



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO -XI**

**GRUPO DE ESTUDO ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA**

**PERCEPÇÃO DE RISCO AOS CAMPOS ELETRO MAGNÉTICOS (CEMs) DE TRABALHADORES NOS  
AMBIENTES OCUPACIONAIS DE FONTES EMISSORAS DE CEMs, NO BRASIL**

**Dr. José Antônio Simas Bulcão(\*)  
Psic. Hortência Vieira  
Enf. Bárbara Cabral Fessel**

**Eng. Hamilton Moss de Souza**

**Eng. José de M. Camargo  
Eng. Roberto Zirbes  
Eng. Carlos Cruz**

**FURNAS CENTRAIS ELETRICAS S.A.**

**CEPEL**

**AES ELETROPAULO/ELETROSUL/LIGTH**

**RESUMO**

Os estudos epidemiológicos sobre efeitos de campos eletromagnéticos – CEMs na saúde de trabalhadores de eletricidade, não demonstraram associação da exposição aos CEMs com fatores determinante de doenças, com especial referência à carcinogênese.

Este Informe Técnico (IT) (a) descreve os possíveis efeitos dos CEMs; (b) destaca os resultados dos principais estudos nacionais e internacionais sobre o assunto, mostrando a ausência de riscos ocupacionais de trabalhadores de eletricidade expostos a níveis de campo inferiores aos limites recomendados pela ICNIRP; (c) ressalta a importância de maior conhecimento sobre a percepção de risco destes técnicos aos CEMs; (d) estima as principais fontes de emissão de CEMs dos equipamentos e suas intensidades; (e) propõe medidas gerais de prevenção à exposição aos níveis de CEMs nos ambientes de trabalho do SE.

**PALAVRAS-CHAVE**

Campos eletromagnéticos, epidemiologia, medicina ocupacional, percepção de risco

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Os resultados dos estudos epidemiológicos relacionando a exposição aos limites estabelecidos de CEMs e o desenvolvimento de câncer, não apresentaram consistência científica suficiente para justificar e subsidiar a elaboração de prevenção à exposição aos CEMs de baixa frequência. Isto vale tanto para a população em geral quanto para os trabalhadores. Estudos experimentais em animais e células não demonstraram relação de causa e efeito da exposição aos CEMs nos níveis normalmente encontrados (1).

Embora não se tenha evidências sobre esta associação, é necessário desenvolver estudos sobre os níveis de exposição, em diferentes situações de trabalho, acompanhar as pesquisas internacionais e desenvolver estratégias de comunicação nas empresas do SE sobre o assunto, de forma a garantir sua compatibilidade com as normas existentes. Isto visa esclarecer e tranquilizar os trabalhadores brasileiros sobre a ausência de risco de exposição para níveis correspondentes aos limites estabelecidos com base nos efeitos cientificamente reconhecidos. Além disto, é importante que os trabalhadores sejam informados adequadamente sobre questões de campos, pois, em última análise, são vistos pela população como fontes de informação sobre assuntos relacionados ao trabalho que desenvolvem nas empresas. Ao serem questionados sobre se campos causam ou não doenças, se não derem a devida resposta, podem originar preocupações que posteriormente serão mais difíceis de serem dissipadas. Casos em que informações não acuradas prestadas por técnicos do Setor causaram preocupação na população já ocorreram. Observa-se, também, a partir de questionamentos em reuniões e seminários, que existe uma percepção de risco nestes trabalhadores, fazendo-se necessário, portanto, que sejam melhor informados. Conhecer as

(\*) FURNAS - Divisão de Epidemiologia e Prevenção – DEPP.G/DSA.G, Rua Real Grandeza, n° 190, sala 1407.3 - Bloco C – CEP 22.281-900, Rio de Janeiro, RJ – Brasil - Tel: (+55 21) 2528-4104 Fax: (+55 21) 2528-4784 – Email: bulcao@furnas.com.br

intensidades das emissões de CEMs dos equipamentos nos ambientes de trabalho faz parte deste contexto. Trabalhos neste sentido têm sido executados e os resultados não mostram, para a maioria das situações, casos de exposição acima dos recomendados pelas melhores instituições que tratam deste assunto. Estes resultados devem ser devidamente comunicados aos trabalhadores. Em situações onde campos elevados podem ser esperados, ações de redução de exposição devem ser tomadas a partir de medições e cálculos para constatar se efetivamente estes campos realmente são elevados. Os resultados deste conjunto de ações devem servir para subsidiar sistemas ou programas de esclarecimento nas empresas e tranquilizar os trabalhadores e, indiretamente, à população, quanto à exposição aos CEMS.

A OMS é uma das instituições com alta credibilidade internacional, que analisa os resultados das pesquisas das mais variadas fontes, através da atuação do Projeto Internacional Campos eletromagnéticos (EMF Project). Os balizamentos de limites de exposição foram elaborados por instituições como a Comissão Internacional de Proteção contra Radiações Não-Ionizantes (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIR) que em 1998 publicou suas Recomendações de Exposição aos CEMs de baixa e alta frequência. Em 2002 estas Recomendações foram revisadas, novos estudos foram analisados e não se evidenciou a necessidade de modificações nas recomendações e nos conceitos estabelecidos sobre efeitos de CEMs (1).

O principal instrumento de orientação de saúde e higiene do trabalho, no Brasil são as Normas Regulamentadoras – NR estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Os limites do ICNIRP são mais conservadores que os encontrados nesta NR.

## 2.0 - RESULTADOS DE ESTUDOS

A avaliação da exposição ocupacional aos CEMs e os efeitos na saúde são uma preocupação central a partir dos primeiros estudos sobre mudanças neurocomportamentais em trabalhadores de subestações desenvolvido por Asanova y Rakov, em 1966 e as primeiras pesquisas sobre leucemia em trabalhadores de eletricidade, realizado por Milham em 1982. Estes estudos iniciais não foram conclusivos sobre a associação de exposição aos CEMs e as doenças de interesse e já apresentavam um rol de desafios metodológicos (2).

Mesmo que se possa determinar, do ponto de vista formal, com maior facilidade, a ocupação das pessoas e o ambiente de trabalho onde elas permanecem durante um tempo conhecido, a determinação da exposição real às várias formas de CEMs é o desafio principal, destacando como um dos principais problemas metodológicos nas pesquisas que procuram associar exposição como determinantes de doenças ocupacionais (2).

As doenças de interesse de estudos são raras, como as leucemias e o câncer cerebral, sendo impossível medir as exposições de todos os trabalhadores durante o período de relevância para causar mudança nas estruturas moleculares para o desenvolvimento da doença. Os estudos existentes, reúnem milhares de trabalhadores e suas funções ocupacionais estão baseados em uma exposição genérica (incerta), ou avaliam um número relativamente pequeno de ocupações de trabalho e fazem uma extrapolação para um grupo de interesse maior. Apesar destas restrições, os estudos apresentaram grau suficiente de certeza para se chegar à conclusão de não associação entre exposição a campos e doenças, desde que os limites recomendados ou as restrições básicas que fundamentam estes limites sejam atendidos (2).

### 2.1 Workshop ICNIRP – Avaliação de Risco e Exposição Ocupacional aos CEMs (3)

Em 2007 o ICNIRP promoveu um importante seminário sobre tendências atuais em avaliação de riscos e segurança em exposição ocupacional a CEMs (Milão, 14 a 16 de fevereiro de 2007). Os trabalhos ali apresentados podem ser encontrados no site do ICNIRP ([www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)). A abrangência dos assuntos tratados e a representatividade dos participantes fizeram deste seminário uma excelente referência para o tratamento da questão da exposição ocupacional.

Os principais resultados, com ênfase na questão de baixa frequência, são listados a seguir:

- a) Para baixa frequência (ELF), a restrição básica é densidade de corrente induzida, no valor de 10mA/m<sup>2</sup> tendo como níveis de referência correspondentes 8,33 kV/m (Campo Elétrico) e 4166 mG (Campo Magnético).
- b) Para Campos Estáticos, não existem efeitos estabelecidos no caso de campos elétricos e no caso de campos magnéticos o estabelecido é desconforto (vertigem, náusea, etc) devido ao movimento no campo (limite 2 T e nível médio 200 mT). Lembrar que 2 T = 2 milhões de micro T = 20 milhões de mG.
- c) As novas tecnologias de equipamentos industriais têm como consequência o aparecimento de fontes de alta potência eletromagnéticas. O desenvolvimento científico tende a dar continuidade a este processo e medidas de monitoramento devem acompanhar estes avanços para proporcionar a segurança dos trabalhadores expostos. Temos como exemplos destas fontes os equipamentos de soldas, e os equipamentos de ressonância magnéticos nos exames complementares na medicina.

d) Medidas de controle são estabelecidas para os efeitos conhecidos e geralmente e fatores de redução conservativos são usados no ICNIRP. Assim como as demais instituições internacionais a recomendação da União Européia - UE (1999) destaca: “Apenas efeitos estabelecidos devem ser usados como base para limites de exposição”. Esta recomendação foi básica na elaboração da Diretiva UE 2004/40, que foi elaborada para ser a referência para exposição profissional a campos magnéticos. *“Os efeitos de longo prazo, incluindo possíveis efeitos carcinogênicos [...] para os quais não há evidência científica conclusiva estabelecendo uma relação causal, não são incluídos nesta Diretiva”*(4).

Esta Diretiva Européia determina avaliação de risco ocupacional e a implementação de regulamentação de saúde e de segurança. Observa-se que para determinados processos industriais esta diretiva vem ganhando importância. A filosofia por trás da Diretiva engloba os seguintes pontos: (1) Responsabilidade no empregador; (2) Avaliação prévia de risco; (3) Eliminação ou redução de riscos; (4) Informação, treinamento e participação dos trabalhadores; (5) Supervisão médica; (6) Acompanhamento de implementação

Algumas atividades em que já se observou a necessidade de cuidados especiais são:

- a) Operadores de fornos e aquecedores de indução são altamente expostos; a 1m de um equipamento de 1-10 kHz, campos da ordem de 0,03-0,5 mT, podem ser encontrados, chegando a 5 mT a 10 cm.
- b) Em soldagem com arco elétrico, o soldador costuma enrolar o cabo no ombro. Campos da ordem de 1-2 mT podem ocorrer, expondo o soldador a altos valores.
- c) Em subestações elétricas, nos setores de baixa tensão, podem ocorrer campos magnéticos significativamente elevados.

As medições para avaliação de exposição em locais de trabalho devem ser precedidas de uma inspeção onde características dos campos a serem medidas e os procedimentos executados pelos trabalhadores são verificados de forma a se planejar adequadamente as medições (tipo de equipamento, medições a serem feitas, onde devem ser feitas, etc.). A presença de harmônicos torna a medição mais complicada em especial quando eles vêm de várias fontes. O uso de um osciloscópio, por exemplo, pode ser necessário nestas circunstâncias.

Com referência a limites, a Diretiva 2004/40/EC usa os limites de exposição ocupacional recomendados pelo ICNIRP de forma a estabelecer os requisitos mínimos de segurança e saúde. Se estes limites não são excedidos, ou quando o são, as restrições básicas ainda assim são respeitadas, a exposição contínua é permitida.

Entretanto existe sempre uma incerteza nas medições e estimativas que deve ser levada em conta. No caso de campos elétricos, facilmente perturbáveis, deve-se tomar cuidado para que o medidor esteja longe de objetos, inclusive o operador do instrumento. No caso de campos magnéticos o efeito de perturbação dos campos é desprezível, a menos que se encontre na presença de materiais ferromagnéticos. Incertezas em modelagem numérica e analítica devem ser consideradas quando se avalia a exposição a partir das restrições básicas

Em seu artigo 4 a Diretiva estabelece que é obrigação do empregador avaliar, através de medições e/ou cálculos, os níveis de exposição a campos eletromagnéticos a que estão expostos os trabalhadores. Além de avaliar os campos, deve prover informação adequada aos trabalhadores. A conformidade com os limites pode, entretanto, não proteger trabalhadores com necessidades especiais. Trabalhadoras grávidas, por exemplo, estão neste grupo. Exposição a limites profissionais que normalmente seriam tolerados, nesta situação especial da trabalhadora pode não ser adequada.

Problemas de interferência com equipamentos médicos como, por exemplo, próteses metálicas, marca-passos cardíacos, desfibriladores, devem ser considerados e evitados. Riscos de efeitos indiretos devem ser considerados, como, por exemplo, deslocamento de objetos sob a ação de campos com densidade de fluxo acima de 3 mT. Devemos lembrar, no entanto que campos desta intensidade são raríssimos no SE.

Amplas margens de segurança estão incorporadas aos padrões. Entretanto, menores margens são justificadas quando as características da população exposta são conhecidas e os fatores de risco gerenciáveis. Nestes casos trabalha-se mais perto dos limites. Desde a adoção da Diretiva, preocupação tem sido expressa acerca de dificuldades de implementação em situações como soldagem elétrica e novas aplicações médicas usando Ressonância Magnética. Lidar com estes casos através de uma relação médico-paciente ajuda na passagem de informações com rebatimento na tranqüilidade do trabalhador.

No final do workshop reuniu-se uma mesa redonda com representantes do meio científico, instituições como a OMS, ICNIRP, OIT e empresas do setor elétrico, telecomunicações e indústrias. As empresas expressaram a necessidade de procedimentos claros e factíveis de serem implementados,

No que diz respeito a exposição ocupacional a ELF em sistemas de potência alguns procedimentos de Manutenção em Linha Viva podem apresentar campos elevados, tomando-se como referência o ICNIRP, apesar de não terem sido identificadas patologias comprovadamente associadas aos campos.

Como observação final das conclusões do seminário, no que diz respeito ao Setor Elétrico, deve-se registrar que as preocupações estão focadas na aplicação de limites já bastante conhecidos. Preocupações de possíveis efeitos de longo prazo, como leucemia ou câncer, estão afastadas. O foco para o setor elétrico deve ser, então, trabalhar na ampliação do conhecimento da exposição em diferentes situações de trabalho e na comparação destas medidas com os limites estabelecidos.

### 3.0 - MEDIDAS E AVALIAÇÃO DE CEMS NOS AMBIENTES DE TRABALHO DO SE

O EMF Project, da OMS, tem como braço de apoio técnico várias instituições, destacando-se a Agência Internacional de pesquisa sobre Câncer – IARC, a Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações não Ionizantes – ICNIRP, que anualmente se reúnem, compondo um Comitê Internacional de Consultores (International Advisory Committee – IAC) para deliberar sobre os resultados dos novos estudos de efeitos de CEMs.

O IAC do EMF Project, publicou em junho de 2007 Fact Sheet N°322 - “CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS E SAÚDE PÚBLICA - Exposição a Campos de Frequência Extremamente Baixa”.

Esta publicação, que devido à sua importância descrevemos a seguir, destaca o estabelecimento de conceitos sobre limites de exposição que permitem balizar as necessárias mensagens de divulgação de notificações sobre os efeitos de CEMs sobre os trabalhadores e a população em geral, destacando-se:

#### *Recomendações Internacionais de Exposição*

*Efeitos sobre a saúde relacionados à exposição aguda a altos níveis de campos foram estabelecidos e formam a base para duas recomendações internacionais de limites de exposição (ICNIRP, 1998; IEEE, 2002). Atualmente, estes órgãos consideram que a evidência científica relacionada com possíveis efeitos sobre a saúde para exposição de longa duração a baixos níveis de campos ELF é insuficiente para justificar a redução destes limites quantitativos de exposição*

Tabela 1 – Recomendações de níveis de exposição da ICNIRP

TIPO DE EXPOSIÇÃO	NÍVEIS DE CAMPO (60 Hz)	
	CAMPO ELÉTRICO Eef (kV/m)	CAMPO MAGNÉTICO Bef (mG)
<b>Trabalhadores (durante jornada de trabalho)</b>	<b>8,33</b>	<b>4166</b>
<b>Público</b>	<b>4,17</b>	<b>833</b>

ICNIRP – 1998 – A tabela 1 registra os valores limites de CEMs recomendados pela ICNIRP para os ELF de 60 Hz (6).

Tabela 2 – Valores da Campos em Diferentes Ambientes de Trabalho do SE

SITUAÇÃO	AREA DE TRABALHO	PROBABILIDADE ACUMULADA - VALORES PERCENTUAIS								
		VALORES PERCENTUAIS								
		1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
SE MESSIAS (CHESF) PÁTIO DE 500 kV	BARRA PRINCIPAL	1,0	4,4	6,1	11,7	17,2	26,7	35,5	58,7	73,3
PÁTIO DE 500 kV	AUTO TRAFÓ	6,2	7,3	7,5	9,4	49,5	84,7	150,1	175,5	276,6
	DISJUNTORES	7,4	9,3	10,7	26,5	44,3	57,7	64,7	70,5	85,1
SE MESSIAS (CHESF) PÁTIO DE 500 kV	ENTRADA DE LINHA	7,2	15,3	36,3	85,1	225,7	347,3	552,0	622,4	667,2
PÁTIO DE 230 kV	PÁTIO	25,9	27,9	49,3	75,5	215,9	324,7	392,0	443,2	488,0
SE RECIFE II (CHESF) PÁTIO DE 500 kV	BARRA 2	4,4	4,7	4,8	7,7	14,9	19,3	23,9	26,1	27,5
PÁTIO DE 500 kV	CONEXÃO TRAFÓ	12,4	13,4	14,1	19,7	67,7	82,1	164,3	199,9	263,9
	DISJUNTORES	23,1	27,5	30,1	34,7	37,3	41,3	51,7	58,5	67,7
SE RECIFE II (CHESF) PÁTIO DE 500 kV	BARRA DUPLA	3,9	11,1	15,5	28,9	51,9	74,7	106,5	111,5	121,5
PÁTIO DE 230 kV										
SE MESSIAS (CHESF)	SALA DE CONTROLE	0,8	1,0	1,1	2,1	5,3	7,0	12,5	15,9	73,5
SE BARBACENA (CEMIG) 345 kV	PÁTIO	16,5	25,5	32,5	36,5	57,9	77,9	106,5	109,9	117,1
SE ADRIANÓPOLIS (FURNAS) - 500 kV	SALA DE CONTROLE		4,4			11,1				218,0

CEPEL – 1997 – A tabela 2 registra valores de campos medidos em situações de trabalho no SE (5).

Pode-se observar pelas medições efetuadas que a maioria das situações está dentro dos limites. O esforço, portanto deve ser na ampliação da coleta de dados nas ocasiões em que se pode esperar campos mais elevados. Estas ocorrências surgirão em locais onde altas correntes são esperadas, notadamente em baixa tensão e locais onde vários cabos se juntam somando seus campos. Uma vez identificada a presença de tais situações deve-se mudar procedimentos de trabalho ou encontrar formas de diminuição destes campos. Deve-se notar, entretanto, que devido ao fato das recomendações do ICNIRP serem baseadas em efeitos agudos, pode-se afirmar que a proteção dos trabalhadores tem sido adequada, caso contrário um grande número de casualidades já teria se evidenciado.

#### 4.0 - PERCEPÇÃO DE RISCO DOS TRABALHADORES DO SE

Pelas considerações até aqui feitas, tanto no que diz respeito ao conhecimento de efeitos de campo pertinentes ao SE quanto pelos níveis de campo já identificados, pode-se apontar para uma situação de tranquilidade no que diz respeito à exposição ocupacional. Isto não significa, evidentemente, que se deve interromper campanhas de medição e contínua observação de possíveis mudanças no ambiente de trabalho, mas sim que não se sustenta qualquer atitude que leve a maiores preocupações.

Entretanto a percepção de risco existe e tem sido relatada por profissionais da área de segurança e saúde, apesar de não existirem estudos sistemáticos que permitam quantificar esta preocupação. Como citamos na introdução deste trabalho, uma percepção de risco exagerada por parte dos trabalhadores é duplamente preocupante, tanto pelo desconforto desnecessário em seu dia a dia de trabalho quanto pela possibilidade de, a partir da desinformação deste profissional, esta percepção chegar ao público em geral.

Recomenda-se, portanto, ações no sentido de (a) identificar a real dimensão desta percepção de risco; (b) quantos trabalhadores são por ela afetados; (c) verificar o conhecimento dos trabalhadores em questões relativas a campos e a saúde; (d) promover treinamento dos trabalhadores para informá-los adequadamente sobre estas questões.

## 5.0 - CONCLUSÕES

Os estudos desenvolvidos não demonstraram associação da exposição aos CEMs com fatores determinantes de doenças, com especial referência à carcinogênese (9);(10).

Observa-se que existe uma percepção de risco nos trabalhadores, fazendo-se necessário, portanto, que sejam mais bem informados. Conhecer as intensidades das emissões de CEMs dos equipamentos nos ambientes de trabalho faz parte deste contexto. Trabalhos neste sentido têm sido executados e os resultados não mostram, para a maioria das situações, casos de exposição acima dos recomendados pelas melhores instituições que tratam deste assunto

Necessidade em dar continuidade ao desenvolvimento de estudos sobre os níveis de exposição, em diferentes situações de trabalho, acompanhar as pesquisas internacionais e desenvolver estratégias de comunicação nas empresas do SE sobre o assunto, de forma a subsidiar o desenvolvimento e elaboração de normas específicas de proteção ocupacional aos efeitos de exposição aos CEMs, cientificamente estabelecidos.

Esclarecer e tranquilizar os trabalhadores brasileiros sobre a ausência de risco de exposição para níveis correspondentes aos limites estabelecidos com base nos efeitos cientificamente reconhecidos.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Bulcão, José Antônio; Coutinho, Carlos Eduardo E Souza, Hamilton Moss – A Questão de Possíveis Efeitos Biológicos de CEMs Na Implantação de Empreendimentos do Setor Elétrico no Brasil” – VIII Congresso Brasileiro de Energia – 1999.
- (2) ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz). Bernhardt JH et al., eds. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation protection, 2003 (ICNIRP 13/2003).
- (3) ICNIRP Workshop - Tendências Atuais Em Avaliação De Risco e Segurança em Exposição Ocupacional a - Milão – 14 a 16/02/2007.
- (4) European Parliament and Council of the European Union. Directive 2008/46/EC.
- (5) França, Ademir Martins e outros - “Campo Magnético - Intensidade e Dosimetria em Diferentes Situações de Trabalho” - XIV SNPTE - 1997
- (6) ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522
- (7) IEEE Standards Coordinating Committee 28. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz. New York, NY, IEEE – The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002 (IEEE Std C95.6-2002)
- (8) WHO – World Health Organization - Fact Sheet N°322 - CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS E SAÚDE PÚBLICA - Exposição a Campos de Freqüência Extremamente Baixa, 2007.
- (9) WHO – World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.
- (10) IARC Working Group on Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields, 2002.

(11) Kunsch, Barnabas – “Risk Perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure” – Proceedings International Seminar on Risk Perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure – Vienna, Austria, October – IRPA/ICNIRP/WHO – 1997.