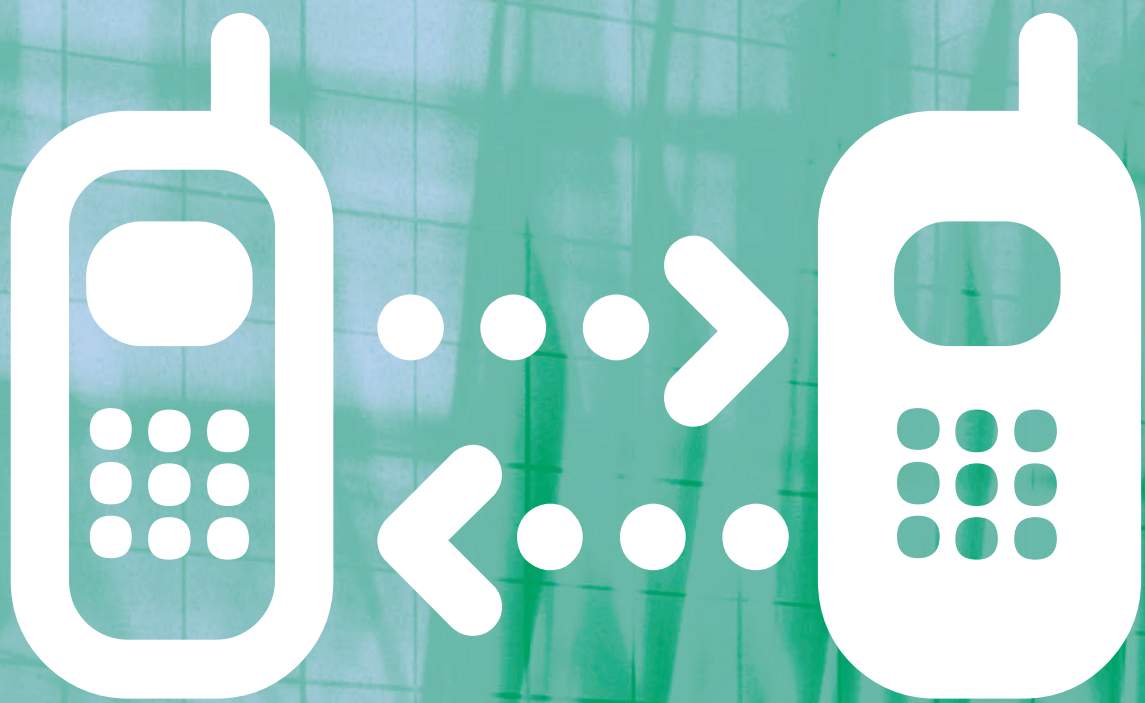




*Telefonia celular*

**CONHEÇA BEM ESSA TECNOLOGIA**





# Apresentação

*O Brasil tem hoje duas vezes mais telefones celulares do que fixos. Essa preferência do consumidor pela telefonia móvel tem boas razões: o preço dos aparelhos, cada vez mais baixos graças ao avanço da tecnologia, e a variedade dos planos de pagamento dos serviços oferecidos pelas operadoras.*

*É pouco provável que alguém, entre os mais de 80 milhões de brasileiros que possuem um telefone celular, esteja disposto a abrir mão da comodidade que a telefonia móvel proporciona. No entanto, algumas dúvidas são levantadas sobre a possibilidade de que a tecnologia empregada nos celulares seja, de algum modo, nociva à saúde.*

*O temor aumenta com o número crescente de torres instaladas nas cidades. Limitar a quantidade de torres, porém, prejudicaria a qualidade do serviço. E, na verdade, quanto maior o número de torres, mais baixos são os níveis de radiação em torno de cada antena.*

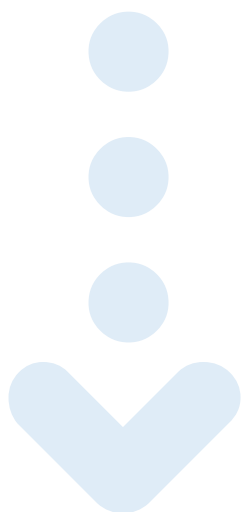
*Algumas prefeituras e governos estaduais aprovaram medidas bem-intencionadas, mas sem qualquer base científica, que estabelecem distâncias mínimas entre as torres de transmissão e os imóveis ao redor. Essa norma desconhece o fato de que a distância da base da antena não é o único critério a ser considerado numa decisão como essa. É preciso levar em conta a altura de instalação da antena; a altura, em relação ao solo, do ponto em que se deseja medir a intensidade da radiação; o ângulo de inclinação e a potência efetivamente irradiada pela antena.*

*Algumas pessoas temem que o uso do celular ou a proximidade com as torres de transmissão possa provocar câncer. A Organização Mundial de Saúde (OMS), um órgão das Nações Unidas, coordena, desde 1996, um projeto de acompanhamento dos riscos associados à exposição à radiação emitida pelos telefones celulares. Esse projeto revisa toda a literatura científica, três a quatro vezes ao ano, e a conclusão é que, até agora, não há indícios suficientes de que o uso de celulares represente perigo para a saúde, desde que observadas as normas de precaução.*

*Há quem questione se não seria necessário adotar normas mais rigorosas. No Brasil essas normas são estabelecidas pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e seguem o padrão do Comitê Internacional de Proteção da Radiação Não Ionizante (ICNIRP), uma Organização Não-Governamental reconhecida pela OMS.*

*A Associação Nacional das Operadoras Celulares (Acel) compreende as dúvidas da sociedade e dos usuários da telefonia celular, e considera que a melhor maneira de resolvê-las é difundir o conhecimento sobre o assunto, como recomenda a OMS. É esse o objetivo desta cartilha, produzida a partir do estudo Sistemas de Telefonia Celular: Atendendo ao Chamado da Razão, realizado pelo Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília, sob a coordenação do Prof. Dr. Marco Antonio Brasil Terada.*

# Campos eletromagnéticos

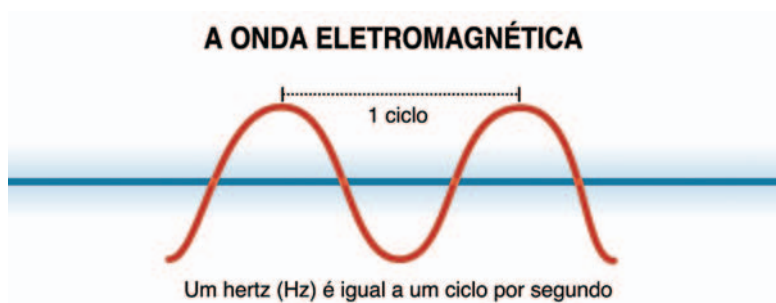


*A radioatividade natural está presente em todos os seres vivos. Mas radiação e radioatividade não são a mesma coisa*

O princípio que nos permite falar ao celular é o mesmo que deu origem à invenção do rádio. São tecnologias com as quais convivemos há décadas. O *walkie-talkie*, o telefone sem fio, o sistema de comunicação utilizado em frotas e táxis, são todos provenientes da tecnologia do rádio.

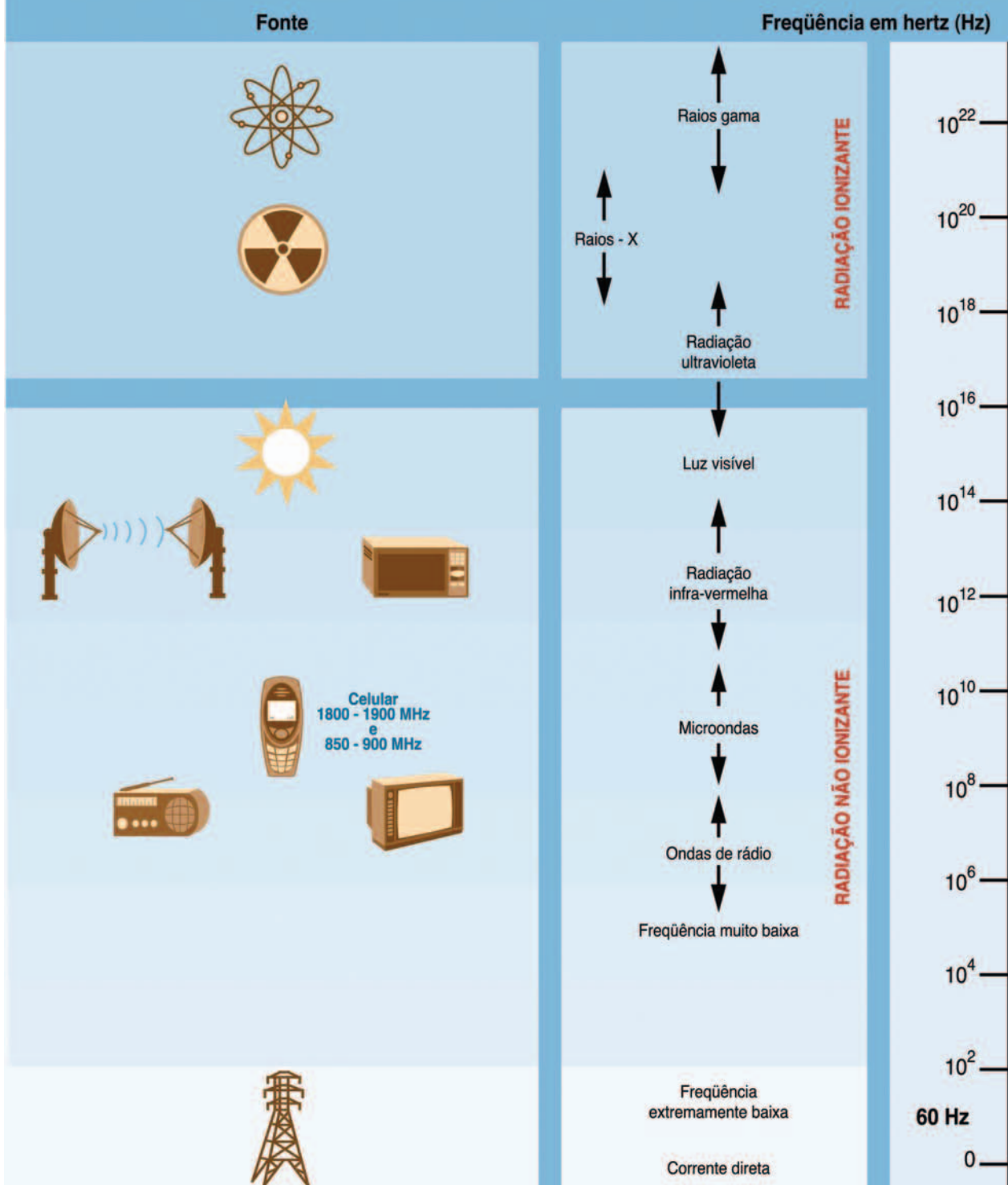
Os sinais de rádio são ondas de energia elétrica e magnética que se propagam pelo ar. As ondas (ou campos) eletromagnéticas encontram-se na natureza ou são produzidas por tecnologias desenvolvidas pelo homem. A fonte mais comum de ondas eletromagnéticas é o sol, que produz a radiação infravermelha, a luz visível e a luz ultravioleta. Todo objeto físico com temperatura acima do zero grau absoluto emite radiação. Isso inclui pessoas, animais, plantas, minerais. Mas radiação e radioatividade não são a mesma coisa.

As ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com sua *freqüência* (número de oscilações por segundo). Essa classificação é o que chamamos de *espectro eletromagnético*, uma escala que vai das freqüências mais baixas até as mais altas. A unidade de medida de freqüência é o Hertz. Um Hertz corresponde a um ciclo (ou oscilação) de onda por segundo.



Os campos eletromagnéticos estáticos ou de baixa freqüência são usados na geração, distribuição e utilização de energia elétrica. Os campos de radiofreqüência são empregados na telefonia celular, nas transmissões de rádio e TV, nas redes de comunicação sem fio, nos sistemas de radiocomunicação da polícia e dos bombeiros e nos fornos de microondas. Por exemplo, quando você procura sintonizar a rádio FM 96.3, você está em busca de uma estação que transmite um sinal de rádio FM na freqüência de 96.3 MegaHertz (1 MegaHertz =  $10^6$  Hertz = 1 milhão de Hertz). Na ilustração da página seguinte, estão exemplificadas as faixas de freqüência em que operam diversos equipamentos comuns em nosso cotidiano.

# ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO





## Radiação ionizante e radiação não ionizante

Quando as pessoas pensam em radiação, associam o termo à emissão radioativa nuclear. Esse tipo de radiação tem efeitos muito diferentes da radiação de ondas de rádio, e de modo nenhum está envolvida nos processos físicos relacionados com as telecomunicações.

A radiação pode ser de dois tipos: ionizante e não ionizante. A radiação ionizante — de altíssima frequência — libera grandes quantidades de energia que podem danificar tecidos do corpo humano. No caso da radiação não ionizante a energia não é suficiente para isso.

As ondas de rádio, utilizadas na telefonia celular, assim como a luz visível e as microondas, são radiações não ionizantes. O efeito que a radiação não ionizante provoca é o aumento de temperatura.

### O efeito térmico

Essa propriedade, conhecida como "efeito térmico", utilizada no aquecimento dos alimentos em fornos de microondas, é sentida também quando se fala ao celular por muito tempo. Mas o aumento de temperatura, nesse caso, é de menos de meio grau centígrado. O corpo humano é capaz de lidar com variações maiores que essa.

No caso de radiação emitida pelas antenas instaladas em torres ou mastros, esse valor é insignificante, mesmo considerando uma exposição contínua. Na realidade, o nível de radiação a que estamos expostos devido à emissão de ondas de rádio pelas antenas é de 50 a 1.000 vezes menor que o patamar de segurança estabelecido pela regulamentação da Anatel.

### Efeitos não-térmicos

Há também o temor de que efeitos não-térmicos da exposição aos campos eletromagnéticos da telefonia celular prejudiquem a saúde, interferindo no sistema imunológico ou provocando mudanças na atividade cerebral, ou mesmo causando câncer.



Considerando também os efeitos não- térmicos, a ciência não encontrou um conjunto de evidências suficientemente testadas, revisadas e validadas para justificar alterações nos limites de exposição recomendados internacionalmente pelo Comitê Internacional de Proteção da Radiação Não Ionizante (ICNIRP). As normas do ICNIRP são referendadas pela Organização Mundial de Saúde e adotadas no Brasil pela Anatel.

Apesar disso, pesquisas científicas continuam sendo realizadas em todo o mundo, sob atenção permanente do Projeto Sobre Campos Eletromagnéticos (EMF Project) da OMS.

## Normas de Segurança

As condições de exposição do corpo humano são determinadas pela taxa de absorção específica – SAR (Specific Absorption Rate). A SAR indica a taxa média por quilograma (Watts por kg) pela qual a energia é absorvida.

As normas internacionais para o limiar de absorção de ondas de rádio são estabelecidas pelo ICNIRP. Os valores correspondem à menor taxa de absorção que causa efeitos biológicos potencialmente negativos (4W/kg), por precaução dividida por 10, para a exposição de trabalhadores, e novamente dividida por 5, para o público em geral.





Isso significa uma SAR de 0,4W/kg para os trabalhadores expostos a ondas de radiofrequência e de 0,08W/kg para os usuários da telefonia celular, valor 50 vezes menor que o mínimo.

Alguém poderia perguntar: "Não seria melhor utilizar um patamar mais baixo? E por que não utilizar zero?" Zero não é um valor realista. Afinal, nós mesmos emitimos radiação. Além disso, já estamos expostos a ondas eletromagnéticas produzidas por rádio, televisão e outros sinais. Portanto, um patamar razoável é o mesmo a que estamos acostumados para os transmissores de televisão e rádio. Além disso, todos os celulares disponíveis no mercado passam por um teste de SAR antes de serem vendidos e apresentam níveis bem abaixo dos limites estabelecidos.

## *O sistema celular*

Sistemas móveis de comunicação desenvolveram-se pela necessidade de atender às forças de segurança pública, como departamentos de polícia, corporações de bombeiros, grupos de defesa civil, e também às redes de táxis nas grandes cidades americanas, nos anos 30 do século passado.



A distância segura entre uma Estação Rádio-Base e outras edificações deve ser calculada, caso a caso, de acordo com a potência dos sinais emitidos, a altura da torre e a posição da antena



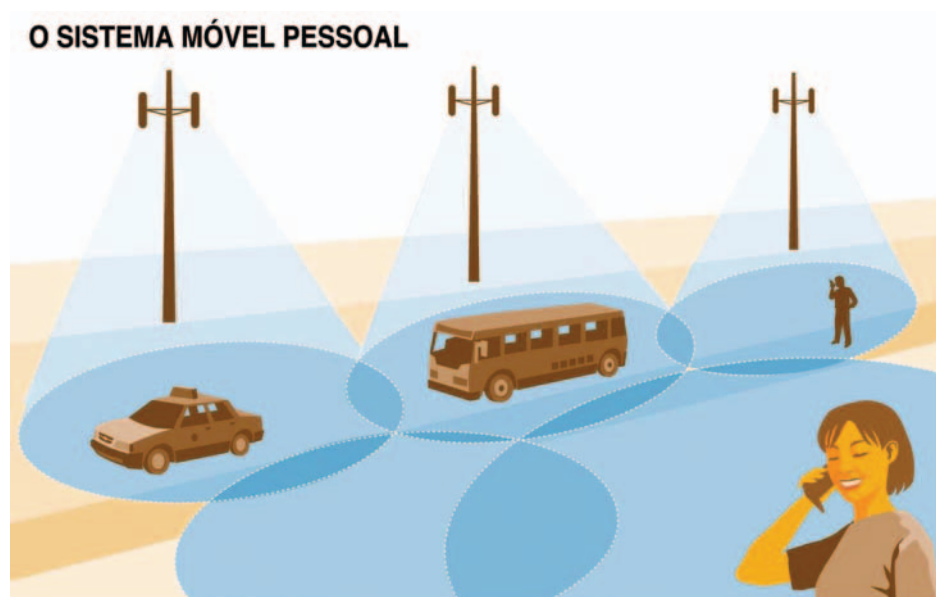
Até a década de 70, esses sistemas eram basicamente do tipo *broadcasting*. Neles, a quantidade de canais determina a quantidade de usuários que podem utilizar simultaneamente os recursos do sistema. Quanto maior o número de usuários, maior a necessidade de uso do espectro eletromagnético.

Como o espectro eletromagnético é um recurso finito, quanto mais eficiente for sua utilização, mais chances de sucesso terá um sistema de telecomunicações. Esse desafio levou ao desenvolvimento da telefonia móvel.

A idéia é bastante simples: substituir um transmissor potente que cobre uma grande área, como no sistema *broadcasting*, por vários transmissores menos potentes em áreas menores, que cubram o mesmo espaço total. Cada região de menor tamanho – chamada de célula, daí o nome celular – é servida por uma Estação Rádio-Base (ERB) que dispõe de parte dos canais. Aglomerados de células com características semelhantes são distribuídos pela cidade, de forma a atender a toda região do sistema.

O número de canais em cada célula é determinado pela tecnologia adotada. Algumas dessas tecnologias avançaram o bastante para permitir a utilização de todos os canais em cada célula. A reutilização – ou reuso – de frequências é a técnica que diferencia o sistema celular do sistema *broadcasting*.

A intensidade do tráfego determina a quantidade de células necessárias ao bom funcionamento do sistema. Quando o tráfego aumenta, o que vem acontecendo devido ao crescimento do número de usuários e dos serviços ofertados, as células podem ser divididas.



Embora isso tenha como consequência a necessidade de instalação de mais ERBs, a potência total do sistema fica mais bem distribuída, porque cada célula atende a uma área de cobertura menor. Ou seja, a evolução natural dos sistemas celulares garante maior proteção da população quanto à radiação não ionizante.

## *A distância das antenas*

A distância da base da antena não é a única nem a mais importante variável para apurar a intensidade do campo eletromagnético produzido pela antena. Há diversos outros fatores relevantes, entre eles, a altura de instalação da antena; a altura, em relação ao solo, do ponto em que se deseja medir a intensidade do campo eletromagnético; o ângulo de inclinação e a potência efetivamente irradiada pela antena.

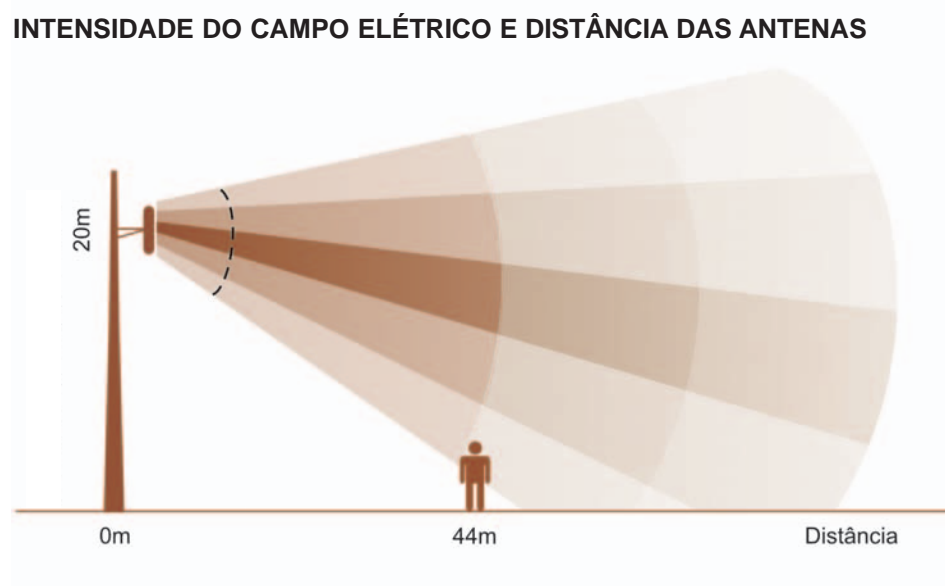
Estipular uma distância mínima de segurança para a instalação de ERBs sem considerar todos os aspectos envolvidos no problema é uma solução arbitrária e sem embasamento científico, que não garante a redução da intensidade dos campos elétricos e eletromagnéticos, podendo inclusive aumentar essa intensidade.





É o caso de leis adotadas em alguns estados e municípios brasileiros, que determinam, a título de proteção ao meio ambiente e às pessoas, distâncias mínimas entre as ERBs e edificações.

A ilustração abaixo representa o feixe principal de irradiação de uma antena instalada a 20 m de altura, com inclinação de 8°. A maior intensidade do campo elétrico ocorre no alto do mastro, na área interna do tracejado, que delimita os valores de exposição considerados prejudiciais pela norma da Anatel. Outro ponto de grande intensidade do campo elétrico se localiza 1,5 m do solo e a 44 m de distância da base da antena. Mas esse é aproximadamente 50 vezes inferior ao limite máximo permitido pela Anatel para a Banda A da telefonia celular.



## Limites de exposição

A Resolução Anatel nº. 303/2002 estabelece os limites para exposição da população em geral a Campos Eletromagnéticos de Radiofrequência, na faixa de radiofrequências utilizada na telefonia celular.

Quando uma nova ERB é instalada, suas antenas são configuradas e posicionadas de forma a garantir que nenhuma pessoa seja exposta a níveis superiores



aos estabelecidos nessa norma. A potência dos sinais, a altura da torre e a posição da antena são determinadas de maneira a garantir a proteção ao meio ambiente e, em especial, à vida humana.

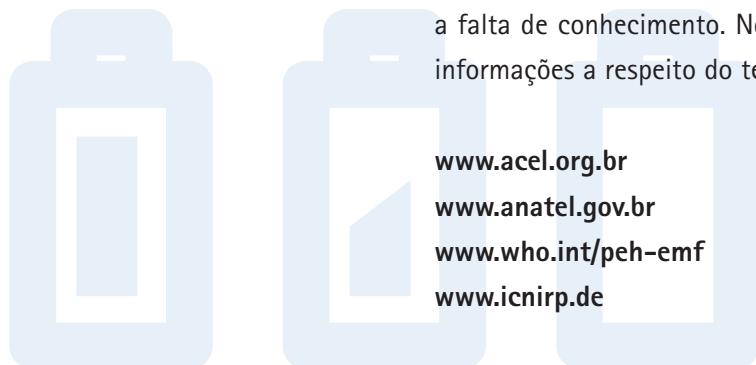
A avaliação da exposição, com a finalidade de assegurar o atendimento dos limites estabelecidos pela Anatel, pode ser feita por meio de análises teóricas, baseadas nas características da estação transmissora de radiocomunicação, ou por meio de medições diretas, com a estação em funcionamento. A análise deve ser feita por profissional habilitado, que deverá elaborar e assinar um Relatório de Conformidade para cada estação analisada. O Relatório de Conformidade deve ser mantido na estação, por seu responsável, para apresentação sempre que requisitado.

## Evolução da tecnologia

Desde a última década do século passado, o uso de telefones celulares vem se disseminando na sociedade brasileira. Esse processo se acelerou com a privatização dos serviços de telecomunicações. A telefonia móvel tem sido responsável pelo acesso de milhões de brasileiros das classes C, D e E às telecomunicações.

Da mesma forma como aconteceu com inovações tecnológicas no passado, há setores da sociedade que temem potenciais efeitos negativos da nova tecnologia. São temores compreensíveis, levando-se em conta a complexidade técnica da matéria. A popularização do uso da telefonia celular móvel, por sua vez, amplifica a desconfiança, repercutida pelos meios de comunicação.

Esta cartilha tem como objetivo aumentar a compreensão sobre o funcionamento da telefonia móvel, para afastar o medo e a desconfiança que crescem com a falta de conhecimento. Nos sites listados abaixo, podem ser encontrados mais informações a respeito do tema desta publicação.



[www.acel.org.br](http://www.acel.org.br)  
[www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)  
[www.who.int/peh-emf](http://www.who.int/peh-emf)  
[www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)