

**POLUIÇÃO AMBIENTAL E
EXPOSIÇÃO HUMANA A
CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS:
ÊNFASE NAS ESTAÇÕES
RADIOBASE DE
TELEFONIA CELULAR**

Adilza Condessa Dode e Mônica Maria Diniz Leão

POLUIÇÃO AMBIENTAL E EXPOSIÇÃO HUMANA A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS: ÊNFASE NAS ESTAÇÕES RADIOBASE DE TELEFONIA CELULAR

Adilza Condessa Dode e Mônica Maria Diniz Leão

RESUMO: Este artigo descreve a exposição a campos eletromagnéticos oriundos das antenas de telefonia celular, os níveis de exposição permissíveis em outros países, algumas legislações municipais existentes no Brasil e a necessidade do monitoramento ambiental, bem como a adoção do Princípio da Precaução.

1 – INTRODUÇÃO

Os campos eletromagnéticos e suas repercussões sobre o meio ambiente e sobre a saúde pública vêm se constituindo em uma importante área de pesquisa para estudiosos do Brasil e do Mundo.

Nos últimos anos, tem havido muita discussão em relação aos riscos à saúde, apresentados aos usuários dos telefones celulares e às comunidades que residem nas proximidades das estações radiobase – ERB's.(FIG.1)

Com o incremento das vendas dos aparelhos celulares, que, no corrente ano, no Brasil, já alcançam quase 50 milhões de usuários, e, no mundo, cerca de 1,200 bilhões, cresce também o número de ERB's, espalhadas em todo o território.

A telefonia celular é um sistema de radiocomunicação, envolvendo a radioescuta e a radiotransmissão, entre um conjunto de antenas fixas, espalhadas pela região coberta pelo sistema, e os telefones móveis, comandados pelos usuários, que estejam dentro da área ocupada por uma célula (área geográfica iluminada por uma ERB, dentro da qual a recepção do sinal atende às especificações do sistema).



Adilza Condessa Dode - www.mreantenas.eng.br

Figura 1:
Estação Radiobase

Através do telefone celular, o usuário comunica-se com a estação radiobase mais próxima e, com isso, é feito o enlace com outras ERB's ou com a rede telefônica convencional, podendo o usuário movimentar-se livremente na região coberta pelas radiações eletromagnéticas oriundas dessas antenas.

Sobre torres, postes, ou quaisquer estruturas de suporte, inclusive topo ou fachadas de prédios, públicos ou privados, é montado um conjunto de antenas (transmissoras e receptoras), interligado aos equipamentos de transmissão e recepção, por meio de cabos coaxiais.

A este conjunto de equipamentos constituintes de cada célula, denomina-se Estação Radiobase (ERB).

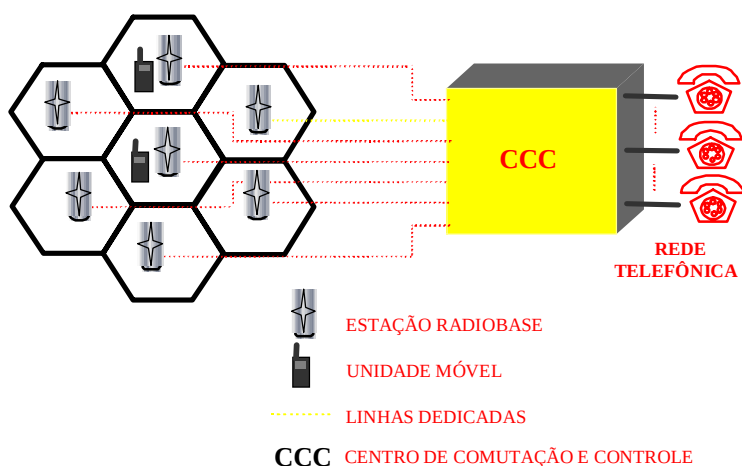


Figura 2:
Comunicação
de celulares

A radiação do tipo eletromagnética, oriunda das Estações Radiobase, é uma forma de radiação não ionizante que se propaga com a combinação de campos elétricos e magnéticos, viajando no vácuo ou no ar, na mesma velocidade que a luz. Os campos elétricos (E) e magnéticos (H) variam de intensidade tanto no espaço quanto no tempo.

O perigo de ocorrerem exposições despercebidas a essas radiações reside no fato de que nosso organismo não possui mecanismo sensorial que permita detectá-las. Portanto, se não há percepção das radiações por parte do trabalhador, da comunidade e dos seres vivos, estes não poderão, naturalmente, evitá-las.

Para estabelecer os respectivos limites de exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de 9 kHz a 300 GHz, a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicação) adotou para exposição do público em geral e para exposição ocupacional os mesmos níveis de exposição adotados pela ICNIRP (Comissão Internacional sobre Proteção à Radiação Não Ionizante), e esta, para traçar suas diretrizes baseou-se exclusivamente em efeitos térmicos na saúde, de caráter imediato, a curto prazo, e não a longo prazo.[14]

A literatura especializada cita uma grande variedade de efeitos não térmicos adversos à saúde humana, provenientes da exposição prolongada às radiações de Radiofrequência e microondas, com a SAR (Taxa de Absorção Específica) inferior a

4 W/kg, dentre os quais se destacam: alteração do eletroencefalograma (EEG), letargia, geração de prematuros, distúrbios do sono, distúrbios comportamentais, perda de memória recente, dificuldades de concentração, doenças neurodegenerativas, tais como os males de Parkinson e Alzheimer, abortamento, má formação fetal, linfoma, leucemia e câncer, entre outros. [5][6][10][11][20] A Organização Mundial da Saúde, coordena um projeto na área, iniciado em 1996, com término previsto para o ano de 2007, que poderá validar esses efeitos na saúde.[24]

É lamentável que este projeto só tenha sido desencadeado, depois que a referida tecnologia do sistema de telefonia celular entrou em operação em escala mundial. Adotando o Princípio da Precaução, vários países como: Austrália, Bélgica, Itália, Liechtenstein, Luxemburgo, Nova Zelândia, Rússia e Suíça, bem como as cidades de Salzburg, na Áustria, e Toronto, no Canadá, estão com seus limites de exposição humana às Radiofrequências inferiores às diretrizes baseadas na determinação de limites de exposição à RF apenas pelo aquecimento do tecido humano.

A caracterização dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos, nas faixas de telefonia celular, e a sua comparação com os limites constantes das diretrizes em vigor, para ambientes não controlados, é de extrema importância no aprofundamento dos estudos laboratoriais e epidemiológicos, em relação aos efeitos biológicos de longa duração.

As torres, além de produzirem radiação eletromagnética, são susceptíveis a descargas atmosféricas como raios e relâmpagos. Estas descargas devem ser dissipadas da torre para o subsolo, através de uma conveniente malha de aterramento. Entretanto, se o aterramento não for adequado, os aparelhos eletrônicos na vizinhança das torres poderão ser danificados.

Outro problema das torres é a sua fragilidade mecânica, podendo vir a cair, como mostra a FIG. 3.



Figura 3:
Torre de telefonia celular caída em 25/11/2002, no bairro Filadélfia, em Betim, Minas Gerais. Jornal Estado de MG, n.º 22.249, 27/11/2002, Caderno Gerais.

2. CONTROLE DA EXPOSIÇÃO HUMANA A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

2.1 – Introdução

Para proteger as pessoas de exposição excessiva a campos eletromagnéticos, limites e padrões de exposição têm sido desenvolvidos em todo o mundo. Reavaliação dos limites de exposição e o desenvolvimento de novos limites têm sido feitos para os níveis de exposição a RF no meio ambiente e em relação aos efeitos biológicos. O público está cada vez mais consciente dos efeitos nocivos da energia de RF, em virtude de estudos promovidos pelo pessoal da saúde e da segurança.

As normas internacionais existentes sobre os limites de exposição aos campos eletromagnéticos consideraram duas classes de exposição às radiações não ionizantes: Meio Ambiente Controlado e Meio Ambiente Não Controlado.

Tanto a NRPB quanto a ICNIRP têm diretrizes baseadas na necessidade de evitar-se efeitos adversos conhecidos à saúde. Até agora, estas diretrizes foram elaboradas sobre os únicos efeitos adversos estabelecidos, que seriam aqueles causados exclusivamente pelo aquecimento dos tecidos: os efeitos térmicos.

2.2 - Meio Ambiente Controlado – Exposição Ocupacional

É o local onde há exposição que afeta as pessoas, e as mesmas estão cientes do potencial da exposição e são preparadas para tomar as precauções necessárias.

A população ocupacionalmente exposta compreende adultos que estão geralmente expostos a condições conhecidas e são treinados para tomar as medidas necessárias.

2.3 – Meio Ambiente Não Controlado – Público em Geral

Lugares onde há exposição de indivíduos que não têm nenhum conhecimento ou controle da sua exposição. O público em geral consiste em pessoas de todas as idades e estados de saúde, e pode incluir grupos ou indivíduos particularmente suscetíveis. As exposições podem ocorrer em quartos residenciais, hospitais, escolas e outros, onde há aglomeração ou passagem de pessoas.

2.4 – Parâmetros

2.4.1 SAR (Specific Absorption Rate)

O NCRP dos EUA, em 1972 convocou o Comitê Científico 39 para deliberar e recomendar as quantidades dosimétricas e unidades aplicáveis ao CEM (Campo Eletromagnético). [16]

Atendendo às recomendações do NCRP, em 1982, a ANSI C95, subcomitê IV, adotou como uma unidade para a Taxa de Absorção Específica (SAR), a unidade W/kg, que representa a quantidade energia eletromagnética absorvida por unidade de massa.

A SAR é “o índice de tempo no qual a energia eletromagnética de radiofrequência é transferida para um ambiente de massa de um corpo biológico”. A SAR é aplicada a qualquer tecido ou órgão.

A SAR é a base fundamental para os guias de proteção de exposição a RF, incluindo o do Padrão do IEEE Std C95.1, Edição 1999.

A SAR é importante em dosimetria, porque ela tanto fornece uma medida do índice de tempo da absorção de energia, que pode ser manifestada como calor, quanto fornece uma medida dos campos internos, que poderiam afetar o sistema biológico de outros modos, além do que é afetado através do calor: efeitos atômicos ou não térmicos.

Métodos indiretos da avaliação foram desenvolvidos pela dificuldade de se medir a densidade de corrente induzida no interior do corpo ou a SAR.

A absorção de energia das ondas eletromagnéticas depende:

- da frequência da onda;
- da orientação do corpo em relação à onda;
- da polarização do campo CEM (campo eletromagnético);
- da distância do corpo em relação à fonte que produz a onda: campo próximo e campo distante;
- do meio ambiente (quantos corpos estão presentes no mesmo local), devido à reflexão, transmissão e deformação do CEM;
- das propriedades elétricas do corpo (constante dielétrica, condutividade); ex.: músculo e cérebro, por conterem mais água, absorvem mais energia; osso e gordura, que contém menos água, absorvem menos energia.

O tecido biológico é descrito a partir de sua permissividade relativa e de sua condutividade elétrica. A tabela 1 mostra as características elétricas do tecido humano nas frequências de 900 MHz e 1,9 GHz.

Tecidos	900 MHz		1.9 GHz		$\rho_t (kg / m^3)$
	ϵ_r	$\sigma(S / m)$	ϵ_r	$\sigma(S / m)$	
Cérebro	55.0	1.23	47.0	1.42	1030
Músculo	58.5	1.21	56.0	1.76	1040
Osso	8.0	0.105	8.0	0.15	1850
Líquido	79.1	2.14	72.0	2.5	1000
Pele	34.5	0.60	32.0	0.57	1100

Tabela 1 - Propriedades dos materiais biológicos

Nós, seres humanos, funcionamos como ótimas antenas receptoras para a absorção da radiação eletromagnética.

3 – LEGISLAÇÃO

No ano de 1977, foi formado o primeiro Comitê Internacional que abordava questões sobre a radiação não ionizante: o “INIRC - International Non-Ionizing Radiation Committee”: Comitê Internacional de Radiação Não Ionizante. Este comitê transformou-se em uma Comissão denominada “ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection”: Comissão Internacional sobre Proteção de Radiação Não Ionizante -, responsável pelos estudos sobre exposição humana à radiação não ionizante, estabelecendo diretrizes e orientando pesquisas científicas.

Em 1998, a ICNIRP publicou diretrizes para limitar a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, variáveis no tempo, até 300 GHz. Esta avaliação veio a complementar as diretrizes estipuladas pelo “NRPB - National Radiological Protection Board: Conselho Nacional de Proteção Radiológica” -, adotadas pelo Reino Unido.

A “ANSI C95.1-1966”, revista em 1974 e 1982, foi substituída pela padronização “IEEE Std C-95.1, 1999 Edition” (que incorpora o “IEEE Std C95.1-1991”, com o suplemento “IEEE Std C-95 1a 1998”). A padronização da ANSI de 1966, inicialmente citada, requer que cada um dos seus padrões ou guias sejam revistos em intervalos de 5 anos.[12][13]

3.1 - Legislação Brasileira

No Brasil, não existe uma legislação ambiental e de saúde a nível federal sobre o tema, por isso vários municípios decidiram criar seus próprios limites para exposição à radiação eletromagnética.

Temos em nosso país, atualmente, Normas Regulamentadoras (NR), aprovadas pela Portaria n.º 3214/78, de 8 de Junho de 1978, do Ministério do Trabalho, que dispõe sobre a Segurança e Medicina do Trabalho. A NR-15 dispõe sobre as Atividades e Operações Insalubres, sendo o Anexo 7 referente às Radiações Não Ionizantes, e a NR - 9 sobre o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. A NR-15 não estipula limites de tolerância para exposição ocupacional às radiações não ionizantes. [4]

A NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, PPRA.

Na ausência de limites de tolerância na NR-15, para efeitos de adoção de medidas de controle dos riscos ambientais, deverão ser utilizados os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela “ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists”: Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais – [2], ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos em seu item 9.3.5.1.c.

O Decreto Federal 3.048, de 6 de maio 1999, que aprova o Regulamento da Previdência Social e dá outras providências, em seu Anexo II – Neoplasias (Tumores) Relacionados com o Trabalho (Grupo II da Cid-10), cataloga:

“Doenças

()

XI – Leucemias (C21-C95)

1- Benzeno

2- Radiações ionizantes

3- Óxido de etileno

4- Agentes antineoplásicos

5- *Campos eletromagnéticos*

6- Agrotóxicos clorados (Clordane e Heptaclor)”

Campinas foi a primeira cidade brasileira a fixar o limite de $100 \mu W/cm^2$ (cem microwatts por centímetro quadrado), em qualquer local de possível ocupação humana, valor quatro vezes mais restritivo do que sugerido pela ICNIRP, através da Lei 9.891, de 26 de outubro de 1998.

O decreto municipal 12.153, de novembro de 1998, da cidade de Porto Alegre, foi o primeiro a sistematizar a regulação de padrões urbanísticos, sanitários e ambientais para a instalação de Estações Radiobase (ERB's), Microcélulas de Telefonia Celular e equipamentos afins. Fixou o limite máximo em densidade de potência, nos locais públicos (média em qualquer período de trinta minutos) em $580 \mu W / cm^2$ (microwatts por centímetro quadrado), para as frequências tipicamente utilizadas em ERB's (na faixa de 869 a 890 MHz).

Ainda no município de Porto Alegre (RS), a lei 8.706, de 15 de janeiro de 2001, obrigou as empresas fabricantes de aparelhos de telefonia celular a divulgar valores de SAR (Taxa de Absorção Específica), até a data de 1º de março de 2001, medidos em conformidade com os procedimentos reconhecidos internacionalmente, tomando-se como referência as normas estabelecidas pelo “IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers”: Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos, dos EUA, ou pelo “CENELEC - Comité Européen de Normalisation Electrotechnique”: Comitê Europeu de Normatização Eletroeletrônica, tornando as empresas obrigadas a recolher

e substituir, sem ônus aos proprietários, os aparelhos de telefonia celular que apresentassem, na medição da SAR, valor maior que 2m W/g (dois miliwatts por grama).

Atualmente, Porto Alegre adotou os mesmos limites de valores máximos de exposição humana em relação aos campos eletromagnéticos, os níveis adotados pela Norma da Suíça N.º 814.710. Lei Municipal N.º 8896 de 26/04/2002 D.O.P.A de 30/04/2002, sendo os valores máximos de exposição $E (V/m) = 4$ e $S (W/m^2) = 0,043$.

Em alguns países, já existe a imposição para que os fabricantes meçam e divulguem os valores de SAR para todos os modelos de telefones celulares fabricados; nos Estados Unidos, o “FCC-Federal Communication Commission”: Comissão Federal de Comunicação, desde meados de 2000, só certifica os celulares, que apresentarem medida de SAR inferior a 1,6 miliwatt por grama.

Na Europa, para a função acima, há o CENELEC, citado anteriormente, no Japão, o “Ministry of Posts and Telecommunications”: Ministério dos Correios e das Telecomunicações.

Em 19 de novembro de 1998, o prefeito de Ubatuba sancionou a lei 1.766, que dispõe sobre a instalação de antenas transmissoras de rádio, televisão, telefonia celular, telecomunicações em geral, e de outras radiações eletromagnéticas, naquele município, fixando o limite de $100 \mu W/cm^2$ (cem microwatts por centímetro quadrado), em qualquer local passível de ocupação humana.

Em Belo Horizonte, a Secretaria Municipal de Coordenação da Política Urbana e Ambiental, preocupada com o controle urbanístico e ambiental na capital, através do COMAM - Conselho Municipal Ambiental -, estabeleceu normas específicas para o licenciamento ambiental das antenas de telecomunicações, com estrutura em torre ou similar, através da Deliberação Normativa n.º 035/01 [8]. Outras Deliberações Normativas foram estabelecidas por esse Conselho, referentes ao assunto, a saber: Deliberações Normativas n.º s 36 e 37.

Através da Lei n.º 8.201, de 17 de julho de 2001, o governo municipal da capital mineira alterou a Lei n.º 7.277/97, estabelecendo normas para a instalação de antenas de telecomunicações, e adotando as recomendações técnicas publicadas pela Comissão Internacional para Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP, ou outra que vier a substituí-la, em conformidade com as orientações da Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. O Decreto n.º 10.889, de 30 de novembro de 2001, dispõe sobre a regulamentação do procedimento para licenciamento de antenas de telecomunicações, previsto na Lei n.º 8.201, de 17 julho de 2001 e dá outras providências.

No Rio de Janeiro, o Decreto n.º 19.260, de 8 de dezembro de 2000, dispõe sobre a autorização para instalação, a título precário, de torres, postes e mastros, e de estações de radiocomunicação dos serviços de telecomunicações.

A cidade de Curitiba, através da portaria N.º 18/2000, dispõe sobre os parâmetros de ocupação do solo e sistematização para licenciamento de instalação de Estação Radiobase (ERB), Microcélulas de Telefonia Celular e equipamentos afins.

A Prefeitura Municipal de Governador Valadares, no Estado de Minas Gerais, através da Lei n.º 4.978, de 30 de Abril de 2002, dispõe sobre a localização e operação de Antenas Transmissoras de Rádio, Televisão, Telefonia Celular, Telecomunicações em geral, e outras Antenas Transmissoras de Radiação Eletromagnética e dá outras providências. A Lei de n.º 5.055, de 19 de setembro de 2002, dispõe sobre alteração na Lei n.º 4.978, de 30 de abril de 2002.

3.2 – ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

Esta agência é a responsável pela administração do espectro de Radiofrequência que é um recurso limitado, constituindo-se em bem público.

Em 15 de Julho de 1999, o Conselho Diretor da ANATEL decidiu adotar como referência provisória, para avaliação da exposição humana a campos eletromagnéticos de Radiofrequência, provenientes de estações transmissoras de serviços de telecomunicações, os limites propostos pela ICNIRP. De acordo com a avaliação da ICNIRP, não há nenhuma evidência de que os campos eletromagnéticos alterem a estrutura do DNA humano, considerando, para seus limites, somente os efeitos térmicos da radiação não ionizante, e desconsiderando os efeitos atérmicos, potencialmente mais danosos.

O Conselho Diretor da Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL, deliberou em sua reunião n.º 155, realizada em 28 de março de 2001, submeter a comentários e sugestões do público em geral - nos termos do artigo 42 da Lei n.º 9.472 de 1997; e do artigo 67 do Regulamento da Agência Nacional de Telecomunicações -, Proposta de Regulamento sobre Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos, na Faixa de Radiofrequência, na forma do Anexo à Consulta Pública n.º 285, de 30 de março de 2001. Como resultado desta consulta, a ANATEL adotou, no Anexo à Resolução n.º 303, de 2 de julho de 2002, [3] os níveis de referência - 9 kHz a 300 GHz -, para exposição do público em geral e para exposição ocupacional a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo (valores eficazes, não perturbados), os mesmos níveis de exposição adotados pela ICNIRP.

O nosso país não dispunha, até então, de dispositivo legal, regulamentando os níveis de radiação não ionizante, permitidos em lugares públicos e ocupacionais.

Conforme prevê o artigo 74 da Lei n.º 9.472, de 16 de Julho de 1997, “a concessão, permissão ou autorização de serviços de telecomunicações não isenta a prestadora do atendimento às normas de engenharia e às leis municipais, estaduais ou do Distrito Federal, relativas à construção civil e à instalação de cabos e equipamentos em logradouros públicos”.

NÍVEIS DO PÚBLICO EM GERAL	FREQUÊNCIA MHz	CAMPO ELÉTRICO V/m	POTÊNCIA W/m²	POTÊNCIA μW/cm²
(Níveis de investigação no Reino Unido anteriores a Junho/2000) NRPB, 1993 ICNIRP 900 A 1800 MHz (...)	400 900 1800	100 112 194	26.4 33 100	2640 3300 10000
FCC OET 65: 1997 - 01 EUA. No documento NCRP - Rep. 86	900 1800	47 61	6 10	600 1000
Código 6 de Segurança canadense (SC6) 1993	900 1800	47 61	6 10	600 1000
ICNIRP, 1998 (reconhecido pela OMS) CENELEC, 1995 (EU)	900 1800	41 58	4.5 9	450 900
Austrália, 1998 (sob revisão)	900/1800	27	2	200
Duas bases de pesquisa dos EUA	30 - 1000000	19	1	100
Bélgica (Federal) (2001 AEL VOET níveis)	900 1800	20.6 29.1	1.125 2.26	112.5 225
Polônia (zona ocupacional intermediária) Zona de segurança - público em geral	300 - 3000000	19 6	1 0.1	100 10
Rússia, 1988	300 - 3000000	5	0.1	10
Itália, Decreto 381 (1999)	30 - 3000000	6	0.1	10
Comitê de Saúde de Toronto -2000, no Código SC6/100 de segurança canadense	900 1800	5 6	0.06 0.1	6 10
Ordem Suíça para ERB a partir de 1 de fevereiro de 2000	900 1800	4 6	Não especificado	Não especificado
Liechtenstein (2001, NISV níveis)	900 1800	4 6	0.04 0.1	4 10
Luxemburgo (2001)	900 1800	3 6	0.1 0.1	10 10
Itália, Gênova (2000)	900 & 1800	3	0.1	10
União Européia e Reino Unido. Regulamentos para equipamentos sujeitos a testes de níveis (domésticos e comerciais)	30 - 2000	3	Não especificado	Não especificado
Máximo típico em áreas públicas próximas às torres das ERB's (pode ser mais alto)	900 & 1800	2	0.01	1
Cidade de Salzburg	300 - 3000000	0.62	0.001	0.1
Dr. Cherry (NZ) proposta para agora	300 - 3000000	0.28	0.0002	0.02
Exposição média nos EUA) (EPA 1980) Habitante de cidade comum (FCC 1999)	Aprox. 30 - 3000000	<0.13 <2	<0.00005 <0.01	<0.005 <1
Fundo natural de Banda Larga	300 - 3000	<0.00003	<0.00000001	<0.000001
Típico comum perto de uma antena de celular manual	900 & 1800	50 - 300	2 - 50	200 - 5000

3.3 – Níveis Permitidos em Outros Países

Tabela 2 - Padrões Comparativos para Níveis de Exposição do Público em Geral a RF – 900 e 1800 MHz para as duas bandas principais de telefone móvel em diversos

países [18]

Observando a tabela 1, verificamos que, em diversos países, os limites permissíveis adotados são inferiores aos padrões e normas internacionais recomendados.

De acordo com os padrões de exposição legais [21], no Estado de New South Wales, na Austrália, 1998, para a frequência de 900 MHz, o limite é de $0,00001 \text{ W/m}^2$ e para frequências de 1,8 GHz o limite é também de $0,00001 \text{ W/m}^2$.

O governo suíço adotou padrões atualizados de limite de exposição para a população em geral às linhas de transmissão de energia elétrica e às torres de transmissão de comunicação móvel, em 01/02/2000. Os limites de exposição, na faixa de frequência em 900 MHz, para torres de telefonia móvel, é de 4 V/m ou $4,2 \frac{1}{4} \text{ W/cm}^2$ e para a faixa de frequência em 1800 MHz é 6 V/m ou $9,5 \frac{1}{4} \text{ W/cm}^2$. [22]

Observa-se também que, por falta de uma legislação federal, várias cidades brasileiras criaram suas próprias legislações.

4. METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Na metodologia para avaliação dos níveis de exposição aos campos eletromagnéticos, cálculos teóricos e monitoramento em campo [9], baseou-se nas seguintes diretrizes: IEEE, 1999; IEEE, 1992; NCRP, 1993; e o Anexo à Resolução n.º 303 da ANATEL. Foram também observados os seguintes aspectos para analisar a intensidade das radiações eletromagnéticas oriundas das antenas de telefonia celular: [9]

- Caracterização da região onde se localiza a ERB;
- Altura exata da antena, em relação ao solo, em cada setor da ERB;
- Desenho mostrando a orientação das antenas, em relação ao norte verdadeiro e ao norte magnético (azimute), em cada setor, referenciado também às construções;
- Desenho mostrando a orientação das antenas, em relação às construções vizinhas, em um raio mínimo de 30 metros (preferencialmente em um de 100 metros);
- Tilt mecânico da antena de cada setor da ERB;
- Tipo de antena utilizada em cada setor, e suas informações técnicas;
- Diagrama de irradiação horizontal;
- Diagrama de irradiação vertical (incluindo tabela, detalhando o ganho em cada direção);
- Ganho na direção de diretividade máxima;
- Largura de feixe de 3 dB (plano horizontal e vertical);

- Seleção do equipamento, utilizando-se sonda adequada, cobrindo toda a faixa de interesse;
- Média temporal, realizada com um nível médio de tempo fixo de seis minutos;
- Medições realizadas em horário de tráfego intenso;
- Varredura nas imediações da ERB, caminhando-se com o aparelho a uma distância de 2 metros do solo, com o braço esticado, para evitar efeito do corpo do operador sobre a medição;
- Medições da intensidade de campo, feitas, em várias alturas acima do chão, separadas por 20 cm uma da outra, com o objetivo de fornecer maiores detalhes na distribuição espacial do campo;
- Cuidados para colocar o medidor longe de superfícies metálicas, evitando-se, assim, acoplamentos capacitivos e mudança da impedância do sensor;
- Medições realizadas no lóbulo principal de cada setor da antena;
- Tomada de grande quantidade de amostra de dados para determinar, espacialmente, áreas de intensificação de campo, causadas por reflexão e interferência de várias trajetórias de ondas.

5. RECOMENDAÇÕES

Com a disseminação da telefonia celular, várias organizações importantes verificaram que as normas e padrões existentes deveriam ser checados novamente. As Normas Internacionais mais difundidas são essencialmente baseadas nos “efeitos térmicos”, e como os “efeitos não térmicos” podem ocorrer em níveis de potência bem inferiores que aqueles correspondentes aos efeitos térmicos, existe a possibilidade de que aquelas normas tenham que ser oportunamente alteradas para níveis bem mais restritivos, caso os efeitos não térmicos sejam definitivamente comprovados. Isto, entretanto, ainda carece de pesquisas, que são objeto de um projeto internacional da OMS - “Organização Mundial da Saúde”. [25]

A OMS [24] iniciou, em 1996, o projeto denominado “International EMF Project-Health and Environmental Effects of Exposure to Static and Time Varying Electric and Magnetic Fields”: Projeto Internacional de Campos Eletromagnéticos - Efeitos na Saúde e no Meio Ambiente da Exposição à Estática e aos Campos Elétricos e Magnéticos Variáveis no Tempo, abrangendo campos eletromagnéticos com frequências entre 0 e 300 GHz, com previsão de término para o ano de 2007. Participam as seguintes organizações internacionais:

- “International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP”: Comissão Internacional sobre Proteção de Radiação Não Ionizante.
- “International Agency for Research on Cancer – IARC”: Agência Internacional para Pesquisa sobre o Câncer.

- “International Labour Office – ILO”: Agência Internacional do Trabalho.
- “International Telecommunication Union – ITU”: União Internacional de Telecomunicação.
- “European Commission – EC”: Comissão Européia.
- “International Electrotechnical Commission - IEC”: Comissão Eletrotécnica Internacional.
- “United Nations Environment Programme – UNEP”: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
- “North Atlantic Treaty Organization – NATO”: OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte.

Na Inglaterra, estas normas estão sendo atualmente revistas pelo Conselho Nacional de Proteção Radiológica (“National Radiological Protection Board”); pelo Fundo de Pesquisa em Leucemia (“Leukaemia Research Fund”); pelo Departamento de Saúde; e pela Comissão Científica da Câmara dos Comuns.

Nos EUA, esta revisão está sendo feita pelo Instituto Americano Nacional do Câncer (“American National Cancer Institute”) e pelo departamento de Administração de Alimentos e Medicamentos (“Food and Drugs Administration”).

5.1 – Princípio da Precaução

O Princípio da Precaução, do qual, o Brasil é signatário desde a Eco 92, deve ser aplicado, quando a informação científica é insuficiente e, quando há indicações sobre possíveis efeitos no ambiente, ou nos seres vivos.

Quando uma atividade levanta possibilidade de nocividade à saúde humana ou ao meio ambiente, medidas preventivas devem ser tomadas, mesmo se alguma relação de causa e efeito não for completa e cientificamente estabelecida. Durante anos os movimentos ambientais e de saúde pública têm lutado para encontrar caminhos para proteger a saúde e o meio ambiente, quando ainda existe a incerteza científica sobre causa e efeito.

O público tem carregado o ônus de provar que uma atividade em especial ou uma substância é perigosa, enquanto aqueles que executam as atividades potencialmente perigosas e lançam no meio ambiente os produtos potencialmente perigosos são considerados inocentes, até que sejam provados culpados. As companhias que adotam práticas perigosas e manuseiam e permitem que os produtos químicos cheguem ao meio ambiente parecem, muitas vezes, ter mais direitos que os cidadãos.

O encargo de provar cientificamente a relação dose-resposta colocou uma enorme barreira na campanha para proteger a saúde e o meio ambiente. Ações para prevenir danos são normalmente tomadas somente depois que a prova significativa de dano for estabelecida, podendo, então, ser muito tarde.

Quando grupos de cidadãos baseiam suas demandas para parar uma atividade particular pela experiência e observação ou algo menos do que uma estrita prova científica, eles são acusados de ser emocionais e histéricos. Para ultrapassar essa barreira, é necessário um instrumento de ação com poder ético e de cunho científico para a tomada de decisões.

Nós estamos em uma conjuntura excitante na história do mundo: de um lado vemos ameaças nunca havidas à saúde humana e ao meio ambiente que sustenta a vida, por outro lado temos a oportunidade de mudar fundamentalmente o modo como as coisas são feitas.

Nós não temos que aceitar as coisas como elas estão.

A “Precaução” é um princípio-guia, que nós podemos usar para parar a degradação ambiental.

O Princípio da Precaução é um novo modo de pensar sobre a proteção ambiental ou a proteção à saúde pública, e a permanência da exposição a situações e a agentes de risco a longo prazo. Ele nos desafia a fazer mudanças fundamentais no modo como permitimos e restringimos danos. Alguns destes desafios colocarão grandes ameaças às agências de governo e aos poluidores e vão, provavelmente, encontrar resistência poderosa.

O Princípio da Precaução não é baseado em ciência sã. O entendimento convencional de “ciência sã” enfatiza a Avaliação de Risco e a Análise de Custo-Benefício. Estas são abordagens carregadas de valor, requerendo numerosas suposições sobre como os danos ocorrem, como as pessoas são expostas a eles, e a vontade da sociedade de tolerar o dano. De fato, por causa de grandes incertezas sobre causa e efeito, todas as decisões sobre saúde humana e meio ambiente são carregadas de valor e são políticas.

A Precaução é baseada no princípio que nós não devemos expor pessoas e o meio ambiente a danos, se não for necessário fazê-lo.

O Princípio da Precaução começou a ser aplicado na Alemanha, no início da década de 70, com uma lei ambiental contrabalançada por Princípios de Viabilidade Econômica [23] e adotou políticas rigorosas para atacar a chuva ácida, o aquecimento global e a poluição do Mar do Norte. Também levou ao desenvolvimento de uma forte indústria ambiental na Alemanha.

O Princípio da Precaução foi introduzido, na Europa, em 1984, depois que os países participantes da Primeira Conferência Internacional sobre a Proteção do Mar do Norte se interessaram por ele; depois, expandiu-se em inúmeras convenções e conferências como o Tratado de Maastricht para a União Européia, a Declaração de Bergen sobre o Desenvolvimento Sustentável, e a Convenção da Mudança de Clima Global e outros.

A Suécia e a Dinamarca já adotaram o Princípio da Precaução como guia para política de meio ambiente e da saúde pública.

Nos Estados Unidos, o Princípio da Precaução não está expressamente mencionado em suas leis ou políticas, contudo, algumas leis têm uma natureza de precaução, e o Princípio está subjacente na legislação ambiental mais recente:

- a)** Estudo de Impacto Ambiental (Ato da Política Nacional do Meio Ambiente);
- b)** Ato da Segurança Ocupacional e da Saúde (Assegura a cada trabalhador e trabalhadora condições seguras e saudáveis para trabalhar);
- c)** Ato de Prevenção de Poluição em 1990, que estabeleceu a maior prioridade em programas de meio ambiente no país. [23]

Uma das mais importantes expressões do Princípio da Precaução, internacionalmente, é a Declaração do Rio da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, também conhecida como Agenda 21, a Declaração afirma: “Com fim de proteger o meio ambiente, os Estados devem aplicar amplamente o princípio da precaução, conforme as suas capacidades. Quando haja perigo de dano, grave ou irreversível, a falta de uma certeza absoluta não deverá ser utilizada para postergar-se a adoção de medidas eficazes em função do custo para impedir a degradação do meio ambiente”.

Os Estados Unidos assinaram a declaração do Rio, mas não se sabe se manterão o compromisso. A aplicação do Princípio está mais avançada na Europa do que nos Estados Unidos.

O teste para saber quando aplicar o Princípio da Precaução é a combinação da ameaça de dano e a incerteza científica. Alguns acham que o dano deve ser sério ou irreversível, mas outros ressaltam que os efeitos cumulativos devem ser levados em conta mesmo em pequenas doses.

O Princípio de Precaução será aplicado quando houver bases razoáveis para preocupação de que um procedimento ou desenvolvimento possa contribuir para a degradação do ar, da terra, da água e da comunidade. A falta de certeza científica completa não será usada como razão para adiar medidas efetivas de custo elevado para prevenir a cara degradação do meio ambiente e de vidas humanas, pois queremos viver em um mundo auto sustentável. A sustentabilidade ecológica não é garantida pelas forças do mercado.

Se nós estivermos verdadeiramente interessados na sustentabilidade, devemos expandir as nossas estruturas de tempo, no mínimo o tempo ecológico, se não o tempo evolucionário, porque as consequências de se introduzir um novo produto ou uma nova tecnologia no meio ambiente podem raramente serem observadas no tempo bioquímico ou mesmo orgânico. A ruptura endócrina e o aparecimento de dano nas gerações posteriores, por exemplo, demonstram a necessidade de expandirmos nossa estrutura de tempo.

A Precaução é mais perfeita do que a Avaliação de Risco, porque expõe a incerteza e admite as limitações da ciência.

6. CONCLUSÃO

O número cada vez maior de antenas de telefonia celular instaladas nas cidades brasileiras, de forma indiscriminada, pode expor a população a perigosos índices de radiação. A população vizinha das antenas recebe uma dose de radiação de Radiofrequência, durante 24 horas, continuando a ser um grande desafio, para a comunidade científica, estabelecer um limite de uma dose segura, que a população possa receber, já que os efeitos atômicos não são percebidos, apesar de mais prejudiciais, e as normas internacionais existentes não consideraram esses efeitos, que já estão sendo reconhecidos pelos pesquisadores do assunto.

A ECO 92 - Princípio n.º 15 da Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento elegeu a precaução como um dos princípios a serem seguidos: “Com o fim de proteger o meio ambiente, os Estados devem aplicar amplamente o princípio da precaução, conforme as suas capacidades. Quando haja perigo de dano, grave ou irreversível, a falta de uma certeza absoluta não deverá ser utilizada para postergar-se a adoção de medidas eficazes em função do custo para impedir a degradação do meio ambiente”.

Tendo em vista o acima declarado, sugerir que as autoridades governamentais adotem o Princípio da Precaução, até que se disponha de informação científica mais evidente sobre o assunto, apresentando elas as providências a seguir:

1. Estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV), que deverá incluir também a Percepção de Risco. Este estudo deverá abranger um raio de, no mínimo, 150 metros em torno da ERB, e só instalar ERB's onde houver aceitação de toda a comunidade residente nesse entorno.

2. Redução da potência de emissão das antenas do sistema da telefonia celular ao limite mais baixo que a técnica permitir, até que sejam apresentados resultados de testes sobre aquela emissão, acerca dos quais não haja dúvidas em referência aos efeitos, danosos ou não, que essa emissão possa causar.

3. As medições dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos por parte dos órgãos ambientais e de saúde pública são de extrema relevância, para garantir a segurança das pessoas que residem e circulam nas proximidades das ERB's.

4. Locais onde os limites de exposição ultrapassarem os padrões recomendados, a operadora responsável deverá reduzir, de imediato, seus níveis de emissão de radiação, e o órgão público responsável deverá proibir a instalação de novas ERB's, naquela região.

5. A instalação de ERB's deveria ser longe de onde as pessoas vivem e trabalham, bem como distante de hospitais, escolas e outros locais de aglomeração de público. O monitoramento das radiações deve ser feito, também, pelos órgãos ambientais e de saúde pública.

Os efeitos da radiação provocados pelo telefone celular, também preocupantes,

podem ser minimizados com uma redução no tempo de utilização do aparelho, mas a população não tem como se proteger da radiação emitida pelas antenas. É arriscado esperar até 2007 quando a OMS fará suas conclusões. Por isso deve-se adotar o Princípio da Precaução.

Adilza Condessa Dode,
professora,
engenheira eletricista PUC-MG,
pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho PUC-MG,
mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG

Mônica Maria Diniz Leão,
professora doutora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da
Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais,
doutora pelo INSA - Instituto de Ciências Aplicadas - Toulouse - França

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

(1) ALEMANHA (GERMANY). Federal Ministry for Education and Research. STANG, Andreas et al.. "The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma". *Epidemiology*, January 2001, vol. 12, n.º 1, pages 7 to 12.

(2) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS ACGIH. 1999 TLVs and BEIs: Threshold limit values for chemical substances and physical agents – biological exposure indices. ISBN: 1-882417-32-1. 185p.

(3) ANATEL, 2002. Resolução no. 303 de 2 de julho de 2002 – Aprova o Regulamento sobre Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9kHz e 300 GHz. [online]. Disponível em: <www.anatel.gov.br>

(4) BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n. 3214 de 08 jun. 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. D.O.U. - *Diário Oficial da União*, Brasília, 06 jul.1978 (Suplemento).

(5) CHERRY. N.. *Actual or potential effects of ELF and RF/MW radiation on accelerating aging of human, animal or plant cells*. Lincoln University. Auckland. New Zealand. 1998.

(6) CHERRY, Neil. *Criticism of the health assessment in the ICNIRP guidelines for radiofrequency and microwave radiation* [online]. Lincoln University, New Zealand, Jan. 31st, 2000. Available from World Wide Web: <http://www.emfguru.com/EMF/genotoxic/GENOTOXIC-EMR-paper.html>

(7) CHERRY, Neil. *Scientific evidence of the risk of adverse health effects from chronic exposure to low-level electromagnetic radiation* – EMRAA, Electromagnetic Radiation Alliance of Australia, E-mail: emraa@ssec.org.au, 09/1999.

(8) CONSELHO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE-COMAM. Deliberação Normativa n. 035/2001 de 21 mar. 2001. Estabelece normas específicas para o licenciamento ambiental das antenas de telecomunicações com estrutura em torre ou similar e dá outras providências. *Diário Oficial do Município- DOM*, Belo Horizonte, 24 mar. 2001.

(9) DODE, Adilza Condessa, 2003. *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 p.

- (10) HYLAND, G. J.. "Non-thermal bioeffects by low intensity irradiation of living systems". *Eng. Science and Educational Journal*, 7(6):261-269. 1998
- (11) HYLAND, G., "The physiological and environmental effects of non-ionizing electromagnetic radiation": *Final Study, Working Document for the STOA Panel, European Parliament, Directorate General for Research*, Mar. 2001.
- (12) 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.
- (13) 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.
- (14) INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION - ICNIRP. *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)*, USA. In: *Health Physics*, April 1998, Vol. 74, pp. 494-522. 1998.
- (15) ITALIA. Ministero dell' Ambiente; Ministero della Sanità; Ministero delle comunicazione; Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente. Decreto n.º 381 de 10/09/1998; *Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana*. 1998.
- (16) NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRP). "Radiofrequency electromagnetic fields: properties, quantities and units, biophysical interaction, and measurements," Pub. n.º 67, Washington, D.C.. 1981.
- (17) NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS - NCRP Report n.º 119 - *A practical guide to the determination of human exposure to radiofrequency fields*. Bethesda, Maryland, USA. ISBN 0-929600-35-5. 1993.
- (18) PHILLIPS, Alasdair, Technical Director, Powerwatch, updated November 2001. *Comparing standards for general public RF exposure levels*. [on line] Available from World Wide Web: <http://www.powerwatch.org.uk/microwave/1standsx.htm>
- (19) REPACHOLI, M. H. *et al.*. "Lymphomas in Eupim 1 transgenic mice exposed to pulsed 900 Mhz Electromagnetic Fields". *Radiation Research* 147:631-640. 1997.
- (20) REPACHOLI, M. H.. "Low-level exposure to radiofrequency fields: health effects and research needs". *Bioelectromagnetics*; 19:1-19;1998.
- (21) SCHERER, Wolfgang W.. *Maximum EMF exposure limits (standards - table 1, in maximum limits and preventive limits of EMF radiation* [online]. Based on e-mail: nova-h@t-online.de, Website: <http://www.nova-institut.de>, and e-mail contact: rbeavers@llion.org, Website: <<http://www.feb.se/EMF-L/EMF-L.html>>. Available from World Wide Web:http://www.angelfire.com/on3/emf/emf_1000.html
- (22) SUÍÇA. Confederatio Helvetica, Le Autorità Federali della Confederazione Svizzera. *Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti*, ORNI de 23/12/1999.
- (23) TICKNER Joel, RAFFENSPERGER Carolyn, MYERS Nancy. *The Precautionary Principle in Action – A Handbook*. Science and Environmental Health Network, Windsor, North Dakota, USA e Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachussets Lowell, USA.. [online]. E-mails Available from World Wide Web: <Joel_Tickner@student.uml.edu> e <craffensperger@commputserve.com>.
- (24) WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *International EMF project - health and environmental effects of exposure to static and time varying electric and magnetic fields*. [on line]. Available from World Wide Web: http://www.who.int/peh-emf/discretion/desc_english.htm
- (25) WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Objectives and functions*..[on line]. Available from World Wide Web: <http://www.who.int>.

