



# RADIAÇÃO DAS ANTENAS DO SERVIÇO MÓVEL CELULAR E SEU TRATAMENTO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E DE OU- TROS PAÍSES

*Walkyria M. Leitão Tavares*

Consultora Legislativa da Área XIV  
Comunicações, Informática Ciência e Tecnologia

**ESTUDO**

**ABRIL/2001**



Câmara dos Deputados  
Praça dos 3 Poderes  
Consultoria Legislativa  
Anexo III - Térreo  
Brasília - DF

## ÍNDICE

I – Introdução .....	3
II – Componentes de um sistema de telefonia móvel celular e características da radiação eletromagnética por eles emitida .....	4
III – Efeitos biológicos da radiação eletromagnética .....	5
IV – Limites estabelecidos pelos órgãos de padronização e pelos governos de outros países .....	10
V – Estágio da regulamentação no Brasil .....	13
VI – Conclusão .....	15
VII – Bibliografia .....	17

© 2001 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados o(s) autor(es) e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

# RADIAÇÃO DAS ANTENAS DO SERVIÇO MÓVEL CELULAR E SEU TRATAMENTO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E DE OUTROS PAÍSES

*Walkyria M. Leitão Tavares*

## **I - INTRODUÇÃO**

---

**A** crescente utilização da telefonia móvel celular em nosso País e no resto do mundo vem motivando discussões polêmicas acerca dos possíveis malefícios à saúde das pessoas provocados pela emissão de radiação eletromagnética. As discussões, antes restritas aos círculos técnicos e científicos, ocupam cada vez mais os meios de comunicação tradicionais, criando verdadeira onda de desconfiança em relação ao uso dos telefones celulares e à instalação de antenas radiobase. Esses dois componentes do sistema de telefonia celular emitem ondas eletromagnéticas que são absorvidas pelo organismo humano, causando efeitos biológicos já bastante estudados. A questão que ainda não foi devidamente esclarecida é se estas radiações também provocam danos à saúde. Diversos estudos foram realizados, tanto para avaliar os possíveis danos advindos do uso constante do celular, como os provocados pela instalação de estações radiobase em regiões habitadas.

No caso das estações radiobase, que são o foco deste estudo, verifica-se que, desde o início da década de noventa, quando se popularizou o uso dos celulares, vários organismos de padronização estabeleceram parâmetros técnicos de segurança para a instalação dessas antenas.

O objetivo do presente estudo é apresentar informações sobre a regulamentação existente sobre o assunto nos diversos países e no Brasil.

Para que possamos abordar o tema de forma mais precisa, incluímos no segundo capítulo do estudo informações técnicas sobre os sistemas de telefonia móvel celular e sobre o tipo de radiação por eles emitida. Tratamos no terceiro capítulo

de resumir os principais resultados obtidos, até o momento, em estudos sobre os efeitos da radiação dos sistemas celulares sobre os seres vivos. No capítulo seguinte, detalhamos as diretivas técnicas para a instalação de estações radiobase adotadas por organismos internacionais e por governos de outros países. No capítulo V, apresentamos o estágio da regulamentação da matéria em nosso País, nos âmbitos federal e dos Estados e Municípios.

Por último, apresentamos a conclusão, na qual discutimos a necessidade de se elaborar legislação federal para disciplinar a instalação e a localização de estações radiobase

## **II – COMPONENTES DE UM SISTEMA DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR E CARACTERÍSTICAS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA POR ELES EMITIDA**

---

Um sistema de telefonia móvel possui, de forma simplificada, os seguintes componentes:

Estação Móvel – é o terminal móvel do usuário composto de monofone, teclado, unidade de controle, bateria, unidade de rádio e antena. Sua função principal é fazer a interface entre o usuário e o sistema. Esses equipamentos podem ser do tipo portátil, veicular ou transportável, dependendo de suas dimensões, potência e carga.

Estação Radiobase – é a repetidora das informações de voz e dos dados de controle trocados em meio eletromagnético, fazendo a interface entre as diversas estações móveis e uma central de comutação e controle. É composta por um sistema de rádio, um sistema de processamento e controle e da interface com a central. A ERB é responsável pela monitoria do sinal recebido de uma estação móvel, devendo comunicar à central qualquer alteração indesejada no sinal recebido.

Central de Comutação e Controle – faz a interface entre o sistema móvel e a rede pública. Possui estrutura semelhante à das centrais telefônicas de comutação, embora exerça funções específicas de um sistema de comunicação móvel celular, tais como: alocação de frequências, supervisão das ERB, encaminhamento de tráfego, controle do nível de potência das estações móveis, procedimentos de *handoff* de uma ERB para outra, controle de tráfego, rastreamento e localização de estações móveis, *roaming* de estações móveis visitantes, entre outras.

Outros dois componentes de menor importância estão presentes em alguns sistemas: as controladoras de estações radiobase que fazem a interface entre um conjunto de ERB e uma central, tomando algumas funções desta última, de modo a desconcentrar o processamento normalmente centralizado. O outro componente é a chamada estação celular que realiza algumas funções da ERB e trabalha como repetidora das informações de voz e dados entre a ERB e a estação móvel.

Como podemos observar da descrição anterior, tanto as estações móveis (telefones celulares) com as estações radiobase (antenas do sistema móvel celular) são rádios e, portanto, emitem radiação eletromagnética quando operam. Esse tipo de radiação é absorvida pelo corpo humano e, portanto, existem razões para que haja preocupação com seus possíveis efeitos sobre a saúde das pessoas.

No entanto, para analisar seus efeitos é preciso distinguir a radiação emitida pelos sistemas celulares de outro tipo de radiação. Em primeiro lugar, cabe destacar que a radiação produzida pelos telefones celulares e pelas antenas radiobase é do tipo não ionizante<sup>1</sup> e, portanto, seus efeitos são totalmente diversos daqueles provocados pela radiação ionizante produzida, por exemplo, por aparelhos de raios-X. O que diferencia essas duas fontes de radiação é a frequência na qual operam. Nas frequências extremamente altas, nas quais operam os equipamentos de raios-X (na faixa de 1 milhão de MHz), as partículas eletromagnéticas irradiadas possuem energia suficiente para quebrar ligações químicas (ionização), e provocar danos no material genético das células, levando potencialmente ao desenvolvimento de câncer e de defeitos congênitos. Tal fenômeno não ocorre nas frequências mais baixas, nas quais operam os sistemas de comunicação móvel: na faixa de 800 MHz (sistemas em operação no País nas bandas A e B) ou 1800 MHz (sistemas em processo de instalação nas bandas D e E). Essa constatação não significa que a radiação dos componentes de um sistema móvel celular não produza efeitos biológicos, mas apenas nos permite afirmar que esses efeitos não são similares aos da radiação ionizante.

### **III – EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

---

Embora os efeitos biológicos da radiação eletromagnética tenham sido razoavelmente estudados, o assunto há ainda bastante controverso. Há na literatura especializada tanto artigos que levantam a correlação entre a exposição a esse tipo de radiação e o surgimento de alguns tipos de doenças, em especial câncer, como aqueles que, simplesmente, negam qualquer possibilidade de que isso ocorra, demonstrando que não há consenso sobre o assunto, nem mesmo, no âmbito das comunidades acadêmica e médica.

A Organização Mundial de Saúde também não tem ainda um posicionamento final sobre os efeitos dos campos eletromagnéticos sobre os seres humanos. Dentro do Projeto EMF – *Electromagnetic Fields*, estão sendo realizados desde 1996 estudos sobre os possíveis riscos associados ao uso de telefones celulares e à instalação de estações radiobase, que deverão estar concluídos apenas em 2005.

A poderosa agência americana FDA – *Food and Drug Administration*, que regula os setores de medicamentos e alimentação está investigando, juntamente com outras agências reguladoras federais americanas e órgãos internacionais, se a radiação de microondas pode causar câncer ou outras doenças. A FDA declarou recentemente que não aceita o argumento amplamente difundido de que não há comprovação científica de que a exposição a radiação eletromagnética pode causar efeitos adversos. Como também ainda não se comprovou que o uso desses equipamentos não apresenta riscos para a saúde, cabe, segundo a FDA, empreender significativo esforço de pesquisa para chegar a um diagnóstico mais confiável sobre sua segurança.

Neste capítulo, procuramos, portanto, apresentar informações sobre os efeitos biológicos, e possíveis efeitos na saúde, da exposição a esse tipo de campo eletromagnético. Essas informações, apresentadas de forma resumida, foram retiradas de documento da International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP<sup>2</sup>, organização científica independente responsável por prover orientação e consultoria sobre os danos à saúde provocados pela exposição à radiação não ionizante, e complementadas por resultados de estudos mais recentes obtidos em outras referências.

Somente um número limitado de estudos epidemiológicos foi realizado sobre os efeitos na reprodução e o risco de câncer, em indivíduos expostos à radiação de microondas. Dois estudos epidemiológicos específicos sobre os efeitos da exposição a campos de microondas com frequências na faixa ocupada por telefones móveis portáteis e estações radiobase. Rothman et al. (1996), não encontraram diferenças na mortalidade entre usuários de telefones móveis comuns (cujas antenas são localizadas junto à cabeça) e os telefones móveis veiculares (cujas antenas são montadas em veículos). Hardell et al. (2000) concluíram, como resultado de estudo realizado na Suécia com várias centenas de portadores de tumores cerebrais, que não há associação estatisticamente significativa entre o uso de celulares e a incidência desse tipo de câncer.<sup>3</sup> A revista do Instituto Nacional de Câncer dos Estados Unidos divulgou resultados de estudo realizado por médico dinamarquês com 420.000 usuários de celulares, que concluiu que não há nenhuma ligação entre o uso de aparelhos celulares e o aparecimento de tumores cerebrais e nas glândulas salivares ou mesmo leucemia.<sup>4</sup>

Para a faixa de microondas em geral, existe um maior número de estudos epidemiológicos analisando os efeitos sobre a reprodução realizados ainda na década de 1970.

Dois estudos extensos, realizados com mulheres tratadas com diatermia de microondas para aliviar a dor das contrações uterinas durante o parto, não acharam nenhuma evidência de efeitos prejudiciais ao feto (Daels 1973, 1976). Todavia, sete estudos sobre conseqüências na gravidez, entre trabalhadoras expostas ocupacionalmente a radiação de microondas e sobre defeitos de nascimento entre suas proles, produziram tanto resultados positivos quanto negativos. Em alguns dos mais extensos estudos epidemiológicos, com operadoras de máquinas seladoras de plásticos por RF e fisioterapeutas trabalhando com aparelhos de diatermia por ondas curtas, não foram achados efeitos estatisticamente significativos sobre índices de aborto ou má formação do feto (Kallen et al., 1982).

Por outro lado, outros estudos sobre populações semelhantes de mulheres trabalhadoras, acharam um aumento de risco de aborto e defeitos de nascimento (Larsen et al., 1991; Ouellet-Hellstron e Stewart, 1993). Um estudo sobre trabalhadores em instalações de radar, não achou nenhuma associação entre exposição a microondas e risco de síndrome de Down, em sua descendência (Cohen et al., 1977).

Em geral, segundo o ICNIRP, os estudos sobre conseqüências na reprodução, relacionadas com a exposição a microondas, são imprecisos na avaliação da exposição e representam um número muito pequeno de casos. Apesar dos resultados destes estudos serem geralmente negativos, será difícil chegar a conclusões seguras sobre riscos na reprodução, sem mais dados epidemiológicos relacionados com indivíduos altamente expostos e sem uma avaliação mais precisa da exposição.

Já os estudos epidemiológicos sobre o risco de câncer relacionado à exposição a microondas são poucos e geralmente falta uma determinação quantitativa de exposição. Dois estudos epidemiológicos em trabalhadores de radares na indústria de aviação e nas forças armadas dos Estados Unidos não encontraram nenhuma evidência de aumento de morbidez ou mortalidade, por qualquer causa (Barron e Baraff, 1958; Robinette et al., 1980; UNEP/WHO/IRPA, 1993).

Resultados similares foram obtidos por Lillienfeld et al. (1978) em um estudo realizado com funcionários da Embaixada dos Estados Unidos em Moscou, expostos, de forma crônica, a um baixo nível de radiação de microondas. Selvin et al. (1978) não acusaram nenhum aumento no risco de câncer entre crianças expostas, de forma crônica, à radiação de um transmissor de microondas, de alta potência, instalado perto de suas casas. Estudos mais recentes, falharam em mostrar aumentos significativos nos tumores de tecidos nervosos em trabalhadores e guarnições militares expostas a campos de microondas (Beall et al., 1996; Grayson, 1996).

Houve um relatório sobre o aumento de risco de câncer entre guarnições militares (Szmigielski et al., 1988), mas os resultados do estudo são de difícil interpretação, porque nem o tamanho da população nem os níveis de exposição são claramente especificados. Num estudo posterior, Szmigielski (1996) encontrou índices ampliados de leucemia e linfoma entre guarnições militares expostas a campos de microondas, mas a avaliação da exposição não foi bem definida. Uns poucos estudos recentes de populações vivendo perto de transmissores de microondas sugeriram um aumento local na incidência de leucemia (Hocking et al., 1996; Dolk et al., 1997a, b), mas os resultados não são conclusivos. No conjunto, os resultados do pequeno número de estudos epidemiológicos publicados contribui apenas com informação limitada sobre o risco de câncer.

Quanto aos estudos em laboratório, são apresentadas discussões separadas sobre os resultados de estudos com voluntários expostos sob condições controladas e de estudos em laboratório com células, tecidos e animais. Nesse caso, existem estudos mais diretos sobre os efeitos da radiação na faixa de frequência na qual operam os celulares.

Nessas frequências, o aquecimento é o principal efeito da absorção de energia eletromagnética, e um aumento de temperatura superior a 1 - 2° C pode ter efeitos adversos na saúde, como exaustão e choque térmico (ACGIH, 1996). Estudos realizados com trabalhadores em ambientes termicamente estressantes mostraram que a elevação da temperatura corporal, até níveis próximos a estresse fisiológico devido ao calor, piora o desempenho de tarefas simples (Ransey e Kwon, 1988).

Voluntários submetidos à passagem de correntes de alta frequência com intensidades de aproximadamente 100 - 200 mA através de um membro, acusaram uma sensação de calor moderado. É pouco provável que a taxa de absorção de energia - SAR<sup>5</sup>, nessas condições, possa causar nos membros um aumento localizado de temperatura superior a 1° C. (Chatterjee et al., 1986; Chen e Gandhi; Hoque and Gandhi, 1988), valor que tem sido sugerido como o maior aumento de temperatura sem efeito prejudicial à saúde (UNEP/WHO/IRPA, 1993).

Há vários relatórios sobre respostas comportamentais e fisiológicas de animais de laboratório, inclusive roedores, cachorros e primatas não humanos, a fenômenos térmicos relacionados com a radiação de microondas em frequências acima de 10 MHz. Respostas, tanto na termosensibilidade, como na termorregulação, são associadas com o hipotálamo e com receptores térmicos localizados na pele e nas partes internas do corpo.

A exposição de animais de laboratório, a essa radiação, resultando numa absorção de energia superior a 4 W/kg, revelou um modelo característico de resposta termorreguladora, segundo a qual a temperatura do corpo aumenta inicialmente e em seguida se estabiliza, a partir da ativação de mecanismos termorreguladores (Michaelson 1983). A exposição prolongada de animais à radiação de microondas, em níveis de intensidade que elevam a temperatura do corpo, acaba conduzindo ao colapso desses mecanismos termorreguladores.

Vários estudos com roedores e macacos, demonstraram também uma componente comportamental nas respostas termorreguladoras. Foi observada uma queda no desempenho de tarefas por macacos e ratos, para valores de SAR entre 1 e 3 W.kg<sup>-1</sup> (Stern et al. 1979; Adair e Adams 1980; de Lorge e Ezell 1980; D'Andrea et al. 1986).

Um grande número de efeitos fisiológicos, foi caracterizado em estudos com sistemas celulares e animais (Michaelson e Elson 1996), em níveis de energia eletromagnética absorvida que causam elevações de temperatura corporal acima de 1 – 2° C.<sup>6</sup> Esses efeitos incluem alterações em funções neurais e neuromusculares, aumentos de permeabilidade na barreira hematoencefálica, dano ocular, (opacidade da lente e anormalidades da córnea), mudanças no sistema imunológico associadas ao estresse, mudanças hematológicas, mudanças reprodutivas (e.g. redução na produção de esperma), teratogenia; e mudanças na morfologia, no conteúdo de água e de eletrólito, e nas funções da membrana das células. Sob condições de exposição parcial do corpo a campos intensos, pode ocorrer um dano térmico significativo em tecidos sensíveis, tais como encontrados nos olhos e nos testículos.

O primeiro estudo dessa natureza realizado no Brasil, cujos resultados foram divulgados em agosto de 2000, foi conduzido pela Universidade Federal da Paraíba. Os pesquisadores concluíram que, entre as anomalias observadas nos ratos de laboratório expostos à radiação na frequência de 2.45 GHz, se destacam os efeitos sobre a fertilidade. Houve queda de 26% no nível de fertilidade das cobaias nascidas de pais e mães expostos à radiação. Verificaram ainda que, nas fêmeas, a radiação está atrasando o amadurecimento dos óvulos e, nos machos, provocando um decréscimo significativo na produção de espermatozoides. O mesmo estudo concluiu que a exposição à radiação eletromagnética altera os níveis de aprendizado dos animais.<sup>7</sup>

Mais recentemente, tem havido interesse considerável nos possíveis efeitos carcinogênicos da exposição a campos de microondas com frequências na faixa ocupada por sistemas de comunicação largamente utilizados, incluindo telefones móveis portáteis e estações radiobase. Os resultados de pesquisas nestas áreas forma sumariados pela ICNIRP. Há muitos relatórios sugerindo que os campos de microondas não são mutagênicos, e que portanto é improvável que a exposição a estes campos possa iniciar a carcinogênese (NRPB, 1992; Cridland, 1993; UNEP/WHO/IRPA, 1993). Em contraste, alguns relatórios recentes sugerem que a exposição de roedores a campos de microondas, em níveis de SAR na ordem de 1 W/kg, podem produzir rupturas no filamento de DNA de testículos e de tecidos do cérebro (Sakar et al., 1994; Lai e Singh, 1995, 1996). Contudo, ambos ICNIRP (1996) e Williams (1996) apontaram deficiências metodológicas, que poderiam ter afetado esses resultados, de forma significativa.



Em um amplo estudo com ratos expostos a microondas, por um período de até 25 meses, foi notado um maior número de efeitos malignos primários no grupo de ratos expostos, em comparação com os ratos do grupo de controle (Chou et al., 1992). Por outro lado, a incidência de tumores benignos não diferiu entre os dois grupos, e nenhum tipo específico de tumor prevaleceu mais no grupo exposto do que em ratos de controle, da mesma linhagem, mantidos igualmente livres de patógenos específicos. Considerados no seu todo, os resultados deste estudo não podem ser interpretados como indicadores de um efeito iniciador de tumores devido a campos de microondas.

Diversos estudos examinaram também os efeitos da exposição a microondas no desenvolvimento de células tumorais pré-iniciadas. Szmigielski et al. (1982) notaram uma taxa acentuada de crescimento, em células de sarcoma pulmonar transplantadas em ratos expostos a altas densidades de potência. É possível que isto tenha resultado de um enfraquecimento do sistema imunativo do hospedeiro, em resposta ao estresse térmico causado pela exposição a microondas.

Repacholi et al. (1997) relataram que a exposição de 100 fêmeas de camundongos transgênicos *Em-pim1*, a campos de 900 MHz, por até 18 meses, produziu o dobro da incidência de linfomas registrada em 101 controles.

O biólogo John Moulder, do Medical College of Wisconsin, relatou em sua FAQ<sup>8</sup> sobre o assunto que, em 1998, foram publicados dois trabalhos nos Estados Unidos que revisaram os estudos realizados sobre o potencial cancerígeno das radiações eletromagnéticas. O primeiro deles (Verschave and Maes) concluiu “que, de acordo com a maioria dos artigos publicados, a radiação eletromagnética, em particular nas frequências em que operam os sistemas de telefonia móvel, não induzem efeitos genéticos *in vitro* e *in vivo*, não causam câncer e nem defeitos congênitos”. O segundo (Brusick et al) analisou informações de cem estudos que sugerem “que a radiofrequência não é diretamente mutagênica e que os efeitos adversos da exposição de organismos a altas intensidades de radiação são predominantemente resultantes de hipertermia; entretanto, podem existir alguns efeitos indiretos, ainda não estudados, na replicação ou transcrição de gens sob condições de exposição relativamente restritas”.

Resumindo suas respostas ao questionamento se as radiofrequências produzem efeitos biológicos e podem causar câncer, Moulder afirmou: “o que se pode dizer, até o momento, como resultado dos estudos epidemiológicos e de laboratório é que a exposição a radiofrequências pode ser danosa se for suficientemente intensa. Os efeitos biológicos provocados pela exposição a esse tipo de radiação são devidos ao aumento de temperatura e as principais consequências observadas incluem cataratas, queimaduras na pele, queimaduras profundas, exaustão e ataques causados por calor excessivo. Não existem evidências de que as microondas possam causar câncer ou contribuir para maior incidência dessa doença. A maioria dos estudos epidemiológicos, realizados até o momento, não demonstram associação consistente entre a exposição a radiofrequência e câncer.” O mesmo pesquisador, informou à Folha de São Paulo, em junho de 2000, que é muito difícil obter resultados à prova de dúvidas porque não dá para separar a influência eletromagnética de outros fatores ambientais que também causam doenças.

Os efeitos térmicos não são os únicos estudados. Existe número significativo de trabalhos científicos que analisam os efeitos da radiofrequência sobre os sistemas biológicos que não podem ser atribuídos ao aumento de temperatura. Os resultados até agora obtidos apontam que a exposição a pequenos níveis de radiação eletromagnética podem causar alterações no comportamento dos animais ou mudanças no funcionamento das membranas celulares. Há ainda muita polêmica em torno desses efeitos não térmicos e ainda não se demonstrou que eles possam causar algum dano à saúde<sup>9</sup>.

#### **IV- LIMITES ESTABELECIDOS PELOS ÓRGÃOS DE PADRONIZAÇÃO E PELOS GOVERNOS DE OUTROS PAÍSES**

Os principais organismos de padronização reconhecidos internacionalmente basearam a definição de seus parâmetros técnicos para a instalação de estações radiobase em resultados dos estudos dos efeitos biológicos das ondas de rádio. Os padrões de segurança mais difundidos e aceitos mundialmente foram desenvolvidos pelas seguintes entidades:

§ Institute of Eletrical and Eletronics Engineering – IEEE, em conjunto com a American National Standards Institute – ANSI;

§ International Comission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP;

§ National Council on Radiation Protection and Measurements – NCRP.

Esses padrões de segurança são expressos em densidade de potência<sup>10</sup>, que é medida em mW/cm<sup>2</sup> (miliwatts por centímetro quadrado) e são distintos para os casos de exposição ocupacional (dos trabalhadores) e não ocupacional (público em geral).

As restrições são mais rigorosas para a exposição do público em geral, do que para a população exposta ocupacionalmente, uma vez que esta última compreende adultos que estão geralmente expostos a condições conhecidas e são treinados para estar atentos ao risco potencial e tomar precauções apropriadas. Em contraste, o público em geral consiste de pessoas de todas as idades e estados de saúde e pode incluir grupos ou indivíduos particularmente sensíveis. Em muitos casos, estas pessoas não tem consciência de sua exposição a radiação e, além do mais, não se pode esperar que indivíduos do público em geral tomem precauções para minimizar ou evitar a exposição.

A Tabela a seguir apresenta os limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral estabelecidos pelos organismos de padronização citados. Nos locais onde estão instaladas várias antenas radiobase, os limites aplicam-se à radiação total por elas emitida.

Organismo	Densidade de potência (mW/cm <sup>2</sup> )	
	800 – 900 MHz	1800 - 2000 MHz
ANSI/IEEE	0,57	1,20
ICNIRP	0,40	0,90
NCRP	0,57	1,00

Os limites da densidade de potência são mais rígidos para as frequências mais baixas, pois o corpo humano absorve mais radiação na faixa de frequência de 800 a 900 MHz do que na faixa de 1800 a 2000 MHz. Tanto a ANSI, como a ICNIRP e a NCRP, concordam que a exposição do público em geral deve ser mantida abaixo de uma SAR de 0,08 W/kg. Esse número foi obtido aplicando uma margem de segurança de 50 vezes (margem de 10 vezes, no caso de exposição ocupacional, e de mais 5 vezes no caso de exposição do público em geral sobre o valor 4W/kg, valor a partir do qual se observam efeitos biológicos sobre o corpo humano. As diferenças observadas nos limites apresentados na tabela anterior devem-se, portanto, a entendimentos diversos sobre a relação entre SAR e densidade de potência.

Para se ter uma idéia do nível de radiação presente nas imediações das antenas radiobase, é necessário saber que, a exemplo do que ocorre com outras antenas transmissoras usadas em telecomunicações, a energia das estações radiobase é irradiada num feixe relativamente estreito em direção ao horizonte. Quando nos afastamos da antena, a densidade de potência decresce proporcionalmente ao quadrado da distância, fazendo com que o nível de exposição nas imediações da antena seja muito menor do que o nível de exposição junto dela.

Para ilustrar esse comportamento, resumimos em seguida algumas informações colhidas em documento divulgado pelo Medical College of Wisconsin<sup>11</sup>. Estudos de campo realizados nos Estados Unidos com antenas radiobase, localizadas em alturas compreendidas entre 4 e 8 metros aproximadamente, determinaram que a densidade de potência máxima, a uma distância de 1,5 a 6 metros da base das torres, é de 0.02 mW/cm<sup>2</sup> (20 vezes menor que o padrão ICNIRP na faixa de 800-900 MHz). A dez metros de distância, a densidade de potência medida é menor que 0,001 mW/cm<sup>2</sup>.

Cabe ressaltar que os padrões de segurança podem não ser respeitados em situações nas quais o público em geral tem acesso ao local de instalação das antenas (distância menor que 7 metros aproximadamente). Isso pode ocorrer facilmente no caso em que as antenas são instaladas nos topos dos edifícios e não em torres. Para exemplificar, a densidade de potência medida a 1 metro de distância de uma antena de baixo ganho localizada no topo de um edifício é de 2 mW/cm<sup>2</sup>, muito acima dos limites de segurança.

Como resultado desses estudos de campo, os especialistas concordam que as antenas montadas em torres atendem, na grande maioria dos casos, aos padrões de segurança. Problemas podem ocorrer com maior frequência no caso de antenas montadas nos topos de edifícios, particularmente quando várias antenas de diferentes empresas são instaladas no mesmo prédio. Esses problemas estão mais relacionados com a facilidade de acesso do público em geral aos locais onde estão instaladas as antenas, quando se usam os topos de edifício no lugar de torres, e menos com a exposição à radiação de seus ocupantes. Os estudos apontam que não há maiores riscos para os moradores, uma vez que a própria estrutura do prédio tende a absorver grande parte da radiação, de forma que a densidade de potência medida nos apartamentos e corredores é muito menor que os limites de segurança estabelecidos<sup>12</sup>.

Quanto à preocupação com o crescimento do risco provocado por um aumento vertiginoso do número de antenas instaladas, cabe ressaltar que o sistema se autolimita, na medida em que, conforme ele se expande, as células são subdivididas e a potência do transmissor é necessariamente reduzida para evitar interferência em outras células.<sup>13</sup>

Com base nessas constatações, os governos dos diversos países vêm regulamentando a matéria, estabelecendo limites de exposição de indivíduos à radiação proveniente das estações radiobase, próprios ou adotando os padrões estabelecidos pelos organismos citados anteriormente.

A Federal Communications Commission – FCC, agência reguladora do setor de telecomunicações nos Estados Unidos, adotava até 1996 o padrão ANSI/IEEE de 1982 que foi desenvolvido mais para definir limites de exposição ocupacional do que do público em geral. A partir de 1996, passou a adotar um novo padrão, fortemente baseado no padrão da ANSI/IEEE de 1992.

O Reino Unido que, até meados de 2000, adotava padrão próprio, estabelecido pelo National Radiological Protection Board, passou recentemente a utilizar o padrão da ICNIRP, por recomendação do Grupo Independente de Especialistas em Telefonia Móvel e Saúde, instituído pelo governo britânico para estudar os possíveis efeitos da radiação dos aparelhos celulares e das estações radiobase sobre a saúde humana. O relatório do referido grupo<sup>14</sup>, publicado em junho de 2000, recomenda a adoção das diretrizes do ICNIRP com base numa postura de precaução, uma vez que tais diretrizes são mais restritivas do que as adotadas anteriormente. Além disso, sugere uma série de outras medidas, com base na conclusão de que não é possível afirmar que a exposição a radiofrequências, mesmo em níveis abaixo dos limites de segurança, é totalmente livre de efeitos nocivos à saúde. Dentre essas medidas, cabe destacar a obrigatoriedade de adoção de um planejamento prévio, baseado em normas, quando da instalação de uma antena radiobase em qualquer localidade. Outra proposta do grupo é a realização de uma auditoria nas antenas instaladas no país, iniciando-se pelas estações radiobase localizadas perto das escolas, com o objetivo de identificar se elas realmente estão operando dentro dos limites de segurança. O grupo de especialistas concluiu ainda que podem haver efeitos adversos indiretos no bem estar das pessoas que recomendam a adoção desta postura, como, por exemplo, crescente preocupação com a desvalorização de seus imóveis pela simples localização de uma antena de serviço móvel celular nas suas proximidades.

As diretrizes do ICNIRP para a exposição do público em geral também foram incorporadas em uma Recomendação do Conselho Europeu de 1999. Tais recomendações foram aprovadas por todos os membros da União Européia.

Já os governos da Suíça e da Itália adotaram padronizações próprias. O Conselho Federal de Comunicações da Suíça editou em 1999 o Regulamento para Proteção contra Radiação Não Ionizante. Para a comunicação móvel, os limites de exposição são muito menores que os estabelecidos pelos organismos de padronização (0,0042 mW/cm<sup>2</sup> para 900 MHz e 0,0095 mW/cm<sup>2</sup> para 1800 MHz). O governo italiano estabeleceu, por meio de decreto, as normas de determinação dos limites máximos de exposição a radiofrequência compatíveis com a saúde humana. O padrão de segurança na faixa de operação dos celulares é de 0,1 mW/cm<sup>2</sup>. Para situações nas quais a exposição exceda quatro horas por dia, o limite é reduzido para 0,01 mW/cm<sup>2</sup>. As administrações locais italianas possuem competência para reduzir ainda mais esses limites, adotando limites 4 vezes mais baixos (0,0025 mW/cm<sup>2</sup>).

O primeiro padrão adotado pelo governo australiano data de 1990. Definido pela Standards Association of Australia, a padronização limitava a exposição nas frequências utilizadas pelo serviço móvel celular a 0,2 mW/cm<sup>2</sup>, algumas vezes menor que os padrões da ICNIRP e do ANSI/IEEE e NCRP. Em 1988, esse padrão foi revisado e adotado interinamente. O padrão era muito semelhante ao da ICNIRP e também passou a ser utilizado pela Nova Zelândia. Como ele nunca foi realmente

aprovado, a ACA – Australian Communications Authority adota padrão próprio muito semelhante ao anterior que está sendo utilizado desde 1999. De acordo como que estabelece a Lei de Telecomunicações, que entrou em vigência em julho de 1998, a localização das estações radiobase na Austrália está sujeita à legislação dos estados e territórios. A Nova Zelândia estabeleceu, também em 1999, uma padronização independente que se alinha totalmente com a da ICNIRP.

O governo canadense adota desde 1993 uma padronização de segurança que limita a exposição a campos de radiofrequência na faixa de 10 KHz a 300 GHz. Nas frequências de operação das estações radiobase, os padrões canadenses são idênticos aos da ANSI/IEEE, também adotados pela FCC americana.

## **V – ESTÁGIO DA REGULAMENTAÇÃO NO BRASIL**

O serviço móvel celular começou a ser explorado no Brasil, em meados de 1990, diretamente pelas empresas estatais que também exploravam o serviço de telefonia fixa. A partir de 1997, entraram em operação empresas privadas, operando na chamada banda B. Até meados desse ano, cabia ao Ministério das Comunicações tanto a outorga como a fiscalização das prestadoras de serviço móvel celular. A instalação dos equipamentos pelas operadoras devia atender o que dispõe o Decreto nº 2056, de 4 de novembro de 1996 (Regulamento do Serviço Móvel Celular), em seu art. 28: “A Instalação dos equipamentos e demais componentes da rede do Serviço Móvel Celular requer a elaboração, por profissional habilitado, de projeto de instalação compatível com as normas pertinentes baixadas pelo Ministério das Comunicações, demais condições previstas no edital e no contrato de concessão, permanecendo sob a posse da concessionária, que deverá torná-lo disponível, a qualquer tempo, ao Ministério das Comunicações.”

Com a aprovação da Lei Geral de Telecomunicações (Lei nº 9472, de 16/7/97), que regulamentou o novo modelo de exploração dos serviços de telecomunicações e criou um órgão regulador para o setor, essas atribuições foram passadas para a Agência Nacional de Telecomunicações a quem, de acordo com o estabelecido no art. 19, inciso XI, compete expedir e extinguir autorização para prestação de serviço no regime privado, que é o regime de exploração do serviço móvel celular, fiscalizando e aplicando sanções. Os incisos XII e XIII do mesmo artigo atribuem à Agência competência para “expedir normas e padrões a serem cumpridos pelas prestadoras de serviços de telecomunicações quanto aos equipamentos que utilizarem” e “expedir ou reconhecer a certificação de produtos, observados os padrões e normas por ela estabelecidos”.

Assim sendo, compete à ANATEL estabelecer limites de segurança para serem adotados pelas prestadoras do serviço móvel celular no que se refere à instalação das antenas radiobase. O primeiro passo nessa direção foi dado pela Agência quando, em 15 julho de 1999, por meio de Resolução de seu Conselho Diretor, decidiu adotar, como referência provisória para avaliação da exposição humana a campos eletromagnéticos provenientes de estações transmissoras de serviços de telecomunicações, os limites propostos pela Comissão Internacional para Proteção contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP. O documento contendo os limites estabelecidos pela ICNIRP foi traduzido pela Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética – ABRICEM e encaminhado às empresas prestadoras de telecomunicações, que se utilizem de estações transmissoras de radiofrequência, por meio de ofício, orientando quanto à adoção dos limites do ICNIRP até que seja elaborada regulamentação definitiva sobre a matéria. Para elaborar regulamento técnico específico, a ANATEL contratou, empresa de consultoria, por intermédio da União Internacional de Telecomunicações – UIT.

Além disso, a Lei Geral de Telecomunicações estabelece em seu art. 74 que “a concessão, permissão ou autorização de serviço 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.”. O Regulamento do Serviço Móvel Celular, editado anteriormente à referida lei também já estabelecia, em seu art. 28, parágrafo único, que “a instalação desses equipamentos, com a correspondente edificação, torres, antenas, bem como a instalação de linhas físicas em logradouros públicos ficará condicionada ao cumprimento pela concessionária das posturas municipais e de outras exigências legais pertinentes a cada local.”

Ainda no âmbito das normas federais, cabe destacar que as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, instituídas pela Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978, tratam das radiações não-ionizantes em seu anexo 7. Referida norma estabelece, dependendo da faixa de frequência, do tempo de exposição e da intensidade, limites de exposição a esse tipo de radiação considerada como agente insalubre para efeito de atividade ocupacional. Com base nas recomendações de grupo de trabalho instituído para estudar os efeitos biológicos das radiações não ionizantes, a Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética sugeriu a revisão das normas atuais com vistas à adoção dos limites de exposição estabelecidos pela ICNIRP.

O crescimento acelerado do número de antenas radiobase instaladas nos centros urbanos, bem como a divulgação pela imprensa de resultados de estudos que consideram a radiação eletromagnética potencialmente perigosa para a saúde, vêm estimulando a adoção de medidas, no âmbito local, com o intuito de minimizar os efeitos danosos desse novo tipo de poluição ambiental.

Alguns municípios já estão se movimentando nessa direção. Como exemplo, podemos citar as cidades de Porto Alegre, Campinas, Chapecó, Juiz de Fora, Lajeado, Maringá, e Belo Horizonte que estabeleceram, por meio de lei, critérios para instalação de estações radiobase e de equipamentos afins. Com base na sua competência de “promover, no que couber, controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”, conforme consta do art. 30, inciso VIII, da Constituição Federal, os municípios hoje já podem exigir licença urbanística (alvará de construção, etc.) e, se houver previsão em lei municipal, licença ambiental para a instalação desses equipamentos.

Para exemplificar, detalhamos para os quatro primeiros municípios citados os principais pontos regulados pela legislação municipal:

- Porto Alegre: vedação de instalação em determinados locais; condições de instalação no que tange a limites de potência; apresentação de estudo de viabilidade urbanística; licenciamento junto à Secretaria Municipal de Obras e Viação; controle das radiações pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente; prazo para adequação das ERBs já instaladas; e penalidades.

- Campinas: estabelecimento de limites de densidade de potência para instalação de antena transmissora; controle por parte da Secretaria Municipal da Saúde; distância mínima em relação à divisa de imóvel vizinho; exigência de laudo radiométrico; e exigência de alvará sanitário para entrada em operação das antenas transmissoras.

- Chapecó: estabelecimento de limites de densidade de potência para instalação de antena transmissora; controle pelo Departamento de Vigilância Sanitária; distância mínima em relação a imóveis confinantes; prazo para adequação de antenas já instaladas; exigências para instalação e início de operação de antenas; exigência de alvará sanitário para entrada em operação de antenas; penalidades; e responsabilidade dos proprietários dos equipamentos por danos ambientais e sanitários.

- Juiz de Fora: estabelecimento de limites de densidade de potência; vedação da instalação de antenas em determinados locais; distância mínima de instalação em relação a clínicas, centros de saúde e hospitais.

Em nível estadual, também não existe impedimento a que se discipline a instalação de antenas radiobase. Ao contrário, cabe ao órgão ambiental estadual exigir licença ambiental para a instalação dessas antenas com base no que estabelece o art. 10 da Lei nº 6938, de 1981. Para estabelecer limites de segurança e restrições à localização das antenas do serviço móvel celular, o Estado deverá regular a matéria em lei. Não encontramos nenhuma referência a lei estadual já aprovada sobre o assunto. Tivemos acesso, por meio da Internet, a parecer da Instituto Ambiental do Paraná, sugerindo a apresentação de proposta ao legislativo estadual com esse objetivo. No mesmo parecer, encontramos referência a projeto de lei (PL nº 271, de 2000) em tramitação na Assembléia Legislativa de São Paulo dispendo sobre a instalação de antenas transmissoras de telefonia celular, atribuindo a fiscalização à Secretaria de Saúde.

## **VI – CONCLUSÃO**

Os efeitos adversos sobre a saúde humana provocados pela exposição à radiação eletromagnética proveniente de estações radiobase vêm sendo largamente estudados, porém não existem resultados conclusivos que possam ser utilizados para tranquilizar definitivamente a população. Dessa forma, a Organização Mundial de Saúde e diversos países apesar de adotarem os limites de exposição à radiação, sugerem a adoção de uma postura de precaução. Ao mesmo tempo em que intensificam os investimentos em novos estudos sobre o tema, estão tomando medidas no sentido de avaliar se as antenas hoje instaladas estão operando dentro dos padrões de segurança e obrigando que a instalação de novas estações radiobase seja precedida de consulta às populações afetadas.

Do ponto de vista legal, observa-se que, na maioria dos países, os limites de segurança para exposição à radiação eletromagnética constam de regulamentos técnicos baixados por órgãos reguladores de telecomunicações e por outras instituições que atuam na área de proteção contra radiação. A maioria dos países adota os limites definidos por organismos de padronização reconhecidos internacionalmente ou padrões próprios que se aproximam muito deles. Contudo, verificamos que não há nenhuma preocupação em regular a matéria por meio de lei, pois entendem os especialistas que os regulamentos são mais adequados, uma vez que são facilmente alterados para atender a novas necessidades. Outra tendência que detectamos na normatização da matéria em outros países é o fato das autoridades locais passarem a estabelecer critérios e condições para a instalação de antenas radiobase no seio de suas comunidades.

Em nosso País, os caminhos trilhados são muito semelhantes. Compete à ANATEL definir os limites de segurança a serem adotados pelo Brasil, controlar e fiscalizar a instalação das antenas radiobase. No âmbito dos municípios e dos Estados, leis estão sendo aprovadas estabelecendo critérios e condições para a instalação de antenas transmissoras.

Assim sendo, consideramos que não é necessário propor nova legislação federal para disciplinar a matéria. É compreensível que esse assunto tão polêmico gere grande preocupação no meio parlamentar. No entanto, a nosso ver, o Poder Legislativo, no uso de suas prerrogativas, deveria, ao invés de legislar sobre o tema, fiscalizar e controlar a atuação da ANATEL, verificando se a agência está desempenhando a contento o papel que lhe foi atribuído pela legislação de telecomunicações. Entendemos que a ANATEL deve, além de regulamentar a instalação das estações radiobase, fiscalizar as antenas instaladas para verificar se os níveis máximos de radiação são efetivamente obedecidos.

---

<sup>1</sup> Outra fonte de radiação não ionizante são as antenas de rádio e televisão. Embora as antenas de FM e TV operem com potências 100 a 5000 vezes maiores do que as estações radiobase, o fato de estarem, normalmente, montadas em torres muito mais altas tem afastado as preocupações sobre seus efeitos sobre a saúde.

<sup>2</sup> “ICNIRP, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Eletromagnetic Fields, Health Phisics, vol. 74. Nº 4, pp 484-522. 1998”

<sup>3</sup> IEEE/COMAR Technical Information Statement, “Human Exposure to Radio Frequency and Microwave Radiation form Portable and Mobile Telephones and Other Wireless Communication Devices”, [www.seas.upenn.edu](http://www.seas.upenn.edu).

<sup>4</sup> Revista Veja, em 14/02/2001.

<sup>5</sup> Os efeitos biológicos das microondas dependem da taxa na qual a energia emitida é absorvida pelo corpo. Essa taxa de absorção de energia, denominada SAR – Specific Absortion Rate, é medida em Watts/kg.

<sup>6</sup> Como as antenas das estações móveis emitem grandes quantidades de energia para pequenas áreas do corpo do usuário, amplificando o efeito térmico sobre os tecidos, alguns especialistas consideram que a radiação produzida pelos telefones celulares pode ser considerada potencialmente mais perigosa para a saúde do que aquela irradiada pelas estações radiobase.

<sup>7</sup> “Radiação: Na vida como no cinema”, Carta Capital, 16 de agosto de 2000, pp. 48-54

<sup>8</sup> Moulder, John E., “FAQ on Cellular Phones and Human Health – Eletromagnetic Fields and Human Health”, Medical College of Wisconsin, [www.mcw.edu](http://www.mcw.edu), última atualização em 19/04/2000.

<sup>9</sup> Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, “ The Mobile Phone System and Health Effects”, [www.arpana.gov.au](http://www.arpana.gov.au)

<sup>10</sup> Como a taxa de absorção de energia – SAR, parâmetro que realmente interessa quando se trata de analisar os efeitos biológicos da radiação eletromagnética, é de difícil medição rotineira, o que se mede, na prática, é a densidade de potência, medida que permite o cálculo posterior da SAR.

<sup>11</sup> Moulder, John E., “FAQ on Cellular Phones and Human Health – Eletromagnetic Fields and Human Health”, Medical College of Wisconsin, [www.mcw.edu](http://www.mcw.edu), última atualização em 19/04/2000.

<sup>12</sup> Essas conclusões foram tiradas de estudos de campo realizados em prédios nos Estados Unidos, que utilizam, em muitos casos, materiais de construção e técnicas construtivas diferentes dos que são comumente usados no Brasil.

<sup>13</sup> IEEE – USA, “Human Exposures to RF Emissions from Cellular Radio Base Station Antennas, [www.ieee.usa.org](http://www.ieee.usa.org) .

<sup>14</sup> Independent Expert Group on Mobile Phones, Mobile Phones and Health, [www.iegmp.org.uk](http://www.iegmp.org.uk) , jun/2000.



---

## VII – BIBLIOGRAFIA

---

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, “ The Mobile Phone System and Health Effects”, [www.arpana.gov.au](http://www.arpana.gov.au) .

Foster, Kenneth R. e Moulder, John E., “Are Mobile Phones Safe?”, IEEE Spectrum Online, vol. 37, Nº 8, ago/2000.

ICNIRP, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Eletromagnetic Fields, Health Phisics, vol. 74. Nº 4, pp. 484-522, 1998.

IEEE/COMAR Technical Information Statement, “Human Exposure to Radio Frequency and Microwave Radiation form Portable and Mobile Telephones and Other Wireless Communication Devices”, [www.seas.upenn.edu](http://www.seas.upenn.edu) .

Independent Expert Group on Mobile Phones, Mobile Phones and Health, [www.iegmp.org.uk](http://www.iegmp.org.uk) , jun/2000.

Moulder, John E., “FAQ on Cellular Phones and Human Healh – Eletromagnetic Fields and Human Health”, Medical College of Wisconsin, [www.mcw.edu](http://www.mcw.edu), última atualização em 19/04/2000.

Poluição Eletromagnética, Revista de Direitos Difusos, Ano I, vol. 3, Instituto Brasileiro de Advocacia Pública.