

## ANÁLISE DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE EM ADULTOS E CRIANÇAS

Joel Rosa de Almeida Júnior<sup>1</sup>  
Eliézer Alves Teixeira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Campus Jataí/Engenharia Elétrica – PIBITI,  
joel\_r\_junior@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Campus Jataí/Departamento de Áreas  
Acadêmicas/eliezer.teixeira@ifg.edu.br

### Resumo

A tecnologia tem tomado espaço em praticamente todas as áreas da sociedade, no trabalho, nas instituições de ensino, nos lares, nos ambientes de lazer, entre outros, disseminando a informação por meio de diversos dispositivos como notebooks, tablets, equipamentos vinculados à telefonia móvel celular, etc. Isso nos remete a sociedade da informação, onde cada vez mais fica fortalecido o conceito da comunicação digital, que ganha cada vez mais adeptos nas redes sociais, no uso de jogos e aplicativos em diversos aparelhos eletrônicos. Neste contexto, observa-se cada vez mais o uso de tais dispositivos por jovens, adolescentes e crianças com idade cada vez menor. Isto gera uma nova preocupação em relação aos efeitos físicos e biológicos decorrentes do uso das novas tecnologias. Particularmente, na telefonia móvel celular, que utiliza radiofrequências para o seu funcionamento, uma grande preocupação tem sido os efeitos da radiação não ionizante nos usuários deste serviço. Por este motivo, órgãos nacionais e internacionais têm realizado estudos sobre o assunto com vistas a identificar as consequências destas radiações em seres humanos, resultando em normas e regulamentos que estabelecem limites para estas radiações. Desta forma, este projeto de pesquisa se propõe a realizar uma análise dos efeitos das radiações não ionizantes em adultos e crianças e propor formas de uso harmonioso das tecnologias que utilizam radiofrequências, reduzindo o impacto prejudicial na sociedade.

**Palavras-chave:** Radiação não ionizante; Radiofrequências; Taxa de Absorção Específica; Telefonia Móvel.

### INTRODUÇÃO

No ambiente em que vivemos estão presentes ondas eletromagnéticas, a exemplo dos raios solares, que são a maior e mais importante fonte de energia para os seres vivos, cuja vida depende do calor e da luz recebidos através de ondas eletromagnéticas. Além destas ondas, existem também outras fontes terrestres de radiação eletromagnética, tais como as estações de rádio e de TV, o sistema de telecomunicações em microondas, lâmpadas artificiais, corpos aquecidos e dentre outras.

A primeira verificação experimental da existência de ondas eletromagnética foi realizada por Henrich Hertz, em 1887. Hertz criou aparelhos emissores e detectores de ondas de radiofrequência por meio de circuitos sintonizados na mesma frequência e pôs em evidência o que James Maxwell já havia imaginado em 1873. Seu trabalho foi homenageado posteriormente colocando-se o nome "Hertz" para unidade de frequência.



Atualmente chama-se espectro eletromagnético à faixa de frequências e respectivos comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas. A imagem a seguir ilustra o espectro eletromagnético.

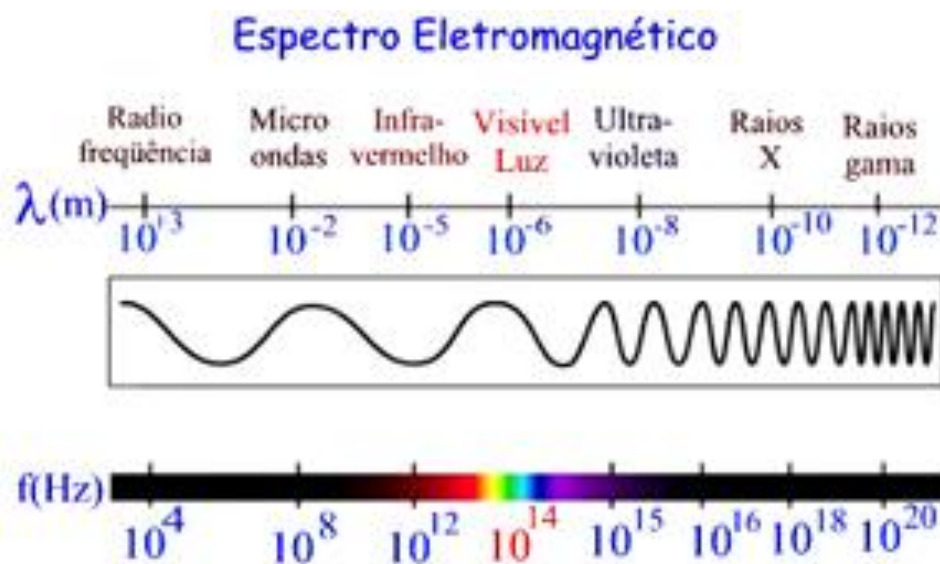


Figura 1 – Espectro eletromagnético

Fonte [www.rc.unesp.com.br](http://www.rc.unesp.com.br)

Ondas eletromagnéticas são utilizadas em sistemas de telecomunicação em geral, no entanto, no que diz respeito aos efeitos biológicos das radiofrequências, os sistemas podem emitir dois tipos de radiação: Ionizante ou não ionizante.

Nas radiações ionizantes, os campos eletromagnéticos possuem energia suficiente para provocar a quebra das ligações químicas por ionização. Desta forma, o material genético das células pode ser danificado. Estas radiações correspondem a campos eletromagnéticos em frequências mais elevadas que as das emissões de luz, tais como os raios X e os raios gama, cujos comprimentos de onda são nanométricos.

Nas radiações não ionizantes os campos eletromagnéticos não possuem energia suficiente para provocar a quebra das ligações químicas. Porém, estes campos estão presentes nas comunicações que utilizam as faixas de radiofrequências de 9 kHz a 300 GHz e podem gerar dois tipos de efeitos biológicos: Efeitos térmicos e efeitos não térmicos. Para os efeitos térmicos, normas nacionais e internacionais estabelecem limites de exposição à este tipo de radiação. Os efeitos não térmicos são efeitos bioquímicos ou eletrofísicos que, de acordo com a literatura específica, pode ter impacto no sistema nervoso, cardiovascular e imunológico.

## RADIAÇÃO PROVENIENTE DA TELEFONIA MÓVEL

A telefonia móvel celular, que utiliza radiofrequências entre 800 MHz e 2,5 GHz, tem despertado maior interesse quanto aos efeitos biológicos dessas radiações, por serem cada vez

mais utilizadas em dispositivos móveis manuseados por adultos e crianças, porém, não existem resultados conclusivos em relação a limites de exposição segura.

Efeito biológico é qualquer alteração biológica produzida no organismo, capaz de provocar ou não, problemas de saúde, e de acordo com [1] os efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos dividem-se em térmicos e não térmicos e variam de acordo com a frequência dos campos. O principal efeito das microondas, por exemplo, é a dissipação de energia nos tecidos sob a forma de calor, como nos mostra a figura a baixo.



Figura 2 – Região de dissipação de energia nos tecidos

Muito se tem falado sobre os malefícios causados pelo celular devido as ondas eletromagnéticas emitidas durante a sua utilização, quando o aparelho envia um sinal para a Estação de Rádio Base (ERB), mais próxima do usuário. Esta por sua vez envia o sinal para a Central de Comutação e Controle (CCC), que o direciona, por meio de antenas para o telefone receptor, que pode ser outro aparelho celular ou telefone fixo.

Os efeitos biológicos oriundos de radiações não ionizantes são, de certa forma, bem quantificados. Por se tratar de aquecimento de tecido biológico, este tipo de efeito é designado efeito térmico. Segundo [2] o organismo humano possui mecanismos de termoregulação e, quando o nível de aquecimento dos tecidos biológicos excede a capacidade natural do organismo, sérios danos podem ocorrer nesses mesmos tecido.

Sistemas de telecomunicações emitem radiofrequência (RF), uma radiação eletromagnética invisível, não ionizante, que inclui as micro-ondas (frequências de 300 MHz a 300 GHz). No Brasil, há celulares de tecnologia digital no sistema GSM com micro-ondas de 900 MHz ou 1.800 MHz, os quais podem operar também com tecnologia UMTS em 1.750 MHz ou 1.950 MHz, e a rede de terceira geração (3G) em 1.900 MHz e 2.100 MHz para acesso móvel à Internet.

Pesquisas realizadas por norte-americanos apontam que uma das consequências da exposição à radiação emitida por celulares é a perda na qualidade do sono:

*“O trabalho de especialistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, Estados Unidos, expôs 71 homens e mulheres, com idades entre 18 e 45 anos, à radiação do celular enquanto dormiam. Os cientistas observaram que as fases iniciais do sono foram diretamente afetadas e que outras, importantes para a recuperação dos desgastes, sofridos durante o dia, também foram prejudicadas pelas radiações. A mesma pesquisa indicou também que, pessoas que dormem com o celular muito próximo do corpo sofrem mais dores de cabeça” (BBC, 19 de fevereiro de 2016).*

## LIMITES À EXPOSIÇÃO

Restrições básicas são limites estabelecidos para exposição a campos eletromagnéticos variáveis no tempo, baseadas diretamente nos efeitos conhecidos à saúde. As restrições básicas para exposição à radiação emitida pela telefonia celular ou outras formas de radiação não-ionizantes são ditadas no Brasil pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), de acordo com normas internacionais estabelecidas por órgãos como, por exemplo, a “International Commission Non-Ionizing Radiation Protection” (ICNIRP), a “International Radiation Protection Association” (IRPA), a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a “Federal Communications Commission” (FCC). Os limites da Agência Nacional de Telecomunicações para exposição humana aos CEM baseado nas normas de segurança da Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não Ionizante, restringe a exposição da população geral à SAR de 2W/kg na cabeça e tórax. SAR, Sigla em inglês de “Specific Absorption Rate” é a Taxa de absorção de energia por tecidos do corpo, medida em W/kg (watt por quilograma) e é a medida amplamente adotada em radiofrequências superiores a cerca de 100 kHz.

Conforme afirma [4], a ICNIRP não estabelece níveis de segurança específicos para a faixa etária pediátrica. Questões éticas e práticas limitam os estudos que exponham crianças aos CEM; portanto, o cálculo da SAR é feito experimentalmente, em manequins com tamanho infantil, ou por simulações em computador, com base em imagens de ressonância magnética do crânio.

Os fabricantes dos aparelhos devem obedecer às especificações técnicas de entidades como o Instituto Europeu de Padrões em Telecomunicações. Deve ser verificado o atendimento aos limites de SAR em laboratório envolvendo a medida direta em um manequim que simula a cabeça ou o corpo humano e exibe as mesmas características de absorção do tecido humano. Também é necessário apresentar resultados de dosimetria da radiação emitida para a certificação dos equipamentos junto à Anatel, confirmando que eles não excedem os limites permitidos na legislação. Na Europa, um estudo de dosimetria em crianças e adolescentes revelou que, durante o uso de telefones celulares e sem fio, a radiação ficou abaixo de 1% do limite determinado pela ICNIRP [5]

Considerando a penetração da radiação de RF no organismo, o SAR deve ser medida no seu interior, o que na prática dificulta bastante a sua realização. Desta forma, são estabelecidos limites, Fig. 3, para algumas grandezas facilmente mensuráveis no interior dos organismos como a densidade de potência e intensidades de campo elétrico e magnético. Limites distintos são adotados para exposição em áreas públicas e em ambiente de trabalho.

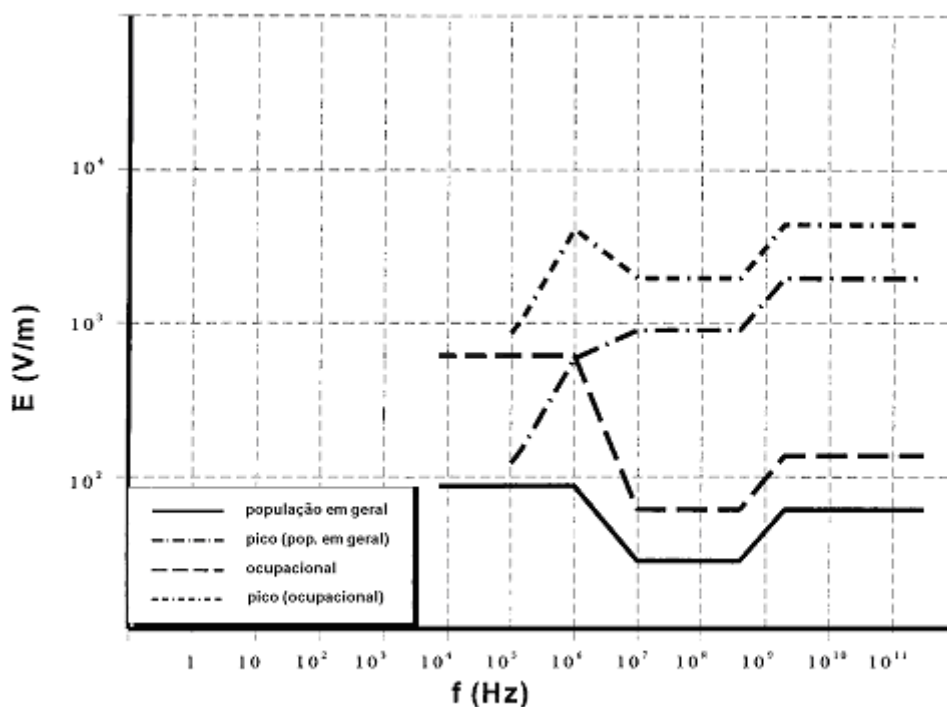


Figura 3 – Limites para exposição a campos elétricos

## DIFERENÇAS NA ABSORÇÃO EM ADULTOS E CRIANÇAS

Segundo encontramos na obra de [6] vários são os fatores que influenciam na quantidade de radiação emitida pelos celulares na cabeça do usuário, como a potência necessária para transmitir e receber o sinal da estação radiobase (torre), o modelo da antena, o formato do telefone e o posicionamento do mesmo em relação à cabeça.

Deve ser considerada, também, a anatomia do indivíduo e as propriedades dielétricas dos tecidos vivos nos quais incide a radiação, e que são diferentes em todos os seres humanos, e influenciados pela faixa etária. No adulto há tendência de menor dissipação da energia, uma vez que a cartilagem da orelha externa é menos elástica, fazendo com que o celular fique um pouco mais afastado do crânio e a espessura da pele é 70% maior do que na criança pequena, conforme comprovado por [7] e [8].

Duas simulações avaliaram a relação entre a anatomia do crânio e a absorção da radiação, com resultados opostos. Uma, feita por um fabricante de celulares, calculou SAR ligeiramente menor na cabeça de crianças de três e sete anos de idade, comparada a de adulto para aparelhos com 1W de potência nas frequências de 800 MHz, 900 MHz e 2.450 MHz. A outra simulação, feita por pesquisadores brasileiros, indicou maior dissipação da energia de RF de 850 MHz na cabeça da criança.

“Segundo médicos, os grupos mais vulneráveis à radiações são as crianças e os adolescentes, isso porque nessa faixa as células estão se multiplicando e se reproduzindo mais rapidamente do que no adulto”(Jornal O Globo).



## CONCLUSÃO

Ainda não se sabe ao certo, o quanto a radiação não ionizante é prejudicial a saúde ou o quanto sua absorção é maior nas crianças, devido a dificuldade de se identificar estes valores em um ser humano adulto, quanto mais em crianças. Sabemos, no entanto, que uma grande exposição a radiofrequência é nociva à saúde, seja em crianças, adultos, idosos, gestantes ou lactantes. Enquanto isso, vários órgãos da iniciativa pública e privada tem se esforçado para chegar a descobertas que possam torna a experiência humana com as tecnologias que emitem ondas eletromagnéticas cada vez mais segura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Balbani AP, Krawczyk AL. Efeitos da exposição aos campos eletromagnéticos do telefone celular. RBM 2009;(chapter 4):Page 87-96.
- [2] Figueiredo S, Ramos L, Pereira T, Quieroz S. Comparação de Níveis de Radiações de Radiofrequência Emitidas por Antenas de Estações Rádio-Base. Revista Telecomunicações, Vol.13, Nº01, Maio de 2011.
- [3] Brasil – Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) [homepage on the Internet]. Anexo à resolução Nº 303 de 2 de julho de 2002. Regulamento sobre limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos Impacto do uso do telefone celular na saúde de crianças e adolescentes faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Disponível em:<[http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?null&filtro=1&documentoPath=biblioteca/resolucao/2002/anexo\\_res\\_303\\_2002.pdf](http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?null&filtro=1&documentoPath=biblioteca/resolucao/2002/anexo_res_303_2002.pdf)>.
- [4] Vecchia P. The approach of ICNIRP to protection of children. Bioelectromagnetics 2005.
- [5] Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, von Kries R, Radon K. Exposure to mobile telecommunication networks assessed using personal dosimetry and well-being in children and adolescents: the German MobilEe-study. Environ Health 2008.
- [6] Balbani P, Krawczyk L. Impacto do uso do telefone celular na saúde de crianças e adolescentes. Artigo de revisão. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rpp/v29n3/a19v29n3.pdf>> Acesso em: 20/05/2016
- [7]. Martens L. Electromagnetic safety of children using wireless phones: a literature review. Bioelectromagnetics 2005; (chapter 7): Page133-7.
- [8] Wiart J, Hadjem A, Gadi N, Bloch I, Wong MF, Pradier A et al. Modeling of RF head exposure in children. Bioelectromagnetics 2005; (chapter 7):Page19-30.