

Campos electromagnéticos e saúde pública

Propriedades Físicas e Efeitos em Sistemas Biológicos

Muitas fontes naturais ou criadas pelo homem geram energia electromagnética na forma de ondas electromagnéticas. Estas ondas consistem em campos magnéticos e eléctricos que oscilam, os quais interagem de forma diferente com **sistemas biológicos**, como células, plantas, animais ou seres humanos. De maneira a compreender melhor estas interacções, é essencial estar à vontade com as propriedades físicas das ondas que constituem o espectro electromagnético.

As **ondas electromagnéticas** podem ser caracterizadas pelo seu **comprimento de onda**, **frequência** ou **energia**. Estes três parâmetros estão inter-relacionados. Cada um deles influencia o efeito que o campo pode causar no sistema biológico:

- A **frequência** de uma onda electromagnética é simplesmente o número de oscilações em torno de um ponto fixo por unidade de tempo. É medida em ciclos por segundo, ou **Hertz** (Hz). Um ciclo por segundo é igual a um Hertz. A utilização de divisões maiores é comum quando se pretende caracterizar campos de radiofrequência (RF), para os quais é utilizado o **kiloHertz** (kHz), ou mil ciclos por segundo, **MegaHertz** (MHz), ou um milhão de ciclos por segundo, e **GigaHertz** (GHz), ou mil milhões de ciclos por segundo.
- **Quanto menor é o comprimento de onda, maior é a frequência.** Por exemplo, o meio da banda AM¹ de difusão opera a uma frequência de um milhão de Hertz (1 MHz), o que corresponde a um comprimento de onda de cerca de 300 metros. Os fornos de microondas funcionam na frequência dos 2.45 mil milhões de Hertz (2.45 GHz), o que corresponde a um comprimento de onda de 12 centímetros.
- Uma onda electromagnética é constituída por “pacotes” de energia muito pequenos, os quais são chamados de **fotões**. A energia contida num pacote, ou num fotão, é directamente proporcional à frequência da onda: **quanto mais elevada for a frequência, maior é a quantidade de energia** em cada fotão.

A maneira como as ondas electromagnéticas afectam os sistemas biológicos, por um lado é determinada pela intensidade do campo, e por outro, pela quantidade de energia em cada fotão.

As ondas electromagnéticas a baixas frequências são, por vezes, chamadas de “**campos electromagnéticos**” e a altas frequências são chamadas de “**radiações electromagnéticas**”. De acordo com a sua frequência e energia, podem ser classificadas como “**radiação ionizante**” e “**radiação não-ionizante**”:

- As **radiações ionizantes** são ondas electromagnéticas de frequência extremamente alta (raios X, raios gama) em que a energia contida nos fotões é suficiente para provocar **ionização** (criar átomos ou partes de moléculas electricamente carregados positivos e negativos) quebrando as ligações atómicas que mantêm as moléculas juntas numa célula.
- **Radiação não-ionizante** é o termo utilizado para classificar a parte do espectro electromagnético cuja energia dos fotões é demasiado fraca para conseguir quebrar as ligações atómicas. Estas incluem a **radiação ultra-violeta (UV)**, **radiação visível**, **infra-vermelhos**, **campos de radiofrequência** e **microondas**, **campos de frequência extremamente baixa (ELF²)**, e **campos eléctricos e magnéticos estáticos**.

¹ Do inglês, *Amplitude Modulation*

² Do inglês, *Extremely Low Frequency*

- **A radiação não-ionizante, mesmo com uma intensidade elevada, não consegue causar ionização em sistemas biológicos.** No entanto, já se mostrou que a radiação não ionizante pode produzir outros efeitos biológicos, como o aquecimento, alteração de reacções químicas, ou indução de correntes eléctricas nos tecidos e células.

As ondas electromagnéticas podem produzir **efeitos biológicos**, que **por vezes**, mas **nem sempre**, podem levar a **efeitos adversos para a saúde**. É importante compreender que existe uma diferença entre os dois:

- O **efeito biológico** ocorre quando a exposição a ondas electromagnéticas causa alterações visíveis e detectáveis no sistema biológico.
- O **efeito adverso para a saúde** ocorre quando o efeito biológico está fora da gama normal que permita ao corpo compensar, e que leva a uma condição de saúde prejudicial.

Alguns efeitos biológicos podem ser inócuos, como a reacção do corpo em aumentar o fluxo de sangue na pele em resposta a um ligeiro aquecimento causado pelo Sol. Alguns efeitos podem ser vantajosos, como sentir o calor do Sol num dia frio, ou podem até levar a efeitos positivos para a saúde, como o papel do Sol na ajuda que dá ao corpo a produzir vitamina D. No entanto, alguns efeitos biológicos podem levar a efeitos adversos para saúde, como a dor provocada por uma queimadura solar ou cancro na pele.

O Projecto EMF³ Internacional da Organização Mundial de Saúde (OMS) está a dedicar-se à preocupação com a saúde gerada em torno da exposição a campos de radiofrequência (RF) e microondas, frequências intermédias, campos ELF e campos eléctricos e magnéticos estáticos. Estes campos podem produzir efeitos biológicos diferentes, que poderão levar a consequências para a saúde.

Os **campos de radiofrequência e frequências intermédias** produzem calor e induzem correntes eléctricas. Foram relatados outros efeitos biológicos, que não estão completamente estabelecidos.

- **Campos** com frequências **superiores a 1 MHz**, inicialmente, causam **aquecimento** por moverem iões e moléculas de água no meio em que se encontram. Mesmo níveis muito reduzidos de energia produzem pequenos níveis de calor, mas este aquecimento é compensado pelo processo termo-regulador do corpo, sem que a pessoa note.
- Alguns estudos realizados nestas frequências sugerem que a **exposição a campos demasiado fracos para causar aquecimento** possa ter consequências adversas para a saúde, como o aparecimento de cancro ou perda de memória. Um dos grandes objectivos do **Projecto EMF Internacional** é identificar e incentivar investigação coordenada sobre estas questões.
- **Campos** com frequências **inferiores a 1 MHz** podem sobretudo induzir cargas eléctricas e correntes que podem estimular células dos tecidos, como nervos e músculos. Já existem correntes eléctricas no corpo como uma parte normal das reacções químicas envolvidas na vida. Se os campos induzirem correntes que excedam o nível de fundo normal do corpo humano, pode haver consequências adversas para a saúde.

Campos eléctricos e magnéticos de frequência extremamente baixa (ELF)

A acção primária provocada por estes campos é a **indução de cargas eléctricas e correntes**. Este mecanismo de acção não consegue explicar os efeitos para a saúde, como cancro nas crianças, que são frequentemente atribuídos à exposição a níveis “ambientais” de campos ELF.

- **Campos eléctricos ELF** existem sempre que uma carga (tensão) está presente, independentemente de existir algum fluxo de corrente. O campo eléctrico quase não penetra no corpo humano. Para intensidades muito fortes de campo, este pode ser perceptível pelo movimento dos cabelos na pele. No entanto, alguns estudos sugerem que a exposição a níveis reduzidos de campo está associada ao aparecimento de cancro em crianças e a outras

³ Do inglês, *Electromagnetic Field*

consequências para a saúde. Outros estudos dizem o contrário. O **Projecto EMF Internacional** recomenda que seja realizada mais investigação que melhore a avaliação dos riscos para a saúde.

- **Campos magnéticos ELF** existem sempre que há um fluxo de corrente eléctrica. Estes penetram facilmente no corpo humano sem haver uma atenuação significativa. Alguns estudos epidemiológicos revelaram uma associação entre campos ELF e o aparecimento de cancro, especialmente em crianças, contrariamente a outros estudos realizados. Está a ser realizada investigação sobre os efeitos de exposição a campos ELF de níveis reduzidos (ambientais), incluindo a que é monitorizada e incentivada pelo **Projecto EMF Internacional**.

Campos eléctricos e magnéticos estáticos

Apesar da acção principal destes campos ser a **indução de cargas e correntes eléctricas**, foram estabelecidos outros efeitos, que podem ocorrer levando a potenciais consequências adversas para a saúde, mas só para intensidades de campo muito elevadas.

- **Campos eléctricos estáticos** não penetram no corpo, mas são perceptíveis pelo movimento de cabelos na pele. Não parece que estes campos tenham algum efeito significativo para a saúde, excepto descargas eléctricas provocadas por campos eléctricos estáticos muito elevados.
- **Campos magnéticos estáticos**, virtualmente, têm a mesma força dentro e fora do corpo. Campos magnéticos estáticos muito intensos podem alterar o fluxo sanguíneo ou alterar os impulsos nervosos normais. Mas não se encontram estas forças de campo elevadas no dia-a-dia. No entanto, a informação sobre efeitos provocados pela exposição a campos magnéticos estáticos ao nível do ambiente de trabalho a longo prazo é insuficiente.

Normas de segurança: De modo a assegurar que a exposição humana a EMF não tenha efeitos adversos para a saúde, que os dispositivos feitos pelo homem e que geram EMF são seguros, e que a sua utilização não interfere electronicamente com outros dispositivos, devem ser adoptadas várias recomendações e normas internacionais. Estas normas foram desenvolvidas de acordo com as revisões da literatura científica por grupos de cientistas que procuram evidências de efeitos com consequências adversas para a saúde, e que possam ser reproduzidos de forma consistente. Estes grupos elaboram recomendações para as normas de acção para as entidades nacionais e internacionais apropriadas. Uma organização não-governamental, reconhecida oficialmente pela OMS na área da protecção contra as radiações não-ionizantes, é a **Comissão Internacional de Protecção Contra Radiações Não-Ionizantes (ICNIRP⁴)**. O **ICNIRP** estabeleceu recomendações internacionais sobre os limites de exposição humana a todos os tipos de campo electromagnético, incluindo radiação ultravioleta, luz visível e infravermelhos, assim como para campos de radiofrequência e microondas.

⁴ Do ingles, *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, www.icnirp.org

As ondas electromagnéticas são geradas por fontes naturais e, principalmente, por fontes criadas pelo Homem. O seu espectro inclui radiações **ionizantes** e **não-ionizantes**.

As **radiações ionizantes** (raios gama, raios X) têm energia suficiente para criar átomos ou partes de moléculas electricamente carregados positivos e negativos, quebrando as ligações atómicas que mantêm as moléculas juntas numa célula. Este efeito é chamado de **ionização**.

A **radiação não-ionizante**, mesmo com uma intensidade elevada, **não consegue causar ionização** em sistemas biológicos. No entanto, a radiação não-ionizante pode ter outros efeitos biológicos, como o aquecimento, alteração de reacções químicas ou indução de correntes eléctricas nos tecidos.

O **Projecto EMF Internacional** da **Organização Mundial de Saúde (OMS)** lida com os efeitos para a saúde dos campos electromagnéticos **estáticos**, de **frequência extremamente baixa (ELF)**, **frequências intermédias** e **radiofrequência (RF)**, (0-300 GHz).

As ondas electromagnéticas de diferentes frequências interagem com os **sistemas biológicos** de diferentes formas, como células, plantas, animais, e seres humanos. A maneira como afectam os sistemas biológicos depende em parte da sua **intensidade** e, por outro lado, da **quantidade de energia armazenada nos fotões**.

Os **efeitos biológicos** provocados pela exposição a ondas electromagnéticas pode, **por vezes**, mas **nem sempre**, levar a **efeitos adversos para a saúde**.