

RECOMENDAÇÃO DO CONSELHO

de 12 de Julho de 1999

relativa à limitação da exposição da população aos campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz)

(1999/519/CE)

O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Europeia e, nomeadamente, o n.º 4, segundo parágrafo, do seu artigo 152.º,

Tendo em conta a proposta da Comissão,

Tendo em conta o parecer do Parlamento Europeu⁽¹⁾,

Considerando o seguinte:

(1) Em conformidade com a alínea p) do artigo 3.º do Tratado, a acção da Comunidade implica uma contribuição para a obtenção de um elevado nível de protecção da saúde. O Tratado inclui igualmente disposições sobre a protecção da saúde dos trabalhadores e dos consumidores;

(2) Na sua resolução, de 5 de Maio de 1994, sobre a luta contra os efeitos nocivos provocados pelas radiações não ionizantes⁽²⁾, o Parlamento Europeu convidou a Comissão a propor normas tendentes a limitar a exposição dos trabalhadores e do público às radiações electromagnéticas não ionizantes;

(3) Existem prescrições mínimas da Comunidade para a protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores em relação aos campos electromagnéticos respeitantes ao trabalho com equipamentos dotados de visor⁽³⁾. Foram tomadas medidas comunitárias destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes no trabalho⁽⁴⁾, as quais, entre outros aspectos, obrigam os empregadores a avaliar as actividades susceptíveis de apresentar um risco específico de exposição a radiações não ionizantes. Foram propostas prescrições mínimas para proteger os trabalhadores dos agentes físicos⁽⁵⁾, as quais incluem medidas contra as radiações não ionizantes. Consequentemente, a presente recomendação não trata da protecção dos trabalhadores contra a exposição profissional aos campos electromagnéticos;

(4) É imperativo proteger a população na Comunidade contra os comprovados efeitos adversos para a saúde susceptíveis de resultar da exposição a campos electromagnéticos;

(5) As medidas respeitantes aos campos electromagnéticos deverão proporcionar a todos os cidadãos da Comunidade um nível elevado de protecção. As disposições aprovadas pelos Estados-Membros neste domínio deverão ter por base um quadro acordado em comum, a fim de contribuírem para garantir uma protecção coerente em toda a Comunidade;

(6) Em conformidade com o princípio da subsidiariedade, qualquer nova medida tomada num domínio que não seja da competência exclusiva da Comunidade, como o da protecção da população contra as radiações não ionizantes, apenas pode ser tomada pela Comunidade se, devido à dimensão ou aos efeitos da acção prevista, os objectivos puderem ser melhor alcançados a nível comunitário do que a nível dos Estados-Membros;

(7) Há que obter um equilíbrio entre as acções que limitam a exposição da população aos campos electromagnéticos e os benefícios de saúde e segurança que os dispositivos que emitem campos electromagnéticos proporcionam em termos de qualidade de vida em domínios como as telecomunicações, a energia e a segurança pública;

(8) É necessário estabelecer, através de recomendações aos Estados-Membros, um

quadro comunitário relativamente à exposição aos campos electromagnéticos, tendo em vista a protecção da população;

(9) A presente recomendação tem por objectivo proteger a saúde pública, aplicando-se consequentemente aos locais em que as pessoas passam períodos de tempo significativos de exposição aos efeitos abrangidos pela presente recomendação;

(10) O quadro comunitário, que se reporta à vasta documentação científica já disponível, deverá basear-se nos melhores dados e orientações científicas disponíveis neste domínio e conter restrições básicas e níveis de referência relativos à exposição aos campos electromagnéticos. Há que recordar que apenas foram utilizados como base da limitação recomendada à exposição os resultados comprovados. A Comissão internacional para a protecção contra as radiações não ionizantes formulou orientações sobre esta matéria, que foram confirmadas pelo Comité Científico Director da Comissão. O quadro deverá ser revisto e reavaliado periodicamente à luz dos novos conhecimentos e da evolução da tecnologia e aplicações de fontes e práticas que dão origem a exposições a campos electromagnéticos;

(11) Essas restrições básicas e níveis de referência deverão aplicar-se a todas as radiações emitidas por campos electromagnéticos, à excepção da radiação óptica e da radiação ionizante. No caso da radiação óptica, deverão continuar a ser examinados os dados e orientações científicas pertinentes. No caso da radiação ionizante, foram já aprovadas disposições comunitárias;

(12) A fim de avaliar a conformidade com as restrições básicas estabelecidas na presente recomendação, os organismos nacionais e europeus de normalização (por exemplo, o Cenelec e o CEN) deverão ser incentivados a desenvolver normas no âmbito da legislação comunitária tendo em vista a concepção e ensaio de equipamentos;

(13) A observância das restrições e dos níveis de referência recomendados deverá garantir um nível elevado de protecção no que respeita aos efeitos comprovados sobre a saúde susceptíveis de resultar da exposição a campos electromagnéticos, mas essa observância poderá não evitar forçosamente problemas de interferência com dispositivos médicos, tais como próteses metálicas, estimuladores e desfibriladores cardíacos e implantes cocleares e outros implantes, ou efeitos sobre o seu funcionamento. Os problemas de interferência com estimuladores cardíacos podem ocorrer a níveis inferiores aos níveis de referência recomendados, pelo que deverão ser objecto de precauções adequadas, as quais, todavia, estão fora do âmbito da presente recomendação e são tratadas no quadro da legislação sobre a compatibilidade electromagnética e sobre os dispositivos médicos;

(14) Em conformidade com o princípio da proporcionalidade, a presente recomendação estabelece princípios gerais e métodos de protecção da população, competindo aos Estados-Membros estabelecer regras circunstanciadas relativas às fontes e práticas que dão origem à exposição a campos electromagnéticos e à classificação como profissionais ou não das condições de exposição das pessoas, de acordo com as disposições comunitárias em matéria de protecção da saúde e segurança dos trabalhadores;

(15) Em conformidade com o Tratado, os Estados-Membros podem estabelecer um nível de protecção mais elevado do que o previsto na presente recomendação;

(16) As medidas, vinculativas ou não, aprovadas pelos Estados-Membros nesta matéria e a forma como estes tomarem em conta a presente recomendação deverão ser objecto de relatórios a nível nacional e comunitário;

(17) Tendo em vista aumentar a consciencialização dos riscos e as medidas de protecção contra os campos electromagnéticos, os Estados-Membros deverão promover a divulgação de informações e regras de utilização neste domínio, designadamente no que

respeita à concepção, instalação e utilização de equipamentos, de modo a alcançar níveis de exposição que não ultrapassem as restrições recomendadas;

(18) Dever-se-á ter em mente alcançar uma comunicação e compreensão adequada no que respeita aos riscos relacionados com os campos electromagnéticos, tendo simultaneamente em conta a percepção desses riscos pela população:

(19) Os Estados-Membros deverão estar atentos à evolução da tecnologia e dos conhecimentos científicos no tocante à protecção contra as radiações não ionizantes, tendo em conta o aspecto da precaução e prever exames e revisões periódicos acompanhados de avaliações periódicas à luz das orientações formuladas pelas organizações internacionais competentes, como a Comissão internacional para a protecção contra as radiações não ionizantes,

RECOMENDA:

I. Para efeitos da presente recomendação, os Estados-Membros deverão atribuir às grandezas físicas enumeradas na parte A do anexo I o significado que naquela lhes é dado.

II. Para proporcionar um nível elevado de protecção da saúde contra a exposição aos campos electromagnéticos, os Estados-Membros deverão:

- a) Adoptar um quadro de restrições básicas e de níveis de referência tomando como base a parte B do anexo I;
- b) De acordo com o presente quadro, aplicar medidas respeitantes a fontes ou práticas que dêem origem à exposição à radiação electromagnética da população quando o tempo de exposição for significativo, com excepção da exposição para fins médicos, devendo, nesse caso, ser devidamente avaliados os riscos e benefícios da exposição que ultrapasse as restrições básicas;
- c) Procurar garantir a observância das restrições básicas enunciadas no anexo II relativas à exposição da população.

III. Para facilitar e promover a observância das restrições básicas que figuram no anexo II, os Estados-Membros:

- a) Deverão ter em conta os níveis de referência constantes do anexo III para efeitos de avaliação da exposição ou, caso existam, na medida em que sejam reconhecidas pelo Estado-Membro, normas europeias ou nacionais baseadas em procedimentos de medição e cálculo reconhecidos e provados cientificamente, destinados a avaliar a conformidade com as restrições básicas;
- b) Deverão avaliar as situações que implicam fontes de mais de uma frequência de acordo com as fórmulas estabelecidas no anexo IV, tanto em termos de restrições básicas como de níveis de referência;
- c) Se for caso disso, poderão ter em conta critérios tais como a duração da exposição, as partes do corpo expostas, a idade e o estado de saúde da pessoa.

IV. Ao aprovarem políticas ou medidas relativas à exposição da população aos campos electromagnéticos, os Estados-Membros deverão ponderar tanto os riscos como os benefícios de eventuais acções nos termos da presente recomendação.

V. Para uma maior compreensão dos riscos e uma maior protecção contra a exposição aos campos electromagnéticos, os Estados-Membros deverão proporcionar à população, da forma adequada, informações acerca dos efeitos dos campos electromagnéticos sobre a saúde e acerca das medidas adoptadas para lhes fazer face.

VI. A fim de aumentar os conhecimentos acerca dos efeitos dos campos electromagnéticos sobre a saúde, os Estados-Membros deverão promover e acompanhar a investigação pertinente sobre os campos electromagnéticos e a saúde humana no contexto dos seus programas de investigação nacionais, tendo em conta as recomendações em matéria de investigação e os esforços desenvolvidos a nível comunitário e internacional a partir do maior número possível de fontes.

VII. A fim de contribuir para o estabelecimento de um sistema coerente de protecção contra os riscos de exposição aos campos electromagnéticos, os Estados-Membros deverão elaborar relatórios sobre a experiência obtida com as medidas tomadas no domínio abrangido pela presente recomendação e disso informar a Comissão após um período de três anos a contar da data da sua aprovação, indicando de que forma a recomendação foi tomada em consideração nessas medidas.

CONVIDA A COMISSÃO A:

1. Trabalhar no sentido do estabelecimento das normas europeias referidas na alínea a) do ponto III, incluindo os métodos de cálculo e medição;
2. Incentivar a investigação sobre os efeitos a longo e a curto prazo da exposição aos campos electromagnéticos em todas as frequências relevantes, na implementação do corrente programa-quadro de investigação;
3. Continuar a participar nos trabalhos das organizações internacionais competentes neste domínio e promover a obtenção de um consenso internacional nas directrizes e orientações sobre medidas de protecção e prevenção;
4. Acompanhar as matérias abrangidas pela presente recomendação, tendo em vista a sua revisão e actualização, tendo também em conta possíveis efeitos, presentemente em investigação, incluindo os aspectos relevantes da precaução, e elaborar, no prazo de cinco anos, um relatório que tenha em conta os relatórios dos Estados-Membros, bem como os mais recentes dados e orientações científicas.

Feito em Bruxelas, em 12 de Julho de 1999.

Pelo Conselho
O Presidente
S. NIINISTÖ

⁽¹⁾ JO C 175 de 21.6.1999.

⁽²⁾ JO C 205 de 25.7.1994, p. 439.

⁽³⁾ JO L 156 de 21.6.1990, p. 14.

⁽⁴⁾ JO L 348 de 28.11.1992, p. 1.

⁽⁵⁾ JO C 77 de 18.3.1993, p. 12, e

ANEXO I

DEFINIÇÕES

Para efeitos da presente recomendação, a expressão "campos electromagnéticos" (CEM) inclui os campos estáticos, os campos de frequência extremamente baixa (FEB) e os campos de radiofrequência (RF), incluindo micro-ondas, englobando a gama de frequências de 0 Hz a 300 GHz.

A. GRANDEZAS FÍSICAS

No contexto da exposição aos CEM, utilizam-se habitualmente oito grandezas físicas: A *corrente de contacto* (I_C) entre uma pessoa e um objecto é expressa em amperes (A). Um objecto condutor num campo eléctrico pode ser carregado pelo campo.

A *densidade da corrente* (J) define-se como a corrente que flui através de uma unidade de secção perpendicular à sua direcção num volume condutor, como o corpo humano ou parte deste, expressa em amperes por metro quadrado (A/m^2).

A *intensidade do campo eléctrico* é uma grandeza vectorial (E) que corresponde à força exercida sobre uma partícula carregada independentemente de seu movimento no espaço. É expressa em volts por metro (V/m).

A *intensidade do campo magnético* é uma grandeza vectorial (H) que, juntamente com a densidade do fluxo magnético, especifica um campo magnético em qualquer ponto do espaço. É expressa em amperes por metro (A/m).

A *densidade do fluxo magnético* é uma grandeza vectorial (B), que dá origem a uma força que actua sobre cargas em movimento, e é expressa em teslas (T). No espaço livre e em materiais biológicos, a densidade do fluxo magnético e a intensidade do campo magnético podem ser intercambiáveis, utilizando-se a equivalência $1 A m^{-1} = 4 \pi 10^{-7} T$.

A *densidade de potência* (S) é a grandeza adequada utilizada para frequências muito elevadas, onde a profundidade de penetração no corpo é baixa. É a potência radiante que incide perpendicularmente a uma superfície, dividida pela área da superfície, e é expressa em watts por metro quadrado (W/m^2).

A *absorção específica de energia* (SA) define-se como a energia absorvida por unidade de massa de tecido biológico, expressa em joules por quilograma (J/kg). Na presente recomendação, é utilizada para limitar os efeitos não térmicos resultantes da radiação de micro-ondas constituídas por impulsos.

A *taxa de absorção específica de energia* (SAR), cuja média se calcula na totalidade do corpo ou em partes deste, define-se como o ritmo a que a energia é absorvida por unidade de massa de tecido do corpo, e é expressa em watts por quilograma (W/kg). A SAR relativa a todo o corpo é uma medida amplamente aceite para relacionar os efeitos térmicos nocivos com a exposição à RF. Para além da SAR média relativa a todo o corpo, são necessários valores SAR locais para avaliar e limitar uma deposição excessiva de energia em pequenas partes do corpo, em consequência de condições de exposição especiais, como por exemplo a exposição à RF na gama baixa de MHz de uma pessoa ligada à terra, ou as pessoas expostas num campo próximo de uma antena. Destas grandezas, as que podem medir-se directamente são a densidade do fluxo magnético, a corrente de contacto, as intensidades dos campos eléctrico e magnético e a densidade de potência.

B. RESTRIÇÕES BÁSICAS E NÍVEIS DE REFERÊNCIA

Para a aplicação das restrições baseadas na avaliação dos possíveis efeitos dos CEM sobre a saúde, convém distinguir as restrições básicas dos níveis de referência.

Nota:

Estas restrições básicas e níveis de referência destinados a limitar a exposição foram desenvolvidos a partir de uma análise metódica de toda a literatura científica publicada. Os critérios aplicados nessa análise foram concebidos para avaliar a credibilidade das várias conclusões relatadas; como base das restrições de exposição propostas apenas foram utilizados os resultados comprovados. A indução de cânceros por exposição prolongada a CEM não foi provada. No entanto, como a razão de segurança entre os valores-limite dos efeitos agudos e as restrições básicas é de cerca de 50, a presente recomendação abrange implicitamente os possíveis efeitos a longo prazo em toda a gama de frequências.

Restrições básicas. As restrições da exposição aos campos eléctricos, magnéticos e electromagnéticos que variam no tempo, baseadas directamente em efeitos sobre a saúde já estabelecidos e em considerações biológicas, designam-se por "restrições básicas". Dependendo da frequência do campo, as grandezas físicas utilizadas para especificar estas restrições são a densidade do fluxo magnético (B), a densidade da corrente (J), a taxa de absorção específica de energia (SAR) e a densidade de potência (S). A densidade do fluxo magnético e a densidade da potência podem medir-se facilmente nos indivíduos expostos.

Níveis de referência. Estes níveis são fornecidos para efeitos práticos de avaliação da exposição, a fim de determinar a probabilidade de as restrições básicas serem ultrapassadas. Alguns níveis de referência derivam das restrições básicas pertinentes, utilizando medições e/ou técnicas informáticas e alguns incidem sobre a percepção e os efeitos nocivos indirectos da exposição aos CEM. As grandezas derivadas são a intensidade do campo eléctrico (E), a intensidade do campo magnético (H), a densidade do fluxo magnético (B), a densidade de potência (S) e a corrente nos membros (I_L). As grandezas que se referem à percepção e a outros efeitos indirectos são a corrente (de contacto) (IC) e, relativamente aos campos constituídos por impulsos, a absorção específica de energia (SA). Em qualquer situação de exposição particular, os valores medidos ou calculados de qualquer uma destas grandezas podem ser comparados com o nível de referência adequado. A observância do nível de referência garantirá a observância da restrição básica pertinente. O facto de o valor medido ultrapassar o nível de referência não implica necessariamente que a restrição básica será ultrapassada. No entanto, nessas circunstâncias, é necessário determinar se a restrição básica é cumprida. Na presente recomendação não se apresentam restrições quantitativas relativamente a campos eléctricos estáticos. Não obstante, recomenda-se que seja evitada a percepção irritante de cargas eléctricas superficiais e de descargas de faíscas que provocam stress ou mal-estar.

Algumas grandezas, como a densidade do fluxo magnético (B) e a densidade de potência (S), servem, a determinadas frequências (ver anexos II e III), como restrições básicas e como níveis de referência.

ANEXO II

RESTRICÇÕES BÁSICAS

Em função da frequência, utilizam-se as seguintes grandezas físicas (grandezas dosimétricas/exposimétricas) para especificar as restrições básicas relativas aos CEM:

- entre 0 e 1 Hz prescrevem-se restrições básicas para a densidade do fluxo magnético de campos magnéticos estáticos (0 Hz) e para a densidade da corrente dos campos variáveis no tempo até 1 Hz, a fim de prevenir efeitos sobre o aparelho cardiovascular e o sistema nervoso central,
- entre 1 Hz e 10 MHz, prescrevem-se restrições básicas para a densidade da corrente, a fim de prevenir efeitos sobre as funções do sistema nervoso,
- entre 100 kHz e 10 GHz, prescrevem-se restrições básicas para a SAR, a fim de prevenir o stress do calor em todo o corpo e um aquecimento localizado excessivo dos tecidos. Na gama de 100 kHz a 10 Mhz, prescrevem-se restrições tanto para a densidade da corrente, como para a SAR,
- entre 10 GHz e 300 GHz, prescrevem-se restrições básicas para a densidade de potência, a fim de prevenir o aquecimento dos tecidos à superfície do corpo ou próximo dela.

As restrições básicas, indicadas no quadro I, são fixadas de forma a ter em conta as imprecisões relacionadas com as sensibilidades individuais, com as condições ambientais e com o facto de a idade e o estado de saúde da população variar.

Quadro 1

Restrições básicas para campos eléctricos, magnéticos e electromagnéticos

(0 Hz-300 GHz)

Gama frequências	Densidade do fluxo magnético (mT)	Densidade da corrente (mA/m ²) (rms)	SAR média par todo o corpo (W/kg)	SAR localizada (cabeça e tronco) (W/kg)	SAR localizada (membros) (W/kg)	Densidade de potência, S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/ <i>f</i>	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	<i>f</i> /500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	<i>f</i> /500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

Notas:

1. f é a frequência em Hz.
2. A restrição básica para a densidade da corrente destina-se a proteger contra efeitos de exposição agudos nos tecidos do sistema nervoso central na cabeça e no tronco e inclui um factor de segurança. As restrições básicas para os campos de FEB baseiam-se em efeitos nocivos sobre o sistema nervoso central já estabelecidos. Estes efeitos agudos são essencialmente instantâneos, e não há razões científicas para alterar as restrições básicas da exposição de curta duração. Todavia, como a restrição básica diz respeito aos efeitos nocivos sobre o sistema nervoso central, esta restrição básica em particular pode consentir densidades da corrente mais altas em tecidos que não sejam os do sistema nervoso central, para as mesmas condições de exposição.
3. Dada a falta de homogeneidade eléctrica do corpo, a média das densidades da corrente deve ser calculada numa secção transversal de 1 cm^2 perpendicular à direcção da corrente.
4. Para frequências até 100 kHz, os picos da densidade da corrente podem obter-se multiplicando o valor rms por, $\sqrt{2}$ (~ 1.414). Para impulsos de duração t_p , a frequência equivalente a aplicar nas restrições básicas deve calcular-se como $f = 1/(2 t_p)$.
5. Para frequências até 100 kHz e para campos magnéticos constituídos por impulsos, a densidade máxima da corrente associada aos impulsos pode ser calculada a partir dos tempos de subida/queda e da taxa máxima de mudança da densidade do fluxo magnético. A densidade da corrente induzida pode então comparar-se com a restrição básica adequada.
6. A média de todos os valores SAR deve ser calculada ao longo de um período de 6 minutos.
7. A massa para determinar a média de SAR localizadas é de 10 g de tecido contíguo; a SAR máxima assim obtida deve ser o valor utilizado para estimar a exposição. Por estes 10 g de tecido contíguo entende-se uma massa de tecido contíguo dotado de propriedades eléctricas praticamente homogéneas. Ao especificar-se uma massa de tecido contíguo, reconhece-se que este conceito pode ser usado na dosimetria baseada em modelos matemáticos, mas que pode colocar dificuldades em medições físicas directas. Pode ser usada uma medida geométrica simples, como por exemplo a massa cúbica de tecido, desde que as quantidades dosimétricas calculadas apresentem valores prudentes em relação às directrizes sobre exposição.
8. Para os impulsos de duração t_p a frequência equivalente a aplicar nas restrições básicas deve calcular-se como $f = 1/(2 t_p)$. Além disso, no que se refere às exposições constituídas por impulsos na gama de frequências de 0,3 a 10 GHz e no que respeita à exposição localizada da cabeça, recomenda-se uma restrição básica adicional para limitar e evitar os efeitos auditivos causados pela expansão termoelástica. Quer dizer que a SA não deve ultrapassar 2 mJ kg^{-1} como média calculada em 10 g de tecido.

ANEXO III

NÍVEIS DE REFERÊNCIA

Os níveis de referência da exposição servem para ser comparados com os valores das grandezas medidas. O cumprimento de todos os níveis de referência recomendados assegurará o cumprimento das restrições básicas.

O facto de as grandezas dos valores medidos serem superiores aos níveis de referência não implica necessariamente que as restrições básicas tenham sido ultrapassadas. Neste caso, deve efectuar-se uma avaliação para comprovar se os níveis de exposição são inferiores às restrições básicas.

Os níveis de referência destinados a limitar a exposição obtêm-se a partir das restrições básicas para a situação de um acoplamento máximo do campo com o indivíduo exposto, proporcionando-se, assim, uma protecção máxima. Nos quadros 2 e 3 figura um resumo dos níveis de referência. De um modo geral, pretende-se que os níveis de referência sejam valores médios calculados no espaço sobre a dimensão de todo o corpo do indivíduo exposto. Todavia, é importante não esquecer que as restrições básicas localizadas em matéria de exposição não devem ser ultrapassadas.

Em determinadas situações em que a exposição é extremamente localizada, como no caso dos telefones portáteis e da cabeça do seu utente, não é apropriado utilizar níveis de referência. Nestes casos, deve avaliar-se directamente o cumprimento da restrição básica localizada.

Níveis dos campos

Quadro 2

Níveis de referência para campos eléctricos, magnéticos e electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz, valores rms não perturbados)

Gama de frequências	Intensidade do campo E (V/m)	Intensidade do campo H (A/m)	Campo B (μ T)	Densidade de potência equivalente de onda plana S_{eq} (W/m^2)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	—
8-25 Hz	10 000	$4\,000 / f$	$5\,000 / f$	—
0,025-0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	—
0,8-3 kHz	$250 / f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	—
1-10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2

400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Notas:

1. f , conforme indicado na coluna de gama de frequências.
2. Para frequências entre 100 kHz e 10 GHz, a média de S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 deve calcular-se ao longo de um período de 6 minutos.
3. Para frequências superiores a 10 GHz, a média de S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 deve calcular-se ao longo de cada período de $68/f^{1,05}$ -minutos (f em GHz).
4. Não se fornece nenhum valor de campo E para frequências <1 Hz, que são efectivamente campos estáticos. A maior parte das pessoas não terá a percepção irritante de cargas superficiais com intensidades de campos inferiores a 25 kV/m. Deverão evitar-se as descargas de faíscas que causam stress ou mal estar.

Nota:

Não são fornecidos níveis de referência mais altos para a exposição a campos FEB no caso de exposições de curta duração (ver nota 2 ao quadro 1). Frequentemente, mesmo que os valores medidos ultrapassem o nível de referência, isso não implica necessariamente que a restrição básica seja ultrapassada. Desde que possam ser evitadas consequências negativas sobre a saúde resultantes de efeitos indirectos da exposição (tais como microchoques), é aceite que os níveis de referência para a população possam ser ultrapassados, desde que não se exceda a restrição básica da densidade da corrente. Em muitas situações concretas de exposição, campos externos de FEB situados aos níveis de referência provocam densidades de corrente nos tecidos do sistema nervoso central que ficam abaixo das restrições básicas. É igualmente aceite que alguns dispositivos banais emitem campos localizados que ultrapassam os níveis de referência. Contudo, isto ocorre geralmente em condições de exposição em que não são ultrapassadas as restrições básicas, por existir uma ligação fraca entre o campo e o corpo.

No que se refere a valores de pico, aplicam-se à intensidade dos campo E (V/m), à intensidade dos campo H (A/m) e aos campos B (μ T) os seguintes níveis de referência:

— para frequências até 100 kHz, os valores de referência de pico obtêm-se multiplicando os valores rms correspondentes por $\sqrt{2}$ (~ 1.414). Para impulsos de duração t_p , a frequência equivalente a aplicar deve ser como $f = 1 / (2t_p)$,

— para frequências entre 100 kHz e 10 MHz, os valores de referência de pico obtêm-se multiplicado os valores rms correspondentes por

$$10a, \text{ em que } a = [0,665 \log (f/10^5) + 0,176], \text{ } f \text{ em Hz}$$

— para frequências entre 10 MHz e 300 GHz, os valores de referência de pico obtêm-se multiplicado os valores rms correspondentes por 32.

Nota:

Em geral, relativamente a campos transitórios e/ou constituídos por impulsos a baixas frequências, existem restrições básicas e níveis de referência dependentes das frequências que permitem deduzir análises de risco e directrizes de exposição sobre fontes transitórias e/ou constituídas por impulsos. Uma abordagem cautelosa consiste em representar o sinal de um CEM transitório ou constituído por impulsos como um espectro de Fourier dos seus componentes em cada gama de frequências, comparando-o depois com os níveis de referência para essas frequências. As fórmulas de somatórios para a exposição simultânea a campos com múltiplas frequências também podem ser aplicadas para efeitos de determinação da conformidade com as restrições básicas. Ainda que sejam poucas as informações disponíveis sobre a relação existente entre efeitos biológicos e valores de pico dos campos constituídos por impulsos, sugere-se que, no que se refere a frequências que ultrapassem os 10 MHz, a média S_{eq} calculada na largura do impulso seja 1000 vezes superior aos níveis de referência, ou que as intensidades dos campos não sejam 32 vezes superiores aos níveis de referência da intensidade dos campos. Em relação a frequências entre cerca de 0,3 GHz e vários GHz e à exposição localizada da cabeça, deve limitar-se a absorção específica resultante dos impulsos, a fim de limitar ou evitar os efeitos auditivos causados pela expansão termoelástica. Nesta gama de frequências, o limiar SA de 4-16 mJ kg⁻¹ que é necessário para produzir este efeito corresponde, para impulsos de 30 µs, a valores de pico SAR de 130 a 520 W kg⁻¹ no cérebro. Entre 100 kHz e 10 MHz, os valores de pico das intensidades dos campos obtêm-se por interpolação do valor de pico multiplicado por 1,5 a 100 kHz ao valor de pico multiplicado por 32 a 10 Mhz.

Correntes de contacto e correntes nos membros

Para frequências até 110 MHz, recomendam-se níveis de referência adicionais para evitar os perigos devidos às correntes de contacto. No quadro 3 figuram os níveis de referência das correntes de contacto. Os níveis de referência para as correntes de contacto foram fixados para ter em conta o facto de as correntes de contacto limiar, que provocam reacções biológicas em mulheres adultas e em crianças, serem, respectivamente, de cerca de dois terços e de metade das relativas a homens adultos.

Quadro 3
Níveis de referências para correntes de contacto de objectos condutores
(*f* em kHz)

Gama de frequências	Corrente de contacto máxima (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 kHz-100 kHz	0,2 <i>f</i>
100 kHz-110 MHz	20

Para a gama de frequências de 10 MHz a 110 MHz, recomenda-se um nível de referência de 45 mA em termos de corrente que atravessa qualquer membro, a fim de limitar a SAR localizada ao longo de um período de 6 minutos.

ANEXO IV

EXPOSIÇÃO A FONTES COM MÚLTIPLAS FREQUÊNCIAS

Nas situações em que se verifica uma exposição simultânea a campos de diferentes frequências, deve ter-se em conta a possibilidade de haver um somatório dos efeitos destas exposições. Com base nesta conjugação de efeitos, devem realizar-se cálculos separados para cada efeito; assim, devem fazer-se avaliações separadas para os efeitos de estimulação térmica e eléctrica sobre o corpo.

Restrições básicas

No caso de exposição simultânea a campos de frequências diferentes, deverão preencher-se os seguintes critérios em termos de restrições básicas.

No que respeita à estimulação eléctrica, pertinente no que se refere a frequências de 1 Hz a 10 MHz, as densidades de corrente induzida devem adicionar-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$\sum_{i=1}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

No que respeita aos efeitos térmicos, pertinentes a partir de 100 kHz, as taxas de absorção específica de energia e as densidades de potência devem adicionar-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$\sum_{i = 100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_L} + \sum_{i > 10 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

em que

J_i é a densidade da corrente à frequência i ;

$J_{L,i}$ é a restrição básica da densidade da corrente à frequência i , conforme figura no quadro 1;

SAR_i é a SAR causada pela exposição à frequência i ;

SAR_L é a restrição básica de SAR que figura no quadro 1;

S_i é a densidade de potência à frequência i ;

S_L é a restrição básica para a densidade de potência que figura no quadro 1.

Níveis de referência

Para a aplicação das restrições básicas, devem aplicar-se os seguintes critérios relativos aos níveis de referência das intensidades dos campos.

Em relação às densidades da corrente induzida e dos efeitos de estimulação eléctrica, pertinentes até 10 MHz, devem aplicar-se os dois requisitos seguintes aos níveis dos campos:

$$\sum_{i = 1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i > 1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

e

$$\sum_{j = 1 \text{ Hz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{E_{L,j}} + \sum_{j > 150 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

em que

E_i é a intensidade do campo eléctrico à frequência i ;

$E_{L,i}$ é o nível de referência da intensidade do campo eléctrico do quadro 2;

H_j é a intensidade do campo magnético à frequência j ;

$H_{L,j}$ é o nível de referência da intensidade do campo magnético do quadro 2;
 a é 87 V/m e b é 5 A/m (6,25 μ T).

Comparados com as directrizes da Comissão internacional para a protecção contra as radiações não ionizantes (Icnirp)⁽¹⁾, que se ocupam da exposição profissional e da exposição da população em geral, os valores-limite dos somatórios correspondem às condições de exposição dos membros da população.

O uso dos valores constantes (a e b), acima de 1 MHz no que respeita ao campo eléctrico e acima de 150 kHz no que se refere ao campo magnético, deve-se ao facto de o somatório se basear em densidades da corrente induzida, não devendo misturar-se com circunstâncias de efeitos térmicos. Estas últimas constituem a base para $E_{L,i}$ e $H_{L,j}$, acima, respectivamente de 1 MHz e de 150 kHz, que figuram no quadro 2.

Em relação às circunstâncias de efeitos térmicos, pertinentes a partir de 100 kHz, aos níveis dos campos devem aplicar-se os dois requisitos seguintes:

$$\sum_{i = 100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i > 1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j = 100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j > 150 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

e em que

E_i é a intensidade do campo eléctrico à frequência i ;

$E_{L,i}$ é o nível de referência do campo eléctrico do quadro 2;

H_j é a intensidade do campo magnético à frequência j ;

$H_{L,j}$ é o nível de referência do campo magnético derivado do quadro 2;

c é $87/f^{1/2}$ V/m e d é $0,73/f$ A/m.

Mais uma vez, comparados com as directrizes da Icnirp, alguns valores-limite foram ajustados exclusivamente para a exposição da população.

Para a corrente nos membros e a corrente de contacto, devem aplicar-se, respectivamente, os seguintes requisitos:

$$\sum_{k=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{l,k}} \right)^2 \leq 1 \qquad \sum_{n > 1 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_n}{H_{c,n}} \right)^2 \leq 1$$

em que

I_k é a componente de corrente nos membros à frequência k ;

$I_{l,k}$ é o nível de referência para a corrente nos membros, 45 mA;

I_n é a componente da corrente de contacto à frequência n ;

$I_{c,n}$ é o nível de referência para a corrente de contacto à frequência n (ver quadro 3).

As anteriores fórmulas de somatórios pressupõem as piores condições possíveis nos campos procedentes de múltiplas fontes. Consequentemente, as situações típicas de exposição podem, na prática, dar origem a níveis de exposição menos restritivos do que os indicados pelas fórmulas acima mencionados para os níveis de referência.

(¹) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300GHz). Health Physics 74(4): 494-522 (1998).

Response to Questions and Comments on Icnirp. Health Physics 75(4): 438-439 (1998).