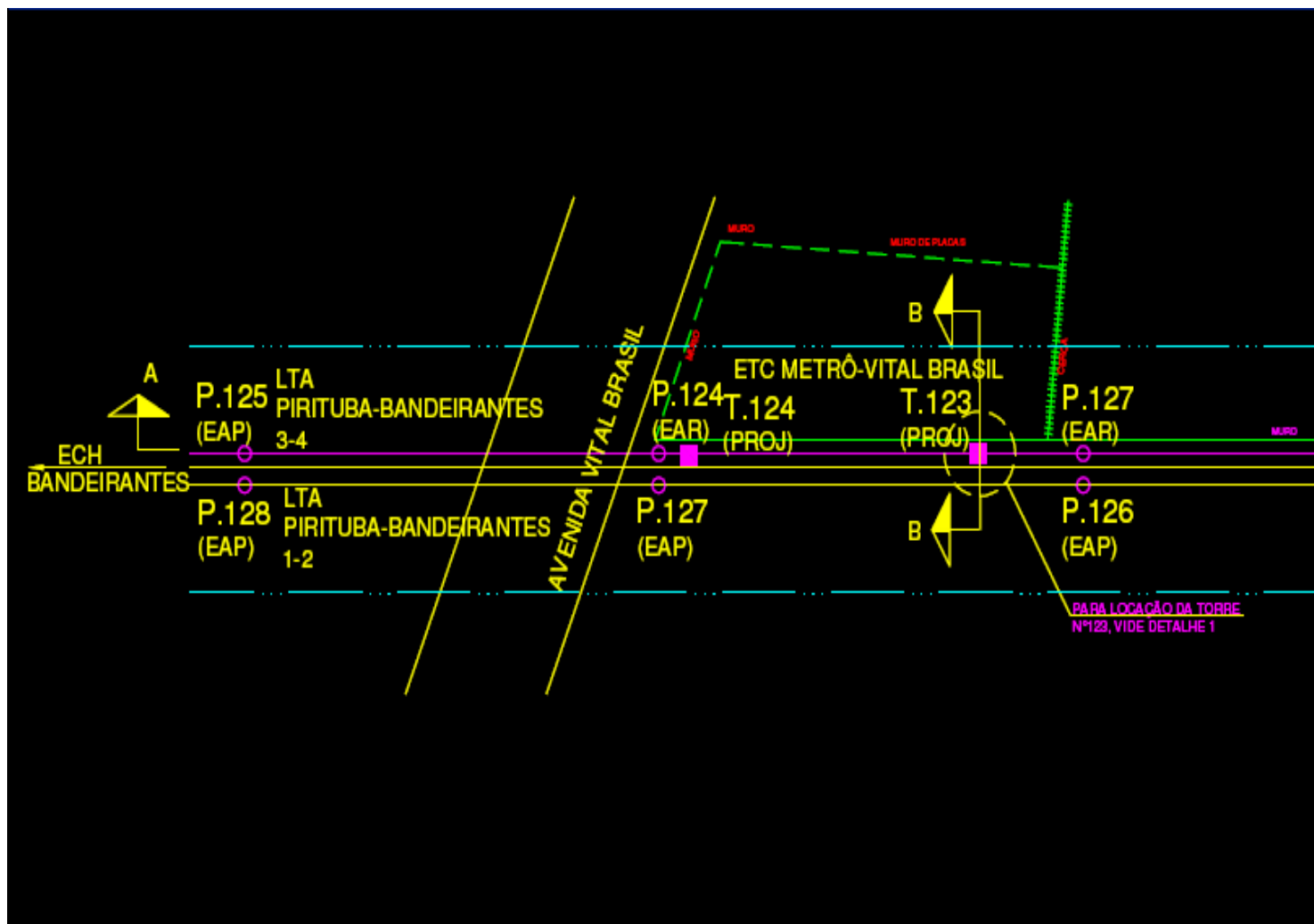
A unidade de B (vácuo) no SI é o Tesla (T)

ESPECTO ELETROMAGNÉTICO



Radiações não ionizantes são as que não produzem ionizações, ou seja, não possuem energia capaz de produzir emissão de elétrons de átomos ou moléculas com quais integram

PONTOS DE SIMULAÇÃO AO LONGO DA LT PRI-BAN



PONTOS DE SIMULAÇÃO AO LONGO DA LT PRI-BAN

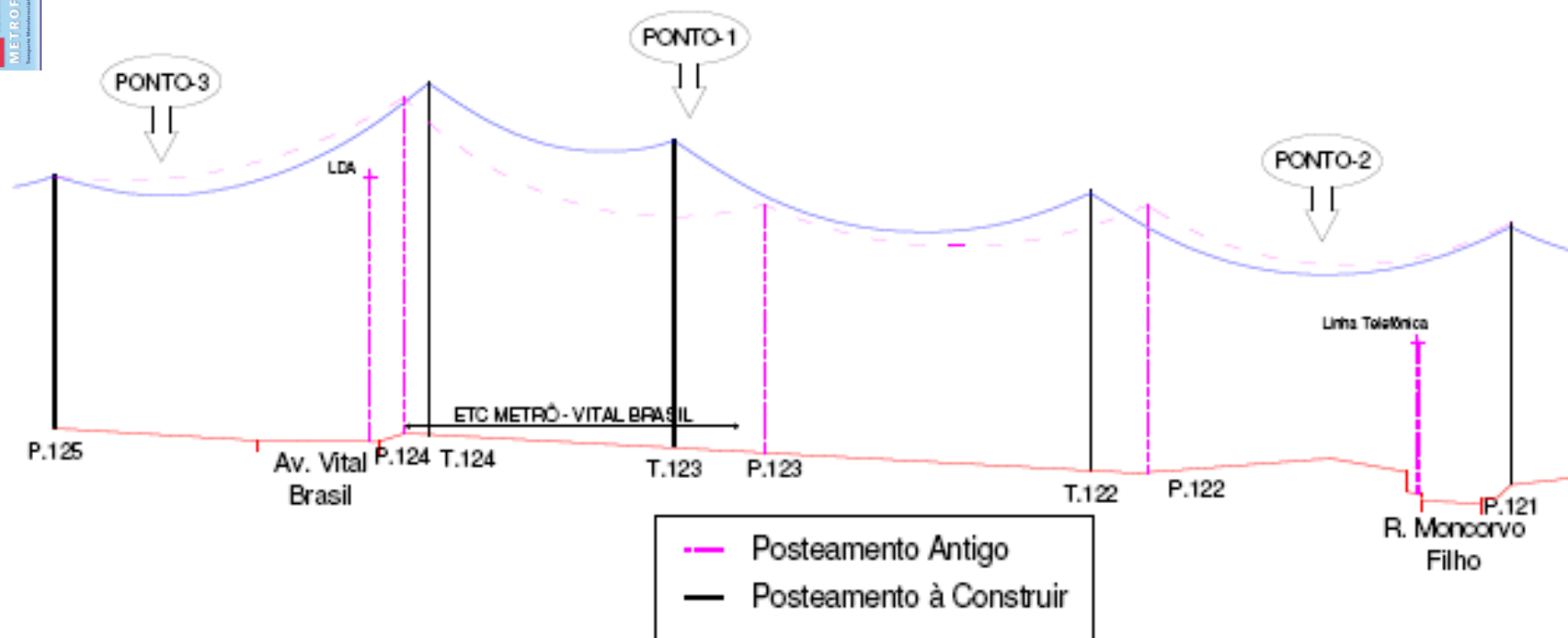


FOTO DO TRECHO





DADOS DE ENTRADA

- ✓ Derivação através de circuitos nº 3 e nº 4
- ✓ Corrente das Linhas:
 - 1 e 2 LT-PRI/BAN - 360 A
 - 3 e 4 LT-PRI/BAN - 430 A
- ✓ Tensão das Linhas: 88kV
- ✓ Corrente da Subestação Vital Brasil: 100 A (Demanda)
- ✓ Conversão de fluxo magnético: $83,3 \mu\text{T} = 66,3 \text{ A/m}$

PONTO-1

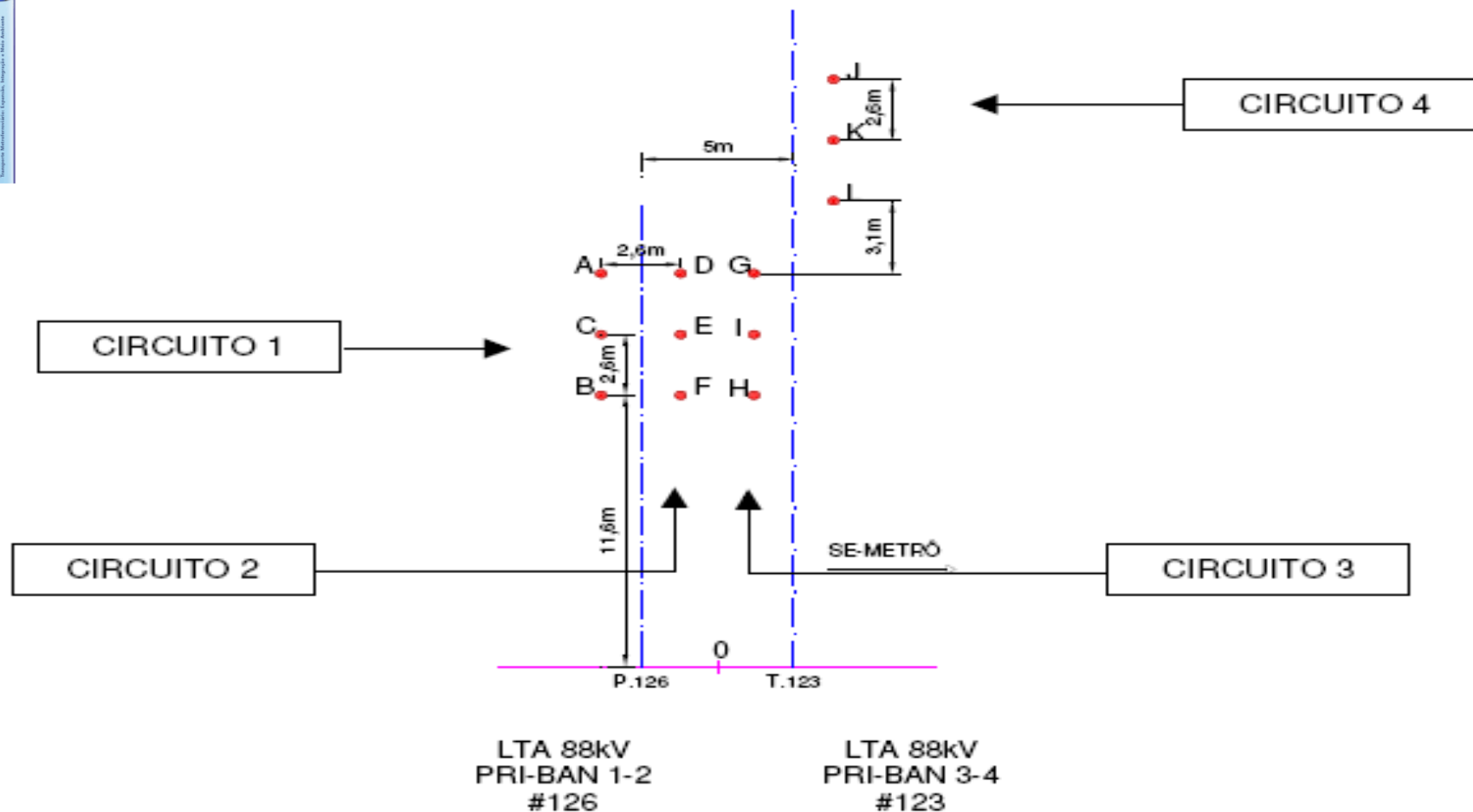


Figura 2: Seção transversal – PONTO - 1

PONTO-1 CAMPO ELÉTRICO

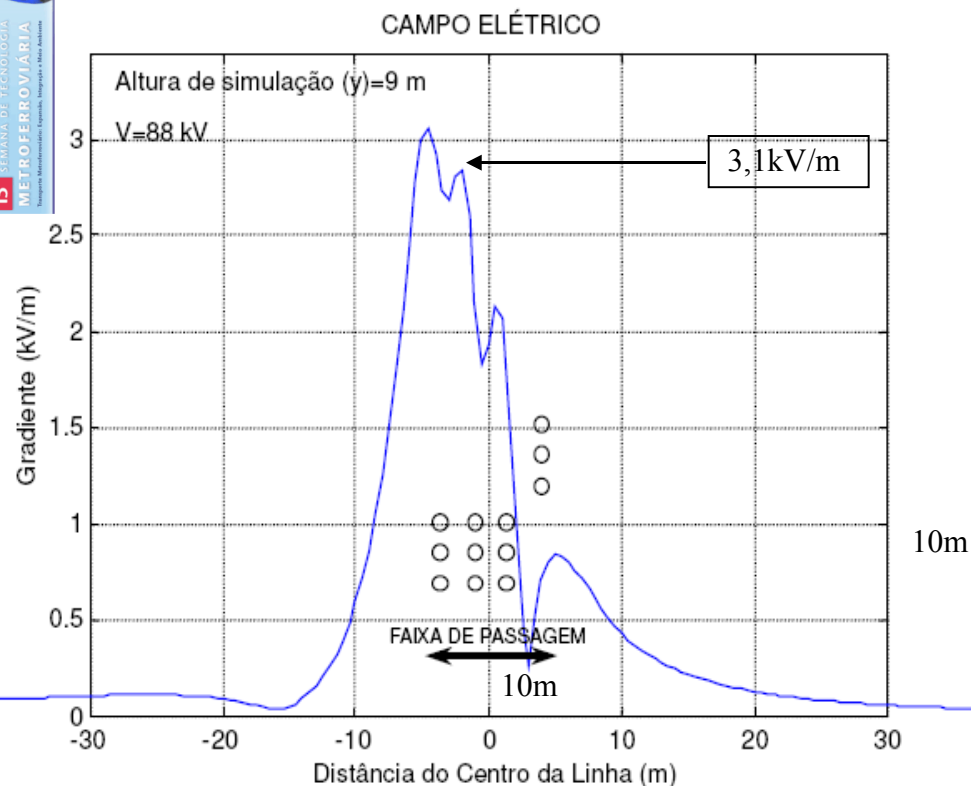


Figura 12: Campo elétrico simulado a 9m (PONTO-1)

Maior altura dentre os gráficos que não ultrapassou o limite da ICNIRP para Campo Elétrico

PONTO-1 CAMPO MAGNÉTICO



62,80 μ T

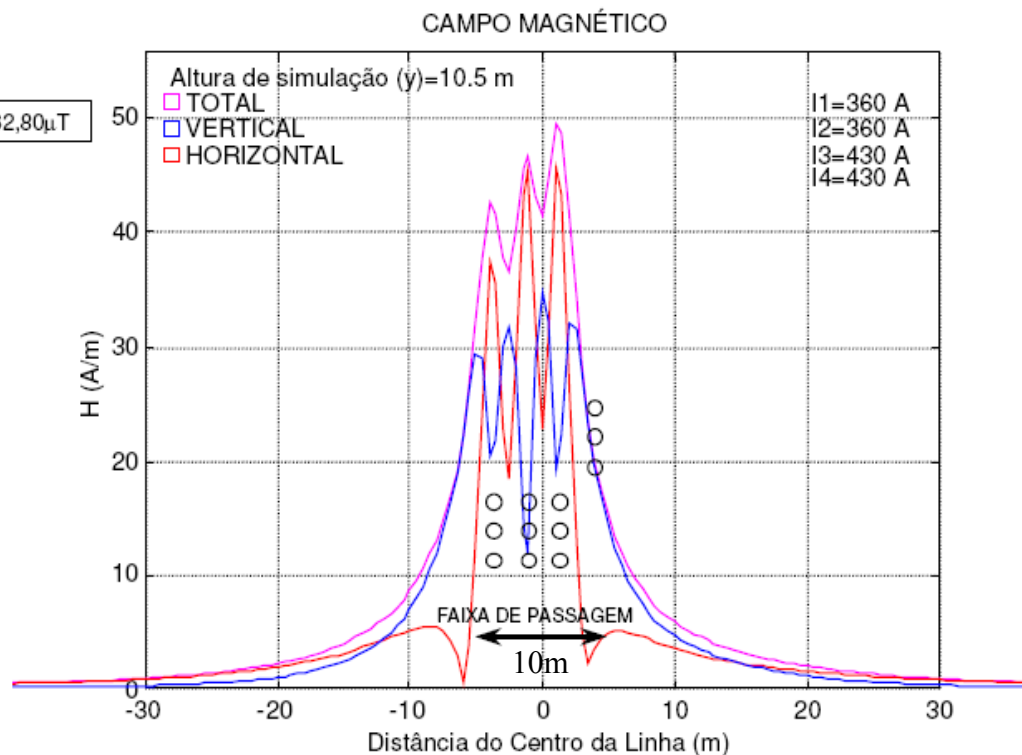


Figura 79: Campo magnético simulado a 10,5m (PONTO-1)

LOCAL	DENSIDADE DE FLUXO MAGNÉTICO (TESLA)
Dentro da Faixa de Passagem (exposição durante algumas horas)	417×10^{-6}
Fora da Faixa de Passagem (exposição permanente)	$83,3 \times 10^{-6}$
Em locais de permanência prolongada (residências, locais de trabalho, escolas)	$3,0 \times 10^{-6}$

Maior altura dentre os gráficos que não ultrapassou o limite da ICNIRP para Campo Magnético

SUBESTAÇÃO VITAL BRASIL BARRAMENTOS

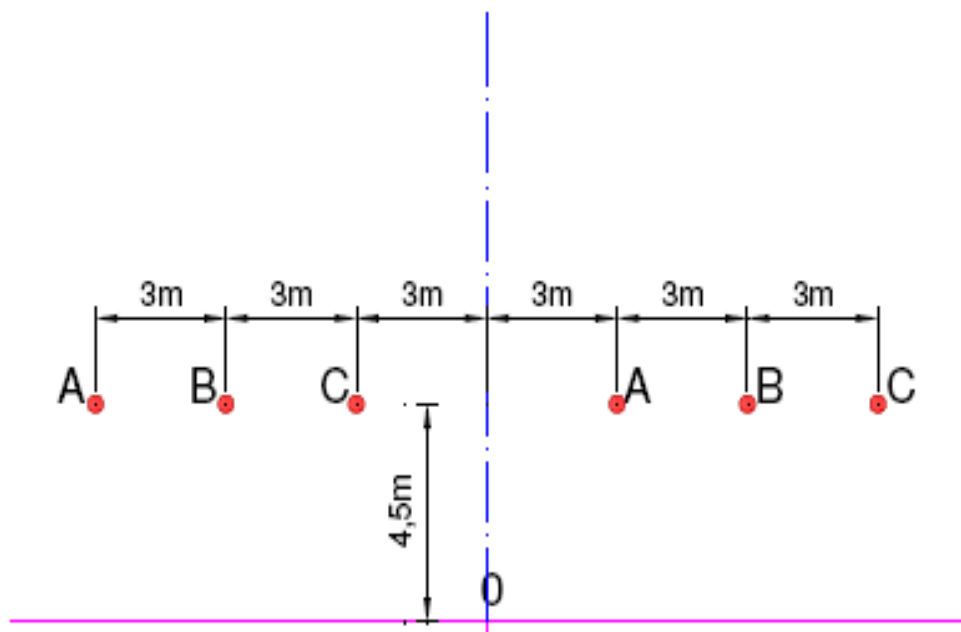


Figura 16: Modelo para simulação da SE-Vital Brasil.

Altura da base mais baixa nas configurações utilizadas para simulação.

SUBESTAÇÃO VITAL BRASIL CAMPO ELÉTRICO



LOCAL	CAMPO ELÉTRICO(kV/m)
Dentro da Faixa de Passagem (exposição durante algumas horas)	8,33
Fora da Faixa de Passagem (exposição permanente)	4,17

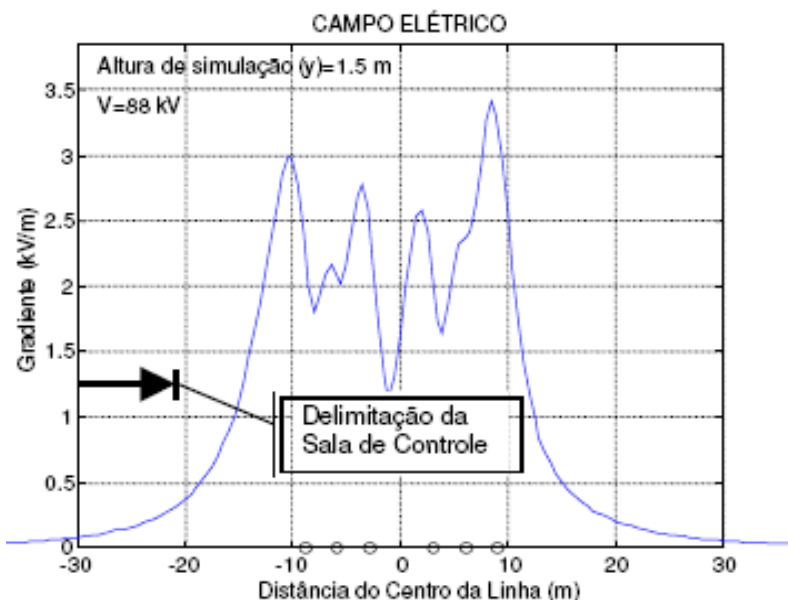


Figura 145: C. Eletr. Na SE

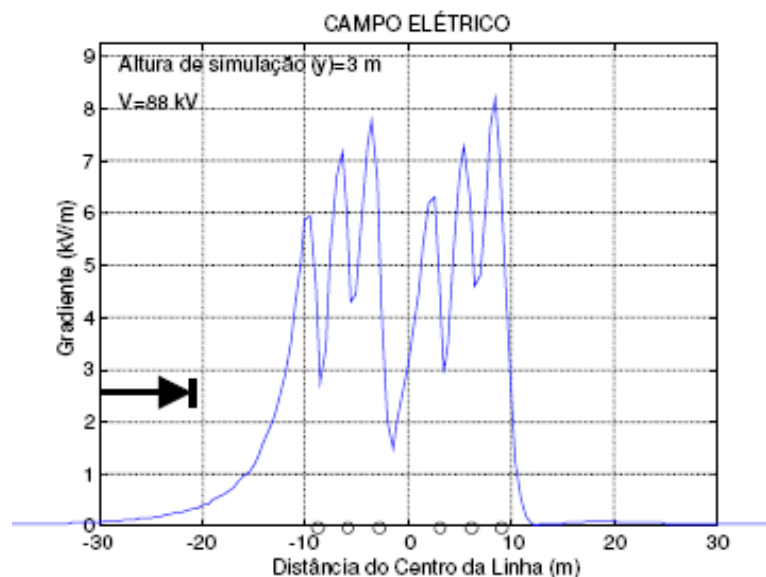


Figura 146: C. Eletr. Na SE

SUBESTAÇÃO VITAL BRASIL CAMPO MAGNÉTICO



LOCAL	DENSIDADE DE FLUXO MAGNÉTICO (TESLA)
Dentro da Faixa de Passagem (exposição durante algumas horas)	417×10^{-6}
Fora da Faixa de Passagem (exposição permanente)	$83,3 \times 10^{-6}$
Em locais de permanência prolongada (residências, locais de trabalho, escolas)	$3,0 \times 10^{-6}$

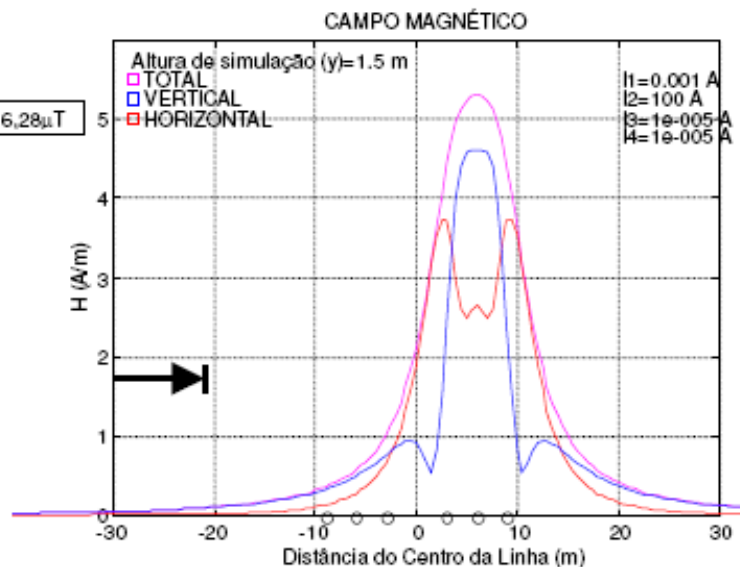


Figura 157: C. Magnét. na SE

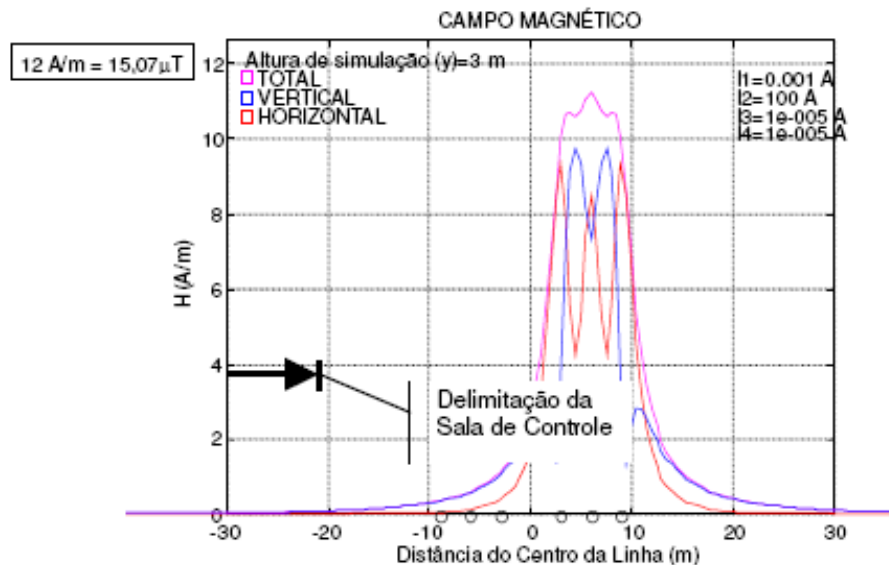
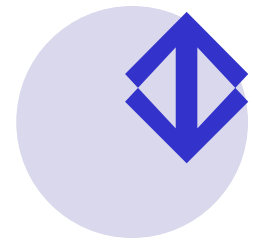
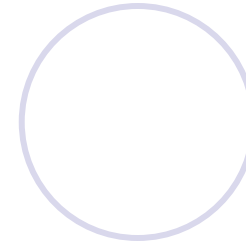
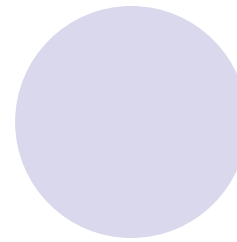


Figura 158: C. Magnét. na SE

CONCLUSÃO



Observa-se que, em nenhum dos casos estudados até uma altura de 3,0 metros (acima de 1,5 m) do solo, os campos elétricos e magnéticos ultrapassam os valores recomendados, conforme simulação.

Haverá a necessidade de realizar medições após a implantação da Subestação. Segundo a SVMA, ela diz que definirá por Portaria específica, critérios para medição e determinação dos valores de níveis de exposição da população em geral.

COSIDERAÇÃO COMPLEMENTAR



O Princípio da Precaução (P-15) citado no ECO 92 “*De modo a proteger o meio ambiente, o Princípio da Precaução deve ser amplamente observados pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental*”.

A Portaria SVMA nº 80 exige a comprovação da adoção de medidas de Precaução que visem a diminuição dos campos eletromagnéticos gerados na área de livre acesso à população em geral.

BIBLIOGRAFIA



Portaria nº 80/SVMA/2005, DOC de 14/Outubro/2005.

Ronaldo Schuck, Secretário de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia - A
tão dos campos eletromagnéticos de baixa frequência no Setor Elétrico Brasileiro –
to/2006.

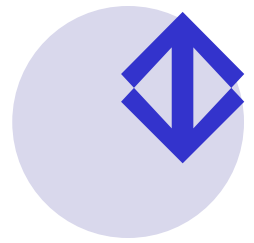
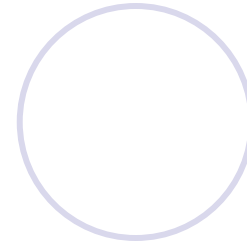
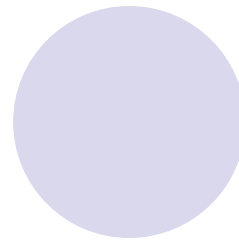
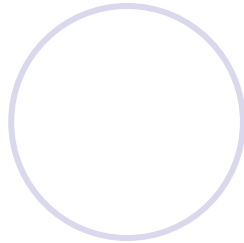
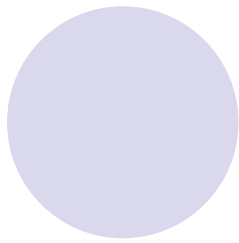
[3] Project UHV: Transmission Line Reference Book-345kV and Above, 1982, Chapter 8.

[4] Adrian Marincu, Marian Greconiel, and Sorin Musuroi- The Eletromagnetic Field Around a High Voltage 400kV Electrical Overhead Lines and the Influence on the Biological Systems.

[5] José de Melo Camargo, da AES Eletropaulo e Abricem – Eletricidade Moderna, Aranda Editora Ano XXXIII N°375 Junho 2005.

[6] Julio Cesar Ramos Lopes e José de Melo Camargo, da AES Eletropaulo; Marcus Barthus, da Emcert; Vitor Vellano Neto, da Fundação CPqD; e Enéas Bittencourt Pinto, da CPFL – Eletricidade Moderna, Aranda Editora Ano XXXV N°399 Junho 2007.

[7] NBR-5422–Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica.



FIM
MUITO OBRIGADO

e-mail:

- dturbuk@metrosp.com.br***
- msaito@metrosp.com.br***
- tkconsultoria@terra.com.br***