

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS NO CENTRO  
UNIVERSITÁRIO METODISTA IZABELA HENDRIX  
BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS**

**ENVIRONMENTAL ELETROMAGNETIC DIAGNOSIS AT CENTRO  
UNIVERSITÁRIO METODISTA IZABELA HENDRIX  
BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS**

**Naiara Chirlei Ferreira Martins<sup>1</sup>, Adilza Condessa Dode<sup>2</sup>, Mônica Maria Diniz Leão<sup>3</sup>,  
Marina Neiva Alvim<sup>4</sup>, Luciano Assirio Bossi<sup>5</sup>, Michael Condessa Dode<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNI), [naiara-100@hotmail.com](mailto:naiara-100@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutora Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, docente do Centro Universitário Izabela Hendrix (CEUNI), [adilza.dode@izabelahendrix.edu.br](mailto:adilza.dode@izabelahendrix.edu.br)

<sup>3</sup> Doutora em *Génie de l' Antipollution*, docente da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), [monica@desa.ufmg.br](mailto:monica@desa.ufmg.br)

<sup>4</sup> Doutora em Biologia Vegetal, docente do Centro Universitário Izabela Hendrix (CEUNI), [marina.alvim@izabelahendrix.edu.br](mailto:marina.alvim@izabelahendrix.edu.br)

<sup>5</sup> Mestrado em Engenharia Elétrica, docente da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), [luciano.bossi@pucminas.br](mailto:luciano.bossi@pucminas.br)

<sup>6</sup> Analista de Sistemas, MRE Engenharia Ltda

**Recebido em: 25/05/2015 - Aprovado em: 06/07/2015 - Disponibilizado em: 15/07/2015**

**Resumo**

*A Organização Mundial da Saúde classificou as radiações não ionizantes como possivelmente cancerígenas (Grupo 2B) (IARC, 2011). Ao classificar assim, recomendou também que fossem reduzidas, tanto quanto possível, as exposições a estas radiações, sendo incluídas aquelas emitidas pelos sistemas de telefonia celular, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth e outras. A proposta desta pesquisa*

foi realizar um diagnóstico ambiental eletromagnético nas repartições internas do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, localizado no município de Belo Horizonte, Região Centro-Sul da cidade, estado de Minas Gerais, Brasil. Foram utilizados um analisador de espectro para pesquisar as frequências dos sinais presentes, um medidor de campo elétrico com antena isotrópica e um data logging para o registro das medições. Os resultados obtidos na pesquisa foram comparados com os limites recomendados conforme legislação no Brasil.

**Palavras-chave:** Campo eletromagnético, radiação não ionizante, saúde pública, poluição eletromagnética.

## Abstract

*WHO (World Health Organization) classified Non-Ionizing Radiations as possibly carcinogenic to humans (Group 2B) (IARC 2011). Classifying so, it also recommended that the exposures to those radiations should be reduced as much as possible, including those radiations emitted by cellular telephony, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth and others. The proposal of this research was to make an environmental electromagnetic diagnosis in the internal offices of the “Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix”, a University located at the ‘Southern Center’ Region of the city of Belo Horizonte, Minas Gerais state, Brazil. A specter analyzer was used to search for the present signals, as well as an electric field meter with isotropic antenna and a data logging for the measurement register. The research results were compared with the recommended limits according to the Brazilian legislation.*

**Keywords:** Electromagnetic fields, Non-ionizing radiation, Public health, Environmental electromagnetic pollution.

## 1 Introdução

A produção e propagação das ondas eletromagnéticas, descobertas, em 1883, pelo físico alemão Heinrich R. Hertz possibilitou a transmissão de informações através do espaço livre (TIPLER; MOSCA, 2012). Foi um grande marco para o desenvolvimento da telecomunicação, que, desde então, não parou de expandir. Atualmente, as pessoas estão cada vez mais dependentes dos meios eletrônicos, presentes no cotidiano e, quase sempre insubstituíveis, como é o caso dos telefones celulares.

Segundo dados divulgados pela empresa Inteligência em Telecomunicações - TELECO (2015), o Brasil alcançou o mês de janeiro de 2015 com o quantitativo de 281,7 milhões de celulares, uma relação de cerca de 138,3 aparelhos celulares para cada 100 habitantes. Segundo Dode (2011a, 2011b), a poluição eletromagnética é o maior problema ambiental do século XXI, desencadeado pelas tecnologias que foram projetadas para maximizar a eficiência da energia e a comodidade, sem levar em conta os efeitos biológicos no ser humano.

A energia eletromagnética não produz necessariamente uma doença específica, mas está associada a uma elevação dos níveis de mortalidade e morbidade da população exposta. Muitos

estudos laboratoriais, com seres humanos e animais, revelam que a energia eletromagnética associada aos Campos Eletromagnéticos (CEM's) é um estressor biológico, que pode provocar uma resposta adaptativa do organismo exposto, podendo levá-lo a desenvolver algum tipo de patologia (TEJO, 2004).

A sociedade está cada vez mais dependente da tecnologia para sobreviver e a mesma já está incorporada no dia a dia de bilhões de pessoas. Hoje a tecnologia penetrou na essência orgânica da natureza e da vida (LEFF, 2012). No mundo inteiro cientistas, engenheiros, médicos e outros estudiosos estudam os possíveis efeitos negativos da Radiação Eletromagnética na saúde humana, por meio de experimentos com animais (cobaias), estudos clínicos e epidemiológicos da população humana, e simulações de computador.

Pesquisas do mundo inteiro revelam efeitos negativos causados, possivelmente, pelas radiações não ionizantes oriundas do sistema de telefonia celular. Muitas vezes, faltam esclarecimentos por parte dos fabricantes e empresas prestadoras de serviços, que não divulgam o domínio teórico acerca das tecnologias adotadas, não alertando, assim, os consumidores quanto aos possíveis danos aos quais estão sujeitos (MARCHESAN, 2004). A transmissão celular e muitas outras formas de transmissão de informações ocultam riscos de várias ordens à saúde humana e ao meio ambiente (DODE, 2010). A dedicação ao tema por parte da comunidade científica visa discutir, mensurar e comprovar a quais os riscos que todos os seres humanos estão expostos, a fim de proteger a população com normas mais restritivas quanto à exposição eletromagnética e limitações de usos seguros dos aparelhos eletroeletrônicos.

Realmente o avanço tecnológico faz se importante e primordial para alcançar melhorias contínuas para a população, mas este processo não pode colocá-la em riscos. Os meios eletrônicos atuais possibilitam que a comunicação seja cada vez melhor (BARANAUKAS, 2001), porém não se pode prejudicar a saúde e bem estar de muitos para propiciar informações, comodidades e facilidades. Muitas vezes faltam esclarecimentos por parte dos fabricantes e empresas prestadoras de serviços, que não divulgam o domínio teórico acerca das tecnologias adotadas, não alertando assim, os consumidores quanto aos possíveis danos aos quais estão sujeitos (MARCHESAN, 2004).

Na cidade de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, está localizado o maior número de Estações Radiobase - ERB's do Estado. Foi constatado por Dode (2010), que o maior número de óbitos por neoplasias, encontrado no período de 1996 a 2006, foi na região Centro-Sul da cidade, justamente onde se encontra instalado o maior número de Antenas de Telefonia Celular (DODE, 2010). Encontra-se, na regional Centro-Sul da cidade, a maior taxa de incidência acumulada por 1000, a saber, 5,83 (DODE *et al.*, 2011a, 2011b, 2012). O resultado deste estudo também mostrou

uma taxa maior de mortalidade por neoplasias para os habitantes residentes dentro de um raio de até 500 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular.

Diante do exposto, fez-se relevante a realização de um diagnóstico ambiental dos CEM's dentro do Centro Universitário Izabela Hendrix, por estar localizado na Regional Centro-Sul da cidade, e, desta forma, mensurar os níveis de exposição humana a que estão expostos toda a comunidade docente, discentes e os colaboradores desta Instituição. Os valores de exposição ambiental dos CEM's foram comparados com os níveis de Referência para exposição do público em geral, de acordo com a Lei Federal n.º 11.934, de 5 de maio de 2009.

## **2 Materiais e métodos**

### **2.1 Caracterização da pesquisa**

A pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada e descritiva, com o objetivo de realizar um diagnóstico ambiental da exposição à poluição eletromagnética nas áreas internas do CUMIH (Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix) campus Praça da Liberdade, e verificar se os níveis de exposição aos campos eletromagnéticos na instituição estão de acordo com os limites estabelecidos na Lei Federal n.º 11.934 de 5 de Maio de 2009, que adotou os mesmos limites da Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não Ionizante - ICNIRP (BRASIL, 2009).

As medições dos campos eletromagnéticos foram realizadas dentro do CUMIH, localizado na Rua da Bahia, n.º 2020, Bairro de Lourdes, no município de Belo Horizonte (MG), na região Centro-Sul. Foram objetos de medição dos Campos Eletromagnéticos (CEM's) todos os ambientes internos da instituição, onde foram permitidos os acessos. A autorização foi liberada pela administração da instituição, em maio de 2015.

### **2.2 Coleta de dados**

A metodologia para medição dos Campos Eletromagnéticos foi baseada nas seguintes diretrizes: ANSI (1997), IEEE (1992), IEEE (1999), NCRP (1993), Anexo à Resolução n.º 303 da ANATEL (2002), bem como metodologia utilizada por DODE (2003a, 2003b, 2010).

Os instrumentos utilizados para o monitoramento ambiental foram cedidos pela empresa "MRE Engenharia - Medição de Radiações Eletromagnéticas LTDA." Os aparelhos estão calibrados dentro do prazo de validade e permitem rastreabilidade. Os aparelhos utilizados foram: medidor de campo elétrico com antena isotrópica-onidirecional, com frequência de 0,2 MHz a 3,0

GHz, analisador de espectro com frequência, 10,0 MHz a 6,0 GHz, datalogging multiMeter, GPS, notebook, tripés de madeira sem material metálico, com altura de 1,5 metros do solo.

O analisador de espectro foi utilizado primeiro, a fim de conhecer as frequências dos sinais que estavam presente no local, e, posteriormente, foram realizadas as medições do campo elétrico.

Foram amostrados 18 pontos de medição, para os quais foi realizada uma média temporal espacial de 6 minutos, com o medidor de campo elétrico fixado ao tripé de madeira no ambiente. As medições ocorreram em 3 locais diferentes para cada ambiente, com o objetivo de fornecer maiores detalhes na distribuição espacial do campo. Cuidados foram tomados durante as medições, colocando-se o medidor longe de superfícies metálicas, evitando-se, desta forma, acoplamentos capacitivos e mudança da impedância do sensor. O operador permaneceu distante do medidor do campo elétrico para evitar interferência do seu corpo sobre as medições, e os dados foram coletados pelo aparelho Datalogging MultiMeter.

As medições ocorreram em algumas salas de aulas, nos laboratórios de informática, quadras, áreas de vivências, biblioteca, refeitórios, capela, e corredores do CUMIH. As medições foram realizadas no período de 08:00 h às 17:00 h, nos dias, 26, 27, 28, de maio e nos dias 01, 02 e 03 de junho de 2015. Não houve medições externas à instituição. Foram excluídos da amostragem todos os locais com restrições de acesso já preestabelecidos, ou aos quais, no momento das medições, não foi possível acesso, devido a questões de segurança ou atividades que estavam sendo exercidas. As medições dos CEM's na instituição não causaram quaisquer transtornos ou impedimentos às atividades habituais dos alunos, docentes e/ou funcionários. Por motivos de privacidade e higiene, não houve medição nos vestiários e banheiros.

A Figura 1 e a Figura 2 são amostras das medições, dentro do CUMIH.



**Figura 1** - Medição dos CEM's realizada no 2º andar do prédio 1.

**Fonte:** Os autores.



**Figura 2** - Medição dos CEM's realizada na quadra principal.

**Fonte:** Os autores.

### 2.3 Análise de dados

A análise de dados ocorreu depois de finalizadas as medições, com todos os valores registrados em planilhas do Excel. A partir da planilha, foram gerados os gráficos no Excel para cada ambiente monitorado e posteriormente uma tabela onde constaram todos os valores máximos encontrados dos campos elétricos e da Densidade de Potência no CUMIH, conforme Tabela 1.

Os valores encontrados foram comparados com os limites de exposição humana estabelecidos pela Lei Federal nº 11.934, de 05 de Maio de 2009, que adotou os mesmos padrões sugeridos pela ICNIRP, Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante, conforme Tabela 2.

## 3 Resultados e discussão

Neste trabalho de pesquisa, foram utilizados os aparelhos de medições para as altas frequências, monitorando as radiações eletromagnéticas oriundas dos sistemas de telefonia celular, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth e outras fontes, presentes no meio ambiente analisado. Observa-se que

todos os valores medidos e calculados encontram-se dentro dos parâmetros recomendados pela Lei Federal 11.934, publicada em 05 de maio 2009.

Na tabela 1, encontram-se registrados os maiores valores monitorados dos (CE's) Campos Elétricos e os valores da Densidade de Potência.

**Tabela 1** - Valores Máximos dos Campos Elétricos e Densidade de Potência.

Local	Valor Máximo (V/m)	Densidade de Potência ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
Quadra Principal	0,310	0,0255
Cantina - Praça de alimentação	0,342	0,0310
Biblioteca	1,328	0,4678
Sala de Aula 2308	0,205	0,0111
Passarela entre os Prédios 1 e 2	0,213	0,0120
Prédio 1 - Corredor do 2º andar	0,342	0,0310
Sala de Coordenação	0,410	0,0446
Prédio 1 - Corredor do 3º andar	0,560	0,0832
Sala de Aula 1303	0,280	0,0208
Prédio 1 - Corredor do 4º andar -	0,603	0,0964
Sala de Aula 1406	0,248	0,0163
Sala 1320 - Agências	0,722	0,1383
Laboratórios de Informática	0,188	0,0094
Sala de Aula 2211	0,593	0,0933
Capela	0,200	0,0106
Portaria Rua Alvarenga Peixoto	0,500	0,0663
Portaria Rua da Bahia	0,820	0,1784
Multimídia 4	4,4	5,1353

**Fonte:** Os autores.

Nas salas de aula o maior valor do Campo Elétrico encontrado foi de 0,722 V/m e a densidade de potência 0,1383 microwatts/cm<sup>2</sup>.

Nos corredores o valor máximo do CE foi de 0,603 V/m e a densidade de potência 0,0964 microwatts/cm<sup>2</sup>.

Na sala Multimídia 4, localizada no prédio 4, observou-se o maior valor do Campo Elétrico medido 4,4 V/m e o maior valor da densidade de potência 5,1353 microwatts/cm<sup>2</sup>. Dentro deste ambiente encontra-se instalado um roteador.

Observa-se que as pesquisas citadas neste artigo evidenciaram danos à saúde humana com os valores de Densidade de Potência bem inferiores aos preconizados pelos padrões da ICNIRP e adotados pela Lei 11.934/2019.

No Brasil, os limites da radiação eletromagnética são regulamentados pela Lei Federal nº 11.934/2009 com base nas diretrizes da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não

Ionizante (ICNIRP), padrões estes recomendados pela OMS, objetivando uma harmonização internacional. Estes padrões são questionados por mais de 198 pesquisadores de mais de 39 países, de acordo com o documento oficial encaminhado à Organização das Nações Unidas e à Organização Mundial da Saúde em 11 de maio de 2015<sup>1</sup>.

A Lei das Antenas Nº 13.116, de 20 de abril de 2015 (BRASIL, 2015), estabelece normas gerais para implantação e compartilhamento de infraestrutura de telecomunicação, alterando as Leis anteriores, mas sem alteração dos limites de exposição humana, ocupacional e de público em geral, estabelecidos na Lei Federal nº 11.934, de 5 de maio de 2009.

Vários países e cidades estão com seus níveis de exposição humana bem mais restritivos, como, por exemplo, podemos citar a Itália, 10 microwatts/cm<sup>2</sup>; a China, 6,6 microwatts/cm<sup>2</sup>; a Suíça, 4,2 microwatts/cm<sup>2</sup>; a cidade de Paris, na França, 1 microwatt/cm<sup>2</sup>; a cidade de Salzburgo, na Áustria, 0,1 microwatt/cm<sup>2</sup>.

O Projeto do “Bionitiative Report”, publicado em 2013, sugere que, em qualquer local passível de ocupação humana, o valor do campo elétrico não deve ser superior a 0,5 V/m.

A Tabela 2 e a Tabela 3 mostram os níveis de exposição Humana de Público em Geral e Ocupacional, preconizados pela ICNIRP.

**Tabela 2** - Níveis de Referência para a Exposição do Público em Geral - ICNIRP.

Faixas de frequência	Intensidade de campo E (V.m <sup>-1</sup> )	Intensidade de campo H (A.m <sup>-1</sup> )	Campo B (μT)	Densidade de potência de onda plana equivalente S <sub>eq</sub> (W.m <sup>-2</sup> )
Até 1 Hz	-	3,2x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>4</sup>	-
1 – 8 Hz	10	3,2x10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4x10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	-
8 – 25 Hz	10	4 000/f	5 000/f	-
0,025 – 0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0,8 – 3 kHz	250/f	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 - 10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 – 2 000 MHz	1,375f <sup>1/2</sup>	0,0037f <sup>1/2</sup>	0,0046f <sup>1/2</sup>	f/200
2 – 300 GHz	61	0,16	0,2	10

Fonte: Os autores.

<sup>1</sup><http://emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>



**Tabela 3** - Níveis de Referência para Exposição Ocupacional a Campos Elétricos e Magnéticos Variáveis no Tempo. (Valores eficazes, não perturbados) - (ICNIRP, 1998).

Faixas de frequência	Intensidade de campo E (V.m <sup>-1</sup> )	Intensidade de campo H (A.m <sup>-1</sup> )	Campo B (μT)	Densidade de potência de onda plana equivalente S <sub>eq</sub> (W.m <sup>-2</sup> )
Até 1 Hz	-	1,63x10 <sup>5</sup>	2x10 <sup>5</sup>	-
1 – 8 Hz	20 000	1,63x10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2x10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	-
8 – 25 Hz	20 000	2x10 <sup>4</sup> /f	2,5x10 <sup>4</sup> /f	-
0,025 – 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-
0,82 – 65 kHz	610	24,4	30,7	-
0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	2,0/f	-
1 – 10 MHz	610/f	1,6/f	2,0/f	-
10 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10
400 – 2 000MHz	$\frac{3f^{1/2}}{}$	$\frac{0,008 f^{1/2}}{}$	$\frac{0,01 f^{1/2}}{}$	$\frac{f/40}{}$
2 – 300 GHz	137	0,36	0,45	50

**Fonte:** Os autores.

Notas:

1 – *f* é a frequência como indicado na coluna “faixa de frequência”.

2 – De 100 kHz a GHz, os valores de S<sub>med</sub>, E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup> e B<sup>2</sup> representam os valores médios durante 6 minutos.

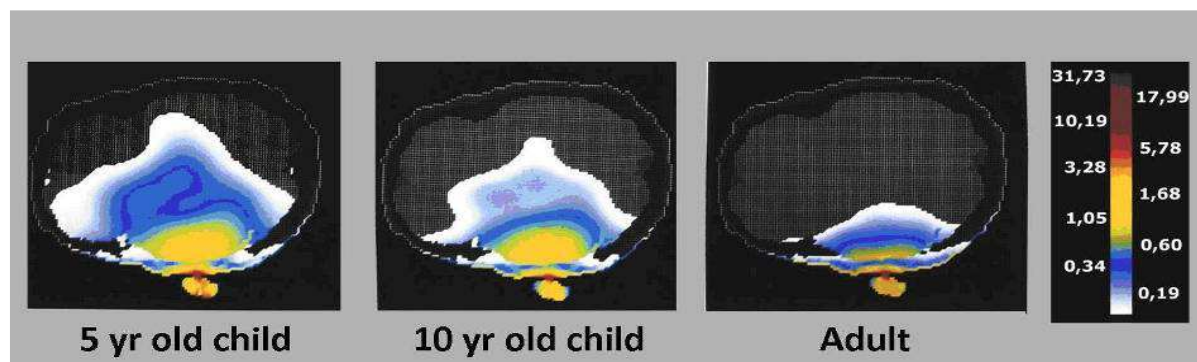
3 – Para frequências menores que 1 Hz não existe campo elétrico de referência (o campo elétrico é efetivamente estático).

Entretanto, alguns valores mostrados na Tabela 1 são ultrapassados, quando comparados com outros níveis de exposição humana adotados em outras cidades e países, como a Suíça, 4,2 microwatt/cm<sup>2</sup>; Paris, França, 1,0 microwatt/cm<sup>2</sup>; Salzburg, na Áustria, 0,1 microwatt/cm<sup>2</sup>, bem como o Projeto do Bionitiative Report, que sugere que, em qualquer local passível de ocupação humana, o valor do campo elétrico não deve ser superior a 0,5 V/m.

Os limites estabelecidos pelas diretrizes da ICNIRP, adotados por esta Lei Federal, consideram apenas efeitos agudos e de curta duração, devidos à exposição a altas intensidades (também conhecidos como efeitos térmicos). Os efeitos térmicos, por definição, provocam elevação de temperatura de, no mínimo 1° C em todo o corpo humano ou localizadamente, a partir da energia absorvida dos campos de radiofrequência. De acordo com as diretrizes da ICNIRP, uma média de corpo inteiro de 0,4 W/kg foi escolhida como sendo a restrição que garante proteção adequada, no caso de exposição ocupacional. Um fator de segurança adicional, igual a 5, foi introduzido, para a exposição do público em geral, resultando em um limite de 0,08 W/kg para a SAR, Taxa de Absorção Específica, média do corpo inteiro. Portanto, não prevêm proteção contra os efeitos crônicos, devido a exposições de baixas intensidades e longa duração (também conhecidos como efeitos não térmicos). Os limites sugeridos pela ICNIRP (1998) só protegem em relação aos efeitos

agudos de curta duração; portanto, estes padrões são inadequados. Vários países e cidades estão com seus limites inferiores, não seguindo as diretrizes da ICNIRP.

Estudos realizados por Gandhi *et al.* (1996), indicam que os Campos Eletromagnéticos dos celulares são absorvidos mais profundamente dentro dos cérebros das crianças do que dos adultos. Na Figura 3, pode-se observar a estimativa de absorção das radiações eletromagnéticas, em W/kg, dos telefones celulares, baseada em idade, para a frequência GSM 900 MHz, para adultos, crianças até 10 anos de idade e crianças até 5 anos de idade.



**Figura 3** - Estimativa de absorção das radiações eletromagnéticas dos telefones celulares, baseada em idade (Frequência GSM 900 MHz). (À direita, escala de cor mostrando o Índice Específico de Absorção – SAR, em W/kg)  
**Fonte:** GANDHI *et al.*,1996.

O cérebro das crianças dobra nos cinco primeiros anos de vida. Quanto mais rápido as células estão crescendo, maior a chance que elas possam ser danificadas e passem o dano adiante. Isso significa que o crescimento rápido e não completamente protegido, dos cérebros das crianças, pode levá-las a serem mais sensíveis à variedade das exposições tóxicas.

O estudo de Avendano (2012) mostrou que a exposição com densidade de potência de 0.5 - 1.0  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , por quatro horas resultou em diminuição na viabilidade do espermatozoide, fragmentação do DNA com amostras de espermatozoide colocadas em placas de Petri sob um laptop conectado via Wi-Fi à internet.

O estudo de Buchner (2011) com exposição crônica a estação de base de RF - Radiofrequência (todo o corpo) com densidade de potência de 0.006-0.01  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  em seres humanos mostrou hormônios com estresse aumentado; níveis de dopamina substancialmente diminuídos; níveis aumentados de adrenalina e noradrenalina; dose-resposta observada; estresse fisiológico crônico produzido, em células, mesmo depois de um ano e meio de exposição.

O estudo de Oberfeld (2004) relatados com exposição a sinal de celular de GSM 900/1800 MHz nas exposições no nível da Radiobase com resultados de densidade de potência **0.0006-0.0128**

$\mu\text{W}/\text{cm}^2$  chegou às seguintes conclusões: Fadiga, tendência depressiva, distúrbios do sono, dificuldade na concentração, problemas cardiovasculares.

A pesquisa de Heinrich (2010) também revelou que a exposição a curto prazo com uma densidade de potência de 0.003-0.02  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; as crianças e adolescentes (de 8 a 17 anos), tiveram dor de cabeça, irritação, dificuldades de concentração na escola.

Em 2004, foi publicado um estudo epidemiológico piloto realizado na cidade de Naila, Alemanha, os resultados apontaram um aumento de mais de 3 vezes na incidência de câncer para os moradores vivendo numa zona de até 400 metros das duas estações Radiobase (ERB), em comparação aos que viviam fora dessa área (EGGER *et al.*, 2004).

Um outro estudo em 2004, mostra que cinco anos antes da instalação das Antenas de Celular, em Netanya, Israel, só tinha havido 2 casos de câncer, até 350 metros das mesmas. Um ano após a sua instalação, em 1996, apareceram 8 casos de câncer, no período de 12 meses, entre julho de 1997 e junho de 1998 (WOLF; WOLF, 2004).

Pesquisas indicam que a exposição atérmica, com a SAR bastante inferior a 4 W/kg, pode resultar em efeitos adversos à saúde humana, tais como: alteração do EEG, danos ao DNA, geração de prematuros, cânceres, tais como linfoma, leucemia, tumores cerebrais, e muitos outros, aborto, redução na secreção de melatonina e serotonina, mal de Parkinson, mal de Alzheimer, entre outros. (SAGE; CARPENTER, 2009; KHURANA, 2008; BIOINITIATIVE REPORT, 2013; CHERRY, 2000; CHERRY, 2002a; CHERRY, 2002b; 2002a.; SAGE, 2007; HARDELL, 2002, 2007, 2008).

Conforme atestam os estudos na área (KUNDI; HUTTER, 2009; SAGE; CARPENTER, 2009; KHURANA 2008, KHURANA 2010; BIOINITIATIVE REPORT, 2013; CHERRY, 2000; CHERRY, 2002a; CHERRY, 2002b; HARDELL *et al.*, 2007a, 2007b), já se pode afirmar que as baixas intensidades de radiações eletromagnéticas, em longos períodos de exposição, vão ser determinantes para o agravamento e o aparecimento de doenças nos seres humanos. Estudos apontam para as observações dos Carcinógenos Ambientais surgindo como um alerta para a comunidade científica (HARDELL *et al.*, 2007a, 2007b).

#### 4 Conclusão

Diante do exposto, sugerimos também, como medidas de precaução, que os telefones celulares sejam utilizados em caso de extrema necessidade, desestimule-se o uso dos aparelhos pelas crianças, e que se dê preferência ao telefone fixo, bem como a utilização de internet com cabo, e não via Wi-Fi. Que se criem áreas livres destas radiações, devido às pessoas hipersensíveis aos

campos eletromagnéticos, e informar o público acerca dos riscos potenciais da energia eletromagnética e de como adotar medidas de prevenção.

O público precisa ser informado que a transposição das telecomunicações para as comunicações sem fio não é segura. Futuramente, se houver acréscimo de equipamentos emissores de Radiações Eletromagnéticas, como por exemplo, compartilhamento de novas antenas de telefonia celular, ou outras antenas instaladas nas proximidades desta instituição de ensino, ou outras fontes de radiofrequências instaladas, novas medições deverão ser realizadas.

## 5 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Resolução nº 303, de 2 de julho de 2002. Aprova o Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 62. Brasília, DF, 10 jul. 2002. Disponível em:

AVENDANO, C.; MATA, A.; SARMIENTO C. A. S.; DONCEI G. F. 2012. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. **Fertility and Sterility**, Holland, v. 97, Jan. 2012.

BARANAUSKAS, V. **O Celular e seus riscos**. Campinas: Editora do Autor, 2001. 100 p.

BIOINITIATIVE REPORT. **A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)**. New York, 2013. Disponível em: <<http://www.bioinitiative.org>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.934, de 5 de maio de 2009. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 5 mai. 2009.

\_\_\_\_\_. Lei nº 13.116, de 20 de abril de 2015. Estabelece normas gerais para implantação e compartilhamento da infraestrutura de telecomunicações e altera as Leis nº 9.472, de 16 de julho de 1997, 11.934, de 5 de maio de 2009, e 10.257, de 10 de julho de 2001. **Diário Oficial da União**. Brasília, 5 mai. 2009.

BUCHNER, K.; EGER, H. Changes of Clinically Important Neurotransmitters under the Influence of Modulated RF Fields - A Long-term Study under Real-life Conditions. **Umwelt Medizin Gesellschaft**, German, v. 24, 2011.p. 44-57.

CHERRY. N.J. **Actual or potential effects of ELF and RF/MW radiation on accelerating aging of human, animal or plant cells**. Lincoln University, New Zealand, Aug. 2002. Disponível em: <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/4006>. Acesso em: 05 May. 2015. 2002a.

\_\_\_\_\_. **Criticism of the health assessment in the ICNIRP guidelines for radiofrequency and microwave radiation (100 kHz-300 GHz)**. Lincoln University, New Zealand, Sep. 2002. Disponível em: <http://dspace.lincoln.ac.nz/handle/10182/3933>. Acesso em: 01 may. 2015.2002b.

\_\_\_\_\_. **Health Effects Associated with Mobile Base Stations in Communities: the need for health studies**. New Zealand: Lincoln University – Environmental Management and Design Division, 2000. Disponível em: <http://www.teslabel.be/001/documents/Health%20Effects%20Associated%20with%20Mobile%20Base%20Stations%20in%20Communities.pdf>. Acesso em: 01 may. 2015.

DODE, A. C. Dirty electricity, cellular telephone base stations and neoplasia. **Science of Total Environment**, Holanda: Elsevier, v. 412–413, 2011.p. 391.

\_\_\_\_\_. Exposição Ambiental a Campos Eletromagnéticos: Ênfase nas Estações Radiobase de Telefonia Celular. **Ecologia Integral**, Belo Horizonte, 2003. Ano 3, n. 14 – mai./jun., 2003b.

\_\_\_\_\_. **Mortalidade por Neoplasias e a Telefonia Celular no Município de Belo Horizonte Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. 266p.

\_\_\_\_\_. **Poluição ambiental e exposição humana a campos eletromagnéticos: estudo de casos no município de Belo Horizonte com ênfase nas estações Radiobase de telefonia celular**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 175 f. 2003a.

DODE, A. C. *et al.* **Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil**. *Science of Total Environment*. Holanda/Estados Unidos: Elsevier, v.409, Issue 19, 2011. p.3649-3665.

DODE, A. C.; LEÃO, M. M. D. Poluição ambiental e exposição humana a campos eletromagnéticos: ênfase nas estações Radiobase de telefonia celular. In: ESCOLA SUPERIOR DO

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SÃO PAULO. Poluição Eletromagnética: Saúde pública, Meio ambiente, Consumidor e Cidadania: Impacto das radiações das antenas e dos aparelhos celulares. **Caderno Jurídico**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. Ano 3, v. 6, n. 2, abr./jun. 2004. p. 119-138.

DODE, A. C.; LEÃO, M. M.D.; TEJO, F. de A. F. Comments on Foster KR, Trottier L, Comments on Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. **Science of the Total Environment**. Philadelphia, USA, v. 442, 2012.doi:10.1016/j.scitotenv.2012.06.007.

EGER, H.; HAGEN, K. U.; LUCAS, B.; VOGEL, P.; VOIT, H. **Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunkseanlagen auf die Krebsinzidenz**. Naila, 2004. Disponível em: <http://www.stopumts.nl/pdf/naila.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2015.

GANDHI, O. P.; LAZZI, G.; FURSE, C. M. Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz. **IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques**, v. 44, n. 10, 1996. p. 1884-1897.

HARDELL L.; CARLBERG, M.; OHLSON, C. G.; WESTBERG, H; ERIKSSON, M.; HANSSON MILDT, K. **Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer.** International Journal of Andrology.v.30, 2007.p. 115-122. 2007a.

HARDELL, L.; CARLBERG, M.; SODERQVIST, F.; HANSSON MILD. K.; MORGAN, L.L. Long-term use of cellular phones and brain tumours - increased risk associated with use for >10 years. **Occupational & Environmental Medicine.** Örebro, Sweden, 2007. Disponível em: <http://oem.bmj.com/content/64/9/626.full>. Acesso em: 12 mar. 2015. 2007b.

HARDELL, L.; MILD, K.H.; CARLBERG, M. Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours.**International Journal of Radiation Biology** .v. 78; n. 10, 2002. p. 931-93610.

HARDELL, L.; SAGE, C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards.**US National Library of Medicine National Institutes of Health**, 2008. doi:10.1016/j.biopha.2007.12.004. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 18 mar. 2015.

HEINRICH, S.; THOMAS, S.; HEUMANN, C.; VON KRIES, R., RADON, K. Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study. **Environmental Health**, v. 9,2010.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC. - IEEE - C95.1, 1999 Edition (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998).**IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.**3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC.- IEEE – C95.3-1991(Revision of ANSI C95.3-1973 and ANSI C 95.5-1981) - **IEEE Recommended practice for the measurement of potentially hazardous electromagnetic fields – RF and microwave.**3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. ISBN 155937-180-3. (Reaffirmed in 1997 by IEEE Std 95.1., 1999 Edition, Introduction, page iii)”. Recognized as an American National Standard (ANSI).1991/1997.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC. -IEEE - C95.1, 1999 Edition (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998).**IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.** 3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997,USA. Print: ISBN-0-7381-1557-61999 SH94717. PDF: ISBN-0-7381-1558-6 SH94717. 1999.

INTELIGÊNCIA EM TELECOMUNICAÇÕES - TELECO. **Estatísticas de Celulares no Brasil.** Seção: Telefonia Celular. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>. Acesso em: 12 mar. 2015.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER- IARC.**IARC classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as possibly carcinogenic to humans.** Lyon, n. 208, 2011. 6 p. Disponível em: [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf). Acesso em: 01 mar. 2015.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION - ICNIRP. **Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)**, USA. Health Physics, April 1998, Vol. 74, pp. 494-522. 1998.

KHURANA, V. G. **Mobile Phones and Brain Tumours**, 2008.69p. Disponível em: <[www.brain-surgery.us](http://www.brain-surgery.us)>. Acesso em: 01 mar. 2015.

KHURANA V. G.; HARDELL, L.; EVERAERT, J.; BORTKIEWICZ, A.; CARLBERG, M.; AHONEN M. 2010. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. **Int J Occup Environ Health**, v. 16, a. 3, 2010 Jul./Set. p. 263-267.

KUNDI, Michael; HUTTER, Hans-Peter. Mobile phone base stations – Effects on wellbeing and health. **National Center for Biotechnology Information, U.S.** National Library of Medicine, 2009.13 p. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19261451>. Acesso em: 01 mar. 2015.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 9. Ed. Tradução Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

MARCHESAN, A. M. M. As Estações de Radiobase de Telefonia Celular no Contexto de uma Sociedade de Riscos. In: ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DE SÃO PAULO. **Poluição Eletromagnética: Saúde pública, Meio ambiente, Consumidor e Cidadania: Impacto das radiações das antenas e dos aparelhos celulares**. Caderno Jurídico. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. Ano 3, v. 6, n. 2, abr./jun. 2004. p. 139-155.

OBERFELD, G.; NAVARRO, A. E.; PORTOLÉS, M.; MAESTÚ, C.; GÓMEZ-PERRETTA, C. **The Microwave Syndrome – Further Aspects of a Spanish Study**. 3rd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields. Kos, Greece, 2004. Disponível em: <http://www.apdr.info/electrocontaminacion/Documentos/Investigacion/ESTUDOS%20EPIDEMIOLOXIDOS%20E%20ANTENAS/The%20Microwave%20Syndrome%20-%20Further%20Aspects%20of%20a%20Spanish%20Study.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2015.

SAGE, Cindy; CARPENTER, David O. **Public health implications of wireless technologies**. Pathophysiology (2009) (PATPHY-603). doi10.1016/j.pathophys.2009.01.011. Elsevier Ireland Ltd. 14 pp. Accepted 30 January 2009.

SUIÇA. Conferatio Helvetica. Le Autorità Federali della Confederazioni Svizzera. **Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizanti**. ORNI de 23.12.1999.

TEJO, F. A. F. Impacto dos Campos Eletromagnéticos sobre a saúde e a necessidade de adotar-se o Princípio da Precaução. In: ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DE SÃO PAULO. **Poluição Eletromagnética: Saúde pública, Meio ambiente, Consumidor e Cidadania: Impacto das radiações das antenas e dos aparelhos celulares**. Caderno Jurídico. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. Ano 3, v. 6, n. 2, abr./jun. 2004. p. 157- 196.

WOLF, R, MD; WOLF, D, MD. Increased Incidence of Cancer near a Cell-Phone Transmitter Station. **International Journal of Cancer Prevention**, Israel, v. 1, n. 2, Apr.2004.