

## XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### Exposição Humana a Campos Elétricos e Magnéticos Gerados por Instalações Elétricas 50 e 60 Hz.

#### Autores:

C. A. Belardo, I. T. Domingues, J. M. Camargo, J. C. R. Lopes, M. A. Zampolli e R. R. F. Silva da *ELETROPAULO*, A. M. Bartholo, L.F.P. Sant'Ana, R. M. Barreto da *ABRICEM*, B. S. M. C. Galvão do *INPE*, M. M. Barreto, S. F. Siqueira do *INCOR*, R. S. Gomes da *FUNDACENTRO*, S. S. Mühlen

#### AUTOR RESPONSÁVEL:

Área: Gerência da Engenharia de Estudos, Proteção e Automação

Nome: José de Melo Camargo

e-mail: [jose.camargo@aes.com](mailto:jose.camargo@aes.com)

Endereço: Rua Vinte cinco de janeiro, 320 – São Paulo.

Telefone: 2195 2697 ou 96195913

#### EMPRESA: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. – ELETROPAULO Associação Brasileira de Compatibilidade Magnética – ABRICEM

**Abstract--** Este artigo mostra os resultados obtidos pelo projeto de Pesquisa e Desenvolvimento “Gerenciamento de Campos Magnéticos de Baixa Frequência: Normalização, Metodologia de Medições e Limites de Exposição Segura a Radiação”. O projeto analisou as pesquisas desenvolvidas em âmbito nacional e internacional, medições de campo elétrico e magnético, além de abranger aspectos sociais, econômicos e jurídicos ligados à comunidade impactada, cujo objetivo final é a obtenção de uma norma interna que estabelecesse limites de exposição para o público em geral e para os trabalhadores do setor elétrico. Realizou-se uma análise epidemiológica e médica dos estudos efetuados pela comunidade científica quanto aos efeitos dos campos elétricos e magnéticos nos animais e seres humanos; estudos estes feitos no Brasil e em diversos países, levando-se em consideração os valores estipulados pelos organismos governamentais sob o aspecto de desenvolvimento econômico e social destes países. O artigo estará apresentando todos os resultados do projeto e também recomendações de valores de exposição aos campos elétricos e magnéticos.

**Palavra Chave** — Circuitos de Distribuição, Efeitos dos Campos Elétricos, Efeitos dos Campos Magnéticos, Linhas de Transmissão e Subestações.

## **1. NOMENCLATURA**

G – (Gauss) – unidade de densidade de campo magnético;

V/m – (volts por metro) – unidade de densidade de campo elétrico;

T – (Tesla) – unidade de indução magnética.

## **2. INTRODUÇÃO**

A Abricem, em 1996 iniciou um projeto de pesquisa visando à criação de uma regulamentação para exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz, abrangendo a faixa dos sistemas de informática, radiodifusão e telecomunicações em geral. Este projeto teve como resultado uma proposta de normalização que foi adotada pela Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL) através da publicação da resolução nº303, que estipula limites para exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequência.

Quanto à exposição humana a campos elétricos e magnéticos devidos a instalações de energia elétrica em 50 e 60 Hz, a Eletropaulo e a Abricem desenvolveram um projeto cujo objetivo foi a elaboração de uma norma interna estabelecendo limites de exposição para o público em geral e para trabalhadores atuando em sistemas de energia elétrica.

O projeto analisou a influência dos campos elétricos e magnéticos nos seres humanos de acordo com as normas e orientações de organismos internacionais, aplicadas à realidade brasileira.

Foram realizadas medições de campos elétricos e magnéticos de baixa frequência, no sistema elétrico da Eletropaulo, em pontos representativos de suas instalações de alta e média tensão, verificando-se a conformidade com os limites estabelecidos pela normalização desenvolvida pelo projeto.

## **3. CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS (CEM)**

Os CEM em 50 e 60 Hz, coexistem em ambientes residenciais e de trabalho em função da operação de qualquer tipo de equipamento elétrico, da existência de fiação em prédios e também pela proximidade a linhas de transmissão e subestações de energia elétrica. De uma forma geral os CEM decorrem da geração, distribuição e uso da energia elétrica, constituindo linhas de força e de indução circundando os corpos e dispositivos existentes no ambiente.

Os campos elétricos são produzidos pelas tensões elétricas dos sistemas de energia elétrica e disponível nas tomadas para o funcionamento dos equipamentos elétricos. Esses campos dependem da intensidade e da distância das fontes de radiação, sendo medidos pela unidade V/m. O campo elétrico está presente desde que haja tensão disponível, quer haja ou não circulação de corrente.

Os campos magnéticos são decorrentes de fluxos de corrente elétrica. Esses campos dependem também da intensidade e da distância das fontes de radiação. São obtidos através da densidade de fluxo magnético que é medida pelas unidades Gauss (G) ou Tesla (T). Os campos magnéticos estão presentes quando os equipamentos estão em funcionamento.

Os CEM são caracterizados por sua frequência (comprimento de onda) e amplitude (intensidade), alternando de polaridade 60 ciclos por segundo. Em baixa frequência os CEM não são diretamente inter-relacionados, comportando-se de forma independente. Além disso, enquanto os campos elétricos são normalmente atenuados por obstáculos tais como árvores, paredes e objetos em geral, os campos magnéticos não são atenuados por estes obstáculos.

Ainda que os CEM sejam produzidos pelas mesmas fontes, as pesquisas sobre efeitos na saúde humana têm se detido mais em campos magnéticos do que em elétricos, isso porque estudos epidemiológicos têm indicado maior associação de riscos de doenças.

#### **4. EFEITOS DOS CEM NAS PESSOAS**

Uma pessoa debaixo de uma linha de transmissão de alta-tensão pode sentir um moderado choque ao tocar em objetos do ambiente, diminuindo rapidamente tais efeitos com a distância e obstáculos existentes. Campos magnéticos podem induzir correntes elétricas no corpo das pessoas, porém em geral bem menores que as correntes elétricas naturais existentes no cérebro, nervos e coração.

A grande variedade de pesquisas realizadas e em andamento, experiências com animais em laboratório, estudos clínicos, simulações em computador, bem como estudos epidemiológicos, têm provido valiosa informação para a avaliação dos efeitos na saúde pela exposição a CEM, mais os cientistas têm que considerar resultados de estudos com diversas abordagens e disciplinas, pois nenhum experimento isoladamente pode ser considerado conclusivo.

As pesquisas buscam também entender os mecanismos biológicos através dos quais as doenças ocorrem. Experiências com animais podem possibilitar a observação de agentes específicos sob condições controladas. Porém, nem estudos biológicos ou em animais podem reproduzir a complexidade da natureza do ser humano em seu ambiente natural de vida.

Sem entender como os efeitos acontecem, é difícil avaliar como resultados de laboratório podem ser extrapolados para efeitos na saúde humana. É importante também distinguir entre um efeito biológico e um efeito na saúde, pois muitos efeitos biológicos estão dentro da gama normal de alteração do organismo, não sendo necessariamente prejudiciais à saúde.

Nesse contexto, a epidemiologia é uma valiosa ferramenta científica para se identificar riscos à saúde humana. O epidemiologista observa e compara grupos de pessoas que tiveram ou não exposição a CEM para ver se o risco de doenças é diferente entre esses grupos.

Vários fatores têm que ser considerados para validação de resultados de um estudo epidemiológico: intensidade de associação entre CEM e doença, resposta em função da dose de exposição; consistência de reprodução de resultados; corroboração de experimentos de laboratório; metodologia consistente de estudo; significação estatística; análise agrupada de diversas experiências.

Os efeitos na saúde podem ser classificados como de caráter imediato ou de curto prazo e como de longo prazo. Entre os primeiros estão: estimulação das células nervosas do cérebro, de nervos periféricos, de músculos, incluindo o coração, além de choques e queimaduras causadas por contacto com objetos condutores, podendo causar, em função da intensidade de corrente aplicada, dificuldades de respiração e fibrilação ventricular (batimento cardíaco desordenado). O principal mecanismo de interação nestes casos é a indução de corrente elétrica no corpo, e os efeitos ocorrem somente durante o período de exposição aos campos.

Os campos elétricos de 50 e 60 Hz têm baixa capacidade de penetração nos corpos, a grande maioria dos efeitos biológicos está associada principalmente à exposição a campos magnéticos.

Durante algum tempo, pesquisas isoladas sustentaram a hipótese de ocorrência da diminuição da produção noturna do hormônio melatonina, em pessoas submetidas a campos de 50 e 60 Hz. Esse hormônio, produzido pela glândula pineal, regula o ritmo circadiano e foi utilizado como agente anticancerígeno nas décadas de 1970 e 1980, porém acabou por não se mostrar eficaz como tratamento. A utilização desse agente em alguns pacientes havia sido motivada por ter sido detectado que o nível de melatonina era mais baixo em portadores de câncer. Todavia, estudos recentes, realizados com voluntários, mostraram que não existe nenhuma correlação entre a exposição a campos de 50 e 60 Hz e o nível noturno de melatonina no sangue. No caso dos efeitos potenciais da exposição de longo prazo, como por exemplo o aumento do risco de câncer, as organizações International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) e World Health Organization (WHO) concluíram que, até o momento, os dados disponíveis são insuficientes e inconsistentes para prover embasamento científico para o estabelecimento de restrições à exposição.

## **5. AMBIENTE DE EXPOSIÇÃO**

### **5.1. Residências**

É interessante que se tenha uma idéia dos campos magnéticos normalmente presentes numa residência para se avaliar o grau de exposição médio a que é submetida uma pessoa nesse ambiente. Na falta de dados do contexto brasileiro, apresentamos os resultados de levantamento nos Estados Unidos.

A figura 1 resume os dados de um estudo efetuado pelo Instituto de Pesquisa de Energia Elétrica (EPRI) dos USA. As medições de campo magnético foram realizadas no centro dos quartos em 992 residências,

longe de eletrodomésticos. Refletem principalmente os campos radiados pelas instalações elétricas da casa e os provenientes de linhas de energia passando por suas vizinhanças.

Na metade dos casos estudados encontraram-se valores médios de campo magnético de 0.6 mG ou menos. Note-se também que em torno de 20% das casas apresentaram valores maiores que 2 mG.

Campos magnéticos perto de eletrodomésticos elétricos são freqüentemente muito mais intensos que os provenientes de outras fontes, inclusive comparando com aqueles existentes diretamente debaixo de fios de alta tensão.

Nas tabelas 1 e 2, baseados em dados levantados em 1992, apresentam os níveis de campos magnéticos gerados por eletrodomésticos comuns.

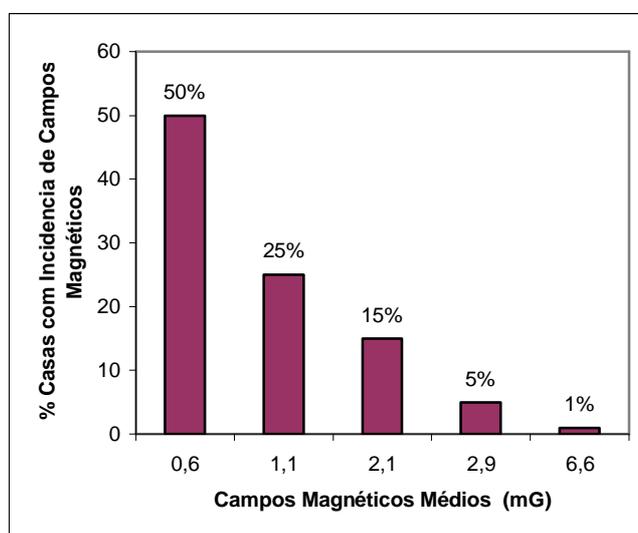


Fig. 1. Campos magnéticos nos quartos das residências

Fonte: Zaffanella, 1993.

## 5.2. EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO EM GERAL

A Tabela 3 resume alguns dos resultados de um estudo da exposição a CEM de aproximadamente 1.000 pessoas nos Estados Unidos. Os participantes durante essa experiência carregaram consigo um medidor de exposição pessoal, permitindo o registro diário, dentro e fora de casa. Os valores de campo magnético foram automaticamente registrados duas vezes por segundo durante 24 horas.

O estudo indicou que a exposição a campos magnéticos é similar em regiões diferentes do país e semelhante para homens e mulheres. Nota-se que 76.3% da população da amostra tiveram uma média de exposição em 24 horas maior que 0.5 mG.

Tabela 1. Campos magnéticos emitidos por eletrodomésticos nas residências

Fonte: EMF in Your Environment, U.S. Environmental Protection Agency, 1992.

Medições em mG				
Distância da fonte	6 poleg.	1 pé	2 pé	4 pé
Escritório				
Depurador de Ar	180	35	5	1
Máquinas copiadora	90	20	7	1
Fax	6	-	-	-
Apontador Elétrico	200	70	20	2
Monitor de Vídeo	14	5	2	-
Banheiro				
Secador de cabelo	300	1	-	-
Barbeador	100	20	-	-
Área de Serviço				
Carregador de Baterias	30	3	-	-
Furadeiras	150	30	4	-
Serra Elétrica	200	40	5	-
Sala				
Ventilador de Teto		3	-	-
Ar condicionado		3	1	-
Televisor colorido		7	2	-
(-) Valores medidos da emissão do equipamento que é igual ou menor do que o ambiente sem considerar a emissão dessa fonte.				

## 6. DIRETRIZES PARA LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Dentre os órgãos regulamentares internacionais existentes, envolvendo organizações de diversos continentes, destaca-se a ICNIRP, sucessora da International Radiation Protection Association (IRPA) e de seu Grupo de Trabalho denominado International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC). O IRPA/INIRC passou, a partir de 1992, a se constituir como instituição independente, denominada ICNIRP. Essa instituição definiu limites de tolerância a exposições ocupacional e ambiental mais restritivos que outros órgãos de pesquisa, sendo que suas diretrizes são reconhecidas pela WHO, entidade máxima no trato dessas questões. As diretrizes da ICNIRP/WHO são adotadas por mais de vinte e cinco países, dentre os que já estabeleceram regulamentação sobre a exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos.

Tabela 2. Campos magnéticos emitidos por eletrodomésticos nas residências

Fonte: EMF in Your Environment, U.S. Environmental Protection Agency, 1992.

Medições em mG				
Distância da fonte	6 poleg.	1 pé	2 pé	4 pé
Cozinha				
Liquidificador	70	10	2	-
Abridor de latas	600	150	20	2
Cafeteiras	7	-	-	-
Lava louças	20	10	4	-
Processador de Alimentos	30	6	2	-
Triturador de lixo	80	10	2	-
Forno de Microondas	200	4	10	2
Mixer	100	10	1	-
Forno Elétrico	9	4	-	-
Refrigerador	2	2	1	-
Tostadeiras	10	3	-	-
Quarto				
Relógio Digital		1	-	-
Relógio Analógico		15	2	-
Babá Eletrônica	6	1	-	-
Lavanderia				
Secador de Roupa	3	3	-	-
Maquina Lavar Roupa	20	7	1	-
Ferro de Passar	8	1	-	-
Aquecedor Portátil	100	20	4	-
Aspirador de Pó	300	60	10	1
(-) Valores medidos da emissão do equipamento que é igual ou menor do que o ambiente sem considerar a emissão dessa fonte.				

Essas diretrizes são baseadas em efeitos na saúde de caráter imediato, curto prazo, tais como estimulação das células nervosas do cérebro, de nervos periféricos, de músculos, incluindo o coração, além de choques e queimaduras causadas por contacto com objetos condutores, podendo ainda abranger, em função da intensidade de corrente aplicada, dificuldades de respiração e fibrilação ventricular (batimento cardíaco desordenado). O principal mecanismo de interação é a indução de corrente elétrica no corpo.

Tabela 3. População exposta a campos magnéticos

Fonte: Zaffanella, 1993.

Average 24 hours field (mG)	Population exposed (%)
> 0,5	76,3
> 1	43,6
> 2	14,3
> 3	6,3
> 4	3,6
> 5	2,42
> 7,5	0,58
> 10	0,46
> 15	0,17

No caso dos efeitos potenciais da exposição de longo prazo, tais como o aumento do risco de câncer, as organizações ICNIRP/WHO concluíram que, até o momento, os dados disponíveis são insuficientes e inconsistentes para prover um embasamento científico que justifique maiores restrições à exposição.

Os limites de exposição a CEM são estabelecidos a partir de restrições básicas fundamentadas em grandezas físicas correlacionadas aos efeitos biológicos da exposição.

Para as frequências de 50 e 60 Hz, a grandeza utilizada para especificar tais restrições é a densidade de corrente, uma vez que na faixa de frequências de 4 Hz a 1 KHz, quando existem níveis de intensidade de correntes induzidas superiores a 100 mA/m<sup>2</sup>, são excedidos os limiares para mudanças agudas na excitabilidade do sistema nervoso central e para outros efeitos agudos como a reversão do potencial evocado visualmente.

A partir disso foi estabelecido que a exposição ocupacional deva ser limitada a campos com densidades de corrente inferiores a 10 mA/m<sup>2</sup>, adotando-se um fator de segurança igual a 10. Para o público em geral foi adotado o fator de segurança de 50, resultando em uma restrição básica para a exposição de 2 mA/m<sup>2</sup>. Em função da pouca disponibilidade de dados relacionando as correntes transitórias com efeitos na saúde, a WHO recomenda que os valores indicados nas restrições para densidades de correntes induzidas por transitórios ou campos com picos de duração muito curta, sejam tomados como valores instantâneos e não como médias temporais.

Os níveis de referência para CEM devem ser considerados separadamente e não aditivamente. Isto porque, para fins de proteção, as correntes induzidas por CEM não são aditivas.

## **7. LIMITES ADOTADOS PELOS PAISES**

Diversas organizações nacionais e internacionais assim como inúmeros países têm emitido regulamentações estabelecendo limites para a exposição de pessoas a CEM tanto para condições ambientais quanto para ocupacionais.

Na tabela 4 estão sumarizados os limites de CEM para a exposição humana, empregados nos diversos países e os normalizados por organizações internacionais.

Pode-se observar que os limites de campo elétrico para exposição ocupacional estão na faixa entre 3 e 25 kV/m, para o público em geral entre 1 e 11,8 kV/m. A densidade de fluxo magnético os limites variam entre 4170 e 13330 mG para exposição ocupacional, e entre 100 e 1000 mG para a população em geral. A grande divergência entre os valores deve-se a diferenças entre os fatores de segurança utilizados, locais de exposição em que estão sendo considerados os limites, fatores políticos, sociais, econômicos, geográficos, etc., que são levados em consideração quando se aplica medida de precaução.

Pode-se observar também que a maioria dos países desenvolvidos segue as recomendações da ICNIRP, e que esta organização é que apresenta os valores mais conservativos e com os maiores fatores de segurança, dentre as que emitiram diretrizes baseadas em evidências científicas.

## **8. RESULTADOS OBTIDOS**

### **8.1. Norma Ambiental**

Com a falta de regulamentação no Brasil de uma norma ambiental, elaborou-se no âmbito do projeto uma norma para uso interno da Eletropaulo, abrangendo: diretrizes para limitação da exposição do público em geral, mecanismos de acoplamento com que os CEM variáveis no tempo interagem diretamente com os organismos vivos, as bases biológicas para limitação da exposição em função de estudos epidemiológicos relacionados à exposição humana a CEM, a metodologia de medição dos CEM junto a linhas de transmissão, subestações e circuitos de distribuição, e finalmente os critérios gerais de limitação e os níveis de referência adotados.

### **8.2. Medições de Campo Elétrico e Magnético**

Os pontos medidos no sistema elétrico da Eletropaulo, para verificação dos níveis dos CEM, foram selecionados de tal forma que representassem todas as configurações típicas das instalações e as condições mais críticas de operação do sistema elétrico. As regiões de medições escolhidas foram: interior e periferia das subestações próximas de equipamentos; interior e periferia de faixas de linhas de transmissão e

circuitos de distribuição. Foi obtido um mapeamento longitudinal, transversal e vertical da densidade de fluxo magnético e intensidade de campo elétrico para o estudo da exposição do público geral. Para efeito de estudo de exposição ocupacional, as medidas foram realizadas nas condições em que são realizados os serviços de manutenção.

Tabela 4 Limites de CEM em diversos países

País / Organização	Limites de Campo Elétrico (kV/m)		Limites de Densidade de Fluxo Magnético (mG)	
	Ocupacional	Público	Ocupacional	Público
Alemanha	-	5	-	1000
França	-	5	-	1000
Reino Unido	10	10	13330	13330
Itália	-	5 e 10	-	100 e 1.000
Suécia	-	-	-	-
Suíça	-	5	-	100 e 1000
Canadá	8,33	4,17	4170	830
Flórida – EUA	-	2 - 8 e 10	-	150, 200, 250
Minesota-EUA	-	8	-	-
Montana-EUA	-	7 e 1	-	-
Nova Jérsei-EUA	-	3	-	-
Nova Iorque-EUA	-	11,8-11-7-1,6	-	200
Oregon – EUA	-	9	-	-
Japão	3	3	-	-
Rússia	25	-	10.000	-
Coréia do Sul	8,33	4,17	4170	830
África do Sul	8,33	4,17	4170	830
Austrália	10	5	5000	1000
Brasil	25	5	10000	-
CENELEC	25	8,33	13330	533
IEC	-	-	-	-
IEEE	-	-	-	-
ACGIH	25	-	10000	-
ICNIRP	8,33	4,17	4170	833,3

Adicionalmente outros critérios foram adotados:

1. Selecionados pontos no meio dos vãos das linhas, por apresentarem magnitudes importantes de CEM no nível do solo.

2. Pontos próximos a estruturas metálicas e outros agentes interferentes, tais como árvores e outros obstáculos, foram evitados.

3. No solo, foi definida a altura de 1m para as medições, em conformidade com a metodologia internacional e com os critérios adotados pela ICNIRP para densidade de fluxo magnético. Foi escolhida a altura de 1,7m pois essa é a altura média da população adulta. Para levar em conta a altura de crianças, medidas a 1,5m de altura foram selecionadas com o objetivo de estudo.

4. Os horários foram definidos, sempre que possível, considerando-se as curvas de cargas das instalações, para se obter os campos máximos, que ocorrem no período em que as correntes e tensões são as máximas.

As tabelas 5, 6 e 7 mostram os resultados das medições para o público em geral nas instalações da Eletropaulo.

## **9. CONCLUSÕES**

Os problemas referentes aos efeitos dos CEM sobre organismos vivos, vêm sendo objeto de inúmeros estudos e publicações desde a década de 1960. O assunto tem sido discutido com grande interesse em diversos países, que vem desenvolvendo pesquisas científicas, havendo, todavia divergências com relação aos padrões de tolerância à exposição recomendada, particularmente entre os países do leste europeu, mais restritivos, e os do mundo ocidental.

Em que pese uma pequena parcela de estudos epidemiológicos sugira uma associação entre a exposição, especialmente ao campo magnético e a ocorrência de alguns tipos de câncer em criança, adulto e trabalhadores expostos, essa associação é extremamente fraca, não pôde ser satisfatoriamente explicada até o momento, pelos fundamentos teóricos existentes de interação entre esse tipo de campo e os organismos vivos. Esses estudos não são conclusivos, sendo ainda bastante contraditórios com a grande maioria dos estudos epidemiológicos disponíveis sobre essa questão, que não vem encontrando quaisquer associações.

Considerando que a associação da exposição a CEM de baixas frequências (1 a 100 kHz), com a ocorrência de algumas patologias importantes, como o câncer, encontra-se em fase de discussão, não havendo à luz do conhecimento científico atual quaisquer indicativos que viabilizem a necessária comprovação epidemiológica, sem a qual não pode ser evidenciada tal associação, as diretrizes aqui estabelecidas deverão ser revisadas e atualizadas, no caso de avanços na identificação da correlação entre os efeitos desses campos em relação à saúde.

Assim, tendo em vista que:

1. Não existe regulamentação brasileira para exposição da população em geral a campos magnéticos de baixa frequência;

Tabela 5 Medições em Linhas de Subtransmissão

<b>Campo Elétrico (kV/m)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Dentro da faixa de segurança	2,033	0,947
Limite da faixa de segurança	0,739	0,362
<b>Densidade de Fluxo Magnético (<math>\mu</math>T)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Dentro da faixa de segurança	22,31	10,02
Limite da faixa de segurança	13,01	6,13

Tabela 6 Medições em Subestações

<b>Campo Elétrico (kV/m)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Limite da subestação	0,687	0,343
<b>Densidade de Fluxo Magnético (<math>\mu</math>T)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Limite da subestação	15,92	7,81

Tabela 7 Medições em Circuitos de Distribuição

<b>Campo Elétrico (kV/m)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Dentro da faixa de segurança	0,053	0,025
<b>Densidade de Fluxo Magnético (<math>\mu</math>T)</b>		
Medidas	Máximo	Médio
Limite da faixa de segurança	4,13	1,87

2. Existe norma da ABNT que estabelece limite de campo elétrico para faixas de segurança de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica;
3. Os limites da ICNIRP são reconhecidos oficialmente pela WHO e adotados pela maioria dos países europeus.

O projeto recomenda que os limites a serem adotados pelas empresas do setor elétrico brasileiro e em particular pela Eletropaulo sejam os limites recomendados pela WHO/ICNIRP para exposições do público em geral, quais sejam:

Campo Elétrico: 4,20 kV/m.

Campo Magnético: 830 mG

## 10.REFERÊNCIAS

- [1] American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH. Documentation of the Physical Agents Threshold Limit Values. EUA
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – NBR 5422. Brasil
- [3] Commission on Radiological Protection. Protection against low frequency electric and magnetic fields in energy supply and use. Recommendation, approved on 16<sup>th</sup>/17<sup>th</sup> February 1995. In: Berichte der Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 7. Stuttgart: Fischer: 1997.
- [4] Consiglio dei Ministri - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992. Limiti Massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno. Itália.
- [5] European Committee for Electrotechnical Standardization – CENELEC. European Prestandard ENV 50166-1, Human Exposure to Eletromagnetic Fields – Low Frequency
- [6] Federal-Provincial Territorial Radiation Protection Committee – Health Effects and Exposure Guidelines Related to Extremely Low Frequency (ELF) 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields. 1998. Canadá.
- [7] Institute of Electrical and Electronic Engineers – Recommended Practices for Measurement of Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines – 1979.
- [8] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Phys. 66:100-106; 1994.
- [9] International Electrotechnical Commission. Measurement of Power Frequency Electric Fields – IEC-833/1987.
- [10] International Labour Organization. Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields. Geneva: International Labour Office; Occupational Safety and Health Series. No. 69; 1994.
- [11] International Radiation Protection Association/International Non-Ionizing Radiation Committee. Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields. Health Phys. 58:113-121; 1990.
- [12] Ministério do Trabalho e Emprego – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho – NR9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasil

- [13] Ministério do Trabalho e Emprego – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho – NR15 – Atividades e Operações Insalubres. Brasil.
- [14] Ministry of Telecommunications 2001-670: L.32-12 : Authorization of exploitation of public areas in respect to health and environment protection. 2001. França.
- [15] Murphy, J. C.; Kaden, D. A.; Warren, J.; Sivak, A. Power frequency electric fields: a review of genetic toxicology. *Mutation Res.* 296:221-240; 1993.
- [16] National Academy of Science/National Research Council. .Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields. Washington, DC: National Academy Press; 1996.
- [17] National Health and Medical Research Council – Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50 / 60 Hz Electric and Magnetic Fields. 1989. Austrália.
- [18] National Institute of Environmental Health Sciences – NIEHS. EMF Electric and Magnetic Fields Associated with the Use of Electric Power. Questions & Answers. 2002. EUA
- [19] Repacholi, M. H.; Basten, A.; Gebiski, V.; Noonan, D.; Finnie, J.; Harris, A. W. Lymphomas in E $\mu$ -Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Rad. Res.* 147:631-640; 1997.
- [20] Repacholi, M. H.; Cardis, E. Criteria for EMF health risk assessment. *Rad. Protect. Dosim.* 72:305-312; 1997.
- [21] Repacholi, M. H.; Stolwijk, J. A. J. Criteria for evaluating scientific literature and developing exposure limits. *Rad. Protect. Australia* 9:79-84; 1991.
- [22] World Health Organization – WHO – Application of the Precautionary Principle to Electromagnetic Fields (EMF) - Meeting of the Plenary Session – 25-26 February 2003. Luxemburgo.
- [23] World Health Organization – WHO – Application of the Precautionary Principle to Electromagnetic Fields (EMF) – Rapporteur Report – Conference of 24-26 February 2003 in Luxembourg.
- [24] World Health Organization – WHO. Establishing a Dialogue on Risks from Electromagnetic Fields. 2002. Suíça
- [25] World Health Organization – WHO – Precautionary Framework for Public Health Protection – Draft for Review (2 May 2003). 2003. Suíça.