

Campos electromagnéticos e saúde pública

Radares e a saúde humana

Os sistemas de radar detectam a presença, direcção ou alcance de uma aeronave, navio ou outro objecto, normalmente, em movimento. Isto consegue-se com o envio de impulsos de campos electromagnéticos (EMF¹) de alta frequência. Os sistemas de radares, inventados há cerca de 60 anos, são muito usados para navegação, aviação, defesa nacional e previsão do estado do tempo. O seu objectivo principal é a segurança e protecção individual e colectiva.

As pessoas que vivem ou trabalham perto de radares expressaram alguma preocupação acerca dos possíveis efeitos na saúde a longo prazo destes sistemas, incluindo cancro, malformações na reprodução, cataratas e alterações no desenvolvimento e comportamento das crianças. Um exemplo recente começou com o alegado aumento dos casos de cancro testicular em polícias com radares “de mão” para o controlo de velocidade.

É importante distinguir entre o perigo real e o percebido, assim como perceber a razão de existir das normas internacionais e das medidas de protecção em vigor actualmente.

Emissões de EMF

Normalmente, os radares operam na gama das radiofrequências (RF) entre 300 MHz e 15 GHz. Geram EMF que são chamados campos de RF. Os campos RF nesta zona do espectro electromagnético são conhecidos por interagirem com o corpo humano de forma diferente.

Os campos RF abaixo dos 10 GHz (e até 1 MHz) penetram os tecidos expostos produzindo calor devido à absorção de energia. A profundidade de penetração depende da frequência do campo, e é maior quanto menor for a frequência. A absorção de campos RF nos tecidos é medida através da Taxa de Absorção Específica (SAR²) numa dada massa do tecido. A SAR é expressa em Watt por quilograma (W/kg). A SAR é a grandeza usada para medir o nível de campo RF entre 1 MHz e 10 GHz.

Para produzir efeitos adversos para a saúde conhecidos nesta gama de frequências, é necessário um valor de SAR de pelo menos 4 W/kg.

Campos RF acima de 10 GHz são absorvidos pela superfície da pele, em que a energia que penetra nos tecidos subjacentes é muito reduzida. A quantidade dosimétrica básica para campos RF acima dos 10 GHz é a intensidade do campo, medido como a densidade de potência em Watt por metro quadrado (W/m²) ou, em campos mais fracos, em miliWatt por metro quadrado (mW/m²) ou em microWatt por metro quadrado (μW/m²).

A exposição a campos RF acima dos 10 GHz com densidades de potência superiores a 1000 W/m² é conhecida por produzir efeitos adversos para a saúde, como cataratas ou queimaduras na pele.

¹ Do inglês, *Electromagnetic Field*

² Do inglês, *Specific Absorption Rate*

Exposição humana

A potência que os sistemas de radar emitem varia entre os poucos milliWatt (radar de controlo de tráfego da policia) até alguns kiloWatt (grandes radares espaciais). No entanto, existem alguns factores que podem reduzir a exposição humana associada aos sistemas de radar, frequentemente até um factor de 100 vezes abaixo:

- Os sistemas de radares enviam ondas electromagnéticas em impulsos e não continuamente. Isto significa que a potência média emitida é muito inferior à potência dos picos do impulso.
- Os radares são direccionais, e a energia RF que é gerada está contida em feixes muito estreitos, sendo idênticos ao feixe de luz de um holofote. O nível de campo de RF fora do feixe principal decai rapidamente. Na maioria dos casos, estes valores são milhares de vezes inferiores aos do feixe principal.
- Muitos radares possuem antenas que estão constantemente em rotação ou variam a sua elevação com um movimento de aceno, e portanto, sempre a alterar a direcção do feixe.
- As áreas onde a exposição humana pode ser perigosa estão normalmente interditas a pessoal não autorizado.

Fontes de radar

Alguns tipos comuns de radar encontrados no dia-a-dia são:

- **Radares de controlo do tráfego aéreo:** são usados para localizar aeronaves e controlar a sua chegada aos aeroportos. Normalmente são localizadas em posições elevadas, em que o feixe do radar é inacessível para pessoas em terra. Os radares de controlo de tráfego aéreo, tipicamente, podem atingir picos de potência de 100 kW, ou mais, mas em média as potências são de aproximadamente algumas centenas de Watt. Em condições normais de funcionamento, estes sistemas não representam qualquer perigo ao público em geral.
- **Radares meteorológicos:** encontram-se normalmente co-localizados com os radares de controlo do tráfego aéreo em áreas remotas dos aeroportos. Operam a frequências mais elevadas, mas normalmente as potências média e de pico é mais baixa. Como os radares de controlo do tráfego aéreo, estes sistemas não apresentam qualquer perigo para o público em geral.
- **Radares militares:** são numerosos e variam de grandes instalações, em que as potências média (da ordem dos kW) e de pico (1 MW, ou superior) são elevadas, até pequenos radares militares para controlo de fogos encontrados em aeronaves. Os radares de grandes dimensões normalmente provocam alguma preocupação nas pessoas que habitam na proximidade. No entanto, devido ao facto de a sua potência ser radiada sobre uma grande superfície, as densidades de potência associadas a estes sistemas variam entre 10 e 100 mW/m² dentro dos limites do local de instalação. Fora dos limites, os níveis de campo RF normalmente apenas conseguem ser medidos recorrendo a equipamento sofisticado. No entanto, os pequenos radares militares para controlo de fogos nas aeronaves podem ser perigosos para pessoas no solo. Estas unidades emitem potências médias relativamente elevadas (da ordem dos kW) e as antenas cobrem áreas pequenas, fazendo com que a densidade de potência possa ir até 10 kW/m². As pessoas do público em geral não são expostas a estas emissões pois, durante os testes ao solo dos radares, o acesso a estas áreas é proibido. Existem outros tipos de radares militares descritos de seguida.
- **Radares da marinha:** podem ser encontrados em vários tipos de embarcação. As potências de pico destes sistemas podem ir até 30 kW, com potências médias entre 1 e 25 W. Em condições normais de funcionamento, com a antena em rotação, a densidade de potência média dos sistemas com potências mais elevadas é normalmente inferior a 10 W/m² a cerca de 1 metro da antena. Nas áreas acessíveis da maioria das embarcações, estes níveis são apenas uma pequena percentagem dos limites das normas de exposição pública a RF.
- **Radares de controlo de velocidade:** são radares “de mão” usados pela policia em muitos países. A potência média que é emitida é muito baixa, alguns milliWatt, sendo assim, estas

unidades não são consideradas perigosas para a saúde, mesmo quando usadas na proximidade do corpo.

Possíveis efeitos para a saúde

A maioria dos estudos efectuados examinaram efeitos para a saúde que não o cancro. Foram testadas as respostas fisiológicas e termo-reguladoras, alterações comportamentais e efeitos como cataratas e efeitos adversos na reprodução devidos à exposição aguda a níveis relativamente elevados de campos RF. Existem também alguns estudos que relataram efeitos não-térmicos, em que não existe um aumento apreciável da temperatura que possa ser medido.

Estudos relacionados com cancro: Vários estudos epidemiológicos referem uma possível ligação entre a exposição a campos RF e o risco de cancro. No entanto, devido a diferenças de planeamento e execução destes estudos, os seus resultados são difíceis de interpretar. Alguns grupos de revisão nacionais e internacionais concluíram que não existe evidência clara da existência de uma ligação entre a exposição a campos RF e o risco de cancro. A Organização Mundial de Saúde (OMS) também concluiu que não existe evidência científica convincente de que a exposição a campos RF diminua a esperança de vida dos humanos, ou que possa induzir ou promover cancro. No entanto, mais estudos são necessários.

Efeitos térmicos: Os campos RF foram estudados em animais, incluindo primatas. Os primeiros sinais de consequências adversas para a saúde, encontrados em animais, aquando do aumento dos níveis de campo RF a que estes eram expostos, incluíam redução da resistência, aversão ao campo e diminuição da habilidade para efectuar tarefas mentais. Estes estudos também sugeriram que podem ocorrer efeitos adversos em humanos sujeitos a uma exposição de corpo inteiro a campos RF suficiente para aumentar a temperatura nos tecidos superior a 1 °C. Possíveis efeitos incluem a indução de cataratas na vista, e várias respostas fisiológicas e termo-regulatórias do corpo quando a temperatura aumenta. Estes efeitos estão estabelecidos, e formam a base científica para restrição da exposição pública e ocupacional a campos RF.

Efeitos não-térmicos: Foi relatado por vários grupos que a exposição a níveis de campo RF demasiado baixa para induzir calor (ou seja, valores de SAR muito baixos) pode levar a alterações na mobilidade do ião cálcio, que é responsável pela transmissão de informação nas células dos tecidos. No entanto, estes efeitos não estão suficientemente estabelecidos para que sirvam de base a uma restrição da exposição humana.

Impulsos de campos RF: A exposição a impulsos muito intensos de campos RF, idênticos aos usados por sistemas de radar, suprime a resposta a estímulos e provoca movimentos do corpo em ratos conscientes. Também pessoas com audição normal sentem os impulsos de campo RF com frequências entre 200 MHz e 6,5 GHz. A isto se chama o efeito de audição de microondas. O som foi descrito como um zumbido, estalido, ou assobio, dependendo das características do impulso de RF. A exposição prolongada e repetitiva pode ser fatigante e deve ser evitada quando possível.

Choques e queimaduras por RF: Para frequências inferiores a 100 MHz, choques ou queimaduras por RF podem ser resultado de cargas induzidas em objectos metálicos situados na proximidade de radares. A exposição de pessoas a campos RF pode também provocar absorção local elevada do campo em determinadas áreas do corpo, como os tornozelos. Em geral, devido às frequências elevadas a que operam a maioria dos sistemas de radar modernos, e combinando com as larguras de feixe estreitas, o potencial de ocorrerem estes efeitos é reduzido.

Interferência Electromagnética: Os radares podem causar interferência electromagnética noutros equipamentos electrónicos. O valor limite para estes efeitos é muito inferior ao limite para exposição humana a campos RF. Adicionalmente, os sistemas de radares podem também causar interferência em dispositivos médicos, como estimuladores cardíacos e aparelhos de audição. Se indivíduos que usem

estes dispositivos trabalharem na proximidade de radares devem contactar o fabricante para determinar a susceptibilidade dos seus produtos a interferência electromagnética.

Ignição de líquidos inflamáveis e explosivos: Os campos RF podem provocar a ignição de líquidos inflamáveis e de explosivos pela indução de correntes. Esta é uma ocorrência rara, e deve-se ter esta preocupação em locais onde há uma grande concentração de radares, como a bordo de um navio, onde são tomadas medidas para prevenir este efeito.

Normas internacionais

Os limites de exposição a campos RF foram desenvolvidos por organismos internacionais como a Comissão Internacional de Protecção Contra Radiações Não-Ionizantes (ICNIRP³). O ICNIRP é uma organização não-governamental reconhecida pela OMS. A Comissão utiliza as avaliações de risco para a saúde desenvolvidas em conjunto com a OMS para efectuar um esboço das suas recomendações sobre os limites de exposição. As recomendações do ICNIRP protegem contra os efeitos para a saúde estabelecidos associados à exposição a campos RF, e são desenvolvidas seguindo as revisões da literatura científica, incluindo relatórios sobre cancro e efeitos não-térmicos. Os níveis ambientais de campos RF provenientes de radares, em áreas acessíveis ao público em geral, encontram-se normalmente cerca de 1 000 vezes abaixo dos limites para exposição contínua do público permitida pelas recomendações do ICNIRP, e cerca de 25 000 vezes abaixo do nível para o qual a exposição a campos RF causa os primeiros efeitos conhecidos para a saúde.

Medidas de protecção

O objectivo das medidas de protecção é o de eliminar ou reduzir a exposição humana a campos RF abaixo dos limites aceitáveis. Um extenso programa de questionários de medidas, comunicação de risco, em conjunto com medidas de protecção efectivas, é necessário próximo de todas as instalações de sistemas de radar. Na maioria dos países, existe documentação acessível preparada, incluindo uma declaração de impacto ambiental, antes do sistema de radar ser construído.

Após a construção do sistema de radar, devem ser efectuadas vistorias ao local para quantificar os níveis de campo RF na área. Enquanto níveis extremamente elevados de campos RF podem ser medidos em frente ao radar, na maioria dos casos, os níveis em áreas públicas não são medidos facilmente. De modo a prevenir que trabalhadores e público em geral frequentem áreas em que os níveis de campos RF estão acima dos limites estabelecidos, devem ser usados controlos administrativos e de engenharia:

- Controlos de engenharia incluem interligação, meios electrónicos de excluir que o radar se direcione para certas áreas, e escudos.
- Controlos administrativos incluem alarmes audíveis e visíveis, sinais de aviso, e restrição de acesso recorrendo a barreiras, portas fechadas, ou tempo de acesso limite ao radar.

Quando os controlos de engenharia e administrativos não são suficientes, os trabalhadores devem usar equipamento de protecção para assegurar que os limites estabelecidos de exposição são cumpridos. Fatos condutores, luvas, sapatos de protecção e outros tipos de equipamento de protecção pessoal estão disponíveis comercialmente:

- Devem ser usados com grande cuidado, uma vez que as propriedades de atenuação do material usado para fabricar o equipamento de protecção podem variar dramaticamente com a frequência. Apenas quando as propriedades de atenuação do material são conhecidas para a frequência em questão é que este pode ser usado com confiança.
- Deve-se ter um cuidado especial quando se trabalha com óculos de protecção, pois qualquer metal pode provocar campos locais e agir como uma antena receptora.
- Não existe nenhuma situação de exposição em que membros do público em geral possam precisar de equipamento de protecção para campos RF provenientes de radares.

³ Do ingles, *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, www.icnirp.org

- Recentemente tem aparecido vestuário e outro material no mercado de consumidores que reivindica possuir propriedades de escudo contra campos RF, e direcciona estas reivindicações para membros “sensíveis” da população em geral, como mulheres grávidas. O uso deste tipo de produtos é desnecessário e deve ser desencorajado. Não oferecem qualquer propriedade de escudo contra campos RF, e não há necessidade de uso destes dispositivos.

A exposição humana a EMF emitidos por sistemas de radar é limitada por normas internacionais e medidas de protecção, que são adoptadas com base na evidência científica disponível actualmente. Resumindo:

- Os campos RF fazem com que as moléculas nos tecidos vibrem gerando calor. Pode-se esperar um efeito de aquecimento se se passar algum tempo mesmo em frente a algumas antenas de radar, mas este efeito não é possível nos níveis ambientais de campos RF provenientes dos sistemas de radar.
- Para produzir efeitos adversos para a saúde, tem de ocorrer uma exposição a RF acima dos limites estabelecidos. O valor limite conhecido corresponde à exposição necessária para provocar um aquecimento dos tecidos do corpo de aproximadamente 1 °C. Os níveis ambientais de campo RF provenientes dos sistemas de radar não podem causar qualquer aumento significativo da temperatura corporal.
- Até à data, os investigadores não encontraram qualquer evidência de que a exposição múltipla a campos RF abaixo dos níveis limite possa causar algum efeito adverso para a saúde. Não ocorre acumulação de danos em tecidos devido à exposição repetitiva a níveis reduzidos de campo RF.
- Actualmente não existe evidência substancial de que possam ocorrer efeitos adversos para a saúde, incluindo cancro, em pessoas expostas a níveis de campo abaixo dos limites estabelecidos nas normas internacionais. No entanto, é necessária mais investigação para preencher as lacunas no conhecimento.