



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

VI-079 – GESTÃO AMBIENTAL DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: PRECAUÇÕES COM RESPEITO AOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Ebenezer Bezerra de Lira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Elétrica – Telecomunicações – Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco
Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Engenharia Elétrica da Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco.

Alessandra Bárbara Santos de Almeida⁽²⁾

Graduando em Engenharia Elétrica - Telecomunicações – Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco.

Nathanael Alves de Amorim⁽³⁾

Graduando em Engenharia Elétrica - Telecomunicações – Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco.

Francisco José Costa Araújo⁽⁴⁾

Engenheiro Civil - UFPE. Engenheiro Eletricista - Escola Politécnica – UPE. Especialista em Engenharia Elétrica - UFPE. Especialista em Engenharia Municipal - Escola Politécnica – UPE. Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos - UFRN. Doutorando em Engenharia de Produção - UFPB. Engº. da CHESF, no período de 1975 - 1999. Prof. Adjunto (graduação e pós-graduação) – POLITÉCNICA – UPE, Consultor POLICONSLT. Perito ambiental. Prof. da pós-graduação da UNIVERSIDADE MACKENZIE.

Domingos Vanderlei Filho⁽⁵⁾

Engenheiro Eletricista – Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco; Mestre em Engenharia Elétrica – UFPE; Doutorando em Engenharia Elétrica – UFPE. Professor da pós-graduação na Escola Politécnica – UPE; Engenheiro da Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF, atuando no Departamento de Meio Ambiente.

Endereço⁽¹⁾: Rua Demócrito de Souza Filho, 300, Apt. A13-04, Madalena, Recife, Pernambuco, Cep 50610-120. Brasil. Telefone: +55 (81)32299667, +55 (81)8804.0382.

E-mail: ebenezerlir@yahoo.com.br

RESUMO

Pretende-se nesse artigo apresentar informações sobre as controvérsias acerca da telefonia celular e das estações de rádio-base (ERB's). Pelo fato de não haver um consenso entre os especialistas sobre o assunto, o que impera nesse tipo de mercado é o silêncio. O único consenso existente entre eles é o de que a prevenção é fundamental. Por esse motivo se faz necessário uma discussão a respeito da regulamentação existente sobre o assunto no Brasil e no mundo, segundo normas de Agências Reguladoras e Organizações Não-Governamentais (ONG's) como a ICNIRP (Comissão Internacional Para a Proteção contra a Radiação Não-Ionizante), OMS (Organização Mundial da Saúde) e a ANSI/IEEE (Instituto Nacional Americano de Padronização/ Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos). O problema é que a voracidade das companhias não foi acompanhada de estudos sobre o impacto ambiental da nova tecnologia. A proliferação das ERB's em ritmo tão acelerado quanto desordenado tem ajudado a degradar a paisagem, principalmente nos centros urbanos, onde o tráfego de comunicação é maior. Dessa forma busca-se implicitamente, evidenciar a importância e o fundamento da legislação ambiental para o consumidor no Brasil, visando alertar e fortalecer a população em geral a respeito dos seus direitos de cidadania, chamando a atenção para responsabilidade social das universidades de subsidiar as decisões de nossos mandatários e acima de tudo, dar uma contribuição no sentido de melhorar a saúde e a qualidade de vida da população, além de apresentar informações sobre os efeitos biológicos que a exposição aos campos eletromagnéticos podem causar à saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Radiação Eletromagnética, Impactos Ambientais, Efeitos Biológicos, Estações de Rádio-base, Legislação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Ao ter inventado o rádio, o físico italiano Guglielmo Marconi jamais iria imaginar que graças a ele, o homem passaria a enviar e receber informações por ondas eletromagnéticas. A partir daí criou-se uma infinidade de equipamentos eletrônicos, sendo a telefonia fixa e a móvel as mais difundidas no século passado. Mesmo com uma crise instalada no mercado das telecomunicações, a telefonia móvel não pára de crescer. Segundo levantamento feito pela ANATEL, no ano de 2003, houve um crescimento aproximado de 32% nas linhas de celulares, ou 11.135.500 aparelhos a mais circulando. Em paralelo com esse crescimento, o que acontece com as estações rádio-base (ERB's) não poderia ser diferente, a agência reguladora capturou um progresso de 2.547 ERB's no período citado acima. Abaixo se encontram os gráficos que mostram o progresso no número de celulares e ERBs.

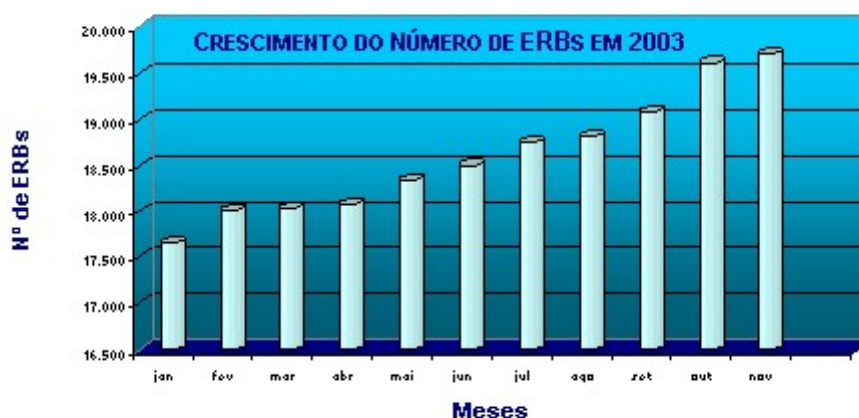


Figura 1: Evolução do número de Estações rádio-base (ERB's) no Brasil em ano de 2003.

Obs: o numero de ERB's instaladas no mês de dezembro de 2003 ainda não foi disponibilizado para consulta pela ANATEL.

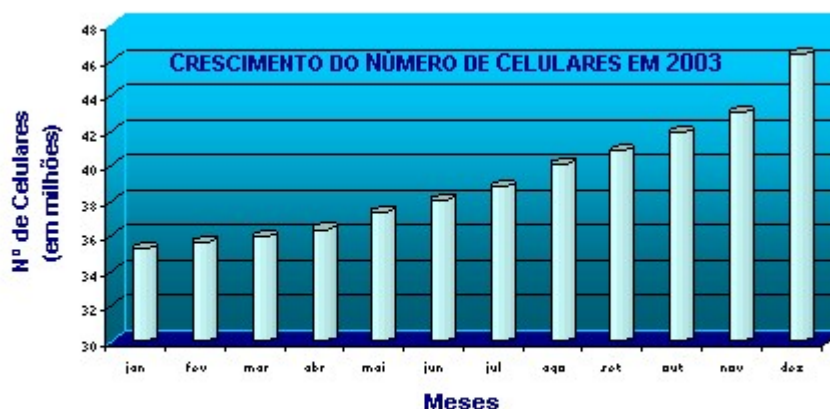


Figura 2: Evolução de números de celulares no Brasil em 2003. Dados disponíveis pela ANATEL.

Essa proliferação das ERB's foi e está sendo desordenado depois que ocorreu a privatização do Sistema Telebrás. A instalação e operação de estações do serviço de telecomunicações móvel terrestre, além de ser disciplinada por regulamentos específicos, é regida pela Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997 - Lei Geral de Telecomunicações - LGT.

Os Municípios detêm [competência constitucional](#) para legislar sobre assuntos de interesse local, para promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano e para promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, porém as instalações não são feitas com o devido licenciamento das prefeituras, apesar de já existem prefeituras elaborando leis restritivas à instalação desses equipamentos.

O telefone celular é a vedete, com cerca de um bilhão de usuários no planeta e 43 milhões no Brasil.

Há centenas de pesquisadores empenhados em provar que a exposição prolongada às ondas eletromagnéticas pode provocar distúrbios que vão da simples dor de cabeça ao câncer. Estudos científicos sobre os efeitos das radiações eletromagnéticas no corpo humano vêm sendo realizados há aproximadamente 45 anos, e foram intensificados na última década. Diretrizes e normas foram criadas por organizações reconhecidas mundialmente, tal como a OMS, para fixarem limites de exposição aos campos eletromagnéticos. Entre os possíveis danos associados aos efeitos térmicos da radiação emitida pelos aparelhos celulares e antenas de transmissão estão: a exaustão, o choque térmico, o estresse, a queda no desempenho de tarefas, a pressão cardíaca, as alterações em funções neurais e neuromusculares e a ocorrência de catarata. O celular não é o único vilão. Toda corrente elétrica gera ondas elétricas e magnéticas. Elas são formadas por campos de forças no qual elétrons com diferentes circulam e oscilam em todas as direções. Essa dança de elétrons é onipresente.

As estações rádio-base (ERB's), ou torres de transmissão de celular, também representam um risco para a saúde humana. A instalação das torres de celulares é caótica, principalmente na região metropolitana, desvalorizando imóveis, causando rachaduras nas paredes das casas devido às trepidações, danifica eletrodomésticos, gera mal-estar e polui o visual. Além disso, quando o sistema de refrigeração é ligado, o barulho emitido, que parece ser como uma turbina de avião, tira o sono e o sossego dos moradores. A conveniência fica para alguns poucos que lucra alugando o quintal para as empresas de telefonia celular (o aluguel pode chegar a render mil reais por mês).

No site Consultor Jurídico, em dezembro de 2001, publicou que a Assembléia Legislativa derrubou veto do governador Geraldo Alckmin ao Projeto de Lei 271/2000, do deputado Salvador Khuriyeh (PSB), que estabelece regras para o uso de antenas celulares. A nova lei, que visa proteger a saúde pública de efeitos nocivos causados pela instalação e pelo uso indiscriminado de antenas celulares.

Muitas ERBs são instaladas perto de varandas e janelas de prédios. Por isso é importante que a população fique atenta para que as torres não sejam instaladas excessivamente perto de residências, escolas ou ambientes de trabalho.

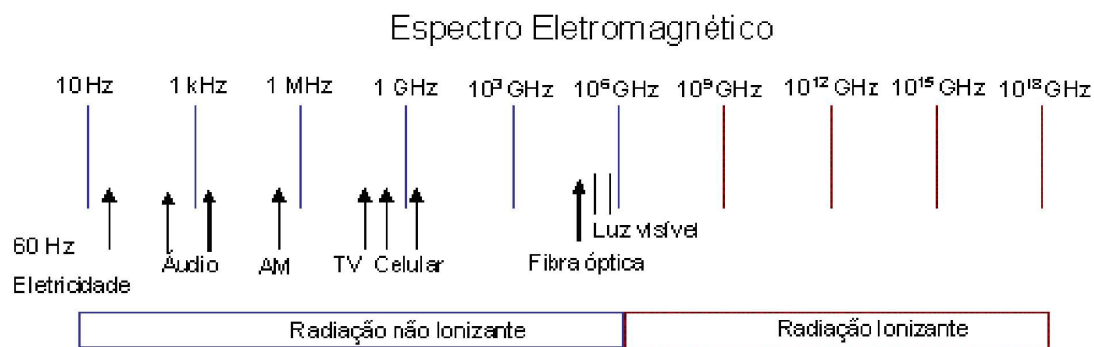
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O rápido crescimento do número de usuários da telefonia celular (bem como de outros meios de comunicação sem fio) tem chamado a atenção, em todo o mundo, para os possíveis riscos que poderiam ser causados pela exposição humana aos campos eletromagnéticos gerados por aparelhos celulares ou estações rádio-base (torres de celular). O campo eletromagnético é formado por campos elétricos e magnéticos perpendiculares entre si propagando-se num dado meio. Esses campos variam no tempo e no espaço e viajam no vácuo ou no ar à mesma velocidade da luz. A luz visível é radiação eletromagnética, só que de energia maior que outros campos como os usados para telefonia celular, que são invisíveis aos nossos olhos. Os campos eletromagnéticos também são chamados de radiação não-ionizante, pois não possuem energia suficiente para arrancar elétrons de átomos ou moléculas (ou seja, realizar ionização). A quantidade de energia associada à onda eletromagnética depende de suas frequências, às quais são medidas pelo número de oscilações (ciclos) por segundo. Por exemplo, ondas elétricas e magnéticas de uma estação de rádio FM típica oscilam em uma frequência de 100 milhões de vezes por segundo ou, em termos usuais, a uma taxa de 100 milhões de Hertz (abreviado como 100 MHz). Estações de TV operam em canais com frequências que variam de 54 MHz até 806 MHz. Os sistemas de telefonia celular usam ondas de frequências ainda mais altas. A faixa de radiofrequências (RF) na qual os sinais sem fio são transmitidos estende-se de 9.000 Hertz (9 kHz) a 300 bilhões de Hertz (300 GHz) e incluem subdivisões tais como faixas de radiofrequência extra baixa, baixas, médias, altas, muito altas, ultra alta, entre outras.

Ondas eletromagnéticas também ocorrem em frequências além da faixa de radiofrequências. Radiofrequências são

freqüências situadas na faixa entre 0 Hz a 3.000 GHz (3×10^{12} Hz), conforme definido pela [União Internacional de Telecomunicações](#) (UIT). A luz de cor verde, por exemplo, tem uma freqüência acima de meio quatrilhões de Hertz ($5,8 \times 10^{14}$ Hz) e os Raios X usados na medicina e na odontologia têm freqüências mil vezes maiores. Com o aumento da freqüência, a energia de ondas eletromagnéticas se torna mais concentrada, tornando-se necessário fazer uma distinção entre ondas de radiofreqüências, que estão na faixa das radiações não ionizantes, e ondas de freqüências mais altas, que estão na faixa das radiações ionizantes. As radiações ionizantes, onde está incluída a parte ultravioleta da luz solar (como os raios UVA e UVB) e o Raio X, por exemplo, estão localizadas na faixa de freqüências acima de 3×10^{15} Hz e são capazes de produzir alterações químicas em tecidos do corpo. As ondas de radiofreqüências são radiações não ionizantes e, mesmo as de intensidade de radiação mais alta, não podem alterar a formação química das moléculas, incluindo as de DNA, que codificam a informação biológica das células.

Figura 3: Espectro Eletromagnético



O sistema de telefonia celular é responsável pela emissão de ondas eletromagnéticas de 10 MHz a 300 GHz. Alguns pesquisadores estabelecem uma correlação entre a exposição a esse tipo de radiação e o surgimento de alguns tipos de doenças, em especial o câncer, enquanto outros, simplesmente, negam qualquer possibilidade de que isso ocorra, apontando uma grande falta de consenso sobre o assunto.

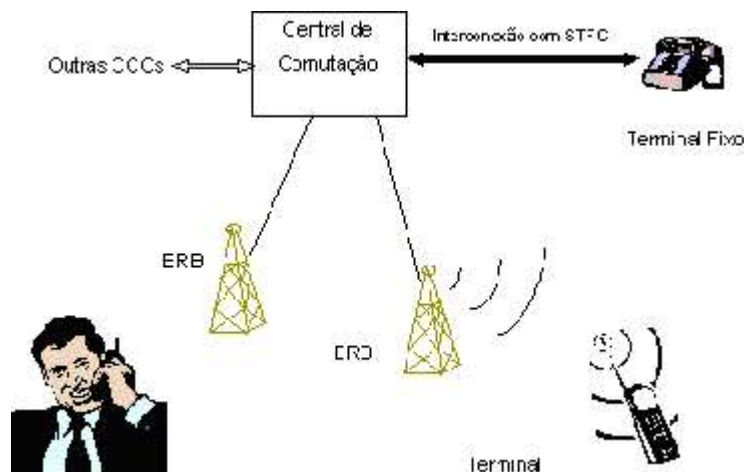
Deve-se tomar o cuidado de não confundir "radiação eletromagnética" com "radioatividade", esta última é a propriedade de certos elementos químicos de elevado peso atômico, como Urânio, de emitir espontaneamente energia e partículas subatômicas, enquanto radiação é a propagação espacial de energia através de partículas ou ondas. Apenas a radiação ultravioleta extrema, os raios-X e os raios gama (também invisíveis) são radiações eletromagnéticas ionizantes e, portanto mais danosas. As antenas emitem sinais de radiação eletromagnética que são recebidos pelos celulares, rádios e TVs para depois serem decodificados na informação desejada: som, imagem ou outro tipo de dado. Com a proliferação de antenas emissoras de todos os tipos, em especial de telefonia celular, aumentaram os estudos sobre os riscos destas radiações não-ionizantes.

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 Radio-Base – 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 composto 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 freqüências, 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.



O grau de absorção de energia está diretamente relacionado com os possíveis efeitos biológicos das radiações.

A partir deste conceito definiu-se uma Taxa de Absorção Específica (Specific Absorption Rate-[SAR](#)) medida em Watt por Quilograma(W/kg). É a medida dosimétrica utilizada para estabelecer limites à emissão de radiação por campos eletromagnéticos não ionizantes. O conceito de dose, energia absorvida por unidade de massa, foi desenvolvido para estabelecer os limites para a radiação ionizante. Ao se definir o SAR procurou-se estabelecer uma unidade de medida (dose) correlacionada a efeitos de elevação de temperatura do corpo.

RISCOS À SAÚDE

Os cientistas abordam esta questão de diversas formas: estudo da saúde de pessoas expostas (epidemiologia), pesquisas com animais em laboratório, pesquisas com células e crescimento de tecidos em laboratório e análises teóricas.

Os estudos epidemiológicos procuram obter informação acerca dos efeitos à saúde dos seres humanos expostos às ondas de radiofrequências. Tais estudos podem ser mais efetivos quando se avalia um grande número de pessoas, algumas das quais ficam expostas por um período de tempo mais prolongado que outras.

A epidemiologia pode, com segurança, detectar uma condição de risco, caso exista uma forte relação entre a exposição e um efeito danoso (isto quer dizer, um alto nível de risco). Mas a epidemiologia não é tão precisa quando se estuda pequena amostra de populações, efeitos de pouca intensidade, exposições praticamente desconhecidas e se o grupo não foi exposto regularmente por muitos anos. 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. Pesquisas epidemiológicas de exposição a ondas de radiofrequências se enquadram na última situação, tomando-se necessário ter vários estudos que apontem na mesma direção antes de se chegar a conclusões.

Os estudos dos efeitos das ondas eletromagnéticas sobre seres vivos remontam a várias décadas, mas a celeuma ganhou repercussão mundial no início dos anos 90, quando, nos Estados Unidos, um processo movido contra operadora e fabricante de equipamento celular, levantou a hipótese de câncer no cérebro devido ao uso prolongado do aparelho. Porém nesse mesmo país, o biólogo John Moulder, do Medical College of Wisconsin, relatou em sua FAQ sobre o assunto que, em 1998, foram publicados dois trabalhos 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 hipertemia; 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 à radiofrequência e câncer".

Na Europa, o seu parlamento fez, em março de 2001 uma publicação onde colocou suas opções políticas ao respeito dos efeitos fisiológicos e ambientais das radiações eletromagnéticas não-ionizantes, investigadas pela STOA (Avaliações das opções científicas e tecnológicas).

Desde o caso outros efeitos passaram a ser reportados na imprensa, a polêmica tem se prolongado, e o interesse sobre a matéria, tanto por parte da população em geral quanto da comunidade científica, tem aumentado. Aqui no Brasil não poderia ser diferente. Estudos vêm sendo feitos a fim de detectar e comprovar esse mal. 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. Em um outro 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 imunitivo do hospedeiro, em resposta ao estresse térmico causado pela exposição a microondas.

Sobre os efeitos térmicos do campo eletromagnético nos tecidos: A energia eletromagnética é convertida em calor no tecido, seja em consequência da condução iônica, ou mesmo rotação dipolar das moléculas de água ou de proteínas, que constituem grande parte dos tecidos do corpo humano. A distribuição do campo no tecido é uma função intrínseca da frequência, configuração da fonte primária, polarização do campo, geometria dos tecidos e das suas propriedades eletromagnéticas. A distribuição inicial de calor é posteriormente modificada pelas propriedades térmicas (calor específico, condutividade térmica, etc.) do tecido e pelos mecanismos neurocirculatórios, que têm a função da termoregulação do corpo. Quando a capacidade termoreguladora do sistema orgânico, ou de parte dele, é excedida, podem causar danos ao metabolismo do tecido ou até a morte do mesmo. Isto ocorre, evidentemente quando a densidade de potência absorvida é maior do que a densidade de potência metabólica de saída do corpo, que é cerca de 5 mW/cm². A absorção da energia eletromagnética é alta para tecidos com alto teor de água, como músculos, tecido cerebral, órgãos internos e pele, sendo menor para tecidos com baixos teores de água, como gordura e osso.

Sobre os efeitos não térmicos: O mais importante é o chamado efeito 'cadeia de pérolas'. Este efeito é observado quando partículas em suspensão, como carvão, amido, leucócitos, são submetidas a um campo de Rádio Frequências de 1 a 100 MHz, contínuo ou pulsado. As partículas formam cadeias, numa direção paralela às linhas de força do campo elétrico, devido à polarização induzida pelo campo elétrico. Um outro efeito não térmico é a saturação dielétrica, que consiste na polarização de cadeias parciais de macromoléculas biológicas, levando a uma possível quebra de ligações de hidrogênio e a alterações da zona de hidratação, podendo causar desnaturação ou coagulação de moléculas.

Entre os possíveis danos associados aos efeitos térmicos da radiação emitida pelos aparelhos celulares e antenas de transmissão estão: exaustão, choque térmico, estresse, queda no desempenho de tarefas, pressão cardíaca, diminuição da potência sexual, desequilíbrio hormonal, problema no sistema hormonal, alteração no fluxo de cálcio no corpo humano, diminuição de insulina, as alterações em funções neurais e neuromusculares e a ocorrência de catarata.

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 as exposições a pequenos níveis de radiação eletromagnética podem causar alterações no comportamento dos animais ou

mudanças no funcionamento das membranas celulares.

As diferentes versões sobre o tema reforçam que o celular é mais um exemplo de descaso com a saúde do consumidor. Em nome dos interesses comerciais, a tecnologia foi introduzida em larga escala no mercado sem que sua segurança fosse atestada.

Com tudo isso, pesquisadores já estão procurando maneiras para neutralizar as ondas eletromagnéticas e microondas. Um equipamento promete neutralizar radiação de aparelho celular. Sem data oficial para lançamento, a Medicare do Brasil contou com o auxílio do Instituto Latino Americano de Ciências e Pesquisas Biomagnéticas (Incipe) para fabricar o Neut Cell e o Neut Comp, ambos da linha Neutronium, aparelhos que prometem auxiliar na prevenção dos efeitos nocivos das ondas eletromagnéticas não ionizadas, porém não substituem diagnósticos, prescrições ou cuidados médicos. A ação do Neut Cell e do Neut Comp funciona utilizando um sistema hidro-eletrônico contínuo e quântico, que serve como um dreno de ondas eletromagnéticas. Ou seja, os equipamentos atuam como uma antena receptadora de ondas e campos eletromagnéticos, fazendo com que estas, ao invés de convergirem para o corpo humano, sejam desviadas para os produtos, que devem estar localizados em um raio de até 1,5 metro de distância.

Enquanto o cenário permanece indefinido, o consumidor deve ter cautela. Algumas recomendações podem ajudá-lo a ter uma atitude preventiva:

- Recomenda-se usar o celular o menos possível e mantê-lo o mais longe que puder da cabeça. Não se deve esquecer de puxar completamente a antena antes de ligá-lo.
- Não se deve também usar o aparelho celular em automóveis. Como os carros são metálicos, o celular opera na máxima potência. Isso quer dizer que a radiação emitida é maior, o que, além da saúde, também pode ocasionar problemas na comunicação entre o celular e a torre de transmissão e diminuir a potência da bateria.
- Estudos desaconselham o uso de celular por crianças e jovens de até 16 anos. O departamento de saúde britânico recentemente obrigou os fabricantes de celular a informar os consumidores, por meio de folhetos, sobre esse risco.

Antes de comprar um celular, aconselha-se fazer uma pesquisa para saber qual modelo tem o menor nível de SAR, ou seja, os que emitem menos radiação. Deve-se ainda ficar atento à embalagem e ao manual dos aparelhos, que devem ter essas informações, segundo a assessoria de comunicação da ANATEL, a partir do dia 12 de outubro de 2001. Se possível, recomenda-se o uso do fone de ouvido ou o recurso de viva-voz.

LEGISLAÇÃO VIGENTE

PANORAMA BRASILEIRO

A crescente utilização da telefonia móvel celular no Brasil 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 rádio-base. Essa desconfiança é gerada pela falta de estudos conclusivos sobre o assunto, pois não se tem ainda um consenso a respeito dos malefícios que a exposição à radiação eletromagnética pode causar ao organismo humano e ao ambiente.

Essa falta de informações sobre as conseqüências da radiação, chamaram a atenção das autoridades no que diz respeito à formulação de uma Legislação que limite desde os locais de instalação das ERBs, quanto os níveis de campo elétrico e magnético por elas emitidos. O Conselho Diretor da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) 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 Comissão Internacional para Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP, constam na publicação "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, Nº 4, pp 494-522, 1998".

Ao estabelecer os limites de exposição, a Comissão reconheceu a necessidade de reconciliar diferentes opiniões de especialistas. Tem que se considerar a validade de relatórios científicos e tem que se extrapolar experiências com animais, para efeitos nas pessoas. As restrições incluídas nestas diretrizes foram baseadas somente em dados científicos; entretanto, o conhecimento atualmente disponível, indica que estas restrições propiciam um nível adequado

de proteção contra a exposição a CEM variáveis no tempo.

Por essa razão, estas diretrizes são baseadas em efeitos na saúde de caráter imediato, em curto prazo, tais como estimulação dos nervos periféricos e músculos, choques e queimaduras causadas por tocar em objetos condutores, e elevação de temperatura nos tecidos, resultante da absorção de energia durante exposição a CEM.

No caso dos efeitos potenciais da exposição em longo prazo, tais como aumento de risco de câncer, a ICNIRP concluiu que os dados disponíveis são insuficientes para prover uma base para fixar restrições à exposição, embora pesquisas epidemiológicas tenham produzido evidências sugestivas, mas não convincentes, de uma associação entre possíveis efeitos carcinogênicos e a exposição à densidade de fluxo magnético de 50/60 Hz em níveis substancialmente inferiores aos recomendados nestas diretrizes.

Esse documento incluiu uma visão geral das características físicas, técnicas de medição e instrumentação, fontes e aplicações de RNI (radiação não ionizante), uma análise completa da literatura sobre efeitos biológicos, e uma avaliação dos riscos de saúde devidos à exposição a RNI. Estes critérios de saúde proporcionaram uma base de dados científica para posterior desenvolvimento dos limites de exposição e dos procedimentos relacionados a RNI.

A conformidade com essa diretriz, não garante que sejam evitadas interferências ou efeitos em dispositivos médicos, como próteses metálicas, marcapassos cardíacos, desfibriladores e implantes cocleares. A interferência em marcapassos pode ocorrer mesmo em níveis abaixo dos níveis de referência recomendados.

Os limites de exposição aos Campos Eletromagnéticos estabelecidos pela ANATEL estão descritos nas tabelas abaixo:

Tabela 1: Limites para exposição da população em geral a Campos Eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz (f = frequência).

Faixas de Radiofrequência	Intensidade de campo E (V/m)	Intensidade de campo H (A/m)	Densidade de potência da onda plana equivalente. (W/m ²)
9 kHz a 150 kHz	87	5	-
0,15 MHz a 1 MHz	87	$0,73/f$	-
1 MHz a 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	-
10 MHz a 400 MHz	28	$0,73/f$	2
400 MHz a 2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
2000 MHz a 300GHz	61	0,16	10

Tabela 2: Limites para exposição ocupacional a Campos Eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz (f = frequência).

Faixas de Radiofrequência	Intensidade de campo E (V/m)	Intensidade de campo H (A/m)	Densidade de potência da onda plana equivalente. (W/m ²)
9 kHz a 150 kHz	610	24,4	-
0,15 MHz a 1 MHz	610	1,6/f	-
1 MHz a 10 MHz	610/f	1,6/f	-
10 MHz a 400 MHz	61	0,16	10
10 MHz a 400 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	f/40
2000 MHz a 300GHz	137	0,36	50

Em relação ao processo de planejamento utilizado para a instalação de qualquer equipamento de radiofrequência (rádio AM, FM, TV, ERBs, transmissão de dados, etc.) ainda não existe legislação específica no âmbito federal. Apenas os municípios dispõem de autonomia para regulamentação dos locais seguros para a instalação desses equipamentos. Na cidade de São Paulo, por exemplo, as companhias de telecomunicações necessitam da expedição de alvará pela prefeitura com autorização para fixação em local adequado de suas torres. O problema que vem ocorrendo é que a empresa não tem aguardado a referida permissão, e vem fixando seus equipamentos desordenadamente. Cerca de 96% das ERBs são instaladas irregularmente, muitas vezes perto de dormitórios, junto a calçadas em zonas de alta urbanização e na vizinhança de hospitais, maternidades e escolas. Enquanto não se chega a uma conclusão a respeito desse assunto, a população tem ficado exposta a esse risco.

Apesar de não haver legislação específica sobre a instalação das ERBs, a lei estadual 10.995/2001 já regulamenta a instalação de antenas no estado de São Paulo. Além disso, um decreto de 2000 determina que os alvarás para a instalação das antenas devem ser avaliados pela Comissão Normativa de Legislação Urbanística (CNLU) e pelo Departamento de Aprovação de Edificações (Aprove), ambos órgãos municipais. Como reforço, ainda há um projeto de lei estabelecendo que as torres devem ficar a uma distância horizontal mínima de 20 metros em relação a clínicas médicas, hospitais e zonas de proteção aeroportuárias. A proposta ainda proíbe a instalação de ERBs em parques, praças, conjuntos habitacionais, centros educacionais e esportivos. Nesta proposta não há oposição à instalação das ERBs, pois isso seria ir contra o importante desenvolvimento tecnológico. O que existe é uma contrariedade à disseminação indiscriminada destes equipamentos, além da preocupação em manter a saúde da população fora de perigo.

PANORAMA MUNDIAL

Na Europa, o parlamento fez em março de 2001 uma publicação onde colocou suas opiniões políticas ao respeito dos efeitos fisiológicos e ambientais das radiações eletromagnéticas não-ionizantes, investigados pela STOA (Avaliação das opiniões científicas e tecnológicas). Essas foram algumas das medidas sugeridas pelo parlamento europeu para a limitar a exposição da população à radiação:

- O uso prolongado de telemóveis em situações de não emergência por parte de crianças (sobretudo antes da adolescência) deve ser fortemente desencorajado, por serem mais vulneráveis aos potenciais efeitos nocivos para a saúde.
- A indústria dos telemóveis deve abster-se de promover o uso prolongado de telemóveis por crianças, através de métodos publicitários baseados em estratégias de influência ou outras estratégias similares a que os jovens são mais susceptíveis, tais como o (já abandonado) uso de figuras ou personagens da DISNEY nos telefones.
- A indústria dos telemóveis deve informar de forma clara os consumidores de que a taxa de absorção específica (SAR) – que alguns países deve estar indicada de forma sucinta nos aparelhos – se refere apenas aos efeitos térmicos sobre o tecido biológico das emissões de microondas da antena, não sendo, de modo algum, relevante no que diz respeito aos efeitos não térmicos que os telemóveis possam ter no seu utilizador.
- A eficácia de dispositivos como sistemas de proteção e auriculares deve ser comprovada com base em ensaios biológicos e não apenas em função da redução dos valores SAR (medidos em manequins de ensaio) que a sua

utilização possa proporcionar. O consumidor deve ser informado de que tais dispositivos não asseguram qualquer proteção contra os campos magnéticos pulsantes de baixa frequência gerados pelas baterias dos telemóveis.

CONCLUSÃO

As torres de telefonia são, em alguns casos, construções gigantescas. Algumas chegam até medir setenta metros de altura. Para evitar a proliferação cada vez mais desordenada desses equipamentos, as empresas teriam uma saída: o compartilhamento, com antenas de diversas operadoras, concorrentes ou não, instaladas em uma mesma torre. Na cidade do Panamá em Pensacola, na Flórida, EUA, o compartilhamento atinge mais de oitenta e cinco por cento das torres. Caso essa filosofia não seja adotada a risca pelas empresas, grandes centros urbanos poderão se transformar, nos próximos anos em uma verdadeira catástrofe ambiental. O compartilhamento é apontado por especialistas das áreas como algo inevitável, pois nenhuma cidade comportará a quantidade de ERB's que serão necessárias à comunicação móvel no futuro próximo. Se a implantação de torres para atender a uma só empresa é inviável hoje, nos próximos cinco anos será inadmissível. Compartilhando também se reduz os custos, já que a implantação de um *site* pode chegar a R\$ 1 milhão. As empresas terão que encontrar formas de conviver pacificamente dividindo as áreas e facilidades.

Os efeitos adversos sobre a saúde humana provocados pela exposição à radiação eletromagnética proveniente de estações rádio-base 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 rádio-base 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, verifica-se que não há alguma 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 foi detectada na normatização da matéria em outros países é o fato das autoridades locais passarem a estabelecer critérios e condições para a instalação de antenas rádio-base no seio de suas comunidades.

Finalmente se existem evidências plausíveis de que as ondas eletromagnéticas possam causar danos à saúde humana, na melhor das hipóteses, ficaria pairando a dúvida sobre a nocividade do produto e sobre a poluição causada por ele. Nesse caso, é mais do que necessário à aplicação do princípio da preocupação e do princípio *in dubio* pro ambiente, na dúvida que seja protegido o ambiente e seu habitante por excelência, o Homem, sua saúde, sua segurança e sua vida. Tememos que aconteça com os celulares e outros eletro-eletrônicos a mesma situação que ora acontece devido ao uso do cigarro. Durante décadas, as companhias de tabaco negaram que houvesse relação entre o câncer e a nicotina. Hoje elas admitem sentar nos tribunais para negociar o pagamento de indenizações milionárias às vítimas do cigarro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, Francisco José Costa et all. Riscos Ambientais advindos da radiação emitida pelas estações de rádio-base (ERB's) de telefonia celular. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEPP, 2002, Curitiba.
2. ARAUJO, Francisco José Costa et all. Recognition of environmental impact in the transmission of electrical power. In: IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers/PES-Power Engineering Society – T&D 2002 – Latin America. 2002, São Paulo.
3. FISCHETTI, M. The Cellular Phone Scare, IEEE Spectrum, vol. 30, junho, 1993.
4. ICNIRP, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Health Physics, vol. 74. Nº 4, pp484-522. 1998.
5. Tabela de limites de exposição <http://www.anatel.gov.br/biblioteca/resolucao/2002/>
6. Estações de ERB: Necessárias mas perigosas <http://www.gilbertonatalini.com.br>
7. Limites de campo elétrico (Projeto de Lei 125/2003) <http://www.al.rs.gov.br>

8. Radiação e Irradiação. <http://www.guidant.com-saude>
9. Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (ABRICEM)
<http://www.abricem.com.br>
10. Administração de Alimentos e Drogas (FDA - EUA)
<http://www.fda.gov>
11. Agência Nacional de Segurança Ocupacional e de Saúde dos Estados Unidos (OSHA - EUA)
<http://www.osha-slc.gov>
12. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados
<http://www.camara.gov.br/internet/diretoria/conleg/estudos/100971.pdf>
13. Comitê Europeu para Padronização Eletrotécnica (CENELEC - EUROPA)
<http://www.cenelec.org>
14. Comitê Nacional de Proteção à Radiação (NRPB - INGLATERRA)
<http://www.nrp.org.uk>
15. Comitê Federal de Comunicação (FCC - EUA)
<http://www.fcc.gov/oet/rfsafety/>
16. Comissão Internacional de Proteção contra Radiação não Ionizante (ICNIRP)
<http://www.icnirp.org>
17. Instituto Nacional sobre a Vida no Trabalho
http://www.niwl.se/default_en.asp
18. Associação Internacional de Proteção a Radiação (IRPA)
<http://www.irpa.net>
19. Mobile Phones and Health
<http://www.iegmp.org.uk/report/text.htm?Cod=2049>
20. Conselho Nacional sobre Proteção e Medidas de Radiação (NCRP)
<http://www.ncrp.com>
21. Organização Internacional do Trabalho (OIT)
<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/>
22. Organização Mundial de Saúde (OMS)
<http://www.who.int/>
23. Sociedade de Bioeletromagnetismo
<http://www.bioeletromagnetics.org>
24. Associação Européia de Bioeletromagnetismo (EBEA)
<http://www.ebea.org>
25. IEEE Comitê sobre Homem e Radiação
<http://www.seas.upenn.edu:8080/Kfoster/comar.htm?Cod=2049>
26. Indústria de Comunicação Sem Fio (CTIA - EUA)
<http://www.wow-com.com>
27. Centro de Informações sobre Comunicação Sem Fio (WIRC - CANADÁ)
<http://www.wirc.org>