

## LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Fonte: Anatel - [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)

### A EXPOSIÇÃO ÀS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

#### 1 - O que é efeito biológico? O que é risco?

A expressão "efeito biológico" é muitas vezes erroneamente entendida como sinônimo de "perigo à saúde". Na realidade, "efeito biológico", para o ser humano, é apenas uma resposta a um estímulo externo; no caso, à energia das ondas eletromagnéticas. Esta resposta pode ou não representar um perigo à saúde.

Risco é, então, uma medida do perigo associado ao efeito. Por exemplo, analisemos o efeito provocado pelas radiações na faixa do espectro eletromagnético referente à luz visível, correspondente a comprimentos de onda entre 400 e 700 nanômetros (aproximadamente  $10^{-9}$  m). É desse efeito que resulta o nosso sentido de visão e tal efeito não apresenta risco, desde que a intensidade luminosa não ultrapasse um limiar considerado perigoso e nocivo à saúde. O risco, neste caso, está relacionado com a intensidade da radiação.

O exemplo da luz deixa claro que é errado associar perigo ou risco a qualquer efeito biológico da exposição a ondas de radiofrequências. Efeitos ocorrem em qualquer faixa de frequências, mas só constituem preocupação quando a radiação excede os limites de exposição.

#### 2 - Quais são os efeitos da exposição às ondas eletromagnéticas de radiofrequências?

Todos os dias, um grande número de pessoas é exposto a ondas eletromagnéticas de radiofrequências de baixa intensidade de diversas fontes, próximas ou distantes, sem quaisquer efeitos, embora a pesquisa científica continue investigando a possibilidade de que existam efeitos não detectados até o momento. Em contraste às exposições fracas em todos os lugares, algumas pessoas podem ser expostas a ondas eletromagnéticas suficientemente fortes que podem provocar um aumento na temperatura do corpo, todo ou apenas em parte. Por exemplo, próximo às estações transmissoras, nas proximidades das antenas, os campos intensos podem causar aquecimento e até mesmo queimaduras e choques. Entretanto, não é comum que a população em geral se aproxime o suficiente das antenas transmissoras para sentir ou se preocupar com tais efeitos. Por esta razão alguns cientistas estão mais interessados na pesquisa científica sobre os efeitos não térmicos à saúde, ou seja, aqueles efeitos que podem acontecer sem um aumento na temperatura.

#### 3 - Como os efeitos biológicos de ondas eletromagnéticas de radiofrequências diferem dos efeitos de ondas eletromagnéticas em frequências mais altas?

Ondas eletromagnéticas de radiofrequências, mesmo quando suficientemente intensas para aquecer o corpo ou para cozinhar alimentos num forno de microondas, não podem

produzir o tipo de dano químico gerado pelas radiações ionizantes, como a luz ultravioleta e os Raios X. A energia concentrada das ondas eletromagnéticas de alta frequência da luz ultravioleta e dos Raios X pode danificar o DNA. Esta é a razão pela qual a luz solar e os Raios X podem causar câncer e é também a razão pela qual os Raios X podem ser usados terapeuticamente para destruir células cancerosas.

#### **4 - Qual é a diferença entre exposição e emissão?**

A exposição é medida em termos da quantidade de energia de ondas eletromagnéticas atingindo o corpo ou parte dele. As emissões são medidas em termos da energia de ondas eletromagnéticas vindo da antena ou de outra fonte. Para uma dada emissão, a quantidade de exposição depende da distância, frequência e características técnicas tais como polarização, tamanho do corpo, orientação do corpo, além das características elétricas deste corpo. Muito da complexidade da pesquisa científica, de engenharia e da regulamentação é consequência das relações entre exposição e emissão.

#### **5 - Quais os fatores que afetam a exposição?**

##### *- Distância*

Se você se afasta de uma antena, a intensidade das ondas de radiofrequências cai rapidamente com a distância. A redução pode, normalmente, ser descrita pela lei do inverso do quadrado da distância, ou seja, quando a distância de uma antena dobra, a densidade de potência diminui para um quarto. Uma analogia pode ser feita comparando-se a distância que você está de uma lâmpada: quanto mais distante, menos iluminado. Essa diminuição rápida na intensidade significa que a maioria das exposições é tão fraca que somente receptores eletrônicos sensíveis, conectados a uma antena receptora, podem detectar a presença da onda eletromagnética de radiofrequências.

##### *- Potência*

A exposição a campos de radiofrequências também depende da potência, expressa em watts, fornecida à antena. Se esta potência for aumentada de 1.000 watts para 10.000 watts, as emissões de radiofrequências também aumentarão 10 vezes. Algumas aplicações de rádio utilizam menos que 1 watt (por exemplo, telefones celulares), outros apenas em torno de 10 watts (alguns radio transmissores de microondas usando antenas parabólicas), mas algumas estações, como as de transmissão de sinais de televisão, usam centenas de milhares de watts.

##### *- Características da antena*

Para o uso mais eficiente da potência, as antenas são muitas vezes projetadas para concentrarem as ondas eletromagnéticas em direções desejadas. Por exemplo, as ondas podem ser concentradas num feixe estreito para comunicações com satélites ou, ainda, em uma cidade litorânea, direcionada para a cidade e não na direção do mar. A eficiência das antenas é descrita por meio de diagramas direcionais em termos de ganho de antena, ou seja, indicam a direção de máxima radiação.

##### *- Frequência*

Certas radiofrequências são absorvidas pelo corpo muito mais intensamente que outras, requerendo, portanto, limites de exposição mais baixos. Em frequências mais altas, um segundo fator tem papel importante: a profundidade que a energia penetra no corpo. A frequência também influencia na ocorrência de reflexões, interferências e atenuação de sinais de radiofrequências.

## **6 - Como foram estabelecidos os limites de exposição a ondas de radiofrequências?**

Os limites de exposição são especificados de duas maneiras que se complementam. As restrições básicas são definidas em termos da densidade de corrente (medida em ampère por metro quadrado) e a taxa de absorção específica (SAR - Specific Absorption Rate), uma forma da densidade de potência, medida em watts por quilograma de tecido do corpo. Por estas quantidades não serem facilmente medidas fora do laboratório, a maioria dos limites práticos de exposição são dados em termos da intensidade de campo elétrico e magnético ou densidade de potência da onda. Em radiofrequências mais baixas, as máximas densidades de corrente são especificadas.

Os limites dos campos elétricos e magnéticos são dados em termos de fórmulas que levam em conta a dependência dos efeitos com a frequência. Os limites da intensidade máxima do campo elétrico e magnético foram determinados a partir da relação entre esses campos e a SAR ou a densidade de corrente.

## **7 - Qual é o regulamento da Anatel que estabelece os limites de exposição no Brasil?**

O regulamento da Anatel que trata da exposição a campos eletromagnéticos de radiofrequências foi aprovado pela Resolução nº 303 e adota os limites recomendados pela ICNIRP.

## **8 - Quais são os valores comuns de uma exposição típica a ondas de radiofrequências?**

A intensidade das ondas eletromagnéticas de radiofrequências decresce rapidamente com a distância da antena, assim a maioria das pessoas são expostas a intensidades de ondas eletromagnéticas que são muito inferiores a 1 % ou mesmo 0,1 % dos limites definidos na regulamentação. Os telefones celulares são freqüentemente carregados próximos ao corpo, mas por causa da sua baixa potência, mesmo as exposições a que estão sujeitas, por exemplo, as mãos e a cabeça, estão dentro dos limites permitidos. Entretanto, os trabalhadores que atuam diretamente em torres de antenas ou ficam a poucos metros do seu feixe principal podem ser expostos a valores superiores aos limites. Esses casos necessitam de uma avaliação mais cuidadosa para garantir a segurança do trabalhador.

## **9 - Há comparação entre os limites de exposição a ondas eletromagnéticas típicas e de telefonia celular?**

Um estudo realizado em cidades dos Estados Unidos há mais de vinte anos comprovou que as ondas eletromagnéticas de todas as estações de radiodifusão tomadas juntas tinham um valor médio de 50 milionésimos de watt por metro quadrado ( $50 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ). Um estudo mais recente, realizado na Suécia, comprovou um nível urbano médio de 800

$\mu\text{W}/\text{m}^2$ , valor este bastante influenciado por sistemas de telefonia celular, que não eram utilizados quando o estudo nos Estados Unidos foi realizado.

Estes níveis podem ser comparados aos limites do Regulamento da Anatel. A relação de  $800 \mu\text{W}/\text{m}^2$  para o limite estabelecido para os telefones celular que operam em torno da frequência de 900 MHz indica que a média de exposição urbana na Suécia é aproximadamente 0,018 % do estabelecido pela Anatel. Mesmo o valor mais alto encontrado no estudo sueco, que foi influenciado pela proximidade de outras estações, foi somente 0,1 % do estabelecido pela Anatel.

### **10 - Existe diferença entre a exposição ocupacional e a exposição da população em geral?**

O Regulamento da Anatel define como exposição ocupacional, a situação em que as pessoas são expostas a campos eletromagnéticos de radiofrequências em consequência do seu trabalho, desde que estejam cientes do potencial de exposição e possam exercer controle sobre sua permanência no local ou tomar medidas preventivas. Assim, em todos os demais casos que não estejam enquadrados na definição acima aplicam-se os limites de exposição da população em geral.

As restrições básicas para a exposição ocupacional são cinco vezes maiores que as exposições permitidas para a população em geral. Por exemplo, enquanto a taxa de absorção específica (SAR) na faixa de 100 kHz a 10 GHz é limitada a 400 miliwatts por quilograma para os trabalhadores, ela é um quinto menor, ou seja, 80 miliwatts por quilograma, para a população em geral.

### **11 - O que acontece quando pessoas são expostas a ondas eletromagnéticas de radiofrequências?**

A menos que a onda eletromagnética seja suficientemente forte para causar aquecimento ou choque, não existem sensações decorrentes da exposição. Quando a onda eletromagnética passa pelos tecidos do corpo, ela produz uma ligeira vibração nas moléculas eletricamente carregadas, mas essas vibrações não causam efeitos danosos que sejam suficientemente fortes para aumentar significativamente a temperatura.

### **12 - Os efeitos da exposição podem ser medidos posteriormente?**

Assim que a exposição termina, a vibração molecular termina e não há efeitos permanentes. Por esta razão, e ao contrário de substâncias químicas, tóxicas e radiações ionizantes, os efeitos das exposições repetidas para as ondas de radiofrequências não se acumulam no corpo e, portanto, não podem ser medidos posteriormente.

### **13 - O aquecimento do tecido é o único efeito que ondas eletromagnéticas podem causar?**

Excetuando-se os efeitos de choque, que ocorrem principalmente em radiofrequências mais baixas, o aquecimento é o único efeito conhecido da exposição. Entretanto, cientistas que desenvolvem pesquisas em laboratórios têm reportado outros efeitos, nenhum dos quais conhecidos como danosos.

**14 - Os cientistas concordam com a conclusão de que o aquecimento é o único efeito?**

Os cientistas concordam que o aquecimento é o único efeito comprovado, mas há os que investigam a possibilidade de que existam efeitos ainda não descobertos ou que alguns dos efeitos biológicos já relatados possam levar a outros que não o aquecimento.

**15 - Por que as normas não levam em consideração as exposições contínuas em níveis baixos?**

Embora algumas investigações científicas sobre exposições em níveis baixos indiquem que podem haver efeitos biológicos ou à saúde, outras não indicam. Repetidamente, cientistas que têm avaliado as pesquisas chegam à conclusão de que a única base confiável para se estabelecer normas são as exposições em níveis altos e que a evidência com relação a exposições constantes em níveis baixos é inconclusiva. Mesmo os cientistas que estão efetuando estudos adicionais específicos sobre exposições constantes em níveis baixos reconhecem que até hoje não há demonstração convincente de dano à saúde humana nestas circunstâncias.

**16 - Posso estar confiante no tratamento que a Anatel vem dando ao assunto?**

O Regulamento da Anatel é baseado em muitos anos de pesquisa e de avaliação desenvolvida por gerações de cientistas. Mesmo assim, nem todas as hipóteses razoáveis foram testadas e novas estão sendo formuladas devido a mudanças tecnológicas e novos conhecimentos sobre sistemas biológicos. Entretanto, se qualquer problema de saúde não foi detectado e confirmado, isto ocorreu por ser muito raro. Como regra, exposições a campos mais elevados levam a maiores efeitos. Por esta razão, os estudos da saúde dos trabalhadores que são expostos por muitos anos a ondas eletromagnéticas em altos níveis são vistos como indicadores importantes de um problema potencial. A evidência até o momento não mostra problemas à saúde confirmados entre os trabalhadores expostos a campos de valores inferiores aos limites estabelecidos no Regulamento da Anatel.

**17 - Existem danos à saúde associados a morar, trabalhar, transitar ou estudar próximo a antenas transmissoras?**

Em geral, isto não é um problema. Há um consenso na maioria da comunidade científica internacional de que se a estação não expõe a população a campos eletromagnéticos de radiofrequências de níveis superiores aos limites recomendados, nenhum dano é causado à saúde. É importante saber a diferença entre antenas, que efetivamente produzem as ondas de radiofrequências, e as torres ou os postes que somente sustentam as antenas.