



Comissão
Europeia

Guia não vinculativo
de boas práticas
para a aplicação
da Diretiva 2013/35/UE

«Campos eletromagnéticos»

Volume 1: Guia prático

Esta publicação foi apoiada financeiramente pelo Programa da União Europeia para o Emprego e a Inovação Social (EaSI).

Para mais informações, consulte: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Guia não vinculativo
de boas práticas
para a aplicação
da Diretiva 2013/35/UE

«Campos eletromagnéticos»

Volume 1: Guia prático

Comissão Europeia
Direção-Geral do Emprego,
dos Assuntos Sociais e da Inclusão
Unidade B3

Manuscrito terminado em novembro de 2014

Nem a Comissão Europeia nem qualquer pessoa agindo em seu nome podem ser consideradas responsáveis pelo uso que possa ser dado às informações constantes da presente publicação.

As ligações (*links*) constantes desta publicação estavam corretas no momento em que o manuscrito foi concluído.

© Fotografia de capa: © corbis

Para utilizar ou reproduzir as fotografias cujos direitos de autor não pertençam à União Europeia, deve ser requerida permissão diretamente ao(s) titular(es) dos direitos de autor.

O Europe Direct é um serviço que o ajuda a obter respostas às suas perguntas sobre a União Europeia.

Número gratuito (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* As informações prestadas são gratuitas, tal como o são a maior parte das chamadas, embora alguns operadores, cabinas telefónicas ou hotéis as possam cobrar.

Estão disponíveis mais informações sobre a União Europeia na Internet (<http://europa.eu>).

Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2015

ISBN 978-92-79-45887-3

doi:10.2767/78468

© União Europeia, 2015

Reprodução autorizada mediante indicação da fonte.

SÍNTESE

Foi preparado um guia prático para ajudar os empregadores, em particular as pequenas e médias empresas, a compreender o que precisam de fazer para cumprir a Diretiva «Campos eletromagnéticos» (2013/35/UE) (a seguir «Diretiva CEM»). No seio da União Europeia, os regimes gerais de garantia da saúde e segurança dos trabalhadores encontram-se descritos na Diretiva-Quadro (89/391/CEE). No essencial, a Diretiva CEM fornece informações adicionais sobre o modo como alcançar os objetivos da Diretiva-Quadro para a situação específica do trabalho com campos eletromagnéticos.

Muitas das atividades desenvolvidas nos locais de trabalho modernos originam campos eletromagnéticos, incluindo a utilização de equipamento elétrico e de muitos dispositivos de comunicação comuns. Contudo, na maioria dos locais de trabalho, os níveis de exposição são muito baixos e não originam riscos para os trabalhadores. Mesmo quando são criados campos fortes, de um modo geral estes reduzem-se rapidamente com a distância, por isso, se os trabalhadores não tiverem de se aproximar do equipamento, não haverá qualquer risco. De igual modo, como a maioria dos campos é gerada eletricamente, estes desaparecem quando a energia é desligada.

Os riscos para os trabalhadores podem resultar de efeitos diretos do campo no corpo, e de efeitos indiretos resultantes da presença de objetos no campo. Os efeitos diretos podem ser de natureza térmica ou não térmica. Alguns trabalhadores podem estar particularmente expostos a campos eletromagnéticos. Incluem-se entre estes trabalhadores aqueles que utilizam implantes médicos ativos ou passivos, os que utilizam dispositivos médicos usados no corpo e as trabalhadoras grávidas.

A fim de ajudar os empregadores a proceder a uma avaliação inicial do seu local de trabalho, o guia apresenta um quadro de situações de trabalho comuns. Três colunas indicam as situações que requerem avaliação específica para os trabalhadores com implantes ativos, para outros trabalhadores particularmente expostos, e para todos os trabalhadores. Este quadro deve ajudar a maioria dos empregadores a estabelecer que não existem riscos relacionados com o campo eletromagnético nos respetivos locais de trabalho.

Mesmo para os trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos, será normalmente suficiente garantir que seguem as instruções razoáveis que lhes são fornecidas pela equipa médica responsável pelo seu cuidado. É fornecido um apêndice que vai ajudar os empregadores que tenham de avaliar o risco para os trabalhadores particularmente expostos.

A última coluna do quadro identifica as situações de trabalho que se espera que deem origem a campos fortes e em relação às quais será normalmente necessário que os empregadores sigam um procedimento de avaliação mais detalhado. Frequentemente, os campos apenas irão apresentar um risco para trabalhadores particularmente expostos, mas nalguns casos podem haver riscos para todos os trabalhadores decorrentes de efeitos diretos ou indiretos de campos eletromagnéticos. Nestes casos, será necessário que o empregador considere a aplicação de medidas adicionais de proteção ou de prevenção.

O guia prático fornece aconselhamento sobre o modo como realizar uma avaliação de risco compatível com diversos procedimentos de avaliação de risco amplamente utilizados, incluindo a ferramenta OiRA, fornecida pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho.

Durante a avaliação de riscos, por vezes pode ser necessário os empregadores compararem informações dos campos existentes no local de trabalho com os níveis de ação e os valores-limite de exposição especificados na Diretiva CEM.

Quando os campos no local de trabalho são reduzidos, essas comparações não serão normalmente necessárias e, ao invés, o guia aconselha os empregadores a basearem-se em informações genéricas como os quadros mencionados acima.

Quando for necessário efetuar comparações com os níveis de ação ou com os valores-limite de exposição, os empregadores são incentivados a utilizar as informações disponibilizadas pelos fabricantes ou pelas bases de dados e evitar efetuar avaliações próprias sempre que possível. Para empregadores que têm de realizar as suas próprias avaliações, o guia presta aconselhamento sobre os métodos e fornece orientações sobre problemas específicos, tais como lidar com campos não uniformes, a soma de campos multifrequência e a aplicação da abordagem do máximo ponderado.

Se os trabalhadores tiverem de implementar medidas adicionais de proteção ou de prevenção, o guia faculta mais aconselhamento sobre as opções que podem estar disponíveis. É importante destacar que não existe uma solução única para todos os riscos de campos eletromagnéticos e que os empregadores devem considerar todas as opções disponíveis de modo a que selecionem a mais adequada à sua situação.

Reconhece-se há já algum tempo que a utilização de imagem por ressonância magnética nos cuidados de saúde pode resultar em exposições que ultrapassam os valores-limite de exposição especificados na Diretiva CEM. A imagem por ressonância magnética é uma tecnologia médica importante que é essencial para o diagnóstico e tratamento de doenças. Por conseguinte, a Diretiva CEM concede uma derrogação condicional da obrigação de cumprimento dos valores-limite de exposição. Um apêndice do guia, elaborado em conjunto com as partes interessadas relevantes, fornece orientações adicionais aos empregadores para conseguir o cumprimento das condições de derrogação.

O volume 2 apresenta doze estudos de caso que mostram aos empregadores como abordar as avaliações e ilustram algumas das medidas de prevenção e de proteção que podem ser selecionadas e aplicadas. Os estudos de caso são apresentados no contexto de locais de trabalho genéricos, mas foram compilados a partir de situações de trabalho reais. Muitas das situações avaliadas nos estudos de caso dão origem a campos fortes. Nalguns casos, o risco era apenas para trabalhadores particularmente expostos que podiam ser excluídos da zona do campo forte. Noutros casos, havia riscos potenciais para todos os trabalhadores, mas não era necessário estarem presentes na zona durante a produção do campo forte.

Para além da imagem por ressonância magnética (analisada acima), foram identificadas duas outras situações que podiam originar sistematicamente exposições para os trabalhadores acima dos valores-limite de exposição.

A mais amplamente utilizada foi a soldadura por resistência. Este processo baseia-se em correntes elevadas e origina frequentemente densidades de fluxo magnético próximas ou que ultrapassam os níveis de ação especificados na Diretiva CEM. Nos processos de soldadura manual, o operador está necessariamente próximo da fonte do campo. Em situações analisadas nos estudos de caso e em qualquer outro lugar, os níveis de ação baixos foram por vezes ultrapassados temporariamente. Porém, em todos os casos, ou o nível de ação alto não foi ultrapassado, ou a modelização revelou que os valores-limite de exposição não foram ultrapassados. Por conseguinte, na maioria dos casos, os riscos podem ser geridos através de medidas simples, tais como o fornecimento de informações e a formação de trabalhadores, de modo a que compreendam os riscos e o modo de minimizar as exposições utilizando o equipamento da forma pretendida. No entanto, é possível que uma minoria das operações manuais de soldadura por resistência possa resultar em exposições superiores aos valores-limite especificados na Diretiva CEM. É provável que os representantes dos setores que aplicam estas tecnologias precisem de abordar o governo de cada Estado-Membro para pedir uma derrogação para o uso continuado deste equipamento, de forma temporária, para dar tempo para a substituição por novos equipamentos.

A segunda situação que deu origem a uma elevada exposição foi a utilização de estimulação magnética transcraniana na medicina. Este procedimento é menos comum do que a imagem por ressonância magnética, mas continua a ser uma técnica importante e amplamente utilizada no tratamento e no diagnóstico. Durante o tratamento, o aplicador fica normalmente apoiado acima do nível da cabeça do paciente num suporte adequado. Como o terapeuta não tem de estar nas imediações durante o funcionamento do equipamento, deve ser simples limitar as exposições do trabalhador. Em contrapartida, as aplicações de diagnóstico aplicam atualmente manipulação manual do aplicador e, por isso, originam inevitavelmente elevadas exposições dos trabalhadores. O desenvolvimento de equipamento de manipulação à distância adequado permitiria a redução de exposições do trabalhador.

Em conclusão, o guia foi desenvolvido com uma conceção modular para minimizar o encargo para a maioria dos empregadores, que apenas deverão precisar de ler a primeira secção. Alguns empregadores terão de considerar os trabalhadores particularmente expostos e terão também de ler a segunda secção. Os empregadores com campos fortes terão de ler até à terceira secção, e aqueles com campos que apresentam riscos terão também de analisar a secção final. Ao longo do guia, é dada ênfase a abordagens simples, quer a nível das avaliações quer das medidas de proteção e de prevenção.

ÍNDICE

SECÇÃO 1 — TODOS OS EMPREGADORES

1.	Introdução e finalidade do presente guia	12
1.1.	Como utilizar o presente guia	13
1.2.	Introdução à Diretiva CEM.....	15
1.3.	Âmbito deste guia.....	15
1.4.	Correspondência com a Diretiva 2013/35/UE.....	16
1.5.	Regulamentações nacionais e fontes de informações complementares.....	17
2.	Efeitos na saúde e riscos para a segurança decorrentes dos campos eletromagnéticos	18
2.1.	Efeitos diretos	18
2.2.	Efeitos a longo prazo.....	18
2.3.	Efeitos indiretos.....	19
3.	Fontes dos campos eletromagnéticos	20
3.1.	Trabalhadores particularmente expostos	21
3.1.1.	Trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos	22
3.1.2.	Outros trabalhadores particularmente expostos	22
3.2.	Requisitos de avaliação para atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho comuns	23
3.2.1.	Atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho suscetíveis de exigir avaliação específica	28
3.3.	Atividades laborais, equipamento e locais de trabalho não indicados neste capítulo	28

SECÇÃO 2 — DECIDIR SE DEVEM SER TOMADAS MAIS MEDIDAS

4.	Estrutura da Diretiva «Campos eletromagnéticos»	30
4.1.	Artigo 3.º — Valores-limite de exposição e níveis de ação.....	32
4.2.	Artigo 4.º — Avaliação de riscos e determinação da exposição	32
4.3.	Artigo 5.º — Disposições destinadas a evitar ou a reduzir os riscos.....	33
4.4.	Artigo 6.º — Informação e formação dos trabalhadores	33
4.5.	Artigo 7.º — Consulta e participação dos trabalhadores	34
4.6.	Artigo 8.º — Vigilância da saúde.....	34
4.7.	Artigo 10.º — Derrogações.....	34
4.8.	Síntese	35
5.	Avaliação dos riscos no âmbito da Diretiva «Campos eletromagnéticos»	36
5.1.	Plataforma interativa em linha de avaliação dos riscos.....	37
5.2.	Etapa 1 — Preparação	37
5.3.	Etapa 2 — Identificação de perigos e das pessoas em risco.....	38
5.3.1.	Identificação de perigos.....	38
5.3.2.	Identificação de medidas preventivas e de precaução existentes	39
5.3.3.	Identificação das pessoas em risco	39
5.3.4.	Trabalhadores particularmente expostos.....	39
5.4.	Etapa 3 — Avaliar os riscos e priorizá-los.....	40
5.4.1.	Avaliação de riscos.....	40
5.4.1.1.	Efeitos diretos	41
5.4.1.2.	Efeitos indiretos	41
5.4.1.3.	Trabalhadores particularmente expostos.....	42
5.5.	Etapa 4 — Decidir medidas preventivas	42

5.6.	Etapa 5 — Aplicação das medidas	43
5.7.	Documentar a avaliação dos riscos	43
5.8.	Acompanhamento e revisão da avaliação dos riscos	43

SECÇÃO 3 — AVALIAÇÕES DE CONFORMIDADE

6.	Utilização de valores-limite de exposição e níveis de ação.....	46
6.1.	Níveis de ação de efeitos diretos	48
6.1.1.	Níveis de ação de campos elétricos (1 Hz a 10 MHz)	50
6.1.2.	Níveis de ação de campos magnéticos (1 Hz a 10 MHz)	51
6.1.3.	Níveis de ação de campos elétricos e magnéticos (100 kHz a 300 GHz).....	52
6.1.4.	Níveis de ação de corrente induzida nos membros (10 MHz a 110 MHz).....	52
6.2.	Níveis de ação de efeitos indiretos	52
6.2.1.	Níveis de ação de campos magnéticos estáticos	52
6.2.2.	Níveis de ação de correntes de contacto (até 110 MHz).....	52
6.3.	Valores-limite de exposição	53
6.3.1.	Valores-limite de exposição aplicáveis aos efeitos sensoriais e para a saúde.....	53
6.3.2.	Valores-limite de exposição (0 a 1 Hz).....	54
6.3.3.	Valores-limite de exposição (1 Hz a 10 MHz).....	54
6.3.4.	Valores-limite de exposição (100 kHz a 300 GHz)	55
6.4.	Derrogações	55
6.4.1.	Derrogação de imagem por ressonância magnética.....	56
6.4.2.	Derrogação militar.....	57
6.4.3.	Derrogação geral.....	57
7.	Utilização de bases de dados e de dados do fabricante relativos à emissão.....	58
7.1.	Utilizar as informações fornecidas pelos fabricantes.....	58
7.1.1.	Base para a avaliação do fabricante	59
7.2.	Bases de dados de avaliação	60
7.3.	Prestação de informações pelos fabricantes	60
7.3.1.	Normas de avaliação	60
7.3.2.	Se não existir nenhuma norma relevante.....	61
8.	Cálculo ou medição da exposição.....	63
8.1.	Requisitos da Diretiva «Campos eletromagnéticos».....	63
8.2.	Avaliações do local de trabalho	63
8.3.	Casos especiais.....	64
8.4.	Procurar mais assistência.....	64

SECÇÃO 4 — É NECESSÁRIO FAZER MAIS?

9.	Medidas de proteção e de prevenção	68
9.1.	Princípios de prevenção	68
9.2.	Eliminação do perigo	69
9.3.	Substituição por um processo ou equipamento menos perigoso	69
9.4.	Medidas técnicas	70
9.4.1.	Blindagem	70
9.4.2.	Guardas	71
9.4.3.	Bloqueios	72
9.4.4.	Equipamento de proteção sensível	73
9.4.5.	Dispositivo de controlo bimanual.....	73
9.4.6.	Paragens de emergência	74
9.4.7.	Medidas técnicas para impedir descargas de faíscas.....	74
9.4.8.	Medidas técnicas para impedir correntes de contacto	75

9.5.	Medidas organizativas.....	75
9.5.1.	Delimitação e restrição de acesso	75
9.5.2.	Sinais e avisos de segurança.....	77
9.5.3.	Procedimentos escritos.....	79
9.5.4.	Informações de segurança do local.....	79
9.5.5.	Controlo e gestão.....	80
9.5.6.	Instrução e formação.....	80
9.5.7.	Conceção e disposição dos locais e dos postos de trabalho.....	82
9.5.8.	Adoção de boas práticas de trabalho.....	83
9.5.9.	Programas de manutenção preventiva.....	85
9.5.10.	Restrição dos movimentos em campos magnéticos estáticos.....	85
9.5.11.	Coordenação e cooperação entre empregadores.....	85
9.6.	Equipamento de proteção individual.....	86
10.	Preparação para situações de emergência.....	87
10.1.	Elaboração dos planos	87
10.2.	Resposta a incidentes adversos.....	87
11.	Riscos, sintomas e vigilância da saúde.....	89
11.1.	Riscos e sintomas.....	89
11.1.1.	Campos magnéticos estáticos (0 a 1 Hz) ().....	89
11.1.2.	Campos magnéticos de baixa frequência (1 Hz a 10 MHz).....	90
11.1.3.	Campos elétricos de baixa frequência (1 Hz a 10 MHz).....	90
11.1.4.	Campos de alta frequência (100 kHz a 300 GHz).....	90
11.2.	Vigilância da saúde	92
11.3.	Exame médico.....	92
11.4.	Registos.....	93

SECÇÃO 5 — MATERIAL DE REFERÊNCIA

APÊNDICE A	— Natureza dos campos eletromagnéticos.....	96
APÊNDICE B	— Efeitos na saúde decorrentes dos campos eletromagnéticos.....	100
APÊNDICE C	— Grandezas e unidades dos campos eletromagnéticos	105
APÊNDICE D	— Avaliação da exposição.....	112
APÊNDICE E	— Efeitos indiretos e trabalhadores particularmente expostos.....	160
APÊNDICE F	— Orientações sobre a ressonância magnética.....	168
APÊNDICE G	— Requisitos de outros textos europeus	179
APÊNDICE H	— Normas europeias e internacionais.....	186
APÊNDICE I	— Recursos.....	188
APÊNDICE J	— Glossário, abreviaturas e símbolos do fluxograma.....	192
APÊNDICE K	— Bibliografia	196
APÊNDICE L	— Diretiva 2013/35/UE	198

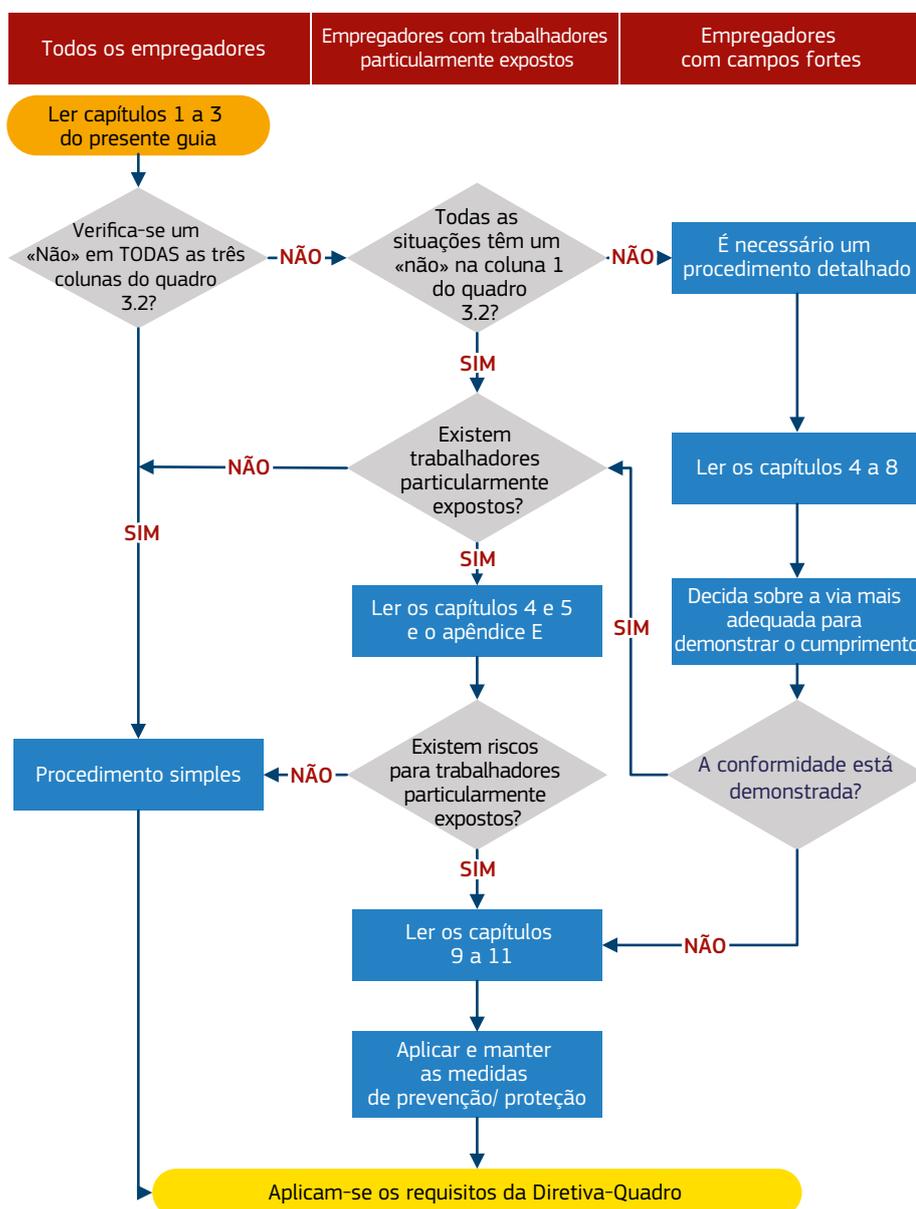
SECÇÃO 1

TODOS OS EMPREGADORES

1. INTRODUÇÃO E FINALIDADE DO PRESENTE GUIA

A existência de campos eletromagnéticos abrangidos pela Diretiva CEM (Diretiva 2013/35/UE) é uma realidade inevitável no mundo desenvolvido, uma vez que estes são produzidos sempre que é utilizada eletricidade. Para a maioria dos trabalhadores, as intensidades dos campos estão a um nível que não provocam efeitos adversos. No entanto, nalguns locais de trabalho, as intensidades dos campos podem apresentar um risco e a Diretiva CEM existe para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores nestas situações. Uma das principais dificuldades que os empregadores enfrentam é o modo como determinar se precisam de tomar outras medidas ou não.

Figura 1.1 — Panorâmica sobre o modo de utilizar o presente guia



1.1. Como utilizar o presente guia

O presente guia dirige-se principalmente aos empregadores e em especial às pequenas e médias empresas. No entanto, pode também ser útil para trabalhadores, representantes dos trabalhadores e autoridades reguladoras dos Estados-Membros.

Vai ajudá-lo a efetuar uma avaliação inicial dos riscos relacionados com campos eletromagnéticos no seu local de trabalho. Com base nos resultados desta avaliação, vai ajudá-lo a decidir se precisa de realizar alguma outra ação tendo em conta a Diretiva CEM. Se for esse o caso, vai fornecer-lhe aconselhamento prático sobre as medidas que pode tomar.

O presente guia foi concebido para o ajudar a entender como o trabalho que desenvolve pode ser afetado pela Diretiva CEM. Não é juridicamente vinculativo e não fornece uma interpretação dos requisitos jurídicos específicos que pode ter de cumprir. Por conseguinte, deve ser lido em conjunto com a Diretiva CEM (ver apêndice L), a Diretiva-Quadro (89/391/CEE) e a relevante legislação nacional.

A Diretiva CEM estabelece os requisitos mínimos de segurança relativos à exposição dos trabalhadores a riscos decorrentes de campos eletromagnéticos. No entanto, alguns empregadores terão de calcular ou medir os níveis dos campos eletromagnéticos no seu local de trabalho. Na maioria dos casos, a natureza dos trabalhos desenvolvidos leva a que os riscos sejam baixos, o que pode ser estabelecido de forma muito simples. A estrutura do presente guia foi concebida de modo a que os empregadores já cumpridores sejam capazes de o determinar rapidamente e sem ter de ler o guia na íntegra.

O processo de utilização do presente guia encontra-se ilustrado no fluxograma da figura 1.1.

O presente guia divide-se naturalmente em quatro secções.

1. A primeira secção (capítulos 1 a 3) dirige-se a todos os leitores e fornece uma introdução genérica, instruções sobre o modo como utilizar este guia, um resumo dos principais efeitos de segurança e de saúde e uma explicação das fontes dos campos eletromagnéticos. De forma importante, o capítulo 3 inclui uma lista de equipamento genérico, atividades e situações em que se espera que os campos eletromagnéticos sejam tão fracos que os empregadores não terão de tomar qualquer outra medida. Para a maioria dos empregadores, desde que já cumpram os requisitos da Diretiva-Quadro, esse quadro deve permitir-lhes decidir se já cumpriram as respetivas obrigações. Para tais empregadores, este guia terá então servido a sua finalidade e não precisarão de prosseguir.
2. A segunda secção (capítulos 4 e 5) destina-se aos empregadores que não conseguiram concluir não haver nada mais a fazer. Estes empregadores necessitarão de um melhor conhecimento dos requisitos da Diretiva CEM e terão de realizar uma avaliação específica do risco dos campos eletromagnéticos. Para alguns, será esse o caso porque empregam trabalhadores que se encontram particularmente expostos a campos eletromagnéticos. Consoante o resultado da avaliação, estes empregadores poderão passar diretamente para a quarta secção. Para outros empregadores, os campos eletromagnéticos podem ser fortes o suficiente para apresentar riscos para todos os trabalhadores. Estes empregadores terão também de ter em consideração a terceira secção.
3. A terceira secção (capítulos 6, 7 e 8) destina-se a empregadores que têm de estabelecer se os níveis de ação (NA) e, nalguns casos, os valores-limite de exposição (VLE) serão ultrapassados. Muitas vezes, será possível demonstrar que tal não é o caso e que as práticas de trabalho existentes são aceitáveis. No entanto, estes empregadores precisarão ainda de uma avaliação de risco mais detalhada e de uma melhor estimativa das exposições. Para muitos, será suficiente ler até ao capítulo 7, mas alguns empregadores podem também considerar útil ler o capítulo 8.

4. A quarta secção (capítulos 9, 10 e 11) destina-se à pequena minoria de empregadores que identifica exposições acima dos VLE ou outros riscos que têm de ser reduzidos. Estes empregadores terão de implementar alterações para proteger os trabalhadores. Estes empregadores deverão já ter lido os capítulos anteriores deste guia.

Este guia pretende conduzi-lo por um caminho lógico para avaliação do risco de exposição dos trabalhadores aos campos eletromagnéticos.

Quadro 1.1 — Caminho para a avaliação dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos através deste guia

Se todos os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos no local de trabalho forem baixos, não será necessária qualquer outra medida. Os empregadores vão querer registar o facto de terem analisado o seu local de trabalho e chegado a esta conclusão.

Se os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos não forem baixos, ou se o risco for desconhecido, os empregadores devem seguir um processo para avaliar o risco e implementar as devidas precauções, se necessário.

O capítulo 4 descreve os requisitos da Diretiva CEM, enquanto o capítulo 5 explica uma metodologia sugerida para a avaliação dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos. É possível que a conclusão seja no sentido da inexistência de risco significativo. Neste caso, a avaliação deve ser registada e o processo termina aqui.

O capítulo 6 explica a utilização dos valores-limite de exposição e dos níveis de ação. Analisa igualmente as interrogações.

Para ajudar na avaliação de risco, em geral, e para avaliar especificamente o cumprimento dos níveis de ação e dos valores-limite de exposição, os empregadores poderão precisar de informações sobre o nível dos campos eletromagnéticos. Tal poderá estar disponível a partir de bases de dados ou através dos fabricantes (capítulo 7) ou poderá ser necessário efetuar cálculos ou medições (capítulo 8).

O capítulo 9 apresenta os pormenores das medidas de prevenção e de proteção quando é necessário reduzir o risco.

O capítulo 10 fornece orientações sobre o grau de preparação para situações de emergência, enquanto o capítulo 11 fornece aconselhamento sobre riscos, sintomas e vigilância da saúde.

Os capítulos deste guia foram mantidos o mais breves possível de modo a minimizar o esforço dos empregadores que os utilizam. Os apêndices deste guia fornecem mais informações aos empregadores e a outras pessoas que possam estar envolvidas no processo de avaliação dos riscos (quadro 1.2):

Quadro 1.2 — Apêndices deste guia

A — Natureza dos campos eletromagnéticos

B — Efeitos na saúde decorrentes dos campos eletromagnéticos

C — Grandezas e unidades dos campos eletromagnéticos

D — Avaliação da exposição

E — Efeitos indiretos e trabalhadores particularmente expostos

F — Orientações sobre a ressonância magnética

G — Requisitos de outros textos europeus

H — Normas europeias e internacionais

I — Recursos

J — Glossário, abreviaturas e símbolos do fluxograma

K — Bibliografia

L — Diretiva 2013/35/UE

1.2. Introdução à Diretiva CEM

Todos os empregadores têm o dever de avaliar os riscos decorrentes do trabalho que realizam e de implementar medidas de proteção ou prevenção para reduzir os riscos que identificam. Estes deveres são uma exigência da Diretiva-Quadro. A Diretiva CEM foi introduzida para ajudar os empregadores a cumprir os seus deveres gerais nos termos da Diretiva-Quadro para o caso específico dos campos eletromagnéticos no local de trabalho. Dado que os empregadores estarão já a cumprir os requisitos da Diretiva-Quadro, muitos constatarão que já cumprem na íntegra a Diretiva CEM e que nada mais têm a fazer.

Os campos eletromagnéticos encontram-se definidos no âmbito da Diretiva CEM como campos elétricos estáticos, magnéticos estáticos, ou campos eletromagnéticos, magnético ou elétricos variáveis no tempo com frequências até 300 GHz. Esta terminologia só é utilizada neste guia quando há um benefício claro em fazê-lo.

Os campos eletromagnéticos são produzidos por uma grande variedade de fontes que os trabalhadores podem encontrar no local de trabalho. São gerados e utilizados em muitas atividades de trabalho, incluindo processos de fabrico, investigação, comunicação, aplicações médicas, produção de energia, transmissão e distribuição, radiodifusão, navegação aeronáutica e marítima, e segurança. Os campos eletromagnéticos podem ser acidentais, como os campos que são gerados perto dos cabos que distribuem a corrente elétrica no interior de edifícios, ou que resultem da utilização de equipamento ou aparelhos movidos a energia elétrica. Como a maioria dos campos é gerada eletricamente, estes vão desaparecer quando a energia for desligada.

A Diretiva CEM aborda os efeitos diretos e indiretos estabelecidos provocados por campos eletromagnéticos; não abrange efeitos alegados para a saúde a longo prazo (ver secção 2.2). Os efeitos diretos estão divididos em efeitos não térmicos, como a estimulação dos nervos, músculos e órgãos sensoriais, e efeitos térmicos, como o aquecimento de tecidos (ver secção 2.1). Os efeitos indiretos ocorrem quando a presença de um objeto dentro de um campo eletromagnético pode provocar um perigo de segurança ou para a saúde (ver secção 2.3).

1.3. Âmbito deste guia

Este guia destina-se a fornecer aconselhamento prático que auxilie os empregadores a cumprir a Diretiva CEM. Destina-se a todas as empresas nas quais os trabalhadores possam encontrar campos eletromagnéticos. Apesar de a Diretiva CEM não excluir de forma específica qualquer tipo de trabalho ou de tecnologias em particular, em muitos locais de trabalho os campos serão tão fracos que não existe qualquer risco. Este guia prevê uma lista de atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho genéricos em que se espera que os campos sejam tão fracos que os empregadores não terão de tomar qualquer outra medida. Este guia não contempla problemas de compatibilidade eletromagnética, sendo estes discutidos noutro documento.

A Diretiva CEM requer que os empregadores considerem os trabalhadores que se encontram particularmente expostos, incluindo trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos ou passivos (tais como estimuladores cardíacos), trabalhadores que

utilizam dispositivos médicos no corpo (tais como bombas de insulina), e trabalhadoras grávidas. Este guia fornece aconselhamento no que se refere a estas situações.

Haverá alguns cenários de exposição potencial que são altamente específicos ou muito complexos e que, por conseguinte, ficam fora do âmbito deste guia. Algumas indústrias com cenários de exposição específicos podem desenvolver as suas próprias orientações em relação à Diretiva CEM, as quais devem ser consultadas sempre que adequado (ver apêndice I). Os empregadores com cenários complexos de exposição devem procurar obter aconselhamento adicional relativamente à avaliação (ver capítulo 8 e apêndice I).

1.4. Correspondência com a Diretiva 2013/35/UE

Este guia foi elaborado de modo a cumprir o artigo 14.º da Diretiva CEM. O quadro 1.3 mostra o modo como pode ser feita a equivalência entre os artigos da Diretiva CEM e os capítulos deste guia.

Quadro 1.3 — Correspondência entre os artigos da Diretiva CEM e as secções deste guia

Artigos e orientações	Secção do guia
Artigo 2.º — Definições	
Antecedentes	Apêndices A, B
Grandezas e unidades utilizadas na Diretiva CEM	Apêndice C
Termos e abreviaturas:	Apêndice J
Artigo 3.º — Valores-limite de exposição e níveis de ação	
Limitação da exposição	Secção 6.3
Aplicação dos níveis de ação	Secções 6.1, 6.2
Ações necessárias	Secções 9.4, 9.5
Artigo 4.º — Avaliação de riscos e determinação da exposição	
Avaliação dos riscos	Capítulo 5
Efeitos indiretos e trabalhadores particularmente expostos	Secções 5.3, 5.4 e apêndice E
Avaliação da exposição utilizando a informação disponível	Capítulo 7
Avaliação da exposição por medição ou cálculo	Capítulo 8 e apêndice D
Artigo 5.º — Disposições destinadas a evitar ou a reduzir os riscos	
Princípios de prevenção	Secção 9.1
Medidas técnicas	Secção 9.4
Medidas organizativas	Secção 9.5
Equipamento de proteção individual	Secção 9.6
Artigo 6.º — Informação e formação dos trabalhadores	
Informação dos trabalhadores	Secção 9.5 e apêndice E
Formação dos trabalhadores	Secção 9.5 e apêndices A, B
Artigo 7.º — Consulta e participação dos trabalhadores	
Consulta e participação dos trabalhadores	Capítulo 4
Artigo 8.º — Vigilância da saúde	
Sintomas	Secção 11.1
Vigilância da saúde	Secção 11.2
Exame médico	Secção 11.3
Artigo 10.º — Derrogações	
Derrogações	Secção 6.4 e apêndice F

1.5. Regulamentações nacionais e fontes de informações complementares

A utilização do presente guia não garante necessariamente o cumprimento dos requisitos legais de proteção dos campos eletromagnéticos dos diferentes Estados-Membros da União Europeia. As normas jurídicas através das quais os Estados-Membros transpuseram a Diretiva 2013/35/UE têm sempre primazia. Estas podem ir além dos requisitos mínimos da Diretiva CEM, nos quais este guia se baseia. As autoridades reguladoras nacionais indicadas no apêndice I poderão possuir mais informações.

A título de ajuda complementar à aplicação dos requisitos da Diretiva CEM, os fabricantes podem conceber os seus produtos de modo a minimizar os campos eletromagnéticos acessíveis. Podem igualmente fornecer informações sobre os campos e os riscos associados ao equipamento em condições de utilização normal. A utilização de informações do fabricante é abordada no capítulo 7.

São facultadas fontes de informação adicionais nos apêndices deste guia. Em especial, o apêndice I contém informações sobre organizações nacionais e associações comerciais, enquanto o apêndice J contém um glossário, uma lista de abreviaturas e uma explicação dos símbolos de fluxograma utilizados neste guia. O apêndice K fornece uma bibliografia de publicações úteis.

2. EFEITOS NA SAÚDE E RISCOS PARA A SEGURANÇA DECORRENTES DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

O tipo de efeito que os campos eletromagnéticos têm nas pessoas depende principalmente da frequência e intensidade: outros fatores, tais como a configuração da forma de onda, podem também ser importantes nalgumas situações. Alguns campos causam estimulação dos órgãos sensoriais, dos nervos e dos músculos, ao passo que outros causam aquecimento. Os efeitos causados pelo aquecimento são denominados efeitos térmicos pela Diretiva CEM, enquanto os outros efeitos são denominados efeitos não térmicos. No apêndice B são dadas mais informações sobre os efeitos de exposição aos campos eletromagnéticos.

Importa saber que todos estes efeitos mostram um limiar abaixo do qual não existe risco, e que as exposições abaixo do limiar não são de modo algum cumulativas. Os efeitos causados pela exposição são passageiros, estando limitados à duração da exposição, e irão parar ou diminuir assim que a exposição termine. Isso significa que não haverá qualquer outro risco para a saúde quando a exposição tiver terminado.

2.1. Efeitos diretos

Os efeitos diretos são alterações que ocorrem numa pessoa devido à sua exposição a um campo eletromagnético. A Diretiva CEM apenas contempla efeitos bem entendidos que sejam baseados em mecanismos conhecidos. Distingue entre efeitos sensoriais e efeitos na saúde, que são considerados mais sérios.

Os efeitos diretos são:

- vertigens e náuseas decorrentes de campos magnéticos estáticos (normalmente associadas ao movimento, mas que também podem ocorrer quando estiver imobilizado);
- efeitos nos órgãos dos sentidos, nervos e músculos decorrentes de campos de baixa frequência (até 100 kHz);
- aquecimento de todo o corpo ou de partes do mesmo devido a campos de alta frequência (10 MHz e superior); acima de alguns GHz, o aquecimento é cada vez mais limitado à superfície do corpo;
- efeitos nos nervos, músculos e aquecimento decorrente de frequências intermédias (100 kHz a 10 MHz).

Estes conceitos são ilustrados na figura 2.1. Ver apêndice B para mais informações sobre efeitos diretos.

2.2. Efeitos a longo prazo

A Diretiva CEM não aborda os presumíveis efeitos a longo prazo da exposição a campos eletromagnéticos por atualmente não existirem provas científicas sólidas no sentido de uma relação causal. No entanto, se surgirem tais provas científicas sólidas, a Comissão Europeia irá considerar os meios mais adequados para abordar esses efeitos.

Figura 2.1 — Os efeitos dos campos eletromagnéticos em diferentes gamas de frequências (as gamas de frequência não são apresentadas à escala)



2.3. Efeitos indiretos

Os efeitos indesejáveis podem ocorrer devido à presença de objetos no campo resultar num perigo de segurança ou para a saúde. O contacto com um condutor sob tensão não se insere no âmbito da Diretiva CEM.

Os efeitos indiretos são os seguintes:

- interferência em equipamento eletrónico médico e outros dispositivos;
- interferência em implantes médicos ativos ou equipamento como estimuladores cardíacos ou desfibrilhadores;
- interferência em dispositivos médicos usados no corpo, tais como bombas de insulina;
- interferência em implantes passivos (articulações artificiais, cavilhas, fios ou placas de metal);
- efeitos em estilhaços, piercings corporais, tatuagens e arte corporal;
- risco de projeção de objetos ferromagnéticos soltos num campo magnético estático;
- arranque não intencional de detonadores;
- incêndio ou explosão devido à inflamação de material inflamável ou explosivo;
- choques elétricos ou queimaduras de correntes de contacto quando uma pessoa toca num objeto condutor num campo eletromagnético e um deles está ligado à terra e o outro não.

O capítulo 5 e o apêndice E fornecem mais informações sobre os efeitos indiretos e o modo como estes riscos podem ser geridos no local de trabalho.



Mensagem principal: efeitos do CEM

Os campos eletromagnéticos no local de trabalho podem causar efeitos diretos ou indiretos. Os efeitos diretos são os provenientes de uma interação dos campos com o corpo e podem ser de natureza não térmica ou térmica. Os efeitos indiretos podem resultar da presença de um objeto no campo que leva a um perigo de segurança ou para a saúde.

3. FONTES DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Na nossa sociedade moderna todas as pessoas se encontram expostas a campos magnéticos e elétricos de muitas fontes, incluindo equipamento elétrico, radiodifusões e dispositivos de comunicação (figura 3.1). O apêndice A fornece mais informações sobre a natureza dos campos eletromagnéticos. A maioria das fontes de campos eletromagnéticos que existem tanto em casa como no local de trabalho produzem níveis de exposição extremamente baixos e, como tal, a maioria das atividades de trabalho comuns não é suscetível de dar origem a exposições acima dos níveis de ação ou dos valores-limite de exposição estabelecidos pela Diretiva CEM.

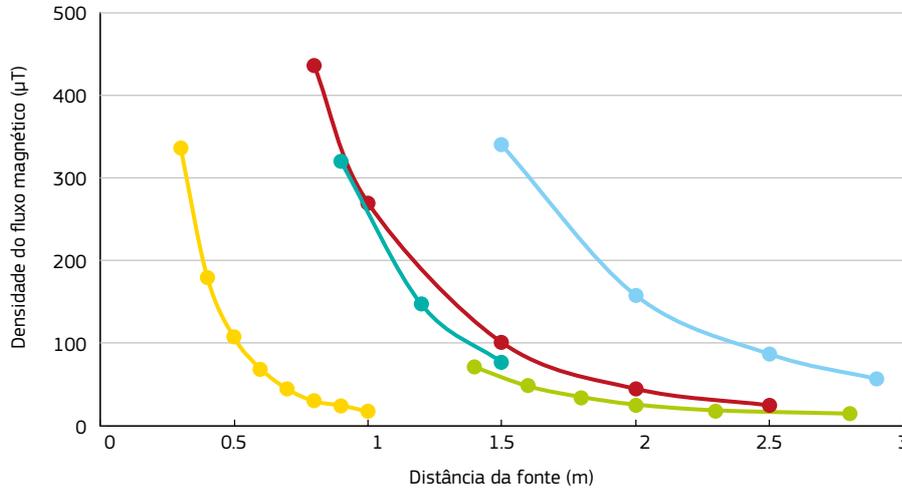
Figura 3.1 — Representação esquemática do espectro eletromagnético juntamente com algumas das fontes típicas



O objetivo deste capítulo é fornecer aos funcionários informações sobre as fontes de campos eletromagnéticos que existem no ambiente de trabalho, para os ajudar a decidir se é necessária uma avaliação adicional dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos. A extensão e magnitude dos campos eletromagnéticos produzidos dependerá das tensões, correntes e frequências de funcionamento do equipamento ou por ele produzidas, em conjunto com a conceção do equipamento. Algum equipamento pode ser intencionalmente concebido para produzir campos eletromagnéticos externos. Neste caso, o equipamento pequeno de baixo consumo pode dar origem a campos eletromagnéticos externos significativos. De um modo geral, o equipamento que utiliza correntes elevadas, tensões elevadas ou que foi concebido para emitir radiação eletromagnética, vai precisar de mais avaliação. O apêndice C fornece mais informações sobre as grandezas e unidades comuns para avaliar campos eletromagnéticos. No capítulo 5 pode ser encontrado aconselhamento sobre a avaliação de riscos no contexto da Diretiva CEM.

A magnitude de um campo eletromagnético diminuirá rapidamente com o aumento da distância à sua fonte (figura 3.2). A exposição dos trabalhadores pode ser reduzida se for possível restringir o acesso a áreas próximas do equipamento quando o equipamento está em funcionamento. É igualmente importante lembrar que os campos eletromagnéticos, salvo quando gerados por um íman permanente ou por um íman supracondutor, irão normalmente desaparecer quando a energia é retirada do equipamento.

Figura 3.2 — Diminuição da densidade do fluxo magnético em relação à distância, para uma variedade de fontes de frequência de corrente: soldador por pontos (●●); fornos de indução de 180 kW (●●); 180 kW induction furnace (●●); soldador por roletes de 100 kVA (●●); bobina de desmagnetização de 1 m (●●)



A parte restante deste capítulo visa ajudar os empregadores a distinguir entre equipamento, atividades e situações que não são suscetíveis de apresentar um perigo e aqueles em que podem ser necessárias medidas de proteção ou prevenção para proteger os trabalhadores.

3.1. Trabalhadores particularmente expostos

Alguns grupos de trabalhadores (ver quadro 3.1) são considerados particularmente expostos a campos eletromagnéticos. Estes trabalhadores podem não estar devidamente protegidos pelos NA especificados na Diretiva CEM e, por isso, é necessário que os trabalhadores considerem a respetiva exposição separadamente da dos outros trabalhadores.

Os trabalhadores particularmente expostos estarão normalmente devidamente protegidos através do cumprimento dos níveis de referência especificados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho (ver apêndice E). No entanto, para uma minoria muito pequena, mesmo estes níveis de referência podem não proporcionar a proteção adequada. Estas pessoas terão recebido aconselhamento adequado do médico responsável pelos seus cuidados, e isso ajudará o empregador a estabelecer se o indivíduo está em perigo no local de trabalho.

Quadro 3.1 — Trabalhadores particularmente expostos conforme identificado na Diretiva CEM

Trabalhadores particularmente expostos	Exemplos
Trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos (AIMD)	Estimuladores cardíacos, desfibriladores cardíacos, implantes cocleares, implantes no tronco encefálico, próteses do ouvido interno, neuroestimuladores, codificadores retinianos, bombas implantadas de infusão de drogas
Trabalhadores que utilizam implantes médicos passivos com metal	Articulações artificiais, cavilhas, placas, parafusos, cliques cirúrgicos, cliques de aneurisma, endopróteses, próteses de válvula cardíaca, anéis de anuloplastia, implantes contraceptivos metálicos e caixas de implantes médicos ativos
Trabalhadores que utilizam dispositivos médicos usados no corpo	Bombas externas de infusão de hormonas
Trabalhadoras grávidas	

N.B.: Ao considerar se os trabalhadores podem estar particularmente expostos, os empregadores devem ter em consideração a frequência, o nível e a duração da exposição.

3.1.1. Trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos

Um grupo de trabalhadores particularmente expostos são os trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos (AIMD). Isso acontece porque os campos eletromagnéticos fortes podem interferir no funcionamento normal destes implantes ativos. Existe um requisito legal para os fabricantes de dispositivos no sentido de garantirem que os seus produtos têm uma imunidade razoável à interferência e são testados sistematicamente em relação a intensidades de campo que podem ser encontradas no ambiente público.

Consequentemente, as intensidades de campo até aos níveis de referência especificados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho não devem afetar negativamente o funcionamento destes dispositivos. Porém, as intensidades de campo acima destes níveis de referência *na posição do dispositivo ou dos sensores* (quando existam) podem resultar numa anomalia, o que representaria um risco para quem os utiliza.

Apesar de algumas das situações de trabalho debatidas neste capítulo poderem originar campos fortes, estes serão em muitos casos altamente localizados. Por conseguinte, o risco pode ser gerido garantindo que o campo forte não é gerado na proximidade imediata do implante. Por exemplo, o campo produzido por um telemóvel pode interferir num estimulador cardíaco se o telefone for mantido perto do dispositivo. No entanto, as pessoas com estimuladores cardíacos continuam a poder utilizar telemóveis sem correr riscos. Apenas têm de ter o cuidado de manter o telefone longe do seu peito.

A coluna 3 do quadro 3.2 identifica as situações em que é necessária avaliação específica para trabalhadores que usam implantes ativos devido à possibilidade de serem gerados campos fortes na proximidade imediata do dispositivo ou dos seus sensores (caso existam). Frequentemente, o resultado desta avaliação será que o trabalhador deve simplesmente seguir as instruções que lhe foram dadas pela equipa médica quando o implante foi colocado.

Quando os trabalhadores ou outras pessoas portadoras de implantes ativos têm acesso a um local de trabalho, o empregador terá de considerar se é necessária uma avaliação mais detalhada. Neste contexto, deve ter-se em conta que, para uma série de situações de trabalho indicadas no quadro 3.2, é efetuada uma distinção entre alguém que realiza pessoalmente uma atividade e o facto de a atividade ocorrer no local de trabalho. É improvável que a última situação resulte num campo forte na proximidade imediata do implante e, por isso, normalmente não é necessária uma avaliação.

Algumas situações (como a fusão por indução) criam campos muito fortes. Nestes casos, a zona em que os níveis de referência da Recomendação 1999/519/CE do Conselho são passíveis de ser ultrapassados será, de um modo geral, muito maior. Por conseguinte, a avaliação é suscetível de ser mais complexa (ver apêndice E) e pode haver uma obrigação de aplicar restrições de acesso.

3.1.2. Outros trabalhadores particularmente expostos

Para os outros grupos de trabalhadores particularmente expostos (ver quadro 3.1), os campos fortes altamente localizados normalmente não representam um risco. Ao invés, estes trabalhadores ficarão expostos a um risco quando as atividades de trabalho são suscetíveis de gerar campos que ultrapassam os níveis de referência na Recomendação 1999/519/CE do Conselho em zonas geralmente mais acessíveis. As situações comuns em que tal é possível estão identificadas na coluna 2 do quadro 3.2 e exigem avaliações específicas.

Quando for necessária uma avaliação para trabalhadores particularmente expostos, os empregadores devem consultar o apêndice E.



Mensagens principais: trabalhadores particularmente expostos

Os trabalhadores com implantes ativos podem estar expostos a um risco de campos fortes no local de trabalho. Estes campos são frequentemente altamente localizados e os riscos podem normalmente ser geridos de forma adequada seguindo algumas precauções simples com base no aconselhamento prestado pela equipa responsável pelos cuidados do trabalhador.

Apesar de os campos fortes poderem representar riscos especiais para outros grupos de trabalhadores (os que possuem implantes passivos, dispositivos médicos usados no corpo e as trabalhadoras grávidas), tal só é provável num número limitado de situações (ver quadro 3.2).

3.2. Requisitos de avaliação para atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho comuns

O quadro 3.2 enumera muitas atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho comuns, e fornece indicações quanto à probabilidade de serem necessárias avaliações para:

- trabalhadores com implantes ativos;
- outros trabalhadores particularmente expostos;
- trabalhadores não particularmente expostos.

As entradas deste quadro baseiam-se no facto de uma situação ser suscetível de dar origem a intensidades de campo que ultrapassam os níveis de referência constantes da Recomendação 1999/519/CE do Conselho e, em caso afirmativo, se é provável que esses campos sejam altamente localizados ou não.

O quadro 3.2 baseia-se na utilização de equipamento em conformidade com normas recentes, que tenha sido corretamente mantido e que esteja a ser utilizado da forma prevista pelo fabricante. Sempre que o trabalho implique a utilização de equipamento antigo, não normalizado e com uma manutenção deficiente, as orientações previstas no quadro 3.2 podem não ser aplicáveis.

Quando a todas as atividades num local de trabalho corresponda um «Não» nas três colunas, não deverá ser necessário efetuar uma avaliação específica relativamente à Diretiva CEM, uma vez que se espera não haver um risco decorrente dos campos eletromagnéticos. Nestas situações, normalmente não serão necessárias mais ações. No entanto, será necessário efetuar uma avaliação geral dos riscos que satisfaça os requisitos da Diretiva-Quadro. Os empregadores devem manter-se atentos em relação à alteração das circunstâncias, nos termos exigidos pela Diretiva-Quadro, e devem rever a necessidade de uma avaliação específica dos campos eletromagnéticos à luz de quaisquer alterações identificadas.

De igual modo, em locais de trabalho em que não há acesso para trabalhadores com implantes ativos ou outros trabalhadores particularmente expostos, desde que todas as atividades tenham um «Não» em todas as colunas relevantes, não deverá ser necessário realizar uma avaliação específica relativamente à Diretiva CEM. Continuará a ser necessário efetuar uma avaliação geral dos riscos conforme exigido pela Diretiva-Quadro. Os empregadores devem também manter-se alerta relativamente à alteração das circunstâncias e em particular à possibilidade de acesso às instalações por parte de trabalhadores particularmente expostos.



Mensagem principal: avaliações CEM

Quando o local de trabalho apenas contém situações elencadas no quadro 3.2 com um «Não» em todas as colunas relevantes, não será normalmente necessário efetuar uma avaliação específica dos campos eletromagnéticos. Uma avaliação geral do risco que satisfaça os requisitos da Diretiva-Quadro continuará a ser necessária e os empregadores devem manter-se alerta em relação à alteração de circunstâncias.

Quadro 3.2 — Requisitos da avaliação específica dos campos eletromagnéticos em relação a atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho comuns

Tipo de equipamento ou de local de trabalho	Avaliação necessária para		
	Tra- balhadores não particu- larmente expostos*	Trabalhadores particular- mente expos- tos (exceto aqueles com implantes ativos)**	Tra- balhadores com implan- tes ativos***
	(1)	(2)	(3)
Comunicações sem fios			
Telefones, sem fios (incluindo as estações de base para telefones sem fio DECT) — utilização de	Não	Não	Sim
Telefones, sem fios (incluindo as estações de base para telefones sem fio DECT) — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Telefones, telemóveis — utilização de	Não	Não	Sim
Telefones, telemóveis — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Dispositivos de comunicação sem fios (por exemplo, WiFi ou Bluetooth), incluindo pontos de acesso para WLAN — utilização de	Não	Não	Sim
Dispositivos de comunicação sem fios (por exemplo, WiFi ou Bluetooth), incluindo pontos de acesso para WLAN — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Escritório			
Equipamento audiovisual (por exemplo, televisores, leitores de DVD)	Não	Não	Não
Equipamento audiovisual que contém transmissores de radiofrequência	Não	Não	Sim
Equipamento de comunicação e redes, com fios	Não	Não	Não
Computadores e equipamento informático	Não	Não	Não
Aquecedores com ventoinha, elétricos	Não	Não	Não
Ventoinhas, elétricas	Não	Não	Não
Equipamento de escritório (por exemplo, fotocopiadoras, trituradores de papel, agrafadores de funcionamento elétrico)	Não	Não	Não
Telefones (fixos) e máquinas de fax	Não	Não	Não
Infraestrutura (edifícios e terrenos)			
Sistemas de alarme	Não	Não	Não
Antenas de estação de base, dentro da zona de exclusão do operador	Sim	Sim	Sim
Antenas de estação de base, fora da zona de exclusão do operador	Não	Não	Não

Aparelhos de jardim (de funcionamento elétrico) — utilização de	Não	Não	Sim
Aparelhos de jardim (elétricos) — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Equipamento de aquecimento (elétrico) para aquecimento de divisões	Não	Não	Não
Aparelhos domésticos e profissionais, por exemplo, frigoríficos, máquinas de lavar roupa, secadores, máquinas de lavar loiça, forNãos, torradeiras, forNãos de micro-ondas, ferros, desde que não contenham equipamento de transmissão como WLAN, Bluetooth ou telemóveis	Não	Não	Não
Equipamento de iluminação como, por exemplo, iluminação de zonas e lâmpadas de mesa	Não	Não	Não
Equipamento de iluminação, com radiofrequência ou micro-ondas	Sim	Sim	Sim
Locais de trabalho acessíveis à população que satisfaçam os níveis de referência especificados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho	Não	Não	Não
Segurança			
Sistemas de vigilância de artigos e IRF (identificação por radiofrequência)	Não	Não	Sim
Apagadores, fitas ou disco rígido	Não	Não	Sim
Detetores de metal	Não	Não	Sim
Alimentação elétrica			
Circuito elétrico em que os condutores estão próximos e possuem uma corrente líquida de 100 A ou inferior, incluindo cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Não	Não	Não
Circuito elétrico em que os condutores estão próximos e possuem uma corrente líquida superior a 100 A, incluindo cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Sim	Sim	Sim
Circuitos elétricos numa mesma instalação, com uma corrente nominal de fase de 100 A ou inferior para o circuito individual, incluindo cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Não	Não	Não
Circuitos elétricos numa mesma instalação, com uma corrente nominal de fase superior a 100 A para o circuito individual, incluindo cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Sim	Sim	Sim
Instalações elétricas, com uma corrente nominal de fase superior a 100 A, inclui cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Sim	Sim	Sim
Instalações elétricas, com uma corrente nominal de fase 100 A ou inferior, inclui cabos, comutadores, transformadores, etc. — exposição a campos magnéticos	Não	Não	Não
Geradores e geradores de emergência — realização de trabalhos nos geradores	Não	Não	Sim
Inversores, incluindo os relativos a sistemas fotovoltaicos	Não	Não	Sim
Condutor aéreo nu com tensão nominal até 100 kV, ou linha aérea até 150 kV, acima do local de trabalho — exposição a campos elétricos	Não	Não	Não
Condutor aéreo nu com tensão nominal superior a 100 kV, ou linha aérea superior a 150 kV ⁽¹⁾ , acima do local de trabalho — exposição a campos elétricos	Sim	Sim	Sim

⁽¹⁾ Para as linhas aéreas acima de 150 kV, a intensidade do campo elétrico vai normalmente, mas nem sempre, ser inferior ao nível de referência especificado na Recomendação 1999/519/CE do Conselho.

Condutores aéreos nus com qualquer tensão — exposição a campos magnéticos	Não	Não	Não
Circuito de cabos subterrâneo ou isolado, com qualquer tensão nominal — exposição a campos elétricos	Não	Não	Não
Turbinas eólicas, realização de trabalhos nas turbinas	Não	Sim	Sim
Indústria ligeira			
Processos de soldadura por arco, manuais (incluindo MIG, MAG, TIG), quando são seguidas as boas práticas e o cabo não é apoiado no corpo	Não	Não	Sim
Carregadores de bateria, industriais	Não	Não	Sim
Carregadores de bateria, profissionais, grandes	Não	Não	Sim
Equipamento de revestimento e pintura	Não	Não	Não
Equipamento de controlo, sem transmissores de rádio	Não	Não	Não
Equipamento de tratamento antieflúvio de superfície	Não	Não	Sim
Aquecimento dielétrico	Sim	Sim	Sim
Soldadura dielétrica	Sim	Sim	Sim
Equipamento de pintura eletrostática	Não	Sim	Sim
Fornos, aquecidos com resistência	Não	Não	Sim
Pistolas de cola (portáteis) — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Pistolas de cola — utilização de	Não	Não	Sim
Pistolas de calor (portáteis) — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Pistolas de calor — utilização de	Não	Não	Sim
Rampas hidráulicas	Não	Não	Não
Aquecimento por indução	Sim	Sim	Sim
Sistemas de aquecimento por indução, automatizados, busca de avarias e reparação que envolve proximidade à fonte dos campos eletromagnéticos	Não	Sim	Sim
Equipamento de selagem por indução	Não	Não	Sim
Soldadura por indução	Sim	Sim	Sim
Máquinas-ferramentas (por exemplo, perfuradoras de pedestal, trituradores, tornos, máquinas de fresar, serras)	Não	Não	Sim
Inspeção por partículas magnéticas (deteção de fissuras)	Sim	Sim	Sim
Magnetizadores/desmagnetizadores, industriais (incluindo apagadores de fitas)	Sim	Sim	Sim
Equipamento e instrumentos de medição que não contenham transmissores de rádio	Não	Não	Não
Aquecimento e secagem por micro-ondas, nas indústrias da madeira (secagem de madeira, modelação de madeira, colagem de madeira)	Sim	Sim	Sim
Dispositivos de plasma com radiofrequência, com depósito em vácuo e pulverização catódica	Sim	Sim	Sim
Ferramentas (elétricas, portáteis e transportáveis, como por exemplo, perfuradoras, lixadeiras, serras circulares e angulares) — utilização de	Não	Não	Sim
Ferramentas (elétricas, portáteis e transportáveis) — locais de trabalho que contêm	Não	Não	Não
Sistemas de soldadura, automatizados, busca de avarias, reparação e ensino que envolvam proximidade à fonte do CEM	Não	Sim	Sim
Soldadura, resistência manual (soldadura por pontos, soldadura por roletes)	Sim	Sim	Sim

Indústria pesada			
Eletrólise, industrial	Sim	Sim	Sim
Fornos, fusão em arco	Sim	Sim	Sim
Fornos, fusão por indução (fornos mais pequenos Normalmente têm campos mais acessíveis do que os fornos de maior dimensão)	Sim	Sim	Sim
Construção			
Equipamento de construção (por exemplo, betoneiras, vibradores, gruas, etc.) — trabalho na proximidade	Não	Não	Sim
Secagem por micro-ondas, na indústria da construção	Sim	Sim	Sim
Médico			
Equipamento médico para diagnóstico ou tratamento que não aplica campos eletromagnéticos	Não	Não	Não
Equipamento médico que utiliza campos eletromagnéticos para diagnóstico e tratamento (por exemplo, diatermia de onda curta, estimulação magnética transcraniana)	Sim	Sim	Sim
Transportes			
Veículos e equipamento a motor, trabalhos na proximidade do motor de arranque, alternador, sistemas de ignição	Não	Não	Sim
Radar, controlo de tráfego aéreo, militar, meteorológico e de longo alcance	Sim	Sim	Sim
Comboios e elétricos, movidos a eletricidade	Sim	Sim	Sim
Diversos			
Carregadores de bateria, acoplamento indutivo ou de proximidade	Não	Não	Sim
Carregadores de bateria de acoplamento não indutivo, concebidos para uso doméstico	Não	Não	Não
Dispositivos e sistemas de radiodifusão (rádio e televisão: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Sim	Sim	Sim
Equipamento gerador de campos magnéticos estáticos > 0,5 militesla, quer gerados eletricamente ou a partir de ímanes permanentes (por exemplo, dispositivos de fixação magnética, quadros e correias transportadoras, ímanes de elevação, suportes magnéticos, placas de identificação, crachás)	Não	Não	Sim
Equipamento colocado no mercado europeu em conformidade com a Recomendação 1999/519/CE do Conselho ou com as normas harmonizadas dos campos eletromagnéticos	Não	Não	Não
Auscultadores produtores de campos magnéticos fortes	Não	Não	Sim
Equipamento de cozinha indutivo, profissional	Não	Não	Sim
Aparelhos não elétricos de todos os tipos, com exceção dos que contêm ímanes permanentes	Não	Não	Não
Equipamento portátil (alimentado por bateria) que não contém transmissores de radiofrequência	Não	Não	Não
Rádios, emissores-recetores (por exemplo, <i>walkie-talkies</i> , rádios de veículos)	Não	Não	Sim
Transmissores, alimentados a bateria	Não	Não	Sim

- N.B.:** * Avaliação exigida em relação aos NA ou VLE aplicáveis (ver capítulo 6).
 ** Avaliar em relação aos níveis de referência da Recomendação do Conselho (ver secção 5.4.1.3 e apêndice E).
 *** A exposição pessoal localizada pode ultrapassar os níveis de referência da recomendação do Conselho, o que terá de ser considerado na avaliação de risco, devendo ser comunicado à equipa de cuidados de saúde responsável pelo implante e/ou cuidados subsequentes (ver secção 5.4.1.3 e apêndice E).

3.2.1. Atividades de trabalho, equipamento e locais de trabalho suscetíveis de exigir avaliação específica

Os locais de trabalho que contêm ou estão na proximidade de equipamento que funciona com corrente elevada ou alta tensão podem possuir zonas de fortes campos eletromagnéticos. Este também pode ser o caso de equipamento concebido para transmitir deliberadamente radiação eletromagnética em alta potência. Estes campos fortes podem ultrapassar os NA ou os VLE contidos na Diretiva CEM ou podem apresentar riscos inaceitáveis através de efeitos indiretos.

A coluna 1 do quadro 3.2 identifica situações que podem dar origem a campos fortes, e que normalmente exigem uma avaliação específica dos campos eletromagnéticos. Este quadro foi elaborado tendo por base o facto de os dados de medição existentes para exemplos destas situações indicarem que os campos podem ser fortes o suficiente para se aproximarem e nalguns casos ultrapassarem os NA relevantes. Por conseguinte, um «Sim» na coluna 1 não significa que o campo acessível vai definitivamente ultrapassar um VLE. Ao invés, significa que não é possível ter a certeza que os VLE serão sempre cumpridos, tendo em mente o intervalo de variação suscetível de ser encontrado no local de trabalho. Por conseguinte, recomenda-se que seja efetuada uma avaliação específica para cada local de trabalho.

Deve salientar-se que o quadro 3.2 dá exemplos de situações normalmente encontradas no local de trabalho. Não pode ser considerado uma lista exaustiva, podendo existir outros equipamentos especializados ou processos pouco habituais que não tenham sido incluídos. No entanto, a lista deve ajudar os empregadores a identificar tipos de situações que são suscetíveis de exigir uma avaliação mais detalhada.

3.3. Atividades laborais, equipamento e locais de trabalho não indicados neste capítulo

Sempre que os empregadores identificarem situações nos seus locais de trabalho que não pareçam ser abrangidas por entradas do quadro 3.2, o primeiro passo será recolher o máximo de informações que consigam a partir dos manuais e outros documentos na sua posse. O passo seguinte será investigar se estão disponíveis informações a partir de fontes externas, como fabricantes de equipamento e associações comerciais (ver capítulo 7 deste guia).

Se não for possível obter informações sobre campos eletromagnéticos por quaisquer outros meios, então poderá ser necessário realizar uma avaliação através de medição ou cálculo (ver capítulo 8).

SECÇÃO 2

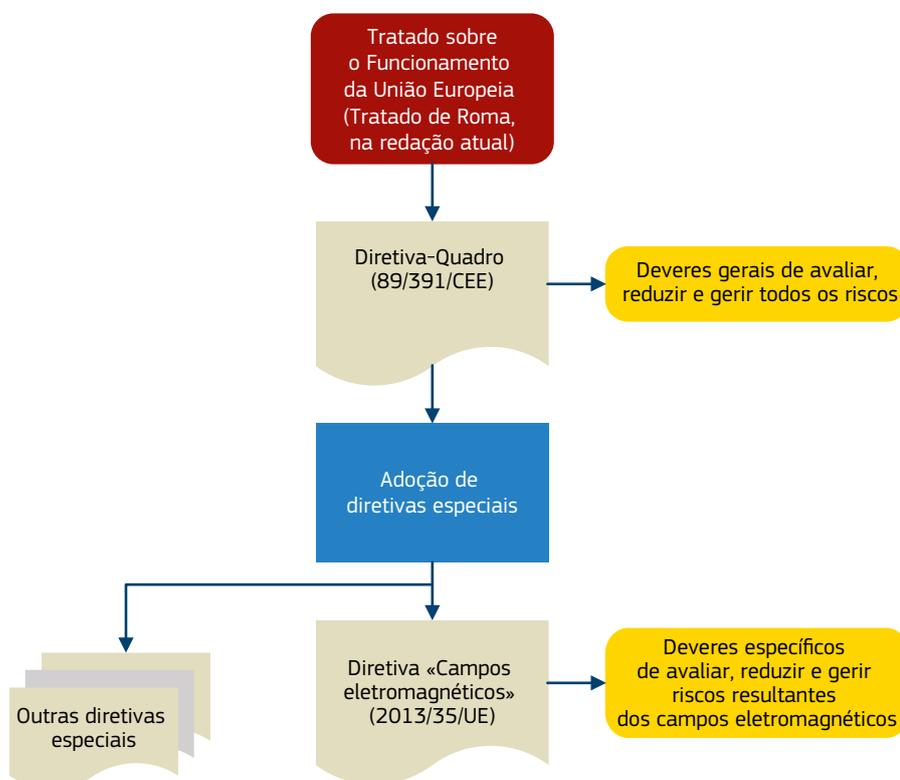
DECIDIR SE DEVEM SER TOMADAS MAIS MEDIDAS

4. ESTRUTURA DA DIRETIVA «CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS»

O texto integral da Diretiva «Campos eletromagnéticos» (2013/35/UE) encontra-se incluído no apêndice L deste guia. O presente capítulo explica o modo como esta Diretiva foi introduzida e fornece um resumo dos requisitos principais.

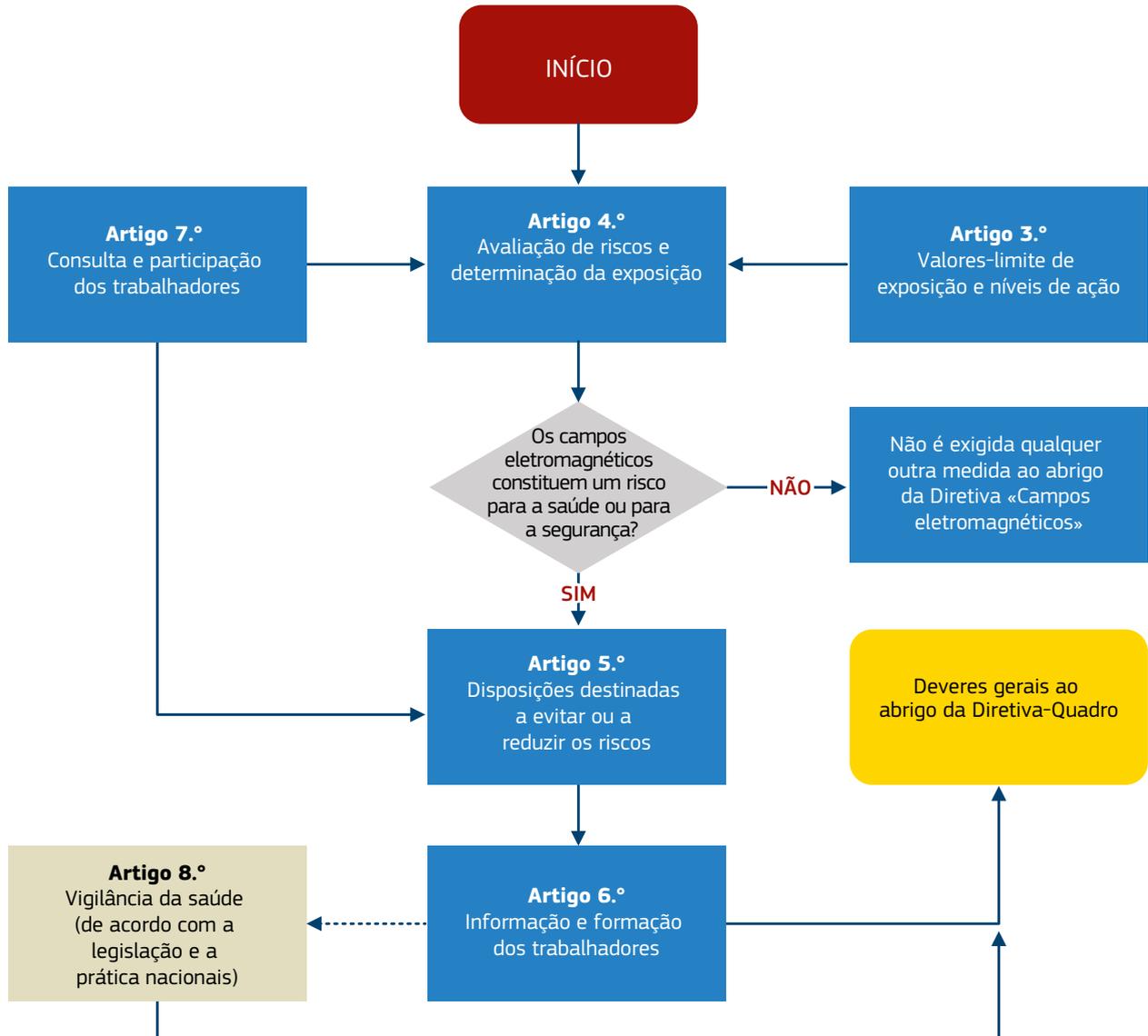
O Tratado de Roma (agora designado o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia) estabelece o objetivo de incentivar melhorias no ambiente de trabalho no que se refere à saúde e segurança dos trabalhadores. Para ajudar a atingir este objetivo, permite a adoção de diretivas para estabelecer os requisitos mínimos. Em 1989, a Diretiva-Quadro (89/391/CEE) foi adotada como uma diretiva transversal nesta área. A Diretiva-Quadro estabelece os requisitos gerais para a avaliação e redução dos riscos, preparação para a emergência, informação, participação e formação dos trabalhadores, obrigações dos trabalhadores e vigilância da saúde. Prevê igualmente a adoção de diretivas especiais, que fornecem, essencialmente, informações adicionais sobre o modo de alcançar os objetivos da Diretiva-Quadro em situações específicas. A Diretiva «Campos eletromagnéticos» é a vigésima dessas diretivas especiais. A figura 4.1 mostra como se insere na paisagem legislativa mais ampla.

Figura 4.1 — Representação esquemática da configuração legislativa que enquadra a Diretiva «Campos eletromagnéticos»



A figura 4.2 apresenta uma panorâmica dos principais artigos da Diretiva «Campos eletromagnéticos» relevantes para os empregadores e o modo como interagem entre si.

Figura 4.2 — Diagrama esquemático da interação entre artigos da Diretiva «Campos eletromagnéticos»



Como explicado acima, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» pretende ajudar os empregadores a cumprir as respetivas obrigações ao abrigo da Diretiva-Quadro para a situação específica de trabalho que envolve exposição a campos eletromagnéticos. Conclui-se que muitos dos requisitos da Diretiva «Campos eletromagnéticos» refletem os constantes da Diretiva-Quadro, mais geral, e, por conseguinte, devem ser utilizadas as duas diretivas. A tónica principal da Diretiva «Campos eletromagnéticos» é avaliar os riscos decorrentes de campos eletromagnéticos no local de trabalho e, por conseguinte, implementar medidas para os reduzir. No entanto, um resultado da ligação entre as duas diretivas é que a maioria dos empregadores que já se encontram a cumprir as respetivas obrigações nos termos da Diretiva-Quadro deverá constatar que tem pouco mais a fazer de modo a cumprir a Diretiva «Campos eletromagnéticos».

Esta Diretiva procura introduzir requisitos *mínimos* de saúde e de segurança em relação ao trabalho com campos eletromagnéticos. Em consonância com o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia, os Estados-Membros individuais podem optar por manter a legislação existente ou introduzir nova legislação que preveja requisitos que são mais rigorosos do que os da Diretiva «Campos eletromagnéticos».

4.1. Artigo 3.º — Valores-limite de exposição e níveis de ação

Os artigo 3.º limita as exposições máximas ao definir valores-limite de exposições (VLE) para os efeitos sensoriais e na saúde. Estes encontram-se definidos nos anexos II (efeitos não térmicos) e III (efeitos térmicos) da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Os VLE dos efeitos térmicos têm de ser sempre respeitados. Porém, é aceitável ultrapassar temporariamente os VLE dos efeitos sensoriais desde que os trabalhadores disponham de informações e que sejam implementadas outras medidas nos termos especificados no artigo 3.º



Mensagem principal: definições

Muitos dos termos utilizados na Diretiva «Campos eletromagnéticos» encontram-se definidos no artigo 2.º Porém, alguns termos, como «temporariamente» e «justificado» não se encontram definidos e podem ser utilizados de forma diferente, consoante o contexto. Sempre que os termos não se encontram expressamente definidos na Diretiva «Campos eletromagnéticos», os Estados-Membros irão defini-los aquando da implementação, seja através de legislação ou por outras vias.

Na maioria dos casos, os VLE são especificados em termos de grandezas internas no corpo humano que não podem ser medidas diretamente ou calculadas de forma simples. Por este motivo, o artigo 3.º introduz níveis de ação (NA) estabelecidos em termos de grandezas externas dos campos que podem ser mais facilmente encontradas através da medição e do cálculo. Os NA são definidos nos anexos II e III da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Desde que os NA não sejam ultrapassados, pode então assumir-se que as exposições cumprirão os NA e não será necessária qualquer outra avaliação. Nalgumas circunstâncias, pode ser aceitável ultrapassar alguns NA, sendo as regras para tal descritas no artigo 3.º

A aplicação prática dos NA e dos VLE é complicada e é debatida em maior detalhe no capítulo 6 deste guia.

4.2. Artigo 4.º — Avaliação de riscos e determinação da exposição

O primeiro passo para a criação de um local de trabalho mais seguro é avaliar quais os riscos presentes. O capítulo 5 deste guia fornece informações sobre a avaliação de riscos decorrentes dos campos eletromagnéticos no local de trabalho. Inclui um debate das questões que têm de ser consideradas a fim de satisfazer o artigo 4.º É importante ter em conta que não é suficiente simplesmente demonstrar o cumprimento dos NA e dos VLE, pois tal pode não bastar para proteger de forma adequada os trabalhadores particularmente expostos ou para evitar riscos para a segurança decorrentes de efeitos indiretos.

Aquando da avaliação dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos no local de trabalho, é necessário compreender a natureza dos campos presentes. Por conseguinte, o artigo 4.º exige igualmente que os empregadores identifiquem e avaliem os campos eletromagnéticos no local de trabalho. No entanto, permite que os empregadores tenham em consideração informações fornecidas por terceiros e apenas exige que os próprios empregadores avaliem os campos quando não for possível demonstrar o cumprimento por quaisquer outros meios.

A aceitabilidade da utilização de dados fornecidos pelos fabricantes ou publicados em bases de dados de avaliações genéricas é importante uma vez que, para a maioria dos empregadores, este será de longe o modo mais simples de avaliar os campos eletromagnéticos no local de trabalho. A utilização de informações fornecidas por terceiros é ainda abordada no capítulo 7 deste guia e é ilustrada nalguns estudos de caso no volume 2.

Mesmo quando é necessário que os empregadores avaliem eles mesmos os campos, o artigo 4.º permite-lhes optar se o pretendem efetuar por medição ou cálculo. Esta flexibilidade permitirá que os empregadores escolham a abordagem mais simples para a sua situação em particular. Existem muitos fatores que influenciam a abordagem a tomar e estes são debatidos em maior detalhe no capítulo 8 deste guia, ao passo que existem orientações adicionais no apêndice D.

4.3. Artigo 5.º — Disposições destinadas a evitar ou a reduzir os riscos

Desde que os NA não sejam ultrapassados e que outros efeitos possam ser excluídos, os empregadores não precisam de tomar qualquer outra medida para além de garantir que continuam a cumprir os seus deveres nos termos da Diretiva-Quadro. Tal inclui uma revisão periódica da avaliação dos riscos para garantir que continua a ser pertinente.

Quando os NA são ultrapassados, o empregador pode pretender demonstrar o cumprimento dos VLE e a ausência de outros riscos para a segurança decorrentes de campos eletromagnéticos, se tal for possível. No entanto, em muitos casos pode ser mais fácil e mais barato implementar medidas para evitar os riscos do que demonstrar o cumprimento dos VLE. Quanto a outros aspetos da Diretiva «Campos eletromagnéticos», as abordagens gerais para evitar e reduzir os riscos devem respeitar as da Diretiva-Quadro. A maioria dos empregadores terá diversas opções e a mais adequada dependerá da sua situação em particular. No capítulo 9 deste guia são debatidas abordagens comuns, o que inclui algumas medidas específicas para os riscos decorrentes de campos eletromagnéticos.

Como mencionado na secção 4.1 acima, o artigo 3.º permite que os NA baixos ou os VLE sensoriais sejam temporariamente ultrapassados sob reserva de algumas condições. O artigo 5.º especifica as precauções a implementar nestas situações.

Mesmo quando os NA não são ultrapassados, o empregador terá de ter em consideração que tal pode não assegurar a proteção adequada a trabalhadores particularmente expostos ou evitar riscos para a segurança decorrentes de efeitos indiretos. Mais uma vez, estão disponíveis diversas opções para gerir estes riscos, algo que é debatido em maior pormenor no capítulo 9.

4.4. Artigo 6.º — Informação e formação dos trabalhadores

Tal como acontece com outros aspetos da Diretiva «Campos eletromagnéticos», os requisitos do artigo 6.º são amplamente semelhantes aos artigos correspondentes da Diretiva-Quadro. Sempre que os riscos tiverem sido identificados, então deve ser fornecida informação e formação adequadas. Porém, é reconhecido que muito trabalhadores podem não estar familiarizados com a natureza dos perigos associados aos campos eletromagnéticos ou com possíveis sintomas ou conceitos como os VLE e os NA, e por isso estes devem ser especificamente abrangidos em qualquer formação. Os trabalhadores terão também de receber informações específicas sobre os resultados das avaliações do respetivo local de trabalho específico.

É igualmente importante que os riscos sejam colocados em perspetiva. Os trabalhadores devem estar cientes que muitas das fontes de campos eletromagnéticos no local de trabalho não representam um risco para a sua saúde ou segurança. De facto, muitas delas, como os telemóveis ou equipamento de elevação, podem contribuir para o seu bem-estar ou tornar o seu trabalho mais fácil. A prestação de informações e de formação é debatida também no capítulo 9 deste guia.

4.5. Artigo 7.º — Consulta e participação dos trabalhadores

O artigo 7.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» refere-se diretamente ao artigo 11.º da Diretiva-Quadro.

4.6. Artigo 8.º — Vigilância da saúde

O artigo 8.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» assenta nos requisitos do artigo 14.º da Diretiva-Quadro. Os Estados-Membros estão especificamente autorizados a adaptar estes requisitos aos sistemas que têm implementados e, por conseguinte, a implementação prática deste artigo pode variar de país para país. No capítulo 11 deste guia são fornecidas algumas orientações sobre a vigilância da saúde.

4.7. Artigo 10.º — Derrogações

O artigo 10.º concede uma derrogação não discricionária e duas derrogações discricionárias. Uma derrogação é um afrouxamento de um requisito legislativo. Neste caso, isso significa que, em determinadas circunstâncias, os trabalhadores não têm de cumprir determinados requisitos da Diretiva «Campos eletromagnéticos», desde que os trabalhadores continuem a estar devidamente protegidos.

A derrogação não discricionária está relacionada com a instalação, ensaio, utilização, desenvolvimento, manutenção ou práticas de investigação relacionados com a utilização de equipamento de imagem por ressonância magnética (IRM) no setor dos cuidados de saúde. A derrogação permite que as exposições ultrapassem os VLE desde que sejam satisfeitas determinadas condições. Estas condições são debatidas em maior detalhe no apêndice F deste guia, em conjunto com orientações para os empregadores sobre o modo como demonstrar o cumprimento.

A primeira derrogação discricionária permite que os Estados-Membros autorizem a utilização de um sistema alternativo de proteção para o pessoal que trabalha em instalações militares, envolvido em atividades militares, ou que participa em exercícios militares internacionais conjuntos. Esta derrogação está sujeita à condição de estarem prevenidos os efeitos adversos para a saúde e os riscos para a segurança.

A segunda derrogação discricionária é uma derrogação geral que permite aos Estados-Membros autorizarem que os VLE sejam temporariamente ultrapassados em setores específicos ou em atividades específicas sob reserva de determinadas condições.

As derrogações são debatidas em maior detalhe na secção 6.4 deste guia.

4.8. Síntese

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» pretende ajudar os empregadores a cumprir os requisitos da Diretiva-Quadro relativamente aos riscos específicos associados aos campos eletromagnéticos. A maioria dos empregadores estará já a cumprir as suas obrigações ao abrigo da Diretiva-Quadro e, ao fazê-lo, terá cumprido as suas responsabilidades ao abrigo da Diretiva «Campos eletromagnéticos». No entanto, para alguns locais de trabalho em que os campos são mais fortes, os empregadores podem precisar de realizar avaliações mais detalhadas e introduzir precauções adicionais para evitar ou reduzir os riscos. Os empregadores irão precisar de fornecer informações e formação ao seu pessoal, envolver trabalhadores na gestão dos riscos e seguir as práticas nacionais em matéria de vigilância da saúde.

A imagem por ressonância magnética no setor dos cuidados de saúde está sujeita a uma derrogação não discricionária. Outras derrogações permitem que os Estados-Membros adotem um sistema alternativo de proteção no âmbito de atividades militares e autorizem que os VLE sejam temporariamente ultrapassados noutros setores sob reserva de certas condições.

5. AVALIAÇÃO DOS RISCOS NO ÂMBITO DA DIRETIVA «CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS»

A avaliação dos riscos é um requisito fundamental da Diretiva-Quadro, e tal reflete-se no artigo 4.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Este artigo apresenta diversas questões específicas que têm de ser tidas em consideração ao avaliar os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos. O presente capítulo fornece orientações sobre o modo de abordar a avaliação dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos. Os conselhos podem ser adaptados por empregadores individuais de forma a se ajustarem aos sistemas de avaliação de risco existentes.

De um modo geral, não há regras fixas sobre o modo de efetuar uma avaliação do risco, apesar de ser sempre útil verificar junto das autoridades nacionais caso existam requisitos nacionais específicos. As abordagens estruturadas relativas à avaliação dos riscos serão normalmente mais eficazes na medida em que permitem que os perigos e os trabalhadores expostos a riscos sejam identificados sistematicamente. Tal contribuirá para garantir que os riscos não são inadvertidamente ignorados. A complexidade da avaliação variará consoante a natureza das tarefas a avaliar, mas a experiência sugere que na maioria das situações é melhor mantê-la o mais simples possível.

Assim como não existem regras fixas sobre a realização das avaliações de riscos, a terminologia utilizada também pode variar. O presente capítulo utiliza os termos e definições recomendados pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (quadro 5.1.).

Quadro 5.1 — Termos e definições utilizados no presente guia em relação à avaliação dos riscos

Perigo	A propriedade ou capacidade intrínseca de algo com potencial para causar dano
Risco	A possibilidade de o potencial para causar dano ser atingido em condições de utilização e/ou exposição, e a possível extensão do dano
Avaliação dos riscos	O processo de avaliação dos riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores durante o trabalho resultantes das circunstâncias da ocorrência de um perigo no local de trabalho

Uma avaliação plena dos riscos terá de ter em consideração todos os riscos associados com a atividade laboral. No entanto, para efeitos destas orientações, apenas será debatido o perigo relacionado com os campos eletromagnéticos. Nos estudos de caso no volume 2 deste guia são dados alguns exemplos de avaliações dos riscos específicos dos campos eletromagnéticos. Em relação a algumas aplicações, será fornecida informação adequada pelo fabricante do produto a fim de se concluir que se está a lidar devidamente com o risco. Por conseguinte, o processo de avaliação dos riscos não tem de ser particularmente oneroso. A avaliação deve ser conservada de acordo com a legislação e a prática nacionais.

A avaliação dos riscos é da responsabilidade da administração, mas deve ser efetuada em consulta com os trabalhadores, que devem receber informações sobre o resultado da avaliação.

5.1. Plataforma interativa em linha de avaliação dos riscos

Numa iniciativa para ajudar as micro e pequenas empresas, a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho desenvolveu a plataforma interativa em linha de avaliação dos riscos (OiRA). Esta está alojada num sítio *web* específico (www.oiraproject.eu) que dá acesso a ferramentas da OiRA. Estas são fornecidas gratuitamente e são concebidas para ajudar os funcionários a implementar um processo de avaliação dos riscos por etapas. Como as ferramentas são específicas para cada setor, ajudam os empregadores a identificar os perigos mais comuns nos seus setores.

O processo OiRA é composto por quatro fases principais, conforme mostrado no quadro 5.2 abaixo.

Quadro 5.2 — Fases do processo OiRA

Preparação	A preparação dá-lhe uma panorâmica da avaliação específica que está prestes a iniciar e pode permitir-lhe personalizar a avaliação consoante a natureza específica da sua atividade.
Identificação	A OiRA apresentará diversos perigos ou problemas potenciais para a saúde e para a segurança que podem existir no seu local de trabalho. Ao responder às afirmações/questões com sim ou não, indica se esses perigos ou problemas existem. Pode igualmente decidir deixar uma questão por responder e fornecer a resposta mais tarde.
Avaliação	Nesta fase, poderá determinar o nível de risco associado a cada um dos elementos que identificou como «devem ser abordados» na fase de «identificação».
Plano de ação	Na quarta fase da avaliação, pode decidir quais as medidas que tomará para abordar os riscos que identificou anteriormente e quais os recursos que tal pode exigir. Com base nisso, será produzido automaticamente um relatório na fase seguinte.

As orientações descritas abaixo são compatíveis com o processo OiRA e deverão ser úteis para os utilizadores de ferramentas da OiRA. Porém, reconhece-se que nem todos os empregadores irão querer utilizar as ferramentas da OiRA. Alguns podem já ter sistemas de avaliação dos riscos, ao passo que outros podem estar a cumprir sistemas de gestão de saúde e segurança, como o OHSAS 18001. O aconselhamento dado neste capítulo pretende, por conseguinte, ser relevante em todas as situações.

5.2. Etapa 1 — Preparação

O primeiro passo em qualquer avaliação dos riscos é recolher informações sobre as atividades de trabalho, incluindo:

- descrição das tarefas de trabalho;
- quem efetua o trabalho;
- como é que o trabalho é realizado;
- que equipamento é usado para executar as tarefas de trabalho.

A consulta dos trabalhadores e a observação das atividades de trabalho são especialmente importantes nesta fase. O modo como uma atividade de trabalho é desenvolvida na prática pode ser diferente do modo como é desenvolvida em teoria.

É igualmente importante garantir que a avaliação aborda quer operações de rotina quer as que não são de rotina ou que são intermitentes. Estas podem incluir:

- limpeza;
- manutenção;
- assistência;
- reparação;
- instalações novas;
- colocação em funcionamento;
- desativação.

5.3. Etapa 2 — Identificação de perigos e das pessoas em risco

5.3.1. Identificação de perigos

O primeiro passo em direção à identificação dos perigos dos campos eletromagnéticos é identificar atividades e equipamento geradores de campos eletromagnéticos no local de trabalho. Será útil comparar esta lista com o quadro 3.2 do capítulo 3, uma vez que, em muitos casos, a natureza de uma atividade ou a conceção do equipamento serão tais que apenas são produzidos campos fracos. Esses campos fracos não serão perigosos, mesmo que múltiplas atividades ou elementos de equipamento se encontrem na sua proximidade imediata.

A Diretiva CEM reconhece que alguns locais de trabalho que se encontram abertos ao público podem já ter sido avaliados em relação à recomendação do Conselho relativa à limitação da exposição da população aos campos eletromagnéticos (1999/519/CE). Desde que esses locais de trabalho cumpram a Recomendação 1999/519/CE do Conselho, e que os riscos para a saúde e para a segurança possam ser excluídos, não existe qualquer requisito para a realização de qualquer outra avaliação de exposição. Estas condições consideram-se cumpridas quando:

- o equipamento destinado a utilização pública é utilizado da forma pretendida;
- o equipamento cumpre diretivas relativas a produtos que estabelecem níveis de segurança mais restritos do que os previstos na Diretiva CEM;
- nenhum outro equipamento é utilizado.

O quadro 3.2 do capítulo 3 será também útil para identificar atividades e equipamento suscetíveis de exigir uma avaliação detalhada.

Algumas fontes darão origem a campos mais fortes que não estão acessíveis em condições normais de utilização devido a alojamento do equipamento ou guarda das áreas de trabalho. Nestas situações, será importante considerar se os trabalhadores podem aceder a campos fortes durante a manutenção, assistência ou reparação.

Os fabricantes e os instaladores de equipamento terão de considerar que os ensaios de equipamento parcialmente construído podem permitir que os trabalhadores tenham acesso a campos fortes que normalmente não estariam acessíveis.

5.3.2. Identificação de medidas preventivas e de precaução existentes

Na maioria dos locais de trabalho estará já implementado um leque de medidas de prevenção e de precaução para eliminar ou reduzir os riscos no local de trabalho. Essas medidas podem ter sido implementadas especificamente em relação aos campos eletromagnéticos. Noutros casos, podem ter sido implementadas em relação a outros perigos, mas servirão igualmente para restringir o acesso aos campos eletromagnéticos.

Por conseguinte, é importante identificar as medidas de prevenção e de precaução existentes como um contributo para o processo de avaliação dos riscos.

5.3.3. Identificação das pessoas em risco

É necessário identificar quem pode ser lesado pelos perigos em análise. Ao fazê-lo, é importante considerar todos os trabalhadores existentes no local de trabalho. As pessoas que realizam atividades laborais ou que utilizam equipamento que geram campos fortes devem ser fáceis de identificar. No entanto, é importante ter em conta as pessoas que realizam outras tarefas ou que trabalham com outro equipamento, mas que podem ser expostas aos campos. Por exemplo, a avaliação dos campos do soldador por pontos de bancada do estudo de caso da oficina de fabrico (volume 2 deste guia) revela que o campo não é mais forte na posição do operador, mas antes numa posição lateral em relação ao equipamento. Se o soldador estiver adjacente a um passadiço designado, então os outros trabalhadores que passam à sua frente podem ficar expostos a campos mais fortes do que o operador.

É igualmente importante ter em conta os riscos para aqueles que não são trabalhadores diretos, mas que possam ainda assim estar presentes no local de trabalho. Tal pode incluir visitantes, técnicos de assistência, outros trabalhadores subcontratados e trabalhadores de entregas.

5.3.4. Trabalhadores particularmente expostos

Existe um requisito de ter em conta trabalhadores que possam encontrar-se particularmente expostos e a Diretiva «Campos eletromagnéticos» identifica especificamente quatro grupos de trabalhadores que se incluem nesta categoria (ver quadro 3.1 para mais informações):

- os trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos;
- os trabalhadores com implantes médicos passivos;
- os trabalhadores com dispositivos médicos usados no corpo;
- as trabalhadoras grávidas.

Os trabalhadores que se incluem em qualquer um destes grupos podem estar expostos a um maior risco dos campos eletromagnéticos do que a população ativa em geral e devem ser sujeitos a uma avaliação dos riscos específicos (ver secção 5.4.1.3 infra). Por vezes, tal avaliação pode mostrar que o risco continua a ser tolerável, mas noutros casos pode ser necessário efetuar ajustamentos às suas condições de trabalho para reduzir o risco.

5.4. Etapa 3 — Avaliar os riscos e priorizá-los

5.4.1. Avaliação de riscos

A avaliação de riscos pode envolver diversos graus de complexidade, desde uma simples consideração se um risco é baixo, médio ou elevado até uma análise altamente quantitativa. A avaliação simples será normalmente adequada quando os campos estão todos a um nível baixo, como nos casos em que todas as atividades e equipamento têm um «Não» em *todas* as colunas do quadro 3.2. No entanto, quando se espera que os campos sejam mais fortes, a avaliação pode ser mais complexa e pode envolver um elemento de avaliação quantitativa para estabelecer a dimensão de qualquer perigo.

A avaliação do risco deve ter em conta tanto a gravidade de um evento perigoso como a probabilidade de ocorrência desse evento.

O grau de gravidade atribuído deve refletir o resultado esperado do evento perigoso. É possível uma série de resultados possíveis de gravidade variável na sequência de interações dos campos eletromagnéticos no local de trabalho. Abaixo são dados exemplos de alguns resultados e graus de gravidade possíveis. Na prática, a atribuição do grau de gravidade será uma questão de decisão do avaliador e será influenciada pela força do campo acessível e por outras circunstâncias locais.

Quadro 5.3 — Exemplos de possíveis resultados e graus de gravidade resultantes de interações dos campos eletromagnéticos no local de trabalho

Resultado	Gravidade
Sensação de vertigens e náuseas Perceção de clarões de luz (fosfenos) Formigueiro ou dor (estimulação dos nervos) Pequenos aumentos da temperatura dos tecidos Audição de micro-ondas	Ligeira
Circulação de projéteis ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos Interferência em implantes médicos Grandes aumentos da temperatura dos tecidos	Grave
Inflamação de atmosferas inflamáveis Arranque de detonadores	Mortal

A avaliação da probabilidade terá de ter em conta uma série de fatores, incluindo o acesso ao campo e a natureza das tarefas realizadas. Muitas vezes o acesso a campos fortes é limitado por outros motivos, tais como perigos mecânicos ou elétricos. Nestas circunstâncias não será necessário implementar outras restrições. De igual modo, a avaliação da probabilidade deve ter em conta o processo de trabalho. Por exemplo, um forno de indução pode funcionar à potência máxima durante a fase de aquecimento inicial, mas os trabalhadores podem não estar normalmente nas proximidades do forno durante esta parte do ciclo. Posteriormente, uma vez fundida a carga, o forno pode operar a potência reduzida, pelo que os campos serão muito inferiores.

A avaliação do risco terá de ter em conta quaisquer medidas de prevenção ou de precaução existentes que já se encontrem implementadas (ver secção 5.3.2).

Os campos eletromagnéticos podem dar origem a riscos tanto por interações diretas como indiretas e estes riscos devem ser avaliados em separado. Além disso, alguns trabalhadores podem estar particularmente expostos (ver secção 5.3.4 *supra*) e os riscos para estes trabalhadores terão de ser especificamente avaliados.



Mensagem principal: avaliação de riscos

A avaliação de riscos não tem de ser complexa e os empregadores podem utilizar o quadro 3.2 para os ajudar a decidir quanto ao nível de detalhe necessário. A avaliação deve ter em conta tanto a gravidade do evento perigoso como a probabilidade do evento ocorrer.

5.4.1.1. Efeitos diretos

A avaliação de riscos resultantes de interações diretas de campos eletromagnéticos com trabalhadores terá de ter em conta as características dos campos acessíveis. Os principais fatores que afetam a dimensão de qualquer perigo são a frequência (ou frequências) presentes e a intensidade do campo. No entanto, outros fatores, como a forma de onda, a uniformidade espacial, e as alterações na intensidade do campo ao longo do tempo, podem igualmente ser importantes.

A chave para este aspeto da avaliação é determinar se os trabalhadores podem ficar expostos a níveis superiores aos VLE (ver capítulo 6). Sempre que os valores-limite de exposição não possam ser ultrapassados, não haverá qualquer perigo de efeitos diretos.

De um modo geral, para os campos variáveis no tempo com frequências entre 1 Hz e 6 GHz, os VLE não podem ser facilmente medidos ou calculados e a maioria dos empregadores poderá considerar mais conveniente avaliar se os campos acessíveis ultrapassam os níveis de ação (NA) de efeitos diretos. Sempre que os níveis de ação não são ultrapassados, os VLE não podem ser ultrapassados.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» não exige que os empregadores efetuem cálculos ou medições de modo a estabelecer que os níveis de ação não são ultrapassados, a não ser que estas informações não estejam disponíveis a partir de outras fontes. Muitos empregadores constatarão que a todas as suas atividades e equipamentos corresponderá um «Não» em todas as três colunas do quadro 3.2. Se for esse o caso, então os níveis de ação não serão ultrapassados, mesmo se ocorrerem atividades múltiplas ou se existirem elementos de equipamento em proximidade imediata. Mesmo quando as atividades ou o equipamento não estiverem elencados no quadro 3.2, as informações que confirmam que os níveis de ação não são ultrapassados podem estar disponíveis noutra local (ver capítulo 7).

Sempre que os empregadores não conseguirem demonstrar o cumprimento quer dos NA quer dos VLE a partir de informações prontamente disponíveis, podem efetuar uma avaliação mais detalhada (ver capítulo 8), ou podem considerar se podem introduzir medidas para restringir o acesso aos campos (ver capítulo 9).

5.4.1.2. Efeitos indiretos

Os campos eletromagnéticos podem dar origem a riscos para a segurança e para a saúde através da interação com objetos existentes no campo. A Diretiva CEM impõe que estes riscos sejam também avaliados, e devem ser avaliados separadamente dos riscos dos efeitos diretos.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» identifica diversos efeitos indiretos que podem ter de ser avaliados:

- interferência em equipamentos e instrumentos médicos eletrónicos, nomeadamente estimuladores cardíacos e outros implantes ou dispositivos médicos usados no corpo;
- risco de projeção de objetos ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos;

- arranque de aparelhos eletroexplosivos (detonadores);
- incêndios e explosões resultantes da inflamação de materiais inflamáveis devido a faíscas originadas por campos induzidos, por correntes de contacto ou por descargas de faíscas;
- correntes de contacto.

Muitos destes efeitos indiretos só ocorrerão em situações específicas e, por conseguinte, para a maior parte dos empregadores, o primeiro passo será avaliar se estes riscos são suscetíveis de ocorrer no seu local de trabalho.

A Diretiva dos campos magnéticos especifica NA para ajudar os empregadores na avaliação dos riscos relativamente a dois destes efeitos indiretos: risco de projeção de objetos ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos; e correntes de contacto. Se o NA não for ultrapassado, o risco é baixo e não são necessárias quaisquer outras medidas de prevenção ou precaução.

Para os restantes efeitos indiretos, não existem NA, mas as normas europeias fornecem orientações adicionais sobre a avaliação dos riscos. Esta questão é debatida em maior pormenor no apêndice E deste guia.

5.4.1.3. Trabalhadores particularmente expostos

Para os trabalhadores particularmente expostos (ver quadro 3.1), a avaliação é, de um modo geral, mais complicada. Os NA para efeitos diretos podem não fornecer proteção adequada a estes trabalhadores e é necessária uma avaliação autónoma.

Os trabalhadores com implantes médicos ou dispositivos médicos usados no corpo podem ter recebido informações específicas relativamente a intensidades de campo seguras. Se for esse o caso, estas informações fornecerão critérios de avaliação e devem prevalecer sobre quaisquer informações mais gerais que possam estar disponíveis. Por exemplo, a avaliação relativamente a uma pessoa que utiliza um estimulador cardíaco no estudo de caso de dispositivos de plasma de RF (volume 2) utiliza os dados do fabricante.

Sempre que não estiverem disponíveis informações relativamente a implantes médicos ou dispositivos médicos usados no corpo e em relação a trabalhadoras grávidas, os empregadores devem consultar as orientações constantes do apêndice E deste guia.



Mensagem principal: questões a considerar

Ao realizar uma avaliação dos riscos resultantes dos campos magnéticos, os empregadores devem ter em consideração os riscos de efeitos diretos ou indiretos. Alguns trabalhadores podem estar particularmente expostos aos campos magnéticos (ver quadro 3.1), o que deve ser tido em conta.

5.5. Etapa 4 — Decidir medidas preventivas

Se forem identificados riscos, então o primeiro passo é questionar se podem ser eliminados. Seria possível reduzir a intensidade do campo para um nível que não represente um risco ou é possível impedir o acesso ao campo?

Sempre que possível, as decisões relativamente a ações preventivas devem ser tomadas na fase de conceção ou de compra de novos processos ou equipamento.

O capítulo 9 deste guia fornece orientações sobre as medidas de prevenção ou proteção que podem ser utilizadas para minimizar os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos. A proteção coletiva deve ser sempre prioritária em relação à proteção individual.

5.6. Etapa 5 — Aplicação das medidas

Se for necessário aplicar medidas, é importante priorizar a implementação de medidas de prevenção ou proteção. Normalmente, a prioridade deve ser atribuída tendo por base a dimensão do risco e a gravidade dos resultados, caso ocorra um evento perigoso. Pode acontecer não ser exequível implementar de imediato todas as medidas. Nesta situação, será necessário decidir se podem ser implementadas algumas medidas temporárias que permitam continuar o trabalho até serem implementadas as medidas de prevenção permanentes. Em alternativa, pode ser decidido que os trabalhos devem parar até serem implementadas as novas medidas.

5.7. Documentar a avaliação dos riscos

É importante registar os resultados da avaliação dos riscos. Tal registo deve identificar os elementos essenciais da avaliação do risco, incluindo os perigos identificados, os trabalhadores potencialmente em risco e os resultados da avaliação. Sempre que tiverem sido identificados trabalhadores particularmente expostos, tal deve também ser registado. Devem ser documentados os requisitos para quaisquer novas medidas de prevenção ou de precaução, juntamente com planos para uma análise subsequente da avaliação.

5.8. Acompanhamento e revisão da avaliação dos riscos

É importante rever periodicamente a avaliação dos riscos para determinar a sua adequabilidade e se as medidas de prevenção ou de proteção foram eficazes. Esta revisão deve ter em conta os resultados de quaisquer verificações de rotina relativamente à condição do equipamento, uma vez que qualquer deterioração pode afetar as conclusões da avaliação dos riscos. É igualmente essencial rever a avaliação dos riscos caso o equipamento utilizado mude ou caso sejam alteradas as práticas de trabalho.

Os empregadores devem também ter em mente que a condição dos trabalhadores pode mudar. Por exemplo, um trabalhador pode ser sujeito a um implante médico ou engravidar. Este tipo de alteração deve desencadear uma revisão da avaliação do risco para determinar se ainda é adequada.

Quando os trabalhadores são expostos temporariamente a níveis acima dos NA baixos para campos magnéticos (quadro B2 do anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos») ou acima de qualquer VLE sensorial, podem sentir sintomas passageiros. Estes sintomas podem incluir:

- vertigens ou náuseas decorrentes da exposição a campos magnéticos estáticos e de baixa frequência;
- percepção sensorial, como clarões de luz (fosfenos) ou pequenas alterações na função cerebral decorrentes da exposição a campos eletromagnéticos de baixa frequência;
- percepção sensorial como, por exemplo, uma «audição de micro-ondas» resultante da exposição a campos de radiofrequência constituídos por impulsos em condições específicas (ver secção B5).

Quando os trabalhadores comunicam estes sintomas, o empregador tem de rever e, se necessário, atualizar a avaliação dos riscos. Isto pode levar à seleção de medidas adicionais de prevenção ou de proteção.

SECÇÃO 3

AVALIAÇÕES DE CONFORMIDADE

6. UTILIZAÇÃO DE VALORES-LIMITE DE EXPOSIÇÃO E NÍVEIS DE AÇÃO

Tal como referido no capítulo 2, a exposição a campos eletromagnéticos pode produzir efeitos diferentes consoante a frequência. Consequentemente, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» prevê os valores-limite de exposição (VLE) para:

- efeitos não térmicos (0 a 10 MHz), no anexo II;
- efeitos térmicos (100 kHz a 300 GHz), no anexo III.

Daqui decorre que é geralmente necessário conhecer a frequência (ou frequências) do campo eletromagnético antes de se poder seleccionar o VLE correto. Pode verificar-se que as duas gamas se sobrepõem. Por conseguinte, na gama intermédia de frequência (100 kHz-10 MHz), podem ocorrer tanto efeitos térmicos como não térmicos e, assim, têm de ser tidos em conta ambos os VLE.

Para frequências entre 1 Hz e 6 GHz, os VLE são definidos em termos de grandezas no corpo, as quais não podem ser medidas ou calculadas facilmente. Por conseguinte, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» prevê igualmente níveis de ação (NA) que são definidos em termos de grandezas externas do campo que podem ser medidas ou calculadas de forma relativamente simples. Estes NA derivam dos VLE, com base em suposições conservadoras e, por isso, o cumprimento de todos os NA relevantes vai sempre assegurar o cumprimento dos VLE correspondentes. No entanto, é possível ultrapassar um NA e ainda assim cumprir os VLE. Tal é debatido mais aprofundadamente na secção 6.1. A figura 6.1 ilustra o processo para decidir se se deve avaliar o cumprimento dos NA ou dos VLE.

A comparação com os NA ou os VLE constitui um contributo para o processo de avaliação do risco. Se não puder ser demonstrado o cumprimento dos NA, então os empregadores podem, em vez disso, decidir avaliar em relação aos VLE. Porém, é provável que essa avaliação seja mais complexa e consequentemente mais dispendiosa. Em muitos casos, é possível implementar medidas adicionais a fim de garantir o cumprimento dos NA ou dos VLE. Quando o empregador tiver demonstrado o cumprimento ou tiver esgotado todas as opções exequíveis em termos de medidas adicionais, deve continuar com o processo de avaliação dos riscos (ver capítulo 5).

A avaliação plena da exposição do trabalhador e a comparação com os VLE podem ser complexas e estão para lá do âmbito de aplicação deste guia. São apresentadas algumas outras informações sobre avaliação no apêndice D deste guia. No entanto, o principal objetivo das informações apresentadas neste capítulo é explicar o modo como o sistema dos VLE e dos NA funciona na prática, para que os empregadores possam decidir se realizam a avaliação eles mesmos ou se devem procurar apoio especializado.

A Diretiva define diversos NA, podendo aplicar-se mais do que um em simultâneo. Os NA dizem respeito aos efeitos diretos ou indiretos. Nas baixas frequências, os campos elétricos e magnéticos podem ser entendidos como independentes (a denominada aproximação quasi-estática) e ambos induzirão campos elétricos no corpo. Por conseguinte, nas baixas frequências existem NA para campos elétricos e magnéticos. Existem igualmente NA para correntes de contacto.

À medida que a frequência aumenta, os campos ficam mais estreitamente acoplados e a interação com o corpo muda, resultando em deposição de energia que conduz a efeitos térmicos. Para estas frequências existem NA para campos elétricos e magnéticos. Em frequências acima dos 6 GHz, existe um NA adicional para a densidade de potência, que está relacionada tanto com intensidades de campos elétricos como magnéticos. Existem igualmente NA para as correntes induzidas nos membros, o que está também relacionado com efeitos térmicos, e para correntes de contacto. O sistema de NA encontra-se ilustrado na figura 6.2.

Figura 6.1 — Processo para decidir se avalia o cumprimento dos NA ou dos VLE

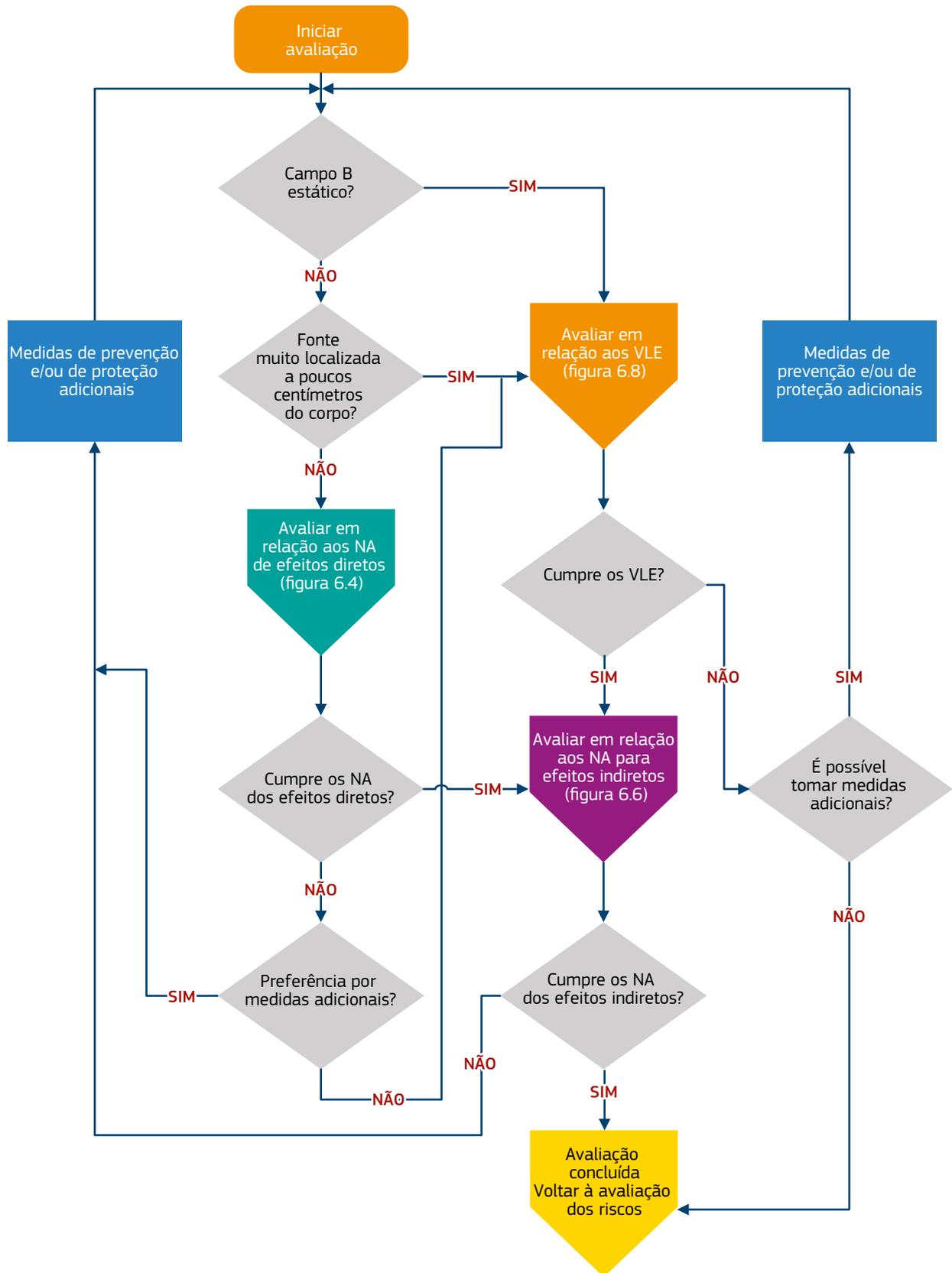
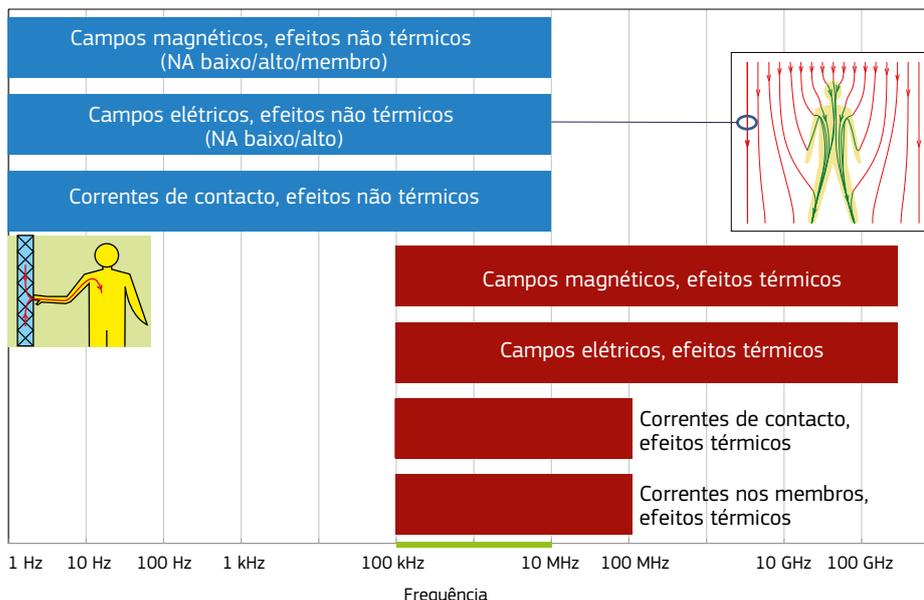


Figura 6.2 — Gamas de frequências em relação às quais são aplicáveis diferentes NA



As barras azuis indicam efeitos não térmicos e as barras vermelhas indicam efeitos térmicos. Quando a gama de frequências está destacada a verde, é exigido tanto o cumprimento dos efeitos não térmicos (campo elétrico, campo magnético e correntes de contacto) como dos efeitos térmicos (campo elétrico e magnético)

Os VLE e os NA conexos têm por base as orientações publicadas pela Comissão Internacional para a Proteção contra a Radiação não Ionizante (ICNIRP). Informações complementares sobre a fundamentação subjacente podem ser consultadas nestas orientações, que se encontram disponíveis em www.icnirp.org (ver «Recursos» no apêndice I).

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» exige que os Estados-Membros implementem os VLE na legislação nacional e, por conseguinte, os empregadores estão juridicamente vinculados ao seu cumprimento. Esta Diretiva contém disposições para permitir que os NA sejam revistos pela Comissão em caso de necessidade.



Mensagem principal: níveis de ação e valores-limite de exposição

Para a maioria dos empregadores será mais simples demonstrar o cumprimento dos níveis de ação do que dos valores-limite de exposição, apesar de as margens de cumprimento poderem ser maiores no caso dos primeiros. Também se encontram previstos níveis de ação para alguns dos efeitos indiretos, mas não para todos. Os níveis de ação e os valores-limite de exposição normalmente não fornecem proteção suficiente para os trabalhadores particularmente expostos.

6.1. Níveis de ação de efeitos diretos

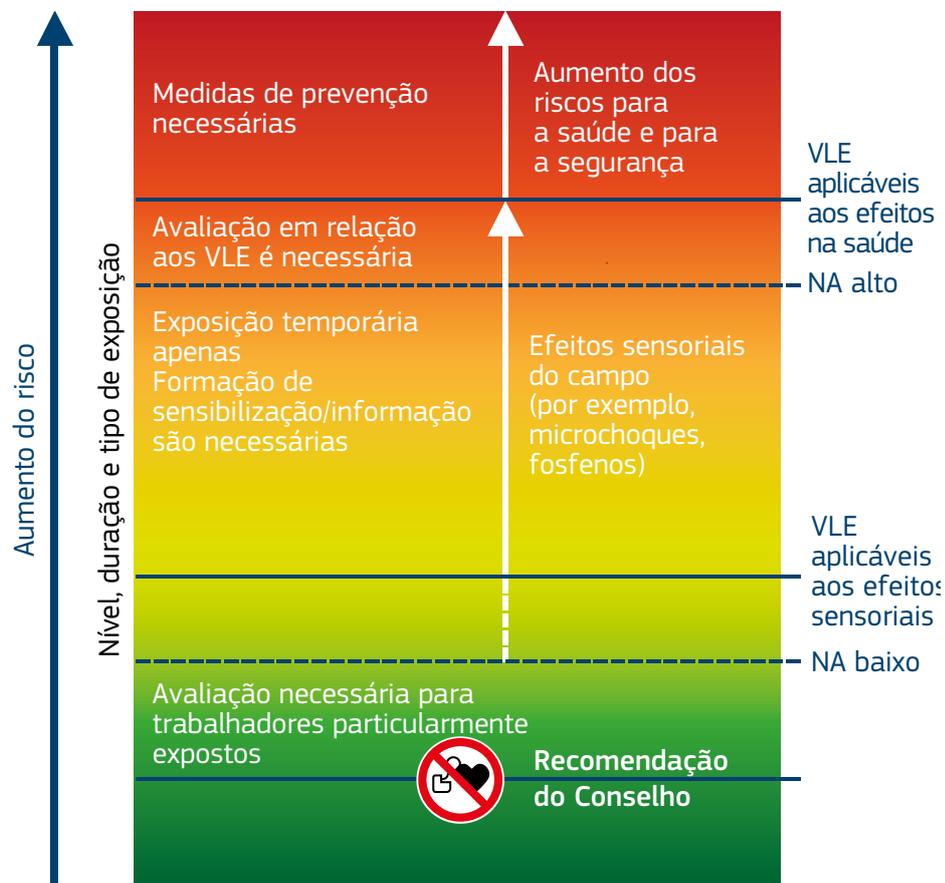
Tal como indicado acima, os NA de efeitos diretos provêm dos VLE correspondentes, através de modelização informática e assumindo as piores interações possíveis. Isso significa que o cumprimento dos NA vai garantir o cumprimento dos VLE correspondentes. No entanto, em muitas situações será possível ultrapassar os NA e ainda assim cumprir os VLE correspondentes. A relação entre os NA e os VLE é ilustrada na figura 6.3. Para a maioria dos empregadores e na maioria das situações, os NA de efeitos diretos oferecem uma via relativamente simples para demonstrar o cumprimento dos VLE subjacentes.

Todos os NA são especificados tendo em conta campos que não se encontram perturbados pela presença do corpo do trabalhador.

Se não for possível demonstrar o cumprimento dos NA, os empregadores têm a opção de implementar medidas de proteção e de prevenção ou de avaliar diretamente o cumprimento dos VLE. Ao tomar esta decisão, os empregadores terão de considerar que o resultado da avaliação em relação aos VLE pode ainda assim ir no sentido de um requisito de implementação de medidas de proteção e de prevenção.

O processo para a escolha dos níveis de ação de efeitos diretos encontra-se ilustrado no fluxograma na figura 6.4.

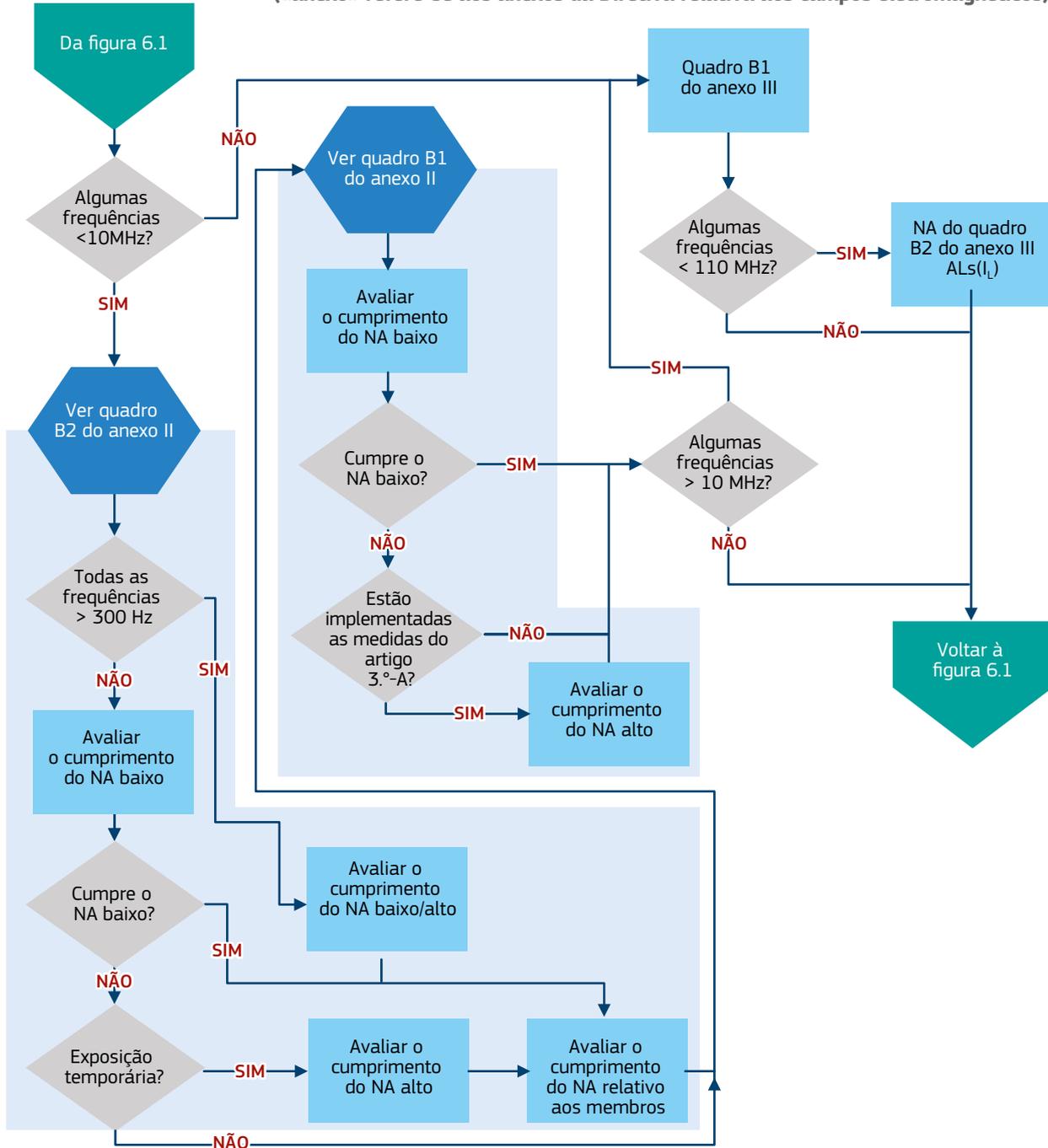
Figura 6.3 — Diagrama esquemático que mostra os valores-limite de exposição e os níveis de ação



6.1.1. Níveis de ação de campos elétricos (1 Hz a 10 MHz)

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» define dois NA para campos elétricos de baixa frequência, um alto e um baixo. O conceito de NA altos e baixos é ilustrado na figura 6.3 acima. O cumprimento do NA baixo assegurará que nenhum dos VLE aplicáveis será ultrapassado e evitará também descargas de faísca inoportunas no ambiente de trabalho.

Figura 6.4 — Fluxograma para a seleção de NA de efeitos diretos («anexo» refere-se aos anexos da Diretiva relativa aos campos eletromagnéticos)



Desde que as intensidades de campos elétricos não ultrapassem o NA baixo, nenhum dos VLE aplicáveis será ultrapassado. Porém, se as intensidades de campos elétricos ultrapasarem o NA baixo, o cumprimento do NA alto, por si só, não será suficiente para evitar descargas de faísca inoportunas. Por conseguinte, nesta situação é necessário implementar medidas adicionais técnicas, organizativas e, se necessário, de proteção individual para limitar as descargas de faíscas.

6.1.2. Níveis de ação de campos magnéticos (1 Hz a 10 MHz)

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» define três NA para campos magnéticos de baixa frequência, baixo, alto e para membros.

Os NA derivam dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (ver secção 6.3.1) de modo a que o seu cumprimento garanta o cumprimento dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais e aos efeitos na saúde. Os NA baixos têm o mesmo valor dos NA altos para frequências acima dos 300 Hz.

O cumprimento dos NA altos irá garantir o cumprimento dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde, dos quais derivam, mas não garantirá o cumprimento dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais em frequências inferiores a 300 Hz. A diretiva dos campos magnéticos permite que os NA baixos sejam ultrapassados, desde que seja demonstrado que os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais não são ultrapassados, ou que, se o forem, tal ocorre apenas temporariamente. No entanto, os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde não podem ser ultrapassados. Além disso, os trabalhadores devem ser informados sobre possíveis sintomas e sensações passageiros. Quando forem comunicados sintomas passageiros, o empregador deve, se necessário, tomar medidas para atualizar a avaliação do risco e as medidas de prevenção.

O cumprimento dos NA relativos aos membros vai garantir o cumprimento dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde, a partir dos quais são derivados. Os NA relativos aos membros têm em conta um acoplamento mais fraco do campo nos membros e, por conseguinte, são menos restritivos do que os NA altos. A utilização dos NA relativos aos membros apenas será justificada quando for improvável a exposição do corpo à mesma intensidade do campo. Por isso, a sua utilização seria justificada no caso de um trabalhador que segura numa ferramenta que gera campos eletromagnéticos, mas não o seria se a ferramenta for segurada perto do corpo quando está a ser utilizada (figura 6.5). Quando é efetuada a avaliação da exposição dos membros em relação ao nível de ação relativo aos membros, seria uma prática normal avaliar também a exposição corporal em relação ao NA baixo ou alto, conforme apropriado.

Figura 6.5 — Trabalhador com uma ferramenta elétrica segurada perto do corpo. Nesta situação, a exposição do corpo e dos membros será similar e o cumprimento dos NA baixos/altos terá limitações



6.1.3. Níveis de ação de campos elétricos e magnéticos (100 kHz a 300 GHz)

Para frequências entre 100 kHz e 6 GHz, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» define NA para a intensidade do campo elétrico e para a densidade do fluxo magnético, que derivam dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde. Uma vez que os VLE subjacentes são médias temporais, a média do quadrado do NA deve ser calculada a intervalos de seis minutos.

Para frequências acima dos 6 GHz, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» define NA para a intensidade do campo elétrico, para a densidade do fluxo magnético e para a densidade de potência. A média dos NA da densidade de potência deve ser calculada numa área exposta de 20 cm², com a condição de que a média espacial máxima de 1 cm² não deve ultrapassar 20 vezes os NA. Os NA da densidade de potência são também calculados enquanto médias temporais: a intervalos de seis minutos para frequências até 10 GHz, e a intervalos de $68/f^{1,05}$ minutos para frequências mais elevadas (em que f é a frequência em GHz). Além disso, o intervalo de tempo em relação ao qual é calculada a média diminui com o aumento da frequência, refletindo a diminuição da profundidade de penetração.

Para frequências acima dos 6 GHz, os NA para a intensidade do campo elétrico e para a densidade do fluxo magnético são derivados dos VLE da densidade de potência. Por conseguinte, apesar de não ser expressamente afirmado na Diretiva «Campos eletromagnéticos», para efeitos de coerência, as condições relativas à média espacial e temporal aplicáveis aos NA devem também aplicar-se aos $[NA(E)]^2$ e aos $[NA(B)]^2$ em frequências superiores a 6 GHz.

6.1.4. Níveis de ação de corrente induzida nos membros (10 MHz a 110 MHz)

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» especifica os NA para a magnitude de corrente de radiofrequência induzida nos membros de um trabalhador exposto a um campo de radiofrequência. Uma vez que este NA está relacionado com o aquecimento de tecidos, a média do quadrado dos NA deve ser calculada a intervalos de seis minutos.

6.2. Níveis de ação de efeitos indiretos

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» especifica NA para fornecer proteção contra alguns efeitos indiretos associados aos campos eletromagnéticos. O processo para a seleção de níveis de ação de efeitos indiretos é ilustrado no fluxograma da figura 6.6.

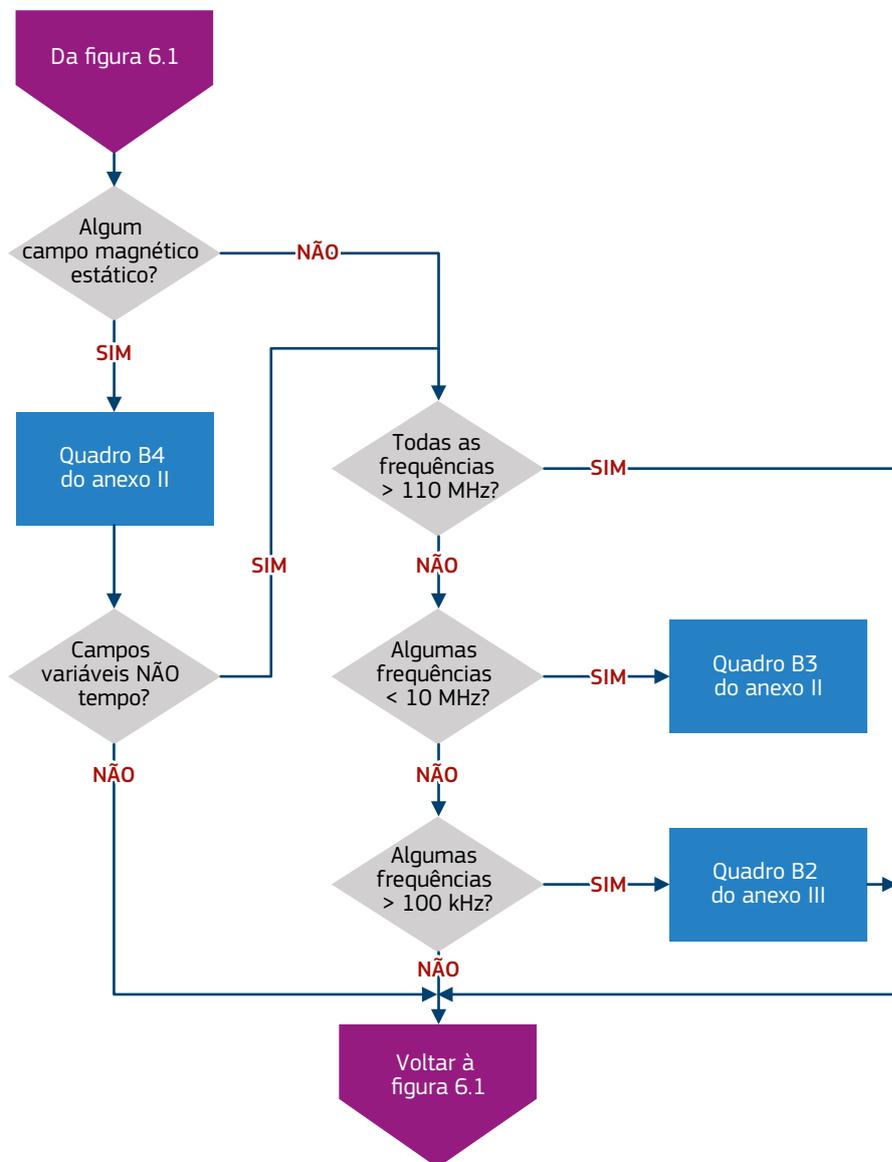
6.2.1. Níveis de ação de campos magnéticos estáticos

É especificado um NA de 0,5 mT para limitar a interferência em a função de implantes médicos ativos. A Diretiva «Campos eletromagnéticos» prevê igualmente um NA de 3 mT para limitar o risco de projeção na extremidade alta de fontes fortes (> 100 mT).

6.2.2. Níveis de ação de correntes de contacto (até 110 MHz)

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» especifica NA para correntes de contacto em estado estacionário para limitar o risco de choque e de queimadura quando uma pessoa toca num objeto condutor num campo e um deles tem ligação à terra enquanto o outro não.

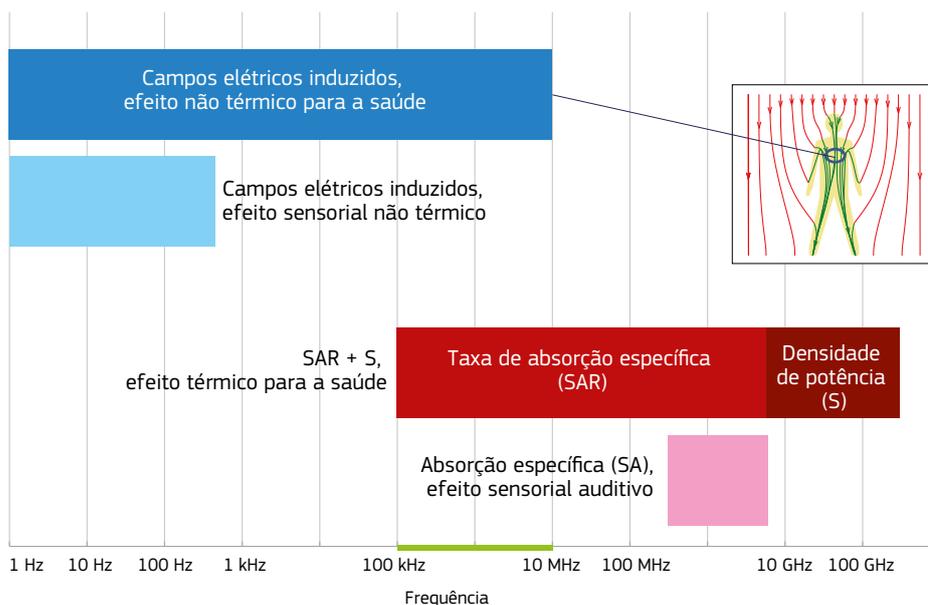
Figura 6.6 — Fluxograma para a seleção dos NA de efeitos indiretos («anexo» refere-se aos anexos da Diretiva relativa aos campos eletromagnéticos)



6.3. Valores-limite de exposição

6.3.1. Valores-limite de exposição aplicáveis aos efeitos sensoriais e para a saúde

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» define separadamente os VLE para os efeitos sensoriais e para a saúde (figura 6.7). Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais apenas se aplicam a gamas de frequência específicas (0-400 Hz e 0,3-6 GHz). Para baixas frequências, a percepção do campo ocorre a níveis de exposição inferiores aos que produzem efeitos na saúde. Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais térmicos baseiam-se em evitar o efeito de «audição de micro-ondas», que apenas ocorre em condições específicas (ver apêndice B). Em contrapartida, os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde aplicam-se a todas as frequências. De um modo geral, é admissível ultrapassar temporariamente os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais durante curtos períodos desde que sejam cumpridas determinadas condições.

Figura 6.7 — Gamas de frequências acima da quais são usados diferentes VLE

As barras azuis indicam efeitos não térmicos e as barras vermelhas indicam efeitos térmicos.

6.3.2. Valores-limite de exposição (0 a 1 Hz)

Os VLE para a gama de frequências de 0 a 1 Hz são definidos em termos de densidade do fluxo magnético externo (quadro A1 do anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos»). Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais são definidos para impedir vertigens e outros efeitos perceptivos. Estes resultam essencialmente de campos elétricos induzidos em tecidos quando o corpo se movimenta num forte campo magnético estático, apesar de existirem agora elementos de prova de que podem ocorrer a ausência de movimento. Por conseguinte, no caso de um ambiente de trabalho controlado em que o movimento no campo é limitado e os trabalhadores recebem informações, pode ser admissível ultrapassar temporariamente os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais desde que tal seja justificado pela prática ou processo. Neste caso, as exposições não podem ultrapassar os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde.

6.3.3. Valores-limite de exposição (1 Hz a 10 MHz)

Os VLE na gama de frequências de 1 Hz a 10 MHz estão definidos em termos de campos elétricos internos induzidos no corpo (quadro A2 e quadro A3 do anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos»).

Para frequências até 400 Hz, existem VLE aplicáveis tanto aos efeitos sensoriais como aos efeitos na saúde. Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais pretendem impedir fosfenos retinianos e alterações passageiras ligeiras da função cerebral. Consequentemente, apenas se aplicam a tecidos do sistema nervoso central (SNC) na cabeça do trabalhador exposto.

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde aplicam-se a todas as frequências entre 1 Hz e 10 MHz e pretendem impedir a estimulação dos nervos periféricos e centrais. Por conseguinte, estes VLE aplicam-se a todos os tecidos do corpo de um trabalhador exposto.

6.3.4. Valores-limite de exposição (100 kHz a 300 GHz)

Para frequências na gama de 100 kHz a 6 GHz, o grau de aquecimento resultante da exposição depende da taxa a que a energia é absorvida nos tecidos. Esta é definida pela taxa de absorção específica de energia (SAR), a qual é utilizada para especificar os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde, com valores separados para exposições de todo o corpo e exposições localizadas (quadro A1 do anexo III da Diretiva «Campos eletromagnéticos»). Os valores relativos a todo o corpo protegem contra stress térmico e contra a insolação, e são aplicados à média da SAR em todo o corpo. Os valores relativos à exposição localizada protegem contra lesões térmicas em tecidos específicos e são aplicados à média da SAR em 10 g de tecido contíguo (ou ligado). Tanto a média da SAR de todo o corpo como a da localizada são calculadas a intervalos de seis minutos.

Para frequências na gama de 300 MHz a 6 GHz, existem também VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais destinadas a impedir o fenómeno de «audição de micro-ondas» que resulta da exposição a campos constituídos por impulsos (quadro A2 do anexo III da Diretiva «Campos eletromagnéticos»). Estes são especificados em termos da média de absorção específica (SA) em 10 g da cabeça.

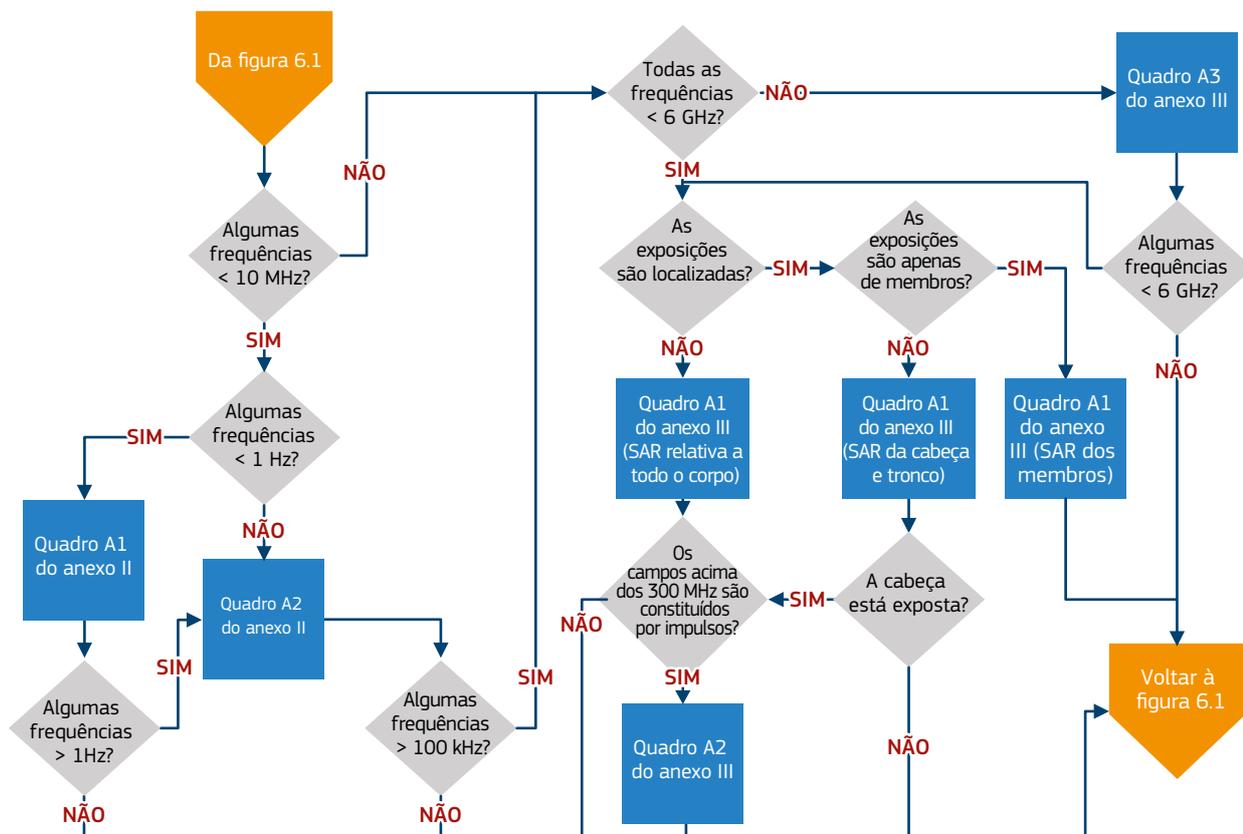
A penetração dos campos eletromagnéticos no corpo diminui com a frequência da gama de radiofrequência, pelo que para as frequências acima dos 6 GHz, o campo é absorvido maioritariamente na superfície do corpo. Isto significa que para estas frequências é muito mais relevante limitar a densidade de potência incidente na superfície do corpo do que a taxa à qual a energia é absorvida por uma massa de tecido. A média da densidade de potência é calculada em 20 cm², sujeita a um limite máximo médio em 1 cm². Para frequências na gama de 6 GHz a 10 GHz, a média da densidade de potência é calculada a intervalos de seis minutos. Além disso, o intervalo de tempo em relação ao qual é calculada a média diminui com o aumento da frequência, refletindo a diminuição da profundidade de penetração (quadro A3 do anexo II da Diretiva CEM).

6.4. Derrogações

O artigo 10.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» concede uma derrogação condicional ao artigo 3.º (VLE e NA) em três situações. O previsto no artigo 10.º não afeta o dever geral de os empregadores, ao abrigo do artigo 5.º, n.º 1, garantirem que os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos no local de trabalho são eliminados ou reduzidos ao mínimo.

A primeira derrogação, relativa à utilização da imagem por ressonância magnética (IRM) nos cuidados de saúde, é não discricionária. As restantes derrogações ficam ao critério dos Estados-Membros.

Figura 6.8 — Fluxograma para a seleção dos VLE



6.4.1. Derrogação de imagem por ressonância magnética

Exposições associadas à instalação, ensaios, utilização, desenvolvimento ou manutenção, no setor da saúde, de equipamentos de ressonância magnética destinados aos pacientes, ou a práticas de investigação relacionadas com imagem por ressonância magnética (IRM) podem ultrapassar os VLE, sob reserva das seguintes condições:

- (i) a avaliação dos riscos demonstrou que os VLE foram ultrapassados;
- (ii) tendo em conta o progresso tecnológico, foram aplicadas todas as medidas técnicas e/ou organizativas;
- (iii) as circunstâncias justificam devidamente que os VLE sejam ultrapassados;
- (iv) foram tidas em conta as características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho;
- (v) o empregador demonstrou que os trabalhadores continuam a estar protegidos em relação aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos para a segurança, nomeadamente assegurando que as instruções fornecidas pelo fabricante são cumpridas.

No apêndice F deste guia são fornecidas outras orientações para empregadores sobre o cumprimento da derrogação de IRM.

6.4.2. Derrogação militar

Os Estados-Membros podem permitir a implementação de sistemas de proteção equivalentes para trabalhadores de instalações militares operacionais ou envolvidos em atividades militares. Esta derrogação está sujeita à condição de estarem prevenidos os efeitos adversos para a saúde e os riscos para a segurança.

6.4.3. Derrogação geral

Os Estados-Membros podem permitir que os VLE sejam temporariamente ultrapassados em determinados setores e atividades que não se enquadrem no âmbito de aplicação das outras duas derrogações, desde que as circunstâncias se encontrem devidamente justificadas. Para que as circunstâncias estejam devidamente justificadas, devem ser satisfeitas as seguintes condições:

- (i) a avaliação dos riscos demonstrou que os VLE foram ultrapassados;
- (ii) tendo em conta o progresso tecnológico, foram aplicadas todas as medidas técnicas e/ou organizativas;
- (iii) foram tidas em conta as características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho;
- (iv) o empregador demonstrou que os trabalhadores continuam a estar protegidos em relação aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos para a segurança, nomeadamente aplicando normas e orientações comparáveis, mais específicas e internacionalmente reconhecidas.

7. UTILIZAÇÃO DE BASES DE DADOS E DE DADOS DO FABRICANTE RELATIVOS À EMISSÃO

Os fabricantes de equipamento poderão ter informações sobre exposições. Além disso, os institutos de governo, as ordens profissionais ou associações comerciais podem desenvolver e manter bases de dados de avaliações genéricas de exposições. Se este tipo de informações estiver disponível e for relevante, representará para os empregadores a forma mais simples de demonstrar o cumprimento da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Conclui-se que a maioria dos empregadores irá querer explorar esta opção antes de considerar a avaliação das exposições através de medições ou cálculos.

7.1. Utilizar as informações fornecidas pelos fabricantes

É importante para os empregadores reconhecerem que a sua responsabilidade ao abrigo da Diretiva «Campos eletromagnéticos» está relacionada com a exposição total do trabalhador, mais do que com a exposição decorrente de um elemento de equipamento em especial. Por conseguinte, a avaliação terá de ter em conta a exposição decorrente de todas as fontes no ambiente de trabalho. Em contrapartida, quando os fabricantes fornecerem informações, estas dirão especificamente respeito ao elemento de equipamento que produzem.

Para a maioria dos tipos de equipamento, as intensidades de campo enfraquecem muito rapidamente com a distância em relação à fonte (ver figura 3.2. isto significa que, em muitos casos, a exposição a que o trabalhador está sujeito será dominada por um, ou no pior dos cenários, por poucos elementos de equipamento nas imediações do posto de trabalho. Consequentemente, os empregadores irão frequentemente querer informações sobre o modo como os campos enfraquecem com a distância em relação ao equipamento. Ao considerar os contributos para a exposição do trabalhador a fontes múltiplas, os empregadores não devem esquecer os campos gerados por instalações auxiliares, tais como cabos de alimentação, tomadas elétricas e comutadores.

Embora as informações dos fabricantes tenham o potencial de oferecer uma solução simples para o problema de avaliar a exposição, os empregadores precisam de ter algum cuidado na sua utilização. Existem muitos motivos pelos quais os fabricantes fornecem informações sobre os campos eletromagnéticos associados ao seu equipamento. Por exemplo, um fabricante pode fornecer informações sobre a intensidade do campo produzida pelo equipamento uma vez que tal é importante para o seu funcionamento e, consequentemente, faz parte das especificações. As informações podem também ser fornecidas para demonstrar o cumprimento dos requisitos de compatibilidade eletromagnética das diretivas europeias relativas aos produtos (ver apêndice G). Embora estas informações possam ser relevantes para questões de segurança decorrentes de interferências, não serão úteis para efeitos de avaliação da exposição.

A informação mais útil na perspetiva dos empregadores seria uma avaliação das exposições típicas do trabalhador durante a utilização normal do equipamento, em conjunto com uma indicação do modo como os campos enfraquecem com a distância. Em alternativa, uma indicação das intensidades de campo relativamente aos níveis de ação em diversas posições acessíveis em torno do equipamento permitiria aos empregadores efetuarem a sua própria avaliação do cumprimento durante a utilização.



Mensagem principal: informações provenientes de bases de dados e de fabricantes

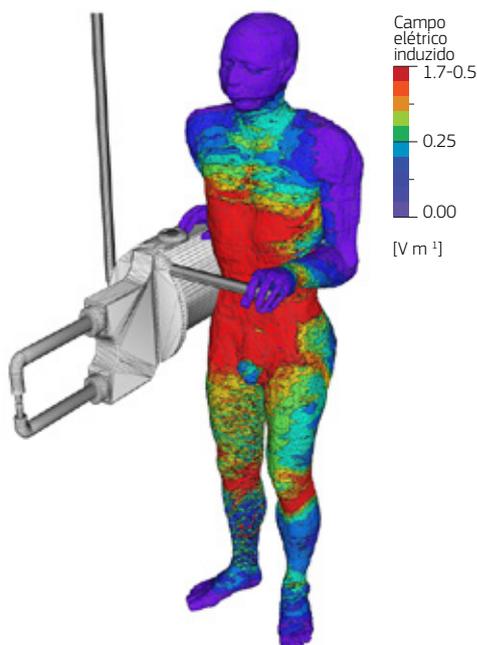
Quando estiverem disponíveis informações de bases de dados e de fabricantes, estas fornecerão aos empregadores uma via muito mais simples de demonstrar o cumprimento do que a realização de uma avaliação específica. Os fornecedores de maquinaria têm uma obrigação legal de garantir que as emissões não são perigosas para as pessoas (ver apêndice H). Estão também obrigados a fornecer informações sobre riscos residuais e emissões prováveis que possam causar dano às pessoas, incluindo às que utilizam implantes médicos.

7.1.1. Base para a avaliação do fabricante

Alguns fabricantes podem publicar avaliações realizadas ao seu equipamento utilizando procedimentos normalizados. Porém, muitas normas de medição são produzidas a partir do ponto de vista da emissão e não do da exposição humana. Estas normas de emissão são desenvolvidas de modo a fornecer procedimentos normalizados para ensaios laboratoriais do nível dos campos eletromagnéticos produzidos por tipos específicos de dispositivos elétricos. Centram-se no valor do campo num determinado ponto no espaço e são úteis para comparar dispositivos ou aparelhos diferentes. No entanto, podem ser de valor limitado na avaliação da exposição em relação aos NA ou aos VLE numa situação de utilização normal.

Por exemplo, a norma harmonizada atual para verificação da conformidade de equipamento de soldadura recomenda medir os campos a 20 cm do cabo de soldadura, uma vez que tal resulta numa medição mais reprodutível. Porém, na utilização do dia-a-dia o cabo pode estar em contacto com o corpo do trabalhador e pode estar próximo de tecidos sensíveis na cabeça do trabalhador. A figura 7.1 ilustra uma pistola de soldadura por ponto que é segurada junto do corpo de um trabalhador e bem abaixo dos 20 cm especificados. Presume-se que esta deficiência será abordada em edições futuras da norma.

Figura 7.1 — Distribuição do campo elétrico induzido num modelo humano em resultado da exposição a uma pistola de soldadura por ponto ou PSW. Este é um exemplo em que a fonte do campo eletromagnético está a bem menos de 20 cm de distância do corpo



N.B.: O exemplo nesta figura é dado a título meramente ilustrativo e não deve ser extrapolado para qualquer situação específica.

Isto ilustra que antes de utilizar os dados publicados pelos fabricantes é importante compreender que norma foi aplicada e com que finalidade os dados foram produzidos.

7.2. Bases de dados de avaliação

As bases de dados de avaliações genéricas para determinados setores da indústria podem ser muito úteis. Estas podem ser produzidas por instituições governamentais, ordens profissionais ou associações comerciais. Em todos os casos, uma consideração primordial seria poupar aos empregadores individuais o tempo e as despesas associados a avaliações específicas. Quando o equipamento e as práticas de trabalho são bastante normalizados, esta é uma abordagem pragmática e rentável.

Ao considerar a utilização de informações obtidas a partir das bases de dados, os empregadores devem verificar se o equipamento está a ser utilizado do modo previsto, quer na avaliação das bases de dados quer no respetivo local de trabalho. Além disso, os dados de avaliação podem não ser relevantes se o equipamento for de idade muito diferente ou se não tiver sido devidamente mantido.

A Comissão Europeia tem apoiado trabalhos para desenvolver um pacote de software destinado a auxiliar os empregadores a realizar a avaliação da soldadura e de processos afins. Estão disponíveis mais informações sobre este projeto através do portal sobre campos eletromagnéticos relacionados com soldadura (www.emfweld.com).

7.3. Prestação de informações pelos fabricantes

Os fabricantes que fornecem equipamento abrangido pelo âmbito de aplicação da Diretiva Máquinas (ver apêndice G) têm obrigações específicas relativamente ao fornecimento de informações. Em especial, a fim de satisfazer os requisitos essenciais, os fabricantes têm de prestar informações sobre quaisquer riscos residuais bem como quaisquer medidas de proteção que o utilizador deva implementar.

Mais especificamente, sempre que as máquinas sejam suscetíveis de emitir radiação não ionizante que possa causar danos, em especial às pessoas com implantes médicos, o fabricante tem de fornecer informações sobre a emissão relativamente ao operador e a qualquer outra pessoa exposta.

7.3.1. Normas de avaliação

Os comités de normalização estão a desenvolver ativamente normas para orientar os fabricantes no processo de avaliar emissões em relação aos NA e aos VLE especificados na Diretiva «Campos eletromagnéticos». Nalguns casos, estas normas especificam também o modo como os resultados da avaliação devem ser comunicados aos compradores de equipamento.

Por conseguinte, o primeiro passo para qualquer fabricante deve ser o de verificar se foi publicada uma norma relevante e se a mesma está relacionada com a atual Diretiva «Campos eletromagnéticos». Se existir uma norma relevante e se esta fornecer aconselhamento sobre a comunicação dos resultados da avaliação, então o fabricante deve respeitá-la.

Os fabricantes podem igualmente decidir prestar informações adicionais não especificadas na norma se acharem que isso será útil para um comprador.

7.3.2. Se não existir nenhuma norma relevante

Sempre que não existe uma norma relevante para orientação do fabricante, as seguintes informações de avaliação devem permitir aos compradores realizarem as avaliações adequadas nos respetivos locais de trabalho.

Os três primeiros elementos de informação devem fornecer ao comprador algumas informações de fundo sobre os tipos de efeito esperados e o modo como a avaliação foi desenvolvida. Em especial, será importante para o comprador saber se as condições de funcionamento utilizadas na avaliação irão refletir o modo como irá utilizar o equipamento.

Os dois elementos de informação seguintes serão úteis para compreender as possíveis exposições do operador e se o comprador irá precisar de implementar restrições ou fornecer formação ao pessoal.

Os dois últimos elementos de informação podem ser utilizados para uma avaliação simples do efeito de colocação de múltiplos elementos de equipamento na mesma área. Os empregadores podem utilizar os contornos que mostram uma percentagem dos NA ou uma percentagem dos níveis de referência dados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho para efetuar uma avaliação simples do efeito cumulativo de colocação de equipamento na proximidade imediata.

Esta abordagem produzirá frequentemente uma sobrestimação das intensidades de campo daí resultantes. Tal acontece devido às fontes não poderem todas funcionar em simultâneo e por haver frequentemente cancelamento de campos em virtude de diferenças de fase. Contudo, a abordagem é simples de aplicar e facilitará a demonstração do cumprimento para a maioria dos compradores.

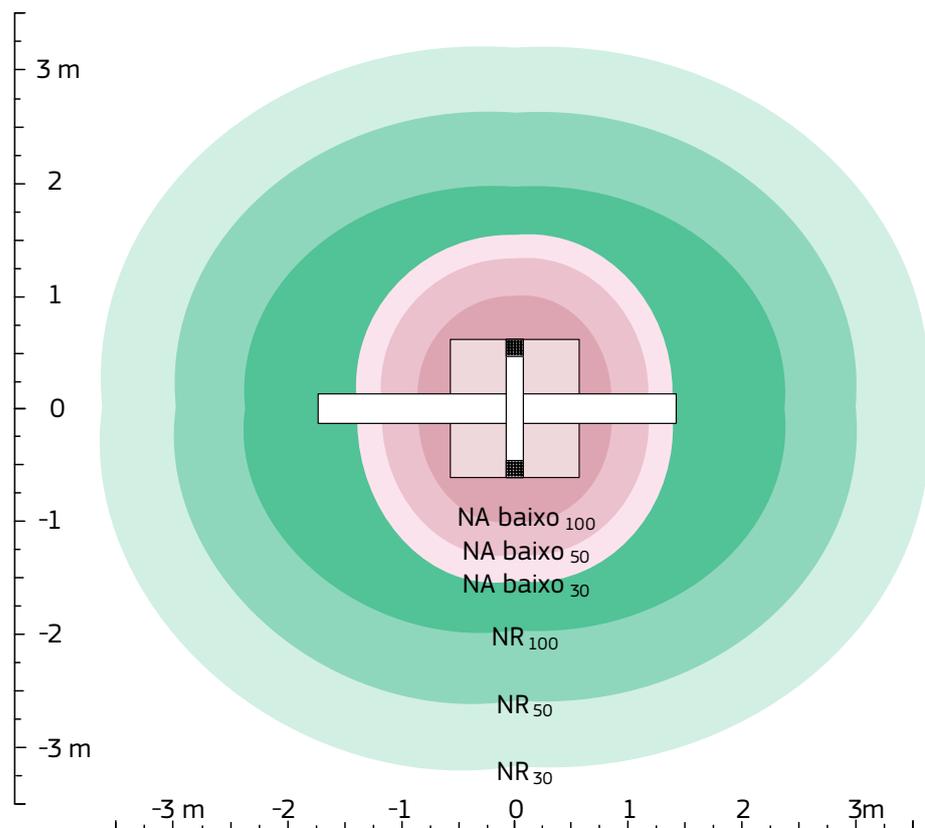
Quadro 7.1 — Informações sugeridas a fornecer pelos fabricantes

Questões a considerar na avaliação de um local de trabalho:	<ul style="list-style-type: none"> • efeitos não térmicos • efeitos térmicos • efeitos indiretos (especificar) 			
Condições de funcionamento ao abrigo das quais a avaliação é efetuada:	<ul style="list-style-type: none"> • capacidade máxima da fonte de alimentação • definições de pior cenário (especificar) • definições típicas (especificar) 			
Média aplicada ao resultado da avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • espacial • tempo 			
Quando utilizado como previsto, a exposição na posição normal do operador ultrapassa:	<table border="0"> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • NA baixo sensoriais • NA alto • NA relativo aos membros </td> <td style="vertical-align: middle; padding: 0 10px;">} OU {</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • VLE aplicáveis aos efeitos • VLE aplicáveis aos efeitos na saúde </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> • NA baixo sensoriais • NA alto • NA relativo aos membros 	} OU {	<ul style="list-style-type: none"> • VLE aplicáveis aos efeitos • VLE aplicáveis aos efeitos na saúde
<ul style="list-style-type: none"> • NA baixo sensoriais • NA alto • NA relativo aos membros 	} OU {	<ul style="list-style-type: none"> • VLE aplicáveis aos efeitos • VLE aplicáveis aos efeitos na saúde 		
Quando utilizado como previsto, a exposição na posição normal do operador ultrapassa os valores pertinentes da Recomendação 1999/519/CE do Conselho no que se refere:	<ul style="list-style-type: none"> • ao nível de referência OU • às restrições básicas 			
Quando as intensidades de campo são passíveis de ultrapassar um ou mais NA, forneça distâncias máximas, ou de preferência um plano do contorno, para as seguintes frações dos NA:	<ul style="list-style-type: none"> • 100% • 50% • 30% 			
Quando as intensidades de campo são passíveis de ultrapassar um ou mais níveis de referência, forneça distâncias máximas, ou de preferência um plano do contorno, para as seguintes frações do nível de referência:	<ul style="list-style-type: none"> • 100% • 50% • 30% 			

De um modo geral, considerações de natureza física limitarão o número de unidades que podem ser colocadas na proximidade imediata. Uma vez que os campos enfraquecem rapidamente com a distância (ver capítulo 3), é pouco provável que o equipamento mais distante tenha um contributo significativo para a exposição.

A figura 7.2 ilustra os planos do contorno que podem ser fornecidos em relação ao equipamento.

Figura 7.2 — Ilustração dos mapas de contorno que podem ser fornecidos pelos fabricantes para ajudar os utilizadores a garantirem que o efeito cumulativo de vários elementos de equipamento no local de trabalho não leva a que os NA sejam ultrapassados.



O exemplo mostra uma peça de equipamento genérica com contornos que mostram as distâncias às quais o campo é igual a 100%, 50% e 30% (indicadas por subscritos) dos NA relevantes. São dados contornos equivalentes para os níveis de referência na Recomendação 1999/519/CE do Conselho (indicados por NR) para auxiliar a avaliação no caso de trabalhadores particularmente expostos.

8. CÁLCULO OU MEDIÇÃO DA EXPOSIÇÃO

A avaliação das exposições a campos eletromagnéticos é um assunto específico e poucos empregadores têm os conhecimentos especializados necessários para realizar essas avaliações eles mesmos. Porém, a alternativa de utilizar um consultor externo pode revelar-se muito dispendiosa. De um modo geral, os empregadores terão de ponderar este custo em relação à implementação de medidas simples de proteção ou de prevenção (ver capítulo 9). Ao ponderar as opções disponíveis, é importante ter em conta que os resultados de qualquer avaliação podem, de qualquer modo, ser um requisito de implementação de medidas de proteção ou de prevenção. Tal como referido anteriormente neste guia, os campos enfraquecem frequentemente com a distância, de modo que a restrição do acesso à proximidade imediata do equipamento pode ser uma medida barata e eficaz.

8.1. Requisitos da Diretiva «Campos eletromagnéticos»

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» inclui o requisito claro de os empregadores avaliarem os riscos para os seus trabalhadores decorrentes de campos eletromagnéticos no local de trabalho. Como parte da avaliação dos riscos, os empregadores estão obrigados a identificar e a avaliar os campos eletromagnéticos no local de trabalho. Porém, esta necessidade não implica o cálculo ou a medição, dado que os empregadores têm o direito de ter em conta dados relativos à emissão ou outros dados relacionados com segurança fornecidos pelos fabricantes ou distribuidores. Só se o cumprimento dos VLE não puder ser demonstrado de forma fidedigna por outros meios é que os empregadores estão obrigados a efetuar cálculos ou medições.

Quando os fabricantes tiverem fornecido dados relativos à exposição ou avaliações de riscos, tal constituirá geralmente uma via mais simples e mais barata de demonstrar o cumprimento. De igual forma, quando estiverem disponíveis dados relevantes relativos a uma avaliação geral produzidos por instituições governamentais, ordens profissionais e associações comerciais, será normalmente mais fácil para os empregadores utilizar estes dados do que efetuar avaliações das exposições. Ambas as opções são debatidas em maior pormenor no capítulo 7.

8.2. Avaliações do local de trabalho

Caso os empregadores decidam que existe a necessidade de efetuar uma avaliação da exposição no local de trabalho, existem normalmente diversas opções disponíveis. A primeira decisão será se se deve avaliar a exposição por meio de cálculo ou de medição. Ambas as abordagens são aceitáveis para demonstrar o cumprimento da Diretiva «Campos eletromagnéticos» e ambas podem oferecer diversas opções de complexidade variável.

Os métodos simples de avaliação são frequentemente baseados em pressupostos ou aproximações que resultarão na sobrestimação da exposição. Consequentemente, métodos de avaliação mais complexos podem resultar em menores margens de cumprimento, mas irão certamente ser mais dispendiosos em termos de tempo ou dinheiro. Conclui-se que a escolha final será determinada pelas circunstâncias específicas do trabalho e do local de trabalho. Porém, para muitos empregadores uma avaliação relativamente simples será perfeitamente adequada.

As avaliações da exposição a campos eletromagnéticos são frequentemente complexas. Por conseguinte, os empregadores que se propõem a avaliar eles mesmos as exposições terão de considerar a competência daqueles que efetuam o trabalho. Alguns empregadores terão o conhecimento e as competências internas necessários, mas, para a maioria, adquirir estas competências exigirá um investimento significativo.

No caso das avaliações com base em medições, há um investimento adicional relacionado com a aquisição dos instrumentos necessários e com a necessidade de os manter calibrados. As pessoas que efetuam a avaliação terão de ter um entendimento do desempenho técnico necessário dos instrumentos de modo a garantir que é adquirido o equipamento adequado. Têm igualmente de saber utilizar o instrumento «no terreno» e ter consciência das armadilhas. Devem ser capazes de reconhecer que as medições representam um «retrato» que depende dos parâmetros de funcionamento do equipamento no momento da análise. Quando as avaliações são pouco frequentes, os empregadores poderão considerar mais rentável o aluguer de instrumentos a um fornecedor de renome.

Por último, é importante reconhecer que a realização de uma avaliação não se prende somente com a medição de campos. É importante avaliar a natureza dos trabalhos desenvolvidos de modo a que possam ser determinadas as localizações dos trabalhadores. Para frequências em que é admitida a média temporal, é igualmente essencial registar ciclos de funcionamento do equipamento e calcular a duração da ocupação de zonas.

8.3. Casos especiais

Existem diversas situações em que as exposições podem ser excecionalmente complexas. Algumas destas situações são debatidas em maior pormenor no apêndice D, conforme indicado no quadro 8.1.

Quadro 8.1 — Orientações adicionais sobre avaliações de exposição complexas

Cenário de avaliação	Apêndice
Exposição não uniforme	D2
Exposição a campos com frequências entre 100 kHz e 10 MHz	D3
Exposição simultânea a componentes de frequência múltipla	D3
Exposição a campos não sinusoidais	D3
Avaliação de campos com frequências entre 0 e 1 Hz	D4

8.4. Procurar mais assistência

Quando os empregadores não possuem ainda os conhecimentos especializados e, no caso das medições, os instrumentos necessários para efetuar as avaliações, será necessário um investimento significativo para resolver tal situação. Para alguns empregadores tal pode valer a pena, mas para a maioria não o será.

Os empregadores que procuram ajuda externa devem ter em mente que esta pode ser obtida junto de diversos prestadores diferentes. Os seguintes tipos de organização podem ter os conhecimentos especializados e os instrumentos necessários para serem capazes de ajudar:

- estabelecimentos nacionais em matéria de saúde e segurança;
- algumas autoridades locais e nacionais disponibilizam serviços de avaliação de baixo custo a empregadores situados nas suas zonas;
- estabelecimentos de investigação (por exemplo, universidades);
- fabricantes de instrumentos de medição ou os seus representantes;
- empresas de consultoria comerciais especializadas.

Ao abordar qualquer prestador externo para obter ajuda, o empregador quererá ter a certeza de que é competente para fornecer o serviço necessário. Os empregadores devem procurar obter provas de que o prestador de serviços irá:

- providenciar pessoal com conhecimentos e experiência na aplicação dos VLE e NA pertinentes, bem como de quaisquer métodos de cálculo exigidos;
- providenciar pessoal com conhecimentos e experiência no tipo de avaliação exigida;
- utilizar instrumentos capazes de efetuar a medição dos campos pertinentes, tendo em conta fatores tais como componentes de frequência, características de impulso e formas de onda;
- conseguir demonstrar a rastreabilidade da calibragem de acordo com uma norma nacional adequada;
- conseguir calcular a incerteza de quaisquer medições efetuadas.

O empregador depende do prestador externo para escolher os NA ou os VLE adequados e para produzir dados que sejam adequados para efeitos de comparação. Os prestadores irão precisar de um sistema de garantia da qualidade para assegurar que os dados são fiáveis. Irão também precisar de fornecer um relatório escrito que explique ao empregador o significado da avaliação e forneça conclusões claras. Se necessário, o relatório deve também efetuar recomendações para a tomada de outras medidas.



Mensagem principal: medição ou cálculo da exposição

A avaliação da exposição por medição ou cálculo é geralmente complexa e deve ser evitada quando estiverem disponíveis informações a partir de outras fontes tais como fabricantes ou bases de dados. Se for necessário efetuar uma avaliação, os empregadores devem ponderar cuidadosamente se têm a capacidade de a efetuar eles mesmos.

Para muitos empregadores, poderá ser mais rentável obter ajuda externa, mas nestes casos deverão assegurar-se que os prestadores de serviços dispõem dos instrumentos, competência e experiência adequados para realizar a avaliação.

SECÇÃO 4

É NECESSÁRIO FAZER MAIS?

9. MEDIDAS DE PROTEÇÃO E DE PREVENÇÃO

A seleção de medidas de proteção e de prevenção adequadas para qualquer situação específica deve ser orientada pelo resultado da avaliação dos riscos. Essa avaliação vai fornecer informações sobre como podem ocorrer exposições perigosas. A seleção das medidas para controlar os riscos irá também precisar de ter em conta a natureza do trabalho a efetuar.

Tal como debatido no capítulo 6, se puder ser estabelecido que os níveis de ação (NA) ou os valores-limite de exposição (VLE) não serão ultrapassados e que não existem riscos significativos de efeitos indiretos ou para trabalhadores particularmente expostos, então não serão necessárias quaisquer medidas adicionais.

Em zonas em que existe um risco de superação dos NA ou os VLE, ou de ocorrência de efeitos indiretos, o empregador terá de ter em consideração se a zona está acessível enquanto os campos estão presentes. Se o acesso à zona já se encontrar adequadamente restringido por outros motivos (devido a tensões elevadas, por exemplo), então normalmente não serão necessárias medidas adicionais. Se não for este o caso, então o empregador terá normalmente de implementar medidas adicionais.

Se forem introduzidas medidas adicionais de proteção ou de prevenção, então os aspetos conexos da avaliação dos riscos devem ser revistos de modo a determinar se todos os riscos já foram eliminados ou reduzidos ao mínimo.

De um modo geral, a introdução de medidas de proteção ou de prevenção durante a conceção e instalação dos locais de trabalho ou de equipamento podem fornecer vantagens significativas em matéria de segurança e funcionamento. A implementação numa fase posterior pode ter implicações significativas em matéria de custos.

9.1. Princípios de prevenção

Nos casos em que são necessárias medidas de proteção ou de prevenção, o artigo 6.º da Diretiva-Quadro especifica os princípios de prevenção que devem ser aplicados a todos os riscos (ver quadro 9.1).

Quadro 9.1 — Princípios de prevenção especificados na Diretiva-Quadro

Princípios de prevenção:

Evitar os riscos

Avaliar os riscos que não possam ser evitados

Combater os riscos na origem

Adaptar o trabalho ao indivíduo, especialmente no que se refere à conceção dos postos de trabalho, bem como à escolha dos equipamentos e dos métodos de trabalho e de produção

Ter em conta o estágio de evolução da técnica

Substituir o elemento perigoso por um elemento isento de perigo ou menos perigoso

Elaborar uma política de prevenção global coerente que abranja a técnica, a organização do trabalho, as condições de trabalho, as relações sociais e fatores ambientais relacionados com o trabalho

Dar prioridade às medidas de proteção coletiva em relação às medidas de proteção individual

Dar instruções adequadas aos trabalhadores

9.2. Eliminação do perigo

O meio mais eficaz de controlar riscos é eliminar completamente o perigo. Isso pode implicar mudar para um processo alternativo que não resulta na produção de campos eletromagnéticos fortes. Um exemplo pode ser trocar a soldadura por resistência elétrica por soldadura a laser. Porém, reconhece-se que tal nem sempre é possível. Muitas vezes não haverá um processo alternativo adequado, ou as alternativas disponíveis podem introduzir outros tipos de perigo (no exemplo acima, a presença de um feixe de laser de alta potência) que resultem em riscos iguais ou superiores para os trabalhadores.

A eliminação de perigos implica frequentemente uma reformulação de todo o processo e um investimento significativo em novo equipamento. Por conseguinte, apenas será viável durante a planificação inicial ou aquando de uma ampla substituição de ferramentas. Contudo, nessas ocasiões deve ter-se em conta meios alternativos de conseguir o mesmo efeito sem a criação de fortes campos eletromagnéticos.

9.3. Substituição por um processo ou equipamento menos perigoso

Uma abordagem eficaz à redução dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos é substituir os processos ou o equipamento existentes por outros que produzem menos campos eletromagnéticos. Por exemplo, na sua forma mais simples, a soldadura dielétrica de plásticos pode implicar exposições do operador a campos eletromagnéticos de radiofrequência radiada e mesmo um risco de queimaduras devido a toques em elétrodos expostos. Normalmente, será viável conceber equipamento que integra blindagem para limitar a magnitude do campo de radiação, muitas vezes em conjunto com automatismos para aumentar a separação do operador relativamente aos elétrodos.

Apesar de a substituição de unidades existentes por equipamento mais automatizado e mais bem protegido melhorar normalmente a eficácia do processo, existe um custo significativo em termos de capital. Por conseguinte, esta opção só será normalmente viável como parte do ciclo normal de substituição de equipamento.



Mensagem principal: medidas para reduzir os riscos

Quando os riscos não podem ser reduzidos por eliminação ou substituição, será necessário introduzir medidas adicionais. Existem muitas opções disponíveis para os empregadores alcançarem este objetivo e, de um modo geral, as medidas técnicas e organizativas serão preferíveis uma vez que fornecem proteção coletiva. Muitas das medidas que podem ser aplicadas para reduzir os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos são similares às utilizadas em relação a outros perigos no local de trabalho.

9.4. Medidas técnicas

Sempre que seja possível implementar medidas técnicas, estas terão a vantagem de fornecerem proteção coletiva e de passarem normalmente pelo combate dos riscos na fonte. Além disso, serão normalmente mais fiáveis do que as medidas organizativas, uma vez que não dependem da tomada de medidas por parte de pessoas. Diversas medidas técnicas podem ser eficazes na prevenção ou limitação do acesso aos campos eletromagnéticos; estas medidas são debatidas em maior detalhe mais abaixo.

9.4.1. Blindagem

A blindagem pode ser um meio eficaz de reduzir os campos eletromagnéticos produzidos por uma fonte e será frequentemente integrada na conceção do equipamento de modo a limitar as emissões. Um bom exemplo disso é um forno micro-ondas. Uma malha na janela está ligada à caixilharia em metal do forno para formar uma blindagem contínua que limita a emissão de radiações de micro-ondas. As blindagens podem também ser aplicadas em divisões para produzir um ambiente eletromagnético fraco, apesar de tal ser normalmente feito para proteger equipamento elétrico sensível em vez de pessoas.

Na prática, as blindagens para campos elétricos de baixa frequência e de radiofrequência baseiam-se em fechar a fonte dentro de uma superfície condutora (blindagem Faraday). Esta é normalmente fabricada em chapa metálica ou malha metálica, apesar de também poderem ser utilizados outros materiais como cerâmica, plástico e vidro com um ou mais revestimentos metálicos, ou que integrem uma malha metálica. A malha é útil para janelas em casos em que é necessário visualizar o processo. Sempre que é necessário um fluxo de ar, por exemplo para arrefecimento, geralmente tal pode ser conseguido através da utilização de malhas metálicas ou materiais alveolados.

Para ser eficaz, é necessário assegurar que a blindagem é efetivamente contínua. Eventuais lacunas ou juntas têm de ser muito menores do que o comprimento de onda (ver apêndice A) do campo eletromagnético. Por este motivo, quaisquer painéis que façam parte de uma blindagem serão normalmente fixados através de parafusos ou pinos pouco espaçados. Se for necessário remover um painel, este deve ser montado novamente com todos os acessórios de fixação, de modo a minimizar a fuga. As portas e os painéis de acesso integram normalmente uma lâmina de contacto a toda a volta. Para além de quaisquer lacunas e juntas, a eficácia da blindagem depende do material de que é feita, da sua espessura, da forma da blindagem e da frequência do campo.

Os cabos e outros guias de onda utilizados na transmissão de campos de radiofrequência são por norma protegidos. Isso serve primordialmente para impedir a radiação de energia de radiofrequência, o que resultaria em grandes prejuízos, mas serve igualmente para limitar a magnitude dos campos ambientais. Qualquer perda de integridade da blindagem pode resultar em fuga e, deste modo, deve ser tida em conta a possível degradação das juntas ou dobras.

A blindagem de campos magnéticos estáticos e de baixa frequência (inferior a 100 kHz) é mais difícil. É possível proteger esses campos com ligas especiais de metal, como mu-metal, mas existem muitas limitações e esta proteção está normalmente restringida a aplicações especializadas.

Uma vez que a blindagem passiva dos campos magnéticos é difícil, ao invés é frequentemente utilizada blindagem ativa, em especial para campos estáticos (ver o estudo de caso sobre as unidades de RMN no volume 2 deste guia). Na blindagem ativa é utilizada uma bobina adicional, normalmente na forma de solenoide, para criar um campo magnético oposto. A anulação dos dois campos resulta numa redução rápida da densidade do fluxo magnético longe da fonte.

9.4.2. Guardas

As guardas podem ser um meio barato e eficaz de restringir o acesso a zonas de campos fortes. Tal como mencionado no capítulo 3, as intensidades de campo enfraquecem normalmente de forma rápida com a distância à fonte, pelo que a utilização de guardas para restringir o acesso à proximidade imediata será muitas vezes uma opção prática. Se tiver conhecimento da distribuição de campos, qualquer pessoa competente na conceção e instalação de guardas para maquinaria deve conseguir fornecer uma solução eficaz.

Ao instalar guardas em campos fortes, deve ter-se em consideração o acoplamento do campo ao material de guarda. Por conseguinte, pode ser adequado utilizar materiais não metálicos como, por exemplo, barreiras de plástico em instalações de RMN com fortes campos magnéticos estáticos. Além disso, a instalação de guardas metálicas pode implicar uma ponderação das descargas de faíscas e das correntes de contacto, juntamente com a adequada ligação à terra (secção 9.4.7 e 9.4.8).

Quando não há necessidade de aceder a zonas restritas no âmbito do funcionamento normal, então as guardas fixas são frequentemente a solução mais simples e mais barata. Estas guardas são instaladas de modo a que a sua remoção exija a utilização de ferramentas.

Devido à necessidade de ferramentas para as remover, as guardas fixas não serão adequadas para zonas às quais seja necessário aceder frequentemente. Neste caso, uma guarda amovível pode ser uma solução aceitável. Estas estão normalmente bloqueadas em relação à fonte do campo, apesar de uma guarda não bloqueada (figura 9.1) poder ser aceitável quando o risco for relativamente baixo.

Figura 9.1 — Exemplo de uma guarda amovível simples usada para restringir o acesso a um campo magnético forte. Neste caso, a guarda não está bloqueada, mas é complementada por sinais de aviso e medidas organizativas



Quando os campos fortes apenas são acessíveis através de escadas verticais fixas, como no caso de antenas de alta potência instaladas num telhado (ver estudo de caso no volume 2 deste guia), então uma guarda para a escada pode ser um meio barato e eficaz de restringir o acesso (figura 9.2).

Figura 9.2 — Utilização de guarda para escada para restringir o acesso a campos fortes num telhado



9.4.3. Bloqueios

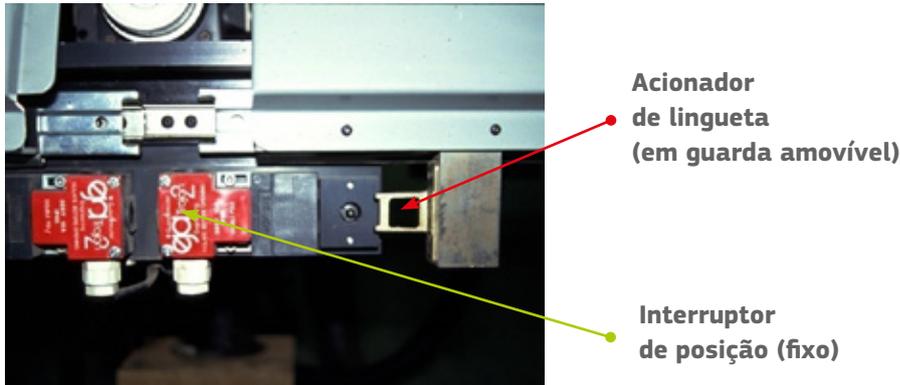
Quando são utilizadas guardas amovíveis para restringir o acesso a campos fortes, a guarda deve estar bloqueada em relação à fonte do campo eletromagnético. O dispositivo de bloqueio irá controlar a posição da guarda e impedir a criação de campos eletromagnéticos sempre que a guarda não se encontre numa posição totalmente fechada.

Existem diferentes tipos de dispositivos de bloqueio, cada um com as suas vantagens e desvantagens (ver quadro 9.2). A seleção de um dispositivo adequado irá depender de circunstâncias específicas e deve assentar no resultado da avaliação dos riscos.

Quadro 9.2 — Exemplos dos diferentes tipos de dispositivos de bloqueio

Tipo	Descrição	Exemplos
1	Interruptor mecanicamente acionado sem codificação	Interruptor de came rotatória em guarda com dobradiças Interruptor de came linear acionado por calha em guarda deslizante Interruptor montado internamente dentro das dobradiças
2	Interruptor mecanicamente acionado com codificação	Interruptor de posição acionado por lingueta Sistema de retenção de chaves
3	Interruptor de posição sem contacto, sem codificação	Interruptor de proximidade baseado em deteção indutiva, magnética, capacitiva, ultrassónica ou ótica
4	Interruptor de posição sem contacto, com codificação	Interruptor de proximidade com deteção magnética codificada Interruptor de proximidade com deteção IRF

Figura 9.3 — Interruptor de posição acionado por lingueta, um exemplo de um dispositivo de bloqueio do tipo 2



Tendo em conta a presença de fortes campos eletromagnéticos, deve ter-se em conta o risco de interferência em a função do dispositivo de bloqueio e de quaisquer circuitos associados. Os dispositivos mecanicamente acionados podem ser menos suscetíveis a interferência eletromagnética.

Os dispositivos de bloqueio devem cumprir as normas europeias adequadas e devem ser instalados com acessórios de fixação que exijam uma ferramenta para a sua remoção.

Uma vez que será expectável que abrir uma guarda termine imediatamente com o campo forte, normalmente o bloqueio da guarda (quando a guarda se mantém bloqueada até o risco passar) não será necessário.

9.4.4. Equipamento de proteção sensível

Quando não for possível instalar guardas fixas ou amovíveis, outra opção pode ser utilizar equipamento de proteção sensível. Isto inclui equipamento como cortinas de luz, aparelhos de leitura e tapetes sensíveis à pressão. O equipamento pode detetar a entrada ou a presença de alguém na zona dos campos fortes e pode impedir o funcionamento do equipamento que produz campos eletromagnéticos.

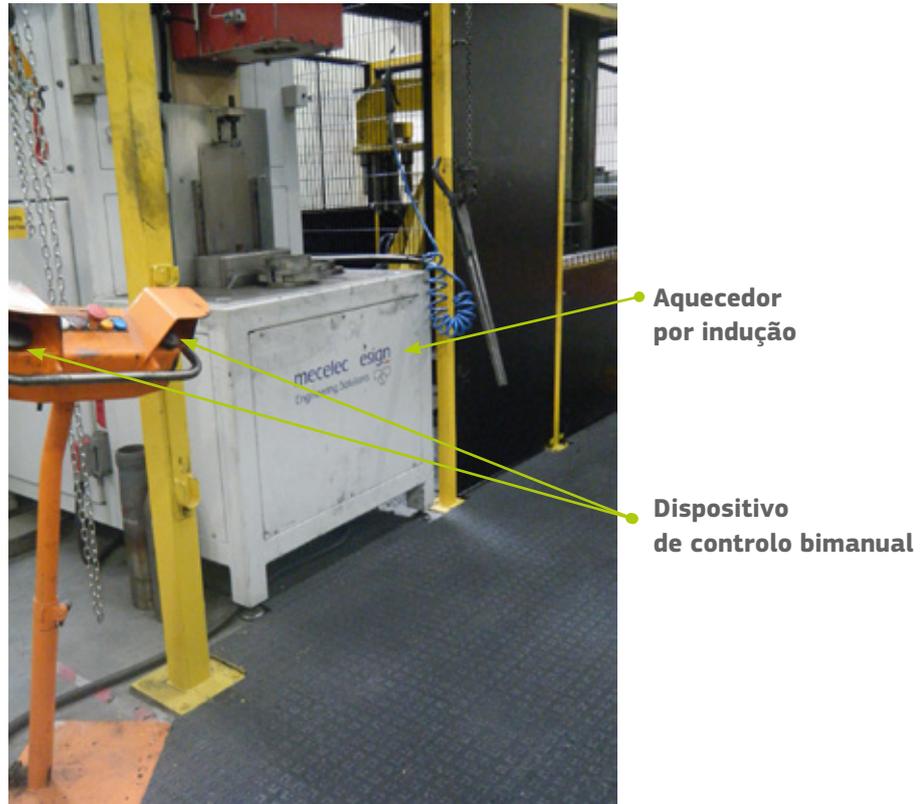
Os equipamentos de proteção sensíveis utilizam todo um leque de tecnologias de deteção, que variam em termos de adequação à situação em particular.

Os empregadores devem procurar obter aconselhamento competente na escolha dos sistemas adequados. Em especial, deve ter-se em consideração o risco de interferência dos campos eletromagnéticos.

9.4.5. Dispositivo de controlo bimanual

Um dispositivo de controlo bimanual (figura 9.4) pode ser utilizado para exigir o acionamento simultâneo com ambas as mãos do operador. Isto pode ser útil para garantir que um operador está numa determinada posição ou que as suas mãos são mantidas fora de uma zona de campos fortes. Porém, o dispositivo não oferece qualquer proteção para outros trabalhadores.

Figura 9.4 — Dispositivo de controlo bimanual utilizado para garantir a separação do trabalhador relativamente ao aquecedor por indução



9.4.6. Paragens de emergência

Quando os trabalhadores podem aceder a ambientes potencialmente perigosos, é crucial prever paragens de emergência. A maioria das pessoas estará familiarizada com os botões de paragem de emergência vermelhos, em forma de cogumelo. A paragem de emergência tem de responder rapidamente, interromper todos os serviços na zona e impedir qualquer reinício até a paragem ser cancelada.

Os botões de paragem de emergência devem estar localizados em redor da zona, em quantidade suficiente para que um deles possa ser sempre facilmente pressionado, e sobretudo sem que se tenha de passar por uma zona mais perigosa para se alcançar um botão. Ao fornecer cobertura para grandes zonas, é conveniente utilizar botões suspensos por fios em vez de botões de parede.

9.4.7. Medidas técnicas para impedir descargas de faíscas

Podem ocorrer descargas de faíscas em campos elétricos fortes quando uma pessoa toca num objeto condutor que está sob uma tensão elétrica diferente porque um deles tem ligação à terra e o outro não. As descargas de faíscas podem ser evitadas garantindo que essas diferenças de tensão não existem. Isto pode ser conseguido através de medidas técnicas, tais como a ligação à terra de objetos condutores e a ligação de trabalhadores a objetos de trabalho condutores (equipotencialidade).

Na prática, pode ser difícil implementar de forma exaustiva estas medidas técnicas devido à dificuldade de conseguir efetivamente uma ligação à terra ou uma ligação dos objetos móveis. Por conseguinte, será normalmente necessário combinar medidas técnicas com medidas organizativas adequadas, nomeadamente com formação do pessoal, e possivelmente com a utilização de equipamento de proteção individual.

9.4.8. Medidas técnicas para impedir correntes de contacto

Quando uma pessoa entra em contacto com um objeto condutor num campo de radiofrequência e um deles não está ligado à terra, uma corrente de radiofrequência pode fluir pela pessoa para a terra. Isto pode resultar em choque ou queimadura. Podem ser implementadas diversas medidas para limitar as correntes de contacto. A redução da intensidade de campos dispersados vai diminuir a magnitude da corrente de radiofrequência que pode fluir, podendo ainda ser conseguidas melhorias através do isolamento e da ligação à terra. Por fim, deve ter-se em atenção que as medidas organizativas, tais como a remoção de objetos condutores desnecessários, em particular de grande dimensão, irão reduzir a possibilidade de contacto.

9.5. Medidas organizativas

Nalgumas situações, pode não ser possível minimizar os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos através de medidas técnicas. Nestas situações, a fase seguinte será avaliar a possibilidade de utilizar medidas organizativas. Estas devem ainda assim fornecer uma proteção coletiva, mas em virtude de geralmente dependerem da atuação das pessoas com base em informação, apenas serão eficazes na medida das ações dessas pessoas. Não obstante, as medidas organizativas desempenham um papel importante e podem constituir a principal medida de controlo nalgumas circunstâncias, tal como durante a colocação em funcionamento e a manutenção.

A escolha de medidas organizativas depende da natureza do risco e do modo como o trabalho é realizado. As medidas podem incluir a delimitação de áreas e a restrição de acesso, placas, sinais e etiquetas, a nomeação de pessoas para supervisionar as áreas ou as atividades de trabalho, bem como procedimentos escritos.

9.5.1. Delimitação e restrição de acesso

Nalgumas situações pode não ser possível restringir o acesso a áreas de campos fortes através de medidas técnicas, nomeadamente através de guardas. Nestas situações, podem ser utilizadas diversas medidas organizativas para delimitar as áreas e impor restrições de acesso ou a atividades. De um modo geral, isto pode envolver placas e avisos para alertar os trabalhadores para o risco, muitas vezes em conjunto com marcações no piso para identificar áreas de campos fortes.

Quadro 9.3 — Exemplos de restrições de acesso ou outras que podem ser necessárias em áreas em que existem fortes campos eletromagnéticos

Critérios	Restrições
Efeitos não térmicos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde ultrapassados NA alto ultrapassado NA relativo aos membros ultrapassado	Ausência de acesso durante a existência de campos
Efeitos térmicos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde ultrapassados NA de exposição ultrapassado NA de corrente induzida nos membros ultrapassado	Restrições de acesso para limitar a exposição calculada em termos de média temporal
VLE sensoriais ultrapassados temporariamente NA baixo ultrapassado temporariamente	Acesso restrito a trabalhadores qualificados Podem ser aplicáveis outras restrições
Riscos de projeção resultantes de campos magnéticos estáticos fortes	Restrições relativas ao transporte de materiais ferromagnéticos para a zona
Riscos para trabalhadores particularmente expostos	Restrições de acesso a zonas com campos fortes Prestação de informação para acesso ao local
Risco de descargas de faíscas de campos elétricos fortes	Acesso restrito a trabalhadores qualificados
Risco de correntes de contacto	Acesso restrito a trabalhadores qualificados Proibição de objetos condutores desnecessários

Nalgumas situações, quando já existam marcações no piso para avisar relativamente a outros perigos ou restrições, pode ser aceitável utilizar meios alternativos de delimitação de zonas, tais como marcações nas paredes ou a colocação de plantas da área que contenham áreas marcadas.

Quando apenas existirem campos eletromagnéticos durante algumas fases do ciclo de um equipamento, pode ser útil indicar quando é que os campos estão presentes através de sinais de aviso visual (um sinal luminoso, por exemplo) ou sonoro (uma sirene, por exemplo).

Quando o acesso é limitado a certos trabalhadores, deverá existir um processo de autorização formal das pessoas a quem é permitido o acesso.

Nalguns casos, pode ser necessário estabelecer restrições de acesso temporárias. Isto seria adequado para uma instalação temporária ou durante trabalhos de colocação em funcionamento numa instalação permanente, mas antes de serem instaladas guardas fixas. Nestas situações, é normalmente aceitável aplicar barreiras temporárias. Normalmente estas ostentarão sinais de aviso. Para situações de elevado risco e de curta duração, pode também ser adequado designar trabalhadores para supervisionar os limites da zona para garantir que ninguém ultrapassa as barreiras.

Figura 9.5 — Barreiras temporárias e sinais de aviso para a restrição de acesso a campos fortes gerados por uma instalação temporária



Sempre que existam riscos de inflamação de atmosferas inflamáveis ou de arranque de dispositivos eletroexplosivos, é prática comum delimitar a zona em que existe o principal perigo (atmosfera inflamável ou dispositivo eletroexplosivo) e, de seguida, impor restrições a todas as fontes de inflamação ou arranque nessa zona, incluindo campos eletromagnéticos.

9.5.2. Sinais e avisos de segurança

Estes constituem uma parte importante de qualquer sistema de medidas organizativas. Os sinais e avisos de segurança só são eficazes se forem claros e inequívocos. Devem ser colocados ao nível dos olhos para maximizar a sua visibilidade. A natureza do perigo deve ser claramente indicada. Nas figuras 9.6 a 9.8 são mostrados exemplos de pictogramas relevantes para os campos eletromagnéticos, com os respetivos significados que lhes são atribuídos. De um modo geral, será adequado acrescentar um aviso textual adicional para ajudar à compreensão. Isto é particularmente relevante em relação a sinais de obrigatoriedade que exigem a utilização de calçado ou luvas de isolamento ou de condução.

Figura 9.6 — Sinais de aviso normalizados frequentemente exibidos em relação a campos eletromagnéticos



Atenção: campo magnético



Atenção: radiação não ionizante

Figura 9.7 — Sinais de proibição normalizados frequentemente exibidos em relação a campos eletromagnéticos



Acesso proibido a pessoas com implantes cardíacos ativos



Acesso proibido a pessoas com implantes metálicos

Figura 9.8 — Sinais de obrigatoriedade normalizados que podem ser exibidos em relação a campos eletromagnéticos



Usar calçado de segurança



Usar luvas de proteção



Usar óculos de proteção



Sinal genérico de obrigatoriedade

Se os campos eletromagnéticos apenas existirem de forma intermitente, então os sinais de aviso apenas devem ser exibidos quando o campo estiver ativo, caso contrário podem ser ignorados. Isso pode ser conseguido na prática através

da reversão do sinal (num suporte com gancho ou fenda) para um visor em branco quando a situação perigosa tiver terminado.

É prática normal colocar etiquetas de aviso com o mesmo pictograma em todos os equipamentos que criam campos eletromagnéticos.

9.5.3. Procedimentos escritos

Quando for necessário recorrer a medidas organizativas para gerir os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos, estas devem ser documentadas na avaliação dos riscos de modo a que todos tenham uma noção clara do que é necessário. Isto deve incluir:

- descrições de quaisquer zonas com restrições específicas relativas a acesso ou atividades;
- pormenores sobre quaisquer condições para entrar numa zona ou para realizar uma atividade em particular;
- requisitos de formação específica para trabalhadores (tais como formação necessária para ultrapassar temporariamente o NA baixo);
- nomes das pessoas autorizadas a aceder às zonas;
- nomes dos funcionários responsáveis por trabalhos de supervisão ou pela aplicação das restrições de acesso;
- identificação de quaisquer grupos especificamente excluídos de zonas, tais como trabalhadores particularmente expostos;
- pormenores sobre medidas de emergência, se necessário.

Devem ser disponibilizadas cópias de procedimentos escritos para consulta nas zonas a que se apliquem e devem ser entregues a qualquer pessoa que possa ser afetada pelos mesmos.

9.5.4. Informações de segurança do local

É prática comum fornecer informações de segurança ou realizar uma reunião relativa à segurança para as pessoas que entram num local pela primeira vez. Se o local incluir zonas identificadas em que seja restringido o acesso ou atividades específicas, é uma boa prática explicar este facto nas informações de segurança do local.

Figura 9.9 — As informações de segurança do local dadas aos visitantes devem explicar quaisquer restrições de entrada em zonas e sobretudo os riscos para os trabalhadores particularmente expostos



Quando estas existam, é especialmente importante informar quanto a zonas em que possam existir riscos para os trabalhadores particularmente expostos. Os grupos «em risco» reconhecidos devem ser identificados e qualquer pessoa que integre um destes grupos deve ser aconselhada a chamar a atenção do seu anfitrião para esse facto. As informações devem incluir um aviso no sentido de as pessoas destes grupos se manterem vigilantes em relação a outros sinais de aviso.

9.5.5. Controlo e gestão

A segurança dos campos eletromagnéticos deve ser gerida através da mesma estrutura de segurança e de saúde de outras atividades potencialmente perigosas. O nível de pormenor das disposições organizativas pode variar consoante a dimensão e a estrutura da organização.

Quando os campos são suficientemente fortes para exigir uma gestão específica, será normalmente adequado nomear um elemento experiente do pessoal para supervisionar os aspetos diários da segurança dos campos eletromagnéticos no local de trabalho.

9.5.6. Instrução e formação

O artigo 6.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» aborda especificamente o fornecimento de informação e de formação a trabalhadores que possam estar expostos a riscos resultantes dos campos eletromagnéticos no trabalho. O conteúdo obrigatório desta formação é indicado no quadro 9.4.

O nível de informação ou de formação fornecidas deve ser proporcional aos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos no local de trabalho. Quando a avaliação inicial (ver capítulo 3) tiver mostrado que os campos acessíveis são de tal modo baixos que não é necessária qualquer ação específica, deve ser suficiente fornecer garantias de que é esse o caso. Contudo, mesmo nesta situação será importante alertar os trabalhadores ou os seus representantes para a possibilidade de alguns trabalhadores poderem estar particularmente expostos. Qualquer trabalhador que faça parte de um dos grupos «em risco» reconhecidos deve ser instado a identificar-se perante a administração.

Quadro 9.4 — Conteúdo da informação e da formação conforme especificado na Diretiva «Campos eletromagnéticos»

Medidas tomadas em aplicação da Diretiva «Campos eletromagnéticos»

Valores e conceitos relativos aos VLE e aos NA, aos possíveis riscos associados e às medidas de prevenção tomadas

Eventuais efeitos indiretos da exposição

Resultados da avaliação, das medições ou dos cálculos dos níveis de exposição a campos eletromagnéticos efetuados nos termos do artigo 4.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos»

Forma de detetar os efeitos nocivos para a saúde resultantes da exposição e maneira de os comunicar

Possibilidade de ocorrência de sintomas passageiros e de sensações relacionadas com os efeitos produzidos no sistema nervoso central ou periférico

Circunstâncias em que os trabalhadores têm direito a vigilância da saúde

Práticas de trabalho seguras para minimizar os riscos resultantes da exposição

Trabalhadores particularmente expostos

Se tiver sido necessário implementar medidas técnicas ou organizativas específicas em relação aos campos eletromagnéticos, então será normalmente adequado fornecer algum tipo de formação mais formal. Quando os riscos tiverem sido eliminados ou minimizados exclusivamente através de medidas técnicas, então deve ser suficiente efetuar isto através de uma reunião relativa à segurança ou de uma conversa acerca de um assunto específico relativo à saúde e à segurança (*toolbox talk*). Isto serve para alertar os trabalhadores para os riscos e explicar as medidas técnicas que foram implementadas para sua proteção. A formação deve salientar a importância da comunicação de quaisquer falhas ou deficiências aparentes nas medidas de proteção, para que estas possam ser resolvidas.

Sempre que a gestão dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos depende de uma componente substancial de medidas organizativas ou da utilização de equipamento de proteção individual, geralmente a formação terá de ser mais formal e mais pormenorizada.

Ao determinar a profundidade, a amplitude e a duração da formação necessárias, o empregador deve ter em consideração as questões do quadro 9.5. É importante que qualquer formação ponha em perspetiva os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos em relação a outros riscos existentes no local de trabalho.

Quadro 9.5 — Questões a ter em consideração na decisão do nível de formação necessário

Resultado das avaliações dos riscos

Atual conhecimento especializado do pessoal e a sua consciência dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos

Grau de envolvimento dos trabalhadores na gestão dos riscos resultantes dos campos eletromagnéticos

A natureza do ambiente de trabalho e se é estável ou se muda frequentemente

Saber se a formação é para novos trabalhadores ou se se trata de um curso de reciclagem para pessoal existente

Caso existam riscos de descargas de faíscas ou correntes de contacto, a formação terá de identificá-los especificamente. Terá igualmente de explicar as medidas implementadas para reduzir os riscos, em especial quando estes exigem uma ação por parte dos trabalhadores.

A prestação da formação deve ser documentada.

9.5.7. Conceção e disposição dos locais e dos postos de trabalho

Os riscos decorrentes dos campos eletromagnéticos podem muitas vezes ser eliminados sem custos ou com poucos custos, pensando um pouco na conceção da disposição do local de trabalho em geral e nos postos de trabalho individuais em particular.

Por exemplo, o equipamento que produz campos fortes pode frequentemente ser posicionado longe das zonas comuns de passagem e outras zonas de elevada ocupação. Em qualquer caso, deve ter-se cuidado para garantir que o equipamento é disposto de modo a que o acesso possa ser devidamente restringido caso não possa ser assegurado o cumprimento dos VLE.

O equipamento que gera campos fortes deve ser posicionado de modo a que os trabalhadores particularmente expostos não tenham de passar por campos que os possam colocar em risco. Por conseguinte, esses campos nunca se devem estender às zonas de passagem comuns, e não se devem prolongar para outras zonas, a não ser que seja aceitável excluir esses trabalhadores dessas zonas.

Ao ponderar a disposição dos locais de trabalho, os empregadores devem lembrar-se que os campos magnéticos não serão normalmente atenuados com a divisão por paredes e, por conseguinte, terão de ter em consideração o acesso a zonas adjacentes. Isto encontra-se ilustrado para o equipamento de inspeção por partículas magnéticas utilizado no estudo de caso da oficina de engenharia, no volume 2 deste guia.

A disposição dos postos de trabalho é muitas vezes importante. No exemplo na figura 9.10, o campo na posição do operador em frente ao soldador por pontos é mais fraco do que o campo na parte lateral do soldador. Por conseguinte, é importante neste tipo de situação organizar o posto de trabalho de modo a que o operador se sente ou fique de pé no sítio esperado (figura 9.10) e a ter ainda em conta a localização dos trabalhadores que executam outras tarefas.

Figura 9.10 — Ilustrações de boas e más práticas quando se organiza o posto de trabalho para um soldador por pontos e se tem em conta o posicionamento do operador



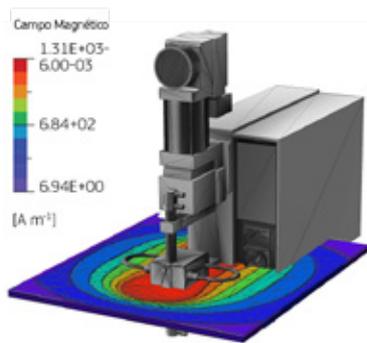
Boa prática:

O campo é mais forte nas partes laterais do soldador por pontos do que à sua frente. Nesta disposição, o trabalhador fica de pé em frente ao equipamento para executar a soldadura. Por conseguinte, a exposição do trabalhador é baixa.



Má prática:

Nesta disposição, o trabalhador tem de ficar de pé ao lado do equipamento para executar a soldadura. O resultado é que a exposição do trabalhador será superior.



O gráfico ilustra o modo como os contornos do campo magnético são mais extensos para os lados do soldador

9.5.8. Adoção de boas práticas de trabalho

Muitas vezes, é possível os trabalhadores minimizarem a criação de campos fortes ou reduzirem as suas exposições através da adoção de mudanças simples nas suas práticas de trabalho. Por exemplo, quando as correntes de alimentação e de retorno fluem através de condutores separados, estes devem ser dispostos perto um do outro, se possível. Isto levará normalmente a uma redução substancial do campo gerado, uma vez que os fluxos de corrente opostos darão origem à anulação dos campos.

Os trabalhadores devem ter cuidado para passar os cabos longe dos seus corpos, sempre que possível, em especial quando existem cabos independentes de alimentação

e de retorno. As ilustrações da figura 9.11 mostram exemplos de boas e más práticas no que se refere à soldadura. Os cabos de soldadura são pesados e tendem a limitar os movimentos da pistola de soldar. Consequentemente, é prática comum os soldadores apoiarem o cabo à volta do ombro ou mesmo enrolarem-no à volta do pescoço. Isto coloca inevitavelmente a fonte de um campo forte perto do cérebro e da espinal medula. Apoiar o cabo por outros meios não iria apenas reduzir a exposição, mas também seria ergonomicamente preferível.

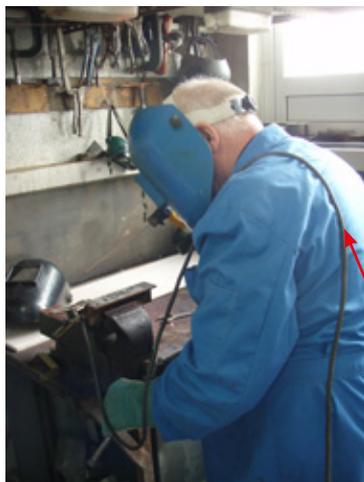
Figura 9.11 — Exemplos de boas e más práticas na passagem do cabo de soldadura por arco



Boa prática:

O cabo é passado longe do corpo do soldador de modo a que a exposição ao campo se mantenha baixa.

Os cabos de alimentação e de retorno são mantidos juntos na medida do possível para que a anulação do campo reduza a magnitude dos campos no ambiente de trabalho.



Má prática:

Neste exemplo o trabalhador está a suportar o peso do cabo de soldar no ombro. Porém, isso faz com que o cabo esteja perto da cabeça e do corpo, e por isso aumenta a exposição.

● **Cabo pendurado ao ombro**



Má prática:

Neste exemplo, o trabalhador está a suportar o peso do cabo de soldar à volta dos ombros para formar uma alça. Porém, isso faz com que o cabo esteja perto da cabeça e do corpo, e por isso aumenta a exposição.

● **Cabo enrolado à volta do pescoço**

Do mesmo modo, na inspeção por partículas magnéticas, é prática comum realizar a tarefa através de um ciclo de desmagnetização, o que cria normalmente um campo inicial mais forte do que o ciclo de inspeção. Porém, contrariamente ao ciclo de inspeção, não é necessário que o inspetor esteja próximo da peça de trabalho durante a desmagnetização e, por conseguinte, seria uma boa prática permanecer longe nesta fase do processo.

Nalgumas situações, a desmagnetização será alcançada utilizando uma bobina de desmagnetização (ver estudo de caso da oficina de engenharia no volume 2 deste guia). Essas bobinas são normalmente fornecidas com uma calha e um pequeno carro para colocar a peça de trabalho. A utilização de varas de empurrar para empurrar a peça de trabalho e o carrinho pela bobina vai minimizar a exposição do operador.

9.5.9. Programas de manutenção preventiva

O equipamento que produz campos eletromagnéticos deve ser sujeito a um programa regular de manutenção preventiva e, sempre que adequado, a inspeção para assegurar que continua a funcionar de forma eficaz. Uma manutenção adequada é um requisito da diretiva relativa a equipamentos de trabalho (ver apêndice G) e servirá para minimizar qualquer aumento nas emissões devido a degradação do equipamento.

As medidas técnicas para limitar as emissões ou restringir o acesso aos campos fortes devem ser igualmente sujeitas a manutenção, inspeção e ensaios continuados para garantir que se mantêm totalmente eficazes.

A frequência dessas atividades de manutenção e de inspeção dependerá da natureza do equipamento, do modo como é usado e do ambiente em que está localizado. De um modo geral, os fabricantes de equipamento recomendarão intervalos de manutenção adequados e tal assegurará uma orientação satisfatória na maioria dos casos. Porém, ambientes invulgarmente adversos ou a utilização pesada de equipamento podem acelerar a taxa de deterioração e, nestes casos, serão precisas uma manutenção e uma inspeção mais frequentes.

9.5.10. Restrição dos movimentos em campos magnéticos estáticos

A movimentação em campos magnéticos estáticos fortes pode resultar na indução de campos elétricos de baixa frequência no corpo que podem produzir uma série de efeitos. Estes efeitos podem ser minimizados através da limitação da extensão e da velocidade dos movimentos nos campos. Tal é particularmente importante para o movimento de partes do corpo, como a rotação da cabeça. Com formação e/ou prática, os trabalhadores podem aprender a limitar os seus movimentos e, deste modo, a minimizar quaisquer efeitos.

9.5.11. Coordenação e cooperação entre empregadores

Quando for necessário que trabalhadores de mais do que um empregador trabalhem no mesmo local, deve haver uma troca de informações entre os empregadores de modo a que todos os trabalhadores sejam devidamente protegidos. Esta situação surge normalmente durante a instalação, colocação em funcionamento e reparação do equipamento, mas pode também surgir noutras situações. Por exemplo, é comum os empregadores contratarem externamente muitas funções de apoio, nomeadamente, serviços de limpeza, gestão de instalações, armazenamento e logística, medicina do trabalho e TI.

Em relação aos campos eletromagnéticos, esta troca de informações deve incluir informações sobre quaisquer restrições que possam ser necessárias relativamente ao acesso ou a atividades numa zona em especial e quaisquer riscos para os trabalhadores particularmente expostos. Essas restrições terão de ser acordadas entre os empregadores e cada empregador deve garantir que são respeitadas pelos seus trabalhadores.

9.6. Equipamento de proteção individual

Os princípios da prevenção da Diretiva-Quadro (ver quadro 9.1) deixam claro que o fornecimento de proteção coletiva deve ter sempre primazia sobre as medidas de proteção individual. Porém, por vezes, pode ser impraticável implementar medidas técnicas e organizativas que ofereçam uma proteção coletiva adequada. Nestas situações, pode ser necessário utilizar equipamento de proteção individual.

Tal como mencionado acima na secção relativa às medidas técnicas, é relativamente simples blindar campos elétricos, mas é difícil conseguir uma proteção eficaz contra campos magnéticos. Por conseguinte, não é normalmente possível utilizar proteção individual para fornecer proteção contra campos magnéticos. A eficácia da proteção individual depende da frequência do campo, pelo que é pouco provável que equipamento de proteção adequado para uma gama de frequências seja adequado a outras.

A escolha de equipamento adequado dependerá da situação em particular e da natureza dos riscos que se procura evitar. Por conseguinte, em diferentes situações, sapatos, botas ou luvas de isolamento ou de condução podem ser eficazes na redução dos riscos. Quando for necessário calçado de isolamento, será normalmente adequado utilizar botas de trabalho robustas ou sapatos de borracha com sola espessa. Se uma avaliação mostrar que estes não são adequados, pode ser necessário encontrar uma fonte mais especializada de equipamento de segurança.

Podem ser utilizados óculos de proteção para proteger os olhos de campos de alta frequência. Nalgumas situações, a utilização de fatos integrais de proteção pode ser necessária, mas deve ter-se em atenção que estes podem apresentar novos riscos ao impedirem o movimento ou a perda de calor por parte do utilizador.

Os equipamentos de proteção individual devem ser devidamente mantidos e inspecionados regularmente de modo a garantir que se mantêm adequado à sua finalidade.

Deve ter-se em consideração se o equipamento de proteção individual usado para outros riscos é compatível com a existência de campos eletromagnéticos fortes. Por exemplo, a utilização de botas de segurança com biqueiras protetoras em aço pode ser inadequada num ambiente com campos magnéticos estáticos fortes, ao passo que os campos magnéticos de baixa frequência, se suficientemente fortes, irão aquecer o acessório em aço. Alguns fatos de proteção integram componentes eletrónicos que podem ficar sujeitos a interferência em campos fortes. Problemas similares podem ser detetados com protetores auditivos ativos.

10. PREPARAÇÃO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Quando os empregadores operam equipamento ou realizam atividades que podem dar origem a um incidente adverso, devem implementar planos de emergência para lidar com as consequências. Neste contexto, os acidentes adversos incluem situações em que alguém fica ferido ou doente, e quase-acidentes ou circunstâncias indesejadas. Os incidentes adversos podem incluir situações em que o valor-limite de exposição (VLE) tenha sido ultrapassado mas em que ninguém ficou ferido (e não há qualquer derrogação aplicável). Um exemplo incluiria um montador de antenas que entra involuntariamente na zona de exclusão de um transmissor de alta potência antes de este ter sido desligado.

Os incidentes adversos podem surgir de efeitos indiretos, tais como interferência em um implante médico ou inflamação de uma atmosfera inflamável. Outro exemplo seria um objeto ferromagnético que é atraído para o orifício de uma unidade de RMN pelo campo magnético estático forte (o chamado «efeito de projeção»).

Quadro 10.1 — Cenários a visar em planos de emergência

Os planos de emergência devem abordar ações e responsabilidades em caso de:

Incidente real adverso decorrente de um efeito indireto

Actual adverse incident arising from an indirect effect

Suspeição de exposição do trabalhador superior a um VLE

Quase-acidente ou consequência indesejável decorrente de um efeito indireto

10.1. Elaboração dos planos

A avaliação dos riscos elaborada de acordo com o artigo 4.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» deve permitir ao empregador identificar incidentes adversos previsíveis de forma razoável (ver capítulo 5 deste guia). Quando o empregador tiver identificado e compreendido a natureza destes potenciais incidentes adversos, será possível desenvolver planos para lidar com as consequências. Nalguns casos, os fabricantes podem fornecer procedimentos de emergência na respetiva documentação, sendo que estes devem prevalecer.

A maioria dos empregadores, de um modo geral, já terá planos de emergência e pode ser possível abranger potenciais incidentes adversos decorrentes dos campos eletromagnéticos recorrendo às medidas existentes. Os planos de emergência podem incluir medidas de administração de primeiros socorros e um subsequente exame médico (ver capítulo 11 deste guia). Em qualquer caso, o nível de detalhe e a complexidade dos planos vai depender do risco. De um modo geral, é uma boa prática ensaiar planos de emergência para identificar deficiências e mantê-los bem presentes.

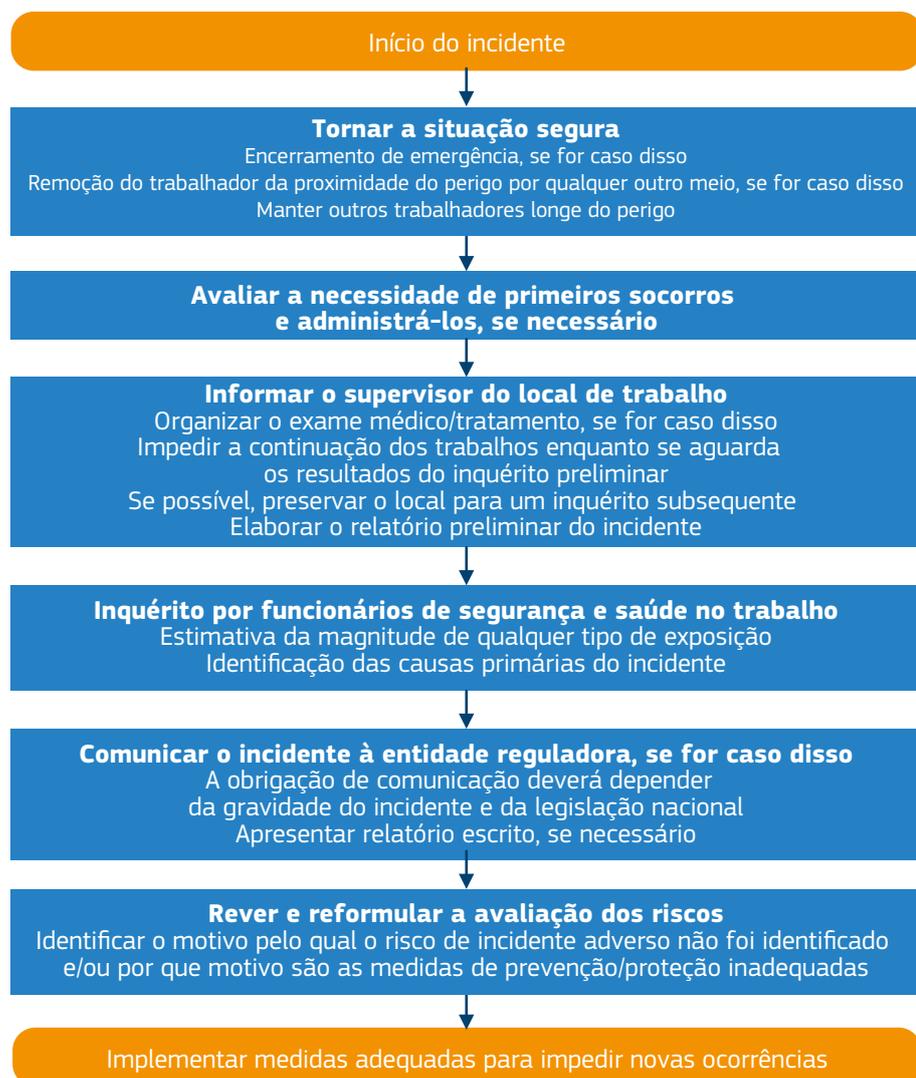
10.2. Resposta a incidentes adversos

A resposta a qualquer incidente adverso será inevitavelmente dinâmica e informada pela sua natureza e gravidade. A figura 10.1 ilustra uma sequência típica de eventos em resposta a um incidente. Nem todas as ações serão necessariamente adequadas para todos os incidentes adversos.

O relatório inicial de incidente adverso deve fornecer o máximo de informação possível a fim de auxiliar a investigação subsequente. O relatório inclui normalmente:

- uma descrição da natureza do incidente adverso;
- como é que ocorreu o incidente adverso;
- os pormenores de todos os funcionários envolvidos e as suas localizações durante o incidente adverso;
- pormenores de eventuais lesões sofridas;
- características da fonte de campos eletromagnéticos envolvida:
 - frequência,
 - potência,
 - tensões e correntes de funcionamento,
 - ciclo de funcionamento (se for caso disso).

Figura 10.1 — Sequência dos eventos numa resposta típica a um incidente



São fornecidas informações adicionais sobre a gestão da exposição incidental a campos de RF no relatório do Instituto Finlandês de Medicina do Trabalho (Alanko et al., 2014). Este inclui modelos de um relatório inicial de incidentes e um relatório técnico no apêndice.

11. RISCOS, SINTOMAS E VIGILÂNCIA DA SAÚDE

O artigo 8.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» está relacionado com a vigilância médica dos trabalhadores, que deve seguir os requisitos do artigo 14.º da Diretiva-Quadro. É natural que as disposições em matéria de vigilância da saúde relativas aos campos eletromagnéticos sejam adaptadas a partir de sistemas já implementados nos Estados-Membros. A conservação e a disponibilidade de registos de saúde devem estar em conformidade com a legislação e a prática nacionais.

11.1. Riscos e sintomas

Os efeitos da exposição aos campos eletromagnéticos encontram-se descritos resumidamente no capítulo 2, sendo dadas informações adicionais sobre efeitos na saúde no apêndice B. As exposições superiores aos valores-limite de exposição (VLE) podem provocar efeitos nos tecidos nervosos e nos músculos no caso dos campos de baixa frequência, ou aquecimento no caso dos campos de alta frequência. Tocar em objetos metálicos pode causar choques e queimaduras em ambas as gamas de frequência. De um modo geral, são necessários campos ou exposições muito acima dos níveis de ação (NA) ou dos VLE para que sejam produzidas lesões físicas. Os NA e os VLE integram uma margem de segurança, por isso, uma exposição única e breve pouco acima do limite pode não produzir consequências adversas.

11.1.1. Campos magnéticos estáticos (0 a 1 Hz) ⁽¹⁾

Os campos magnéticos estáticos com densidades de fluxo acima de 0,5 mT podem causar interferência em implantes médicos ativos, como estimuladores cardíacos e desfibrilhadores, ou com dispositivos médicos usados no corpo, como bombas infusoras de insulina. Essa interferência pode ter consequências muito graves.

A exposição a campos magnéticos estáticos bem acima dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde pode resultar em alterações no fluxo sanguíneo dos membros e/ou no ritmo cardíaco. Estes efeitos não são bem entendidos atualmente e podem não constituir um risco para a saúde.

A presença ou a movimentação em campos magnéticos estáticos fortes podem causar vertigens, náuseas e outros efeitos sensoriais. Podem ocorrer também alterações menos óbvias na atenção, concentração ou outras funções intelectuais, o que pode ter um impacto negativo no desempenho do trabalho e na segurança. É possível induzir estimulação dos nervos e contração involuntária dos músculos durante movimentos rápidos com uma exposição de todo o corpo acima de 8 T ou em situações que envolvam uma rápida alteração da densidade do fluxo. Estes efeitos são reversíveis, por isso os sintomas dificilmente se manterão após terminar a exposição.

⁽¹⁾ Cientificamente, os campos magnéticos estáticos têm uma frequência de 0 Hz, mas para efeitos da Diretiva «Campos eletromagnéticos» encontram-se definidos como tendo uma frequência de 0 a 1 Hz.

11.1.2. Campos magnéticos de baixa frequência (1 Hz a 10 MHz)

A exposição a campos de baixa frequência abaixo do nível de ação (NA) baixo pode causar interferência em o funcionamento normal dos implantes médicos ativos ou dispositivos médicos usados no corpo. Qualquer anomalia pode ter consequências potencialmente graves. A existência de implantes metálicos passivos pode resultar em zonas localizadas de campos elétricos mais fortes no corpo, ao passo que o próprio implante pode ser aquecido por indução, havendo possibilidade de lesão térmica.

O primeiro sinal de exposição excessiva noutros trabalhadores pode ocorrer quando o trabalhador comunica estar a ver imagens vagas e cintilantes (fosfenos) que podem distrair ou ser irritantes. Porém, a sensibilidade máxima ocorre a 16 Hz e as intensidades de campo muito elevadas devem produzir fosfenos noutras frequências, bem acima dos níveis normalmente encontrados pelos trabalhadores. Além disso, os trabalhadores podem ter sensações de náuseas ou vertigens e podem verificar-se alterações subtis no raciocínio, na resolução de problemas e na tomada de decisões durante a exposição, levando a efeitos prejudiciais para o desempenho do trabalho e para a segurança. No que respeita aos campos magnéticos estáticos, estes efeitos são reversíveis, por isso dificilmente se manterão após terminar a exposição.

Pode ocorrer estimulação dos nervos, levando a sensações de formigueiro ou dor, podendo também ocorrer espasmos ou outras contrações musculares e, em caso de campos externos muito fortes, pode mesmo levar a efeitos no coração (arritmia). Na prática, estes efeitos só são suscetíveis de ser produzidos por intensidades de campo bem acima das que são comumente encontradas nos locais de trabalho.

Além disso, ocorrerão efeitos de aquecimento em exposições próximas do limite superior desta gama de frequências (ver secção 11.1.4).

11.1.3. Campos elétricos de baixa frequência (1 Hz a 10 MHz)

Os campos elétricos de baixa frequência irão produzir nos tecidos nervosos e nos músculos efeitos similares aos produzidos pelos campos magnéticos. Porém, os primeiros indícios de campos elétricos fortes são provavelmente quando pequenos pelos do corpo começam a mexer-se ou a vibrar, ou quando os trabalhadores começam a sentir choques elétricos ao tocarem em objetos condutores e sem ligação à terra dentro do campo. A vibração de pelos pode distrair e ser irritante, e os choques elétricos podem ser enervantes, desagradáveis ou dolorosos consoante a intensidade do campo. Tocar em objetos em campos fortes também pode causar queimaduras.

11.1.4. Campos de alta frequência (100 kHz a 300 GHz)

A exposição a campos de alta frequência abaixo do nível de ação (NA) relevante pode causar interferência em o funcionamento normal de implantes médicos ativos ou de dispositivos médicos usados no corpo. Qualquer anomalia pode ter consequências potencialmente graves. Os implantes médicos passivos metálicos podem servir como antenas de absorção, resultando em aumentos locais da exposição dos tecidos a RF e em possíveis lesões.

O primeiro indício de exposição a campos de alta frequência pode ser a sensação de calor à medida que o trabalhador ou partes do seu corpo são aquecidos pelo campo. No entanto, nem sempre é este o caso e a sensação de calor não é um sinal de aviso fiável. É também possível «ouvir» campos constituídos por impulsos entre 300 kHz e 6 GHz, pelo que os trabalhadores expostos podem ouvir cliques, sinais sonoros ou ruídos de silvos.

Uma exposição prolongada de todo o corpo pode resultar num aumento da temperatura corporal. Um aumento da temperatura de apenas alguns graus pode conduzir a confusão mental, fadiga, dor de cabeça e outros sintomas de *stress* térmico. As cargas de trabalho físico elevadas e o trabalho em condições quentes e húmidas aumentarão a probabilidade de ocorrência destes efeitos. A gravidade dos sintomas depende também da condição física do trabalhador, de se este está desidratado ou não, e do vestuário que está a utilizar.

A exposição parcial do corpo pode levar a aquecimento localizado ou «pontos quentes» nos músculos e órgãos internos, e pode também causar queimaduras superficiais que aparecem logo após a exposição. São possíveis lesões internas sem queimaduras visíveis na pele. Uma forte sobre-exposição local pode provocar danos nos músculos e nos tecidos circundantes nos membros expostos (síndrome compartimental), que se desenvolvem instantaneamente ou, no máximo, em de poucos dias. Em termos gerais, a maioria dos tecidos pode tolerar aumentos de temperaturas durante períodos curtos sem sofrer danos, mas uma temperatura de 41 °C durante mais de 30 minutos causará danos.

Uma diminuição temporária da contagem de espermatozoides é possível devido a aquecimento substancial dos testículos, e o aquecimento pode aumentar o risco de aborto no início da gravidez.

É sabido que os olhos são sensíveis ao calor, e uma exposição muito alta, bem acima dos VLE, pode causar inflamação da esclerótica, da íris ou da conjuntiva. Os sintomas podem incluir vermelhidão, dor nos olhos, sensibilidade à luz e constrição pupilar. As cataratas (opacidades do cristalino) são raras, mas são um efeito tardio possível da exposição e podem demorar semanas ou meses a desenvolver-se após a exposição. Não existem relatos de efeitos ocorridos anos após a exposição.

Para os campos de frequência superiores (cerca de 6 GHz ou mais) a absorção de energia torna-se cada vez mais superficial. Estes campos serão absorvidos pela córnea mas as exposições bem acima dos VLE deverão causar queimaduras. A pele também irá absorver estes campos de alta frequência e em exposições suficientemente altas isto pode causar dor e queimaduras.

Os trabalhadores podem sofrer choques elétricos e queimaduras de contacto devido ao toque em antenas e ao contacto com objetos existentes no campo não ligados à terra, metálicos e grandes, tal como carros. Podem ocorrer efeitos similares quando um trabalhador sem ligação à terra toca num objeto metálico com ligação à terra. Estas queimaduras podem ser superficiais ou em profundidade no corpo. Os implantes metálicos, incluindo produtos de obturação dentária e *piercings* corporais (bem como joias e alguns pigmentos de tatuagens) podem concentrar o campo levando a aquecimento localizado e a queimaduras térmicas. Uma exposição elevada da mão pode resultar também em lesões dos nervos.

Relatos de casos de trabalhadores sobre-expostos sugerem que também se podem verificar outros sintomas. Estes incluem dores de cabeça, perturbações intestinais, letargia e sensações duradouras de «picadas» nos tecidos expostos.

As reações de *stress* podem estar associadas a uma sobre-exposição real ou suposta.

Quadro 11.1 — Efeitos e sintomas associados a exposição acima dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde

Campo	Frequência	Sintomas e efeitos possíveis
Campos magnéticos estáticos	0 a 1 Hz	Interferência em dispositivos médicos Náuseas e vertigens. Efeitos no fluxo sanguíneo, ritmo cardíaco, função cerebral (possíveis acima de 7 T) Estimulação dos nervos e contração dos músculos (movimentos rápidos)
Campos magnéticos de baixa frequência	1 Hz a 10 MHz	Interferência em dispositivos médicos Sensações visuais Estimulação dos nervos que resulta em sensações de formigamento ou dor Contrações musculares, arritmia cardíaca
Campos elétricos de baixa frequência	1 Hz a 10 MHz	Choque elétrico e queimadura superficial (toque de objetos)
Campos de alta frequência	100 kHz e superior	Interferência em dispositivos médicos Sensação de calor Stress térmico Choque elétrico e queimadura profunda (toque de objetos). Outras sintomas possíveis

Os campos intermédios (100 kHz a 10 MHz) vão produzir uma mistura de sintomas produzidos por frequências baixas e altas

11.2. Vigilância da saúde

Deve ser realizada vigilância regular da saúde dos trabalhadores se exigida pela legislação ou pela prática nacionais. Porém, na ausência de riscos ou sintomas conhecidos ligados a exposições a campos eletromagnéticos abaixo dos VLE, não existe uma base para exames médicos regulares. A vigilância pode ser justificada por outros motivos.

Os trabalhadores particularmente expostos devido a exposição a campos eletromagnéticos incluem as grávidas e os trabalhadores com implantes médicos ativos ou passivos, ou os que possuem dispositivos usados no corpo. Estes trabalhadores devem realizar consultas periódicas junto dos respetivos prestadores de cuidados médicos da medicina do trabalho de modo a garantir que compreendem totalmente quaisquer restrições adicionais a que possam estar sujeitos no respetivo ambiente de trabalho. Estas consultas darão também ao trabalhador uma oportunidade de comunicar quaisquer efeitos na saúde indesejáveis ou inesperados e de manter a situação sob análise.

Também pode ser adequado um exame médico para trabalhadores que sofrem um efeito na saúde indesejável ou inesperado.

11.3. Exame médico

As sobre-exposições acidentais que causam lesões ou danos devem ser tratadas da mesma forma que outros acidentes de trabalho, de acordo com a legislação e a prática nacionais.

Pode ser necessária atenção imediata de um profissional de saúde adequado se o trabalhador tiver sofrido choques e/ou queimaduras, se tiver dores ou se a sua temperatura tiver subido. Estes efeitos devem ser tratados do modo habitual, de acordo com os sistemas existentes no seu local de trabalho. Os trabalhadores que sofreram queimaduras ou choques devem ser acompanhados por um médico com conhecimentos adequados. Outros trabalhadores podem receber acompanhamento dos sintomas por parte do seu médico de família ou do médico de medicina do trabalho.

Não devem ser realizadas quaisquer investigações específicas após uma sobre-exposição a um campo eletromagnético. Por exemplo, não existe qualquer prova de que a exposição a campos eletromagnéticos cause alterações de parâmetros sanguíneos como a hematimetria, a ureia e os eletrólitos ou a função hepática. Porém, um exame oftalmológico pode ser adequado em caso de sobre-exposição a campos de alta frequência e será normalmente repetido no máximo três semanas após o primeiro exame médico preventivo. Normalmente, esse exame será efetuado por um oftalmologista.

11.4. Registos

Devem ser assegurados exames médicos a trabalhadores que tenham sofrido ou que se pense que sofreram exposições acima dos VLE. O trabalhador não deverá ter de pagar estes exames, e estes devem ser disponibilizados durante o horário de trabalho. A manutenção de registos deve ser efetuada em conformidade com a legislação e a prática nacionais.

Os registos devem conter um resumo das ações levadas a cabo, e estar num formato que possa ser consultado mais tarde, tendo em conta a confidencialidade. Cada trabalhador deve ter acesso aos seus próprios registos mediante pedido.

Os pormenores de uma sobre-exposição ou da suspeita de uma sobre-exposição devem ser registados assim que possível após o evento, quando disponíveis. Este registo deve incluir a intensidade e a duração da exposição, bem como a frequência do campo (para calcular a profundidade de penetração do campo no corpo). É igualmente importante determinar se a exposição foi de todo o corpo ou apenas de partes específicas do corpo, e se o trabalhador possuía um estimulador cardíaco ou qualquer outro dispositivo médico. São dados exemplos destes registos pelo Instituto Finlandês da Medicina do Trabalho no seu relatório sobre o trabalho em campos eletromagnéticos com um estimulador cardíaco (Alanko et al., 2013).

SECCÃO 5

MATERIAL DE REFERÊNCIA

APÊNDICE A

— NATUREZA DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Os campos eletromagnéticos com os quais estamos provavelmente mais familiarizados são os que ocorrem na natureza. Pensa-se que o campo magnético da Terra, que podemos detetar na superfície do planeta, é produzido pelas correntes elétricas geradas nas profundezas do núcleo de ferro fundido da Terra. Embora não entendamos completamente a sua origem, o modo como este campo interage com os materiais magnéticos utilizados em bússolas é usado há séculos na navegação. Da mesma forma, a carga elétrica gerada em tempestades resulta em tensões elevadas entre as nuvens e a superfície da Terra. Estas tensões resultam em campos elétricos entre as nuvens e a Terra que podem conduzir a grandes e rápidas descargas de corrente elétrica entre a nuvem e a Terra, que são conhecidas como relâmpagos.

Figura A1 — Fontes naturais de campos eletromagnéticos a) um compasso utilizado para detetar a direção do campo magnético estático da Terra e b) descargas de alta tensão entre a nuvem e a Terra, conhecidas como «relâmpago»



A.1. Descoberta do eletromagnetismo

Desde tempos imemoriais que as pessoas estão cientes dos efeitos da eletricidade estática e do magnetismo. Porém, os avanços no entendimento dos fenómenos eletromagnéticos começaram provavelmente com a descoberta de Luigi Galvani, em 1780, de que as pernas de rã podiam ser contraídas utilizando eletricidade produzida a partir de dois metais diferentes. Este princípio foi utilizado uma década mais tarde por Alessandro Volta na pilha voltaica.

As descobertas continuaram a acelerar na Europa e, em 1820, a associação entre correntes elétricas e campos magnéticos foi demonstrada por Hans Christian Oersted quando conseguiu desviar uma agulha num compasso utilizando um fio que transportava corrente elétrica. Andre Marie Ampere descobriu que os fios que transportam corrente produzem forças entre si e Michael Faraday estudou a indução magnética.

Alguns anos mais tarde, James Clerk Maxwell formulou a teoria do eletromagnetismo numa base matemática e publicou o seu Tratado sobre Eletricidade e Magnetismo, em 1873. As ideias de Maxwell sobre as ondas de eletromagnetismo ainda são utilizadas hoje em dia como a base da teoria do eletromagnetismo.

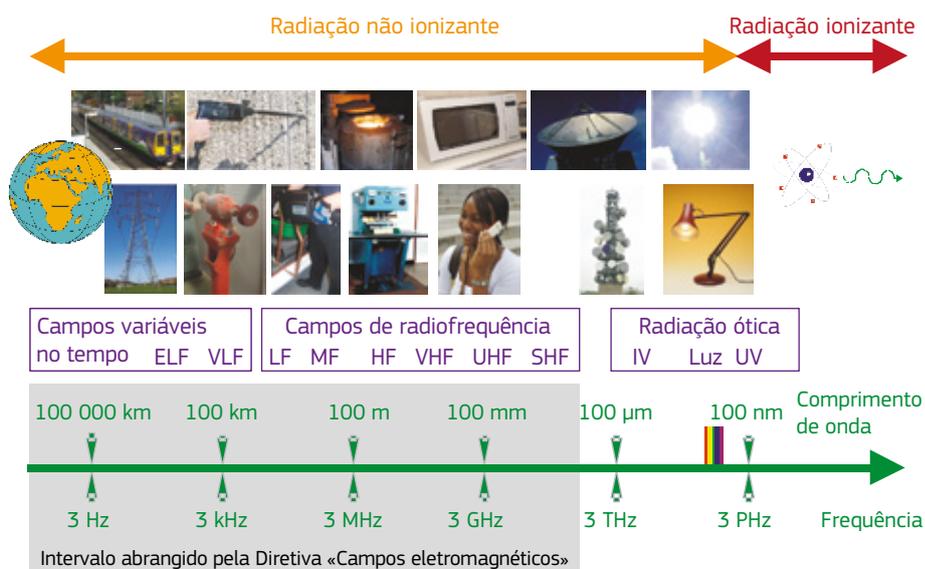
Heinrich Hertz confirmou as ideias de Maxwell ao produzir e detetar ondas eletromagnéticas em 1885 e, uma década mais tarde, Guglielmo Marconi utilizou esta descoberta para enviar mensagens de longa distância através de sinais de rádio. De forma importante no que respeita à produção de energia elétrica, Nikolai Tesla construiu o primeiro gerador de corrente alternada em 1892.

Os campos eletromagnéticos são atualmente muito frequentes no mundo moderno. É difícil imaginar uma sociedade moderna sem aparelhos elétricos. O século XX registou um enorme crescimento na utilização de energia elétrica para fins industriais e domésticos. Houve aumentos similares na transmissão de rádio e televisão, embora o final do século e o início do século XXI tenham assistido a uma revolução nas telecomunicações sendo agora generalizada a utilização de telemóveis e outros dispositivos sem fios. Os campos eletromagnéticos são amplamente usados em aplicações especializadas, como a radionavegação e as aplicações médicas.

A.2. O espectro eletromagnético

O espectro eletromagnético, tal como ilustrado na figura A2, abrange uma vasta gama de radiações com comprimentos de onda e com frequências diferentes. A relação entre a frequência e os comprimentos de onda encontra-se explicada no apêndice C. A parte deste espectro abrangida pela Diretiva «Campos eletromagnéticos» vai desde os campos estáticos (0 Hz) a campos eletromagnéticos variáveis no tempo com frequências até 300 GHz (0,3 THz). Dentro deste intervalo pode ser encontrada radiação normalmente designada por campos estáticos, campos variáveis no tempo e ondas de rádio (incluindo micro-ondas). Outras partes do espectro eletromagnético não abrangidas pela Diretiva «Campos eletromagnéticos» incluem a gama ótica (infravermelhos, visíveis e ultravioletas) e a gama ionizante. Estas partes são abrangidas pela Diretiva da radiação ótica artificial (2006/25/UE) e pela Diretiva das normas de segurança de base (2013/59/Euratom), respetivamente.

Figura A2 — O espectro eletromagnético

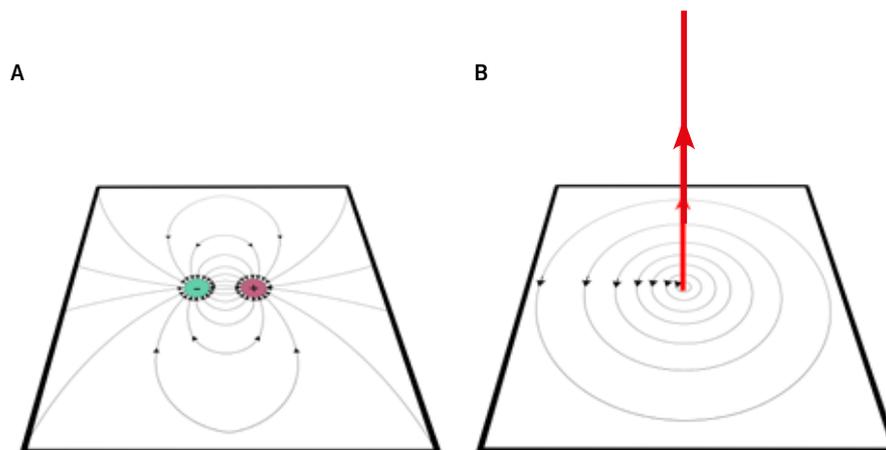


A radiação eletromagnética da gama de frequências abrangida pela Diretiva «Campos eletromagnéticos» não possui energia suficiente para remover eletrões dos átomos de um material e, por conseguinte, é classificada como não ionizante. Os raios X e os raios gama são radiações eletromagnéticas de alta energia capazes de retirar estes eletrões orbitais e são classificados, por conseguinte, como radiação ionizante.

A.3. Produção de campos eletromagnéticos

As cargas elétricas produzem um campo elétrico. Quando se deslocam, criando uma corrente elétrica, é também produzido um campo magnético. São os riscos para a saúde e para a segurança decorrentes destes campos elétricos e magnéticos, no âmbito do local de trabalho, que a Diretiva «Campos eletromagnéticos» procura abordar.

Figura A3 — Representações das linhas de campo à volta: (A) das cargas elétricas e (B) do fluxo de corrente elétrica, mostradas como uma linha vermelha



A produção de um campo magnético à volta de um ímã permanente deve-se à soma de todos os campos magnéticos produzidos pelo alinhamento do movimento dos eletrões no material. Num material não magnético, não existe esse alinhamento e, por isso, os ínfimos campos magnéticos produzidos à volta do átomo anulam-se.

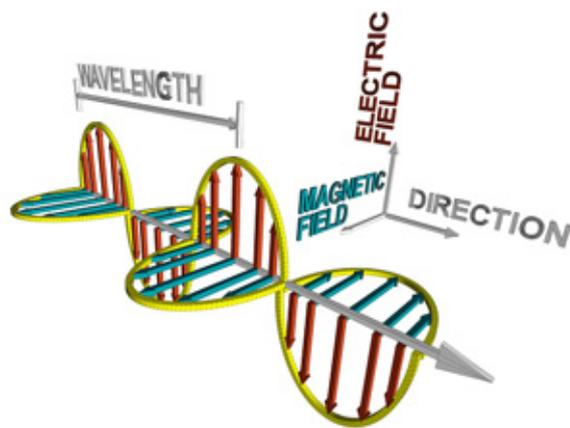
A.3.1. Campos variáveis no tempo

Se a carga elétrica de um objeto se alterar no tempo ou se o fluxo de carga (corrente) variar, então serão produzidos campos variáveis no tempo. A natureza dos campos variáveis no tempo é determinada pela frequência das oscilações. Nas baixas frequências, os campos elétricos e magnéticos podem ser vistos como independentes. À medida que a frequência se aproxima do intervalo de radiofrequência, os campos ficam mais estreitamente ligados: um campo elétrico variável no tempo induz um campo magnético e vice-versa. É esta interação entre os campos elétricos e magnéticos que permite que a radiação eletromagnética percorra longas distâncias.

A.3.2. Campos eletromagnéticos de radiação

A interação entre os campos elétricos e magnéticos nas radiofrequências permite que a energia irradie para longe do ponto de produção. No campo distante, os dois componentes, um campo elétrico e um campo magnético, oscilam em ângulos retos um em relação o outro e em ângulos retos na direção percorrida pela onda. Fazem-no a uma velocidade igual à velocidade da luz. A conceção do transmissor vai permitir que a radiação seja emitida em todas as direções ou se centre numa direção em particular.

Figura A4 — A radiação eletromagnética é constituída por um componente de campo magnético e elétrico, que oscila em ângulos retos entre si e que se deslocam à velocidade da luz



APÊNDICE B

— EFEITOS NA SAÚDE DECORRENTES DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

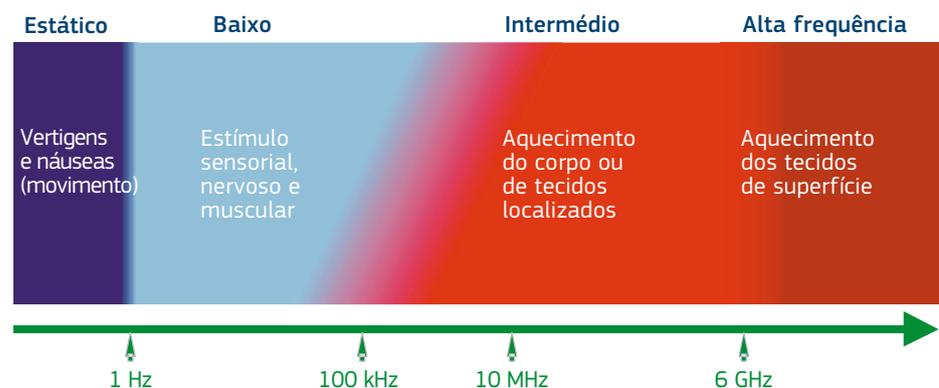
B.1. Introdução

A natureza de qualquer reação provocada pela exposição a um campo eletromagnético depende, principalmente, da frequência do campo aplicado. Tal deve-se ao facto de diferentes frequências interagirem com o corpo de modos diferentes, com a consequência de que os efeitos dos campos de baixa frequência não são os mesmos produzidos pelas frequências mais elevadas; os campos de baixa frequência causam estimulação dos nervos e dos músculos, enquanto os campos de alta frequência provocam aquecimento.

Com base na sua interação com as pessoas, os campos eletromagnéticos podem ser divididos em quatro amplos intervalos (figura B1): o intervalo de frequências de 0 a 1 Hz (campos estáticos); o de frequências de 1 Hz a 100 kHz (campos de baixa frequência); o de frequências de 100 kHz a 10 MHz (campos de frequência intermédia); e o intervalo de frequências superiores a 10 MHz (campos de alta frequência). Acima de alguns GHz, o aquecimento é cada vez mais limitado à superfície do corpo.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» considera que os efeitos que decorrem de ações no sistema nervoso são efeitos não térmicos ao passo que os efeitos de aquecimento que surgem em consequência da exposição a campos superiores a 100 kHz são efeitos térmicos.

Figura B1 — Representação esquemática do princípio de efeitos diretos dos campos eletromagnéticos que mostra os principais limiares de frequência utilizados para a definição dos valores-limite de exposição e dos níveis de ação da Diretiva «Campos eletromagnéticos»



A dimensão da reação a uma frequência determinada depende da intensidade do campo, sendo que os campos mais fracos produzem maioritariamente efeitos perceptivos ou sensoriais e os campos mais fortes produzem reações mais graves. Para que ocorra alguma reação, em qualquer frequência, é necessário ultrapassar um valor-limite de exposição.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» oferece proteção aos trabalhadores expostos através do estabelecimento de uma série de valores-limite de exposição (VLE). Para cada gama de frequências, existe um valor inferior para limitar os efeitos sensoriais e um valor superior para limitar os efeitos na saúde (ver quadro B1). Estes valores têm por base recomendações da Comissão Internacional de Radiações Não Ionizantes (ICNIRP) e apenas consideram os efeitos a curto prazo da exposição que têm por base mecanismos sólidos de interação biofísica.

Quadro B1 — Resumo dos efeitos sensoriais e para a saúde relevantes utilizados para limitar as exposições nos diferentes intervalos de frequência

Campo e frequência	Efeitos sensoriais	Efeitos na saúde
Campo magnético estático 0 a 1 Hz	Vertigens, náuseas, sabor metálico	Fluxo sanguíneo alterado nos membros, função cerebral alterada; Função cardíaca alterada
Campos de baixa frequência 1 Hz a 10 MHz	Fosfenos (percecionados como clarões de luz); (Pequena alteração na função cerebral 1 a 400 Hz)	Sensação de formigamento ou de dor (estimulação dos nervos) Contrações musculares Ritmo cardíaco perturbado
Campos de alta frequência 100 MHz a 6 GHz	Efeito de audição de micro-ondas (200 MHz a 6,5 GHz)	Aquecimento excessivo do corpo todo ou aquecimento ou queimaduras localizados
Campos de alta frequência 6 GHz a 300 GHz		Danos de aquecimento localizados nos olhos ou pele

Nota: Os efeitos dos campos de frequência intermédia (100 kHz a 10 MHz) são uma combinação dos efeitos de campos de baixa frequência e de campos de alta frequência.

Embora seja possível que uma exposição repetida e a longo prazo possa trazer alguns riscos ainda não identificados para a saúde, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» afirma que não aborda quaisquer efeitos presumíveis a longo prazo.

B.2. Campos magnéticos estáticos (0 a 1 Hz)

As pessoas em repouso, de um modo geral, não são afetadas por campos magnéticos estáticos, exceto talvez em casos de intensidades muito altas, em que podem existir efeitos para o coração ou para o cérebro (ver quadro B1). Porém, os efeitos são causados quando as pessoas se movem nestes campos. O movimento provoca a produção de campos elétricos em tecidos e estes podem afetar os tecidos nervosos. Alguns resultados recentes sugerem que estes efeitos podem também ocorrer enquanto a pessoa está imóvel. A magnitude dos campos elétricos induzidos depende dos gradientes temporais e espaciais.

Os órgãos de equilíbrio do ouvido são especialmente sensíveis, levando a sensações de tonturas (vertigens) quanto se caminha ou se move rapidamente a cabeça dentro no campo. A língua pode também ser afetada, através da produção de sensações de gosto, e náuseas e outros sintomas foram também comunicados num contexto de trabalho próximo de máquinas de ressonância magnética em funcionamento. Todos estes efeitos são passageiros e terminarão quando o movimento parar ou abrandar.

Não há provas de que as exposições causam qualquer deficiência permanente ou efeito adverso grave. Movimentar-se lentamente no campo vai ajudar a evitar estes efeitos, e limitar a densidade do fluxo magnético externo a 2 T vai proteger o trabalhador.

B.3. Campos de baixa frequência (1 Hz a 100 kHz)

B.3.1. Campos elétricos de baixa frequência

Os campos elétricos de baixa frequência exteriores ao corpo podem induzir campos elétricos nos tecidos do corpo. Porém, a superfície do corpo proporciona um elevado grau de blindagem, pelo que o campo induzido no corpo é muito inferior em magnitude ao campo externo.

Em princípio, os campos elétricos induzidos podem provocar efeitos similares aos dos campos induzidos pela exposição a campos magnéticos de baixa frequência (ver secção B3.2). No entanto, a consequência do efeito de blindagem é que o campo elétrico induzido é normalmente demasiado fraco para provocar efeitos adversos no caso dos campos elétricos externos que tipicamente se encontram no local de trabalho.

Além disso, os campos elétricos de baixa frequência produzem outro efeito que não se verifica no caso dos campos magnéticos. O trabalhador pode sentir uma sensação de picadas ou formigueiro na pele quando permanece num campo elétrico de intensidade suficiente; por vezes, tal pode ser sentido debaixo de uma linha de alta tensão num dia seco. Isso ocorre porque o campo elétrico de baixa frequência faz com que a superfície do corpo seja carregada, e esta carga elétrica provoca o movimento e a vibração dos pelos na pele (ao dobro da frequência do campo de baixa frequência). Sensações semelhantes também podem ser sentidas à medida que os pelos vibram contra o vestuário.

B.3.2. Campos magnéticos de baixa frequência

Os campos elétricos de baixa frequência irão induzir campos elétricos no corpo humano, o que pode causar estimulação dos órgãos dos sentidos, em valores inferiores do campo, ou estimulação dos nervos ou músculos (em especial, nos braços e pernas) em campos mais fortes. Os efeitos nos órgãos dos sentidos não são prejudiciais, mas podem ser irritantes ou distrair os trabalhadores, enquanto os efeitos nos campos mais fortes podem ser desagradáveis ou até dolorosos.

Tecidos diferentes têm sensibilidades máximas a diferentes frequências e, por isso, os efeitos sentidos também variam com a frequência.

Quadro B2 — Locais de interação e sensibilidade máxima para diferentes efeitos

Efeito	Local de interação	Sensibilidade máxima (Hz)
Sabor metálico	Recetores na língua	< 1Hz
Vertigens, náuseas Estímulo dos nervos e músculos	Ouvido interno (sistema vestibular) Campos elétricos induzidos por fluxo sanguíneo nos tecidos	< 0,1 Hz a 2 Hz
Fosfenos	Células da retina	~ 20 Hz
Sensação de dor e tátil Contração muscular induzida Efeitos no coração	Nervos periféricos Músculos e nervos periféricos Coração	~ 50 Hz

Os olhos afiguram-se muito sensíveis aos efeitos dos campos elétricos induzidos, e o efeito mais relatado da exposição são fosfenos, que são sensações visuais elusivas e cintilantes na periferia da visão (um efeito algo semelhante pode ser produzido ao massajar suavemente os olhos fechados). Limitar o campo elétrico induzido no sistema nervoso vai impedir estes efeitos e proporcionar proteção ao trabalhador.

No entanto, estes efeitos de carga de superfície não se limitam às pessoas, e quaisquer objetos metálicos ou condutores, tais como veículos ou vedações que não possuam ligação elétrica à terra, podem também ser carregados pelo campo elétrico. Qualquer pessoa que toque nestes objetos receberá um pequeno choque elétrico. Embora um choque possa ser surpreendente, receber choques de forma reiterada devido a toques no objeto pode tornar-se irritante ou algo mais grave. É também possível receber um choque quando alguém sem ligação à terra toca num objeto com ligação à terra. Para fornecer a proteção adequada, pode ser necessária formação específica das pessoas que trabalham nestas condições, bem como controlos adequados da ligação à terra dos objetos e dos trabalhadores, e ainda a utilização de calçado, luvas de isolamento e vestuário de proteção.

B.4. Campos de frequência intermédia

Os campos de frequência intermédia representam uma zona de transição entre campos de baixa frequência e campos de alta frequência. Existe uma alteração gradual nesta zona de efeitos no sistema nervoso para efeitos de aquecimento, sendo que os primeiros são dominantes a 100 kHz e os últimos a 10 MHz.



Mensagem principal: campos de frequência intermédia

Os campos de frequência intermédia são definidos neste guia como os campos com frequências entre 100 kHz e 10 MHz, que conseguem produzir efeitos não térmicos e efeitos térmicos.

Noutros locais, podem ser utilizadas outras definições de campos de frequência intermédia. Por exemplo, a Organização Mundial de Saúde define os campos de frequência intermédia como campos com frequências entre 300 Hz e 10 MHz.

B.5. Campos de alta frequência

A exposição de pessoas a campos com frequências acima dos 100 kHz provoca aquecimento através da absorção de energia. Consoante a situação, isso pode resultar no aquecimento de todo o corpo ou aquecimento localizado de parte do corpo, como os membros ou a cabeça.

Os adultos saudáveis conseguem normalmente regular a temperatura global dos seus corpos de forma muito eficaz, e manter o equilíbrio entre a produção de calor e os mecanismos de perda de calor. No entanto, os mecanismos normais de perda de calor podem não ser suficientes se a taxa à qual a energia é absorvida for demasiado elevada, o que faz com que um aumento gradual e constante da temperatura corporal de cerca de 1 °C ou superior cause um stress térmico. Não só isso terá um efeito negativo na capacidade de uma pessoa trabalhar de forma segura, como os aumentos prolongados de alguns graus ou mais da temperatura corporal central podem ser perigosos.

Limitar a taxa da energia absorvida (a taxa de absorção específica de energia, ou SAR) vai prevenir qualquer perturbação provocada pelo calor e fornecer proteção ao trabalhador. Uma vez que o aquecimento não é instantâneo, e que o corpo pode

gerir cargas de calor elevadas durante curtos períodos de tempo, a média dos valores-limite de exposição é calculada a intervalos de seis minutos. Isto permite também que os trabalhadores sejam expostos a valores de SAR superiores durante curtos períodos de tempo desde que a média não seja ultrapassada.

Além disso, os valores-limite de exposição são suficientemente acautelados para que não seja necessário ter em conta outros fatores que possam afetar a regulação da temperatura, como taxas elevadas de trabalho manual ou trabalho em condições quentes e húmidas.

Contudo, em muitas situações industriais a exposição não será uniforme, e a energia será absorvida apenas em determinadas zonas do corpo, como as mãos e os pulsos. Se o limite relativo a todo o corpo for aplicado nestas situações, então é possível que possam ocorrer danos térmicos nas zonas expostas (uma vez que a energia absorvida se concentraria numa massa de tecido bastante menor). Por conseguinte, são igualmente fornecidos na Diretiva «Campos eletromagnéticos» valores que limitam as exposições de partes do corpo.

Estes valores são definidos para impedir um aquecimento excessivo nas zonas do corpo sensíveis ao calor, que são (o cristalino dos) olhos e os testículos (nos homens). É também sabido que um feto em desenvolvimento é particularmente sensível aos efeitos da hipertermia na mãe e a trabalhadora grávida deve ser tratada como estando particularmente exposta.

Nas frequências mais elevadas, de 6 GHz para cima, os campos não penetram no corpo de forma significativa, e o aquecimento fica amplamente confinado à pele. A proteção é fornecida através da limitação da energia absorvida numa pequena área da pele.

Os campos de radiofrequência constituídos por impulsos podem dar origem a perceção sensorial na forma de «audição de micro-ondas». As pessoas com uma audição normal conseguem perceber campos modulados por impulsos com frequências entre cerca de 200 MHz e 6,5 GHz. Isto é geralmente descrito como um zumbido, um clique ou um estalido, consoante as características de modulação do campo. Para que o campo seja percebido, as durações dos impulsos têm de ser normalmente na ordem de algumas décimas de microssegundos.

Tal como acontece com os campos elétricos de baixa frequência, existe o risco de sofrer um choque ou uma queimadura quando alguém num campo de alta frequência toca num objeto condutor. Este risco é igualmente abordado pela Diretiva «Campos eletromagnéticos».

APÊNDICE C

— GRANDEZAS E UNIDADES DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Os riscos resultantes dos campos eletromagnéticos dependem principalmente da frequência e da intensidade do campo. A fim de avaliar o perigo colocado por um determinado campo eletromagnético, é necessário conseguir caracterizar o campo em termos de grandezas físicas estabelecidas. As grandezas utilizadas na Diretiva «Campos eletromagnéticos» são descritas nas secções abaixo.

As grandezas dos campos eletromagnéticos podem ser expressas de modos diferentes. Tal deve-se especialmente ao mostrador do instrumento de medição, em que o espaço é, por vezes, limitado. Familiarizar-se com as diversas formas que as unidades podem assumir vai permitir utilizar melhor as informações fornecidas. Seguem-se alguns exemplos.

- podem ser utilizados prefixos para alterar a escala da dimensão da unidade, pelo que 1 volt, 1 V, 1 000 mV e 1 000 000 μ V representam todos o mesmo valor. Os prefixos habitualmente utilizados encontram-se no quadro C1;
- a utilização de um expoente numérico ou potência após um número ou unidade denota a potência a que o valor foi elevado. Assim, por exemplo, m^2 equivale a metros quadrados e da sua utilização depende-se que está a ser medida uma área;
- as unidades podem ser expressas de modos diferentes. Por conseguinte, 100 volt por metro, 100 V/m, 100 $V \cdot m^{-1}$, 100 Vm^{-1} e 100 $V^{m^{-1}}$ representam todos o mesmo valor.

Quadro C1 — Prefixos utilizados com unidades SI

Nome	Símbolo	Fator de escala
Tera	T	10^{12} , ou 1 000 000 000 000
Giga	G	10^9 , ou 1 000 000 000
Mega	M	10^6 , ou 1 000 000
Kilo	k	10^3 , ou 1 000
Milli	m	10^{-3} , ou 0 001
Micro	μ	10^{-6} , ou 0 000 001
Nano	n	10^{-9} , ou 0 000 000 001



Mensagem principal: notação utilizada na Diretiva «Campos eletromagnéticos»

As unidades podem ser expressas em formatos diferentes. Na Diretiva «Campos eletromagnéticos», as unidades são expressas sob a forma de Vm^{-1} . Esta notação é também aplicada neste guia.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» rompe com a convenção científica utilizando uma vírgula para indicar um ponto decimal.

C.1. Frequência (f)

Os níveis de ação (NA) e os valores-limite de exposição (VLE) dados na Diretiva «Campos eletromagnéticos» são especificados de acordo com a frequência do campo eletromagnético. A frequência é normalmente representada pela letra f .

A frequência de um campo eletromagnético representa as vezes que o pico da onda eletromagnética passa num determinado ponto por segundo. Representa o número de oscilações por segundo e é uma propriedade fundamental de uma onda.

A unidade de frequência é o hertz, que é abreviado por Hz.

A frequência está intimamente relacionada para o comprimento de onda de um campo eletromagnético, representado pelo símbolo λ . O comprimento de onda é medido em metros, cuja abreviatura é m.

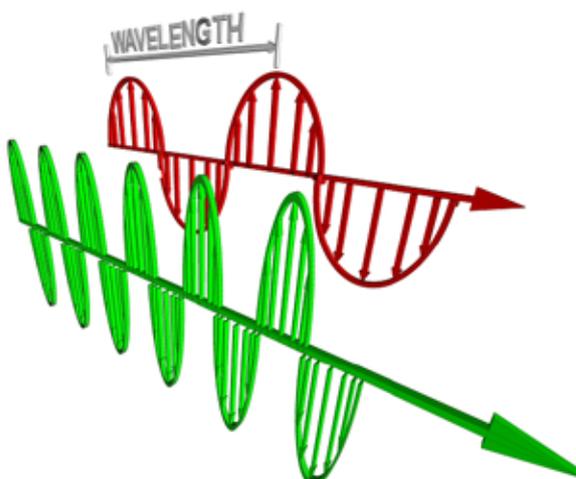
O número de picos de onda que passam num dado ponto num segundo depende do comprimento de onda, uma vez que todas as ondas eletromagnéticas se deslocam à mesma velocidade no vácuo. Por conseguinte, os campos com comprimentos de onda mais longos terão frequências mais baixas (figura C1).

A frequência está relacionada com o comprimento de onda através da fórmula

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

em que c é a velocidade da luz no vácuo ($3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$).

Figura C1 — Ondas eletromagnéticas com indicação do comprimento de onda. Uma onda com um comprimento de onda mais longo tem uma frequência menor (vermelho), ondas com um comprimento de onda mais curto têm uma frequência superior (verde)



C.2. Intensidade do campo elétrico (E)

A intensidade do campo elétrico num ponto de um campo elétrico é a força que atua numa carga de unidade positiva colocada nesse ponto. É uma grandeza vetorial e tem magnitude e direção. A intensidade do campo elétrico pode ser considerada análoga ao declive de uma colina. Quanto maior for o declive, mais forte será a força que leva os objetos a rolares colina abaixo. Para um campo elétrico, quanto maior for a intensidade do campo elétrico, maior será a força exercida sobre uma partícula carregada.

A intensidade do campo elétrico é normalmente representada pela letra E e é quantificada em volts por metro, abreviados por Vm^{-1} .

Os campos elétricos podem existir tanto dentro como fora do corpo. Os NA dos campos elétricos abaixo de 10 MHz e dos campos eletromagnéticos acima de 100 kHz são especificados em termos de intensidade externa do campo elétrico. Os VLE para efeitos não térmicos apresentados no anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos» são especificados em termos de intensidade interna do campo elétrico no interior do corpo.

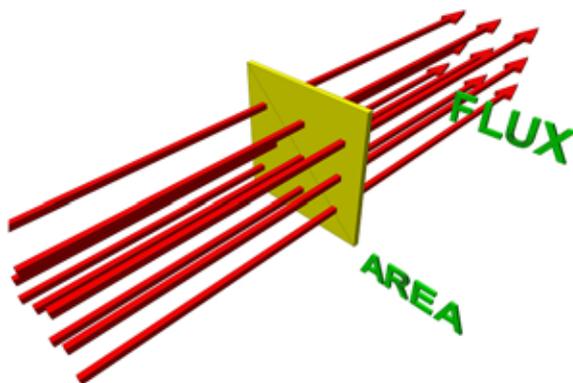
C.3. Densidade do fluxo magnético (B)

A densidade do fluxo magnético é uma medida do fluxo magnético que se desloca através de uma zona específica (figura C2). A densidade do fluxo magnético é maior se houver mais linhas de campo numa determinada zona, de modo a que a densidade das linhas de fluxo é elevada. A densidade do fluxo magnético resulta numa força que atua em cargas em movimento.

O fluxo magnético é uma medida da «quantidade de magnetismo». É uma grandeza escalar que tem em conta a intensidade e a extensão de um campo magnético.

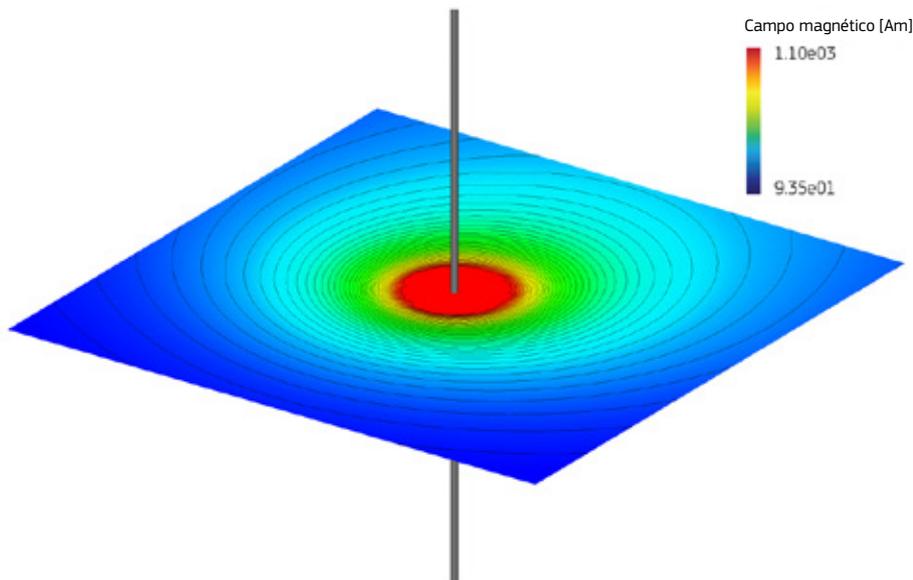
A densidade do fluxo magnético é normalmente representada pela letra B e é quantificada em unidades de tesla, abreviadas por T .

Figura C2 — O fluxo magnético (vermelho) que passa através de uma área definida (amarelo). A densidade do fluxo magnético representa a quantidade do fluxo magnético por unidade de superfície e é representada em tesla



Os VLE aplicáveis à exposição a campos entre 0 e 1 Hz são especificados em termos de densidade do fluxo magnético, tal como os NA para campos magnéticos entre 1 Hz e 10 MHz e para campos eletromagnéticos acima dos 100 kHz.

Figura C3 — A distribuição espacial da intensidade do campo magnético em torno de um cabo de 50 Hz com uma corrente de 70 A



C.4. Intensidade do campo magnético (H)

Tal como a densidade do fluxo magnético, a intensidade do campo magnético é uma medida da magnitude de um campo magnético. A intensidade do campo magnético é representada pela letra H e é quantificada em amp por metro (Am^{-1}). Embora a intensidade do campo magnético não seja utilizada no âmbito da Diretiva «Campos eletromagnéticos», é usada nas orientações da ICNIRP e muitos medidores de campos magnéticos fornecem resultados nesta grandeza.

No espaço livre, um valor da intensidade do campo magnético pode ser convertido numa densidade do fluxo magnético equivalente utilizando a equação:

$$B [\mu\text{T}] \approx H \times 1,25 [\text{Am}^{-1}]$$

Por isso, se H tem um valor de 800 Am^{-1}

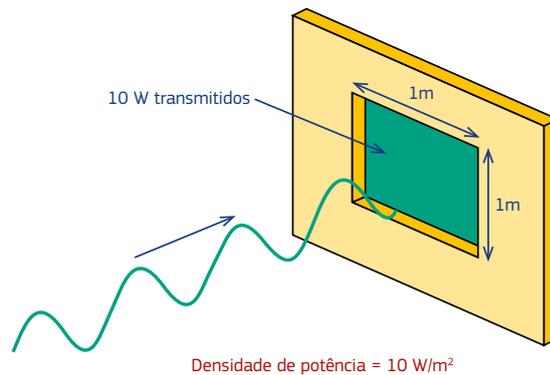
Então B é aproximadamente igual a $800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1\,000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$

C.5. Densidade de potência de radiofrequência (S)

Para frequências muito elevadas (superiores a 6 GHz), em que a profundidade de penetração no corpo é baixa, tanto os VLE como os NA são apresentados em termos de densidade de potência e têm o mesmo valor numérico. A densidade de potência é definida como a potência radiada, medida em watts, com incidência numa superfície, medida em metros quadrados. É representada pelo símbolo S e é expressa em watts por metro quadrado (Wm^{-2}).

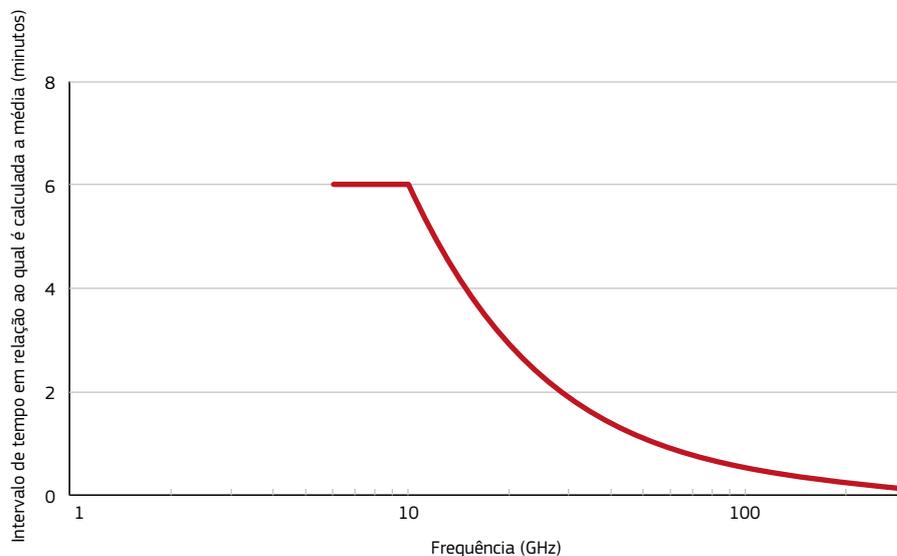
Ao comparar uma densidade de potência com os VLE e NA apropriados, esta pode ser calculada como a média numa superfície exposta de 20 cm^2 , com a ressalva de que a média da densidade de potência numa exposta de 1 cm^2 não deve ultrapassar 20 vezes os VLE ou os NA (ou seja, $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$).

Figura C4 — A densidade de potência é a potência radiada por unidade de superfície



A densidade de potência pode também ser calculada como média por períodos de tempo que dependem da frequência da radiação. A fórmula para este período de tempo consta das Notas A3-1 e B1-4 no anexo III da Diretiva «Campos eletromagnéticos» e é apresentada sob forma de gráfico na figura C5.

Figura C5 — Gráfico que mostra o modo como o intervalo de tempo em relação ao qual é calculada a densidade de potência depende da frequência



C.6. Taxa de absorção específica de energia (SAR)

A taxa de absorção específica de energia (SAR) é um meio de quantificar a taxa à qual uma unidade de massa de tecido no organismo absorve a energia da radiação eletromagnética. A taxa de absorção de energia está relacionada com os efeitos térmicos dos campos eletromagnéticos.

A taxa de absorção específica de energia é quantificada em watts por quilograma, abreviados por Wkg^{-1} .

A taxa de absorção de energia específica é útil para estimar as subidas da temperatura corporal central que resultam das exposições de todo o corpo. Nesta situação, a SAR

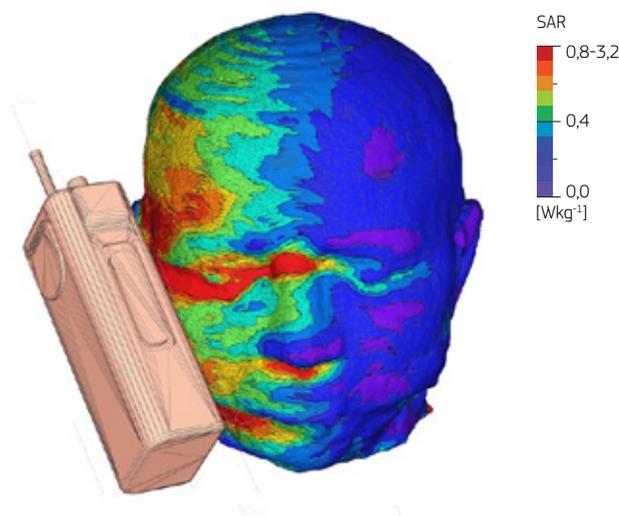
é a média na massa do corpo do trabalhador. A possibilidade de aquecimento do tecido e, por conseguinte, de efeitos adversos para a saúde aumentam à medida que a SAR aumenta. Para um trabalhador, a SAR média relativa a todo o corpo tende a atingir o seu máximo na frequência de ressonância do corpo do trabalhador. A frequência de ressonância depende do tamanho e da forma do corpo humano, bem como da sua orientação em relação ao campo eletromagnético incidente. Para um trabalhador de altura e massa médias, a ressonância ocorre a aproximadamente 65 MHz quando o trabalhador está isolado da ligação elétrica à terra e quando o campo incidente é polarizado verticalmente.

A SAR localizada é aplicável quando a absorção do campo eletromagnético incidente ocorre numa pequena zona do corpo, por exemplo, a cabeça quando exposta a um aparelho TETRA (figura C6). A média da SAR é calculada em 10 g de massa contígua ou ligada de tecido no corpo. A SAR de 10 g de massa contígua é uma representação mais exata da absorção localizada de energia e uma melhor medida da distribuição da SAR no corpo.

Quando os tecidos do corpo absorvem energia de um campo de radiação, leva algum tempo até os tecidos atingirem o equilíbrio térmico. Por este motivo, tanto a média da SAR relativa a todo o corpo como a média da SAR localizada são calculadas com base em intervalos específicos (seis minutos).

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para a exposição a campos eletromagnéticos de 100 kHz a 6 GHz são especificados em termos da SAR relativa a todo o corpo e da SAR localizada.

Figura C6 — A distribuição da taxa de absorção específica de energia (SAR) na cabeça resultante da exposição a um aparelho TETRA (Terrestrial Trunked Radio) de 380 MHz



C.7. Absorção específica de energia (SA)

A absorção específica de energia define-se como uma energia absorvida por unidade de massa de tecido biológico, expressa em joules por quilograma (Jkg^{-1}). Na Diretiva «Campos eletromagnéticos», é utilizada para estabelecer limites para os efeitos resultantes da radiação de micro-ondas constituídas por impulsos.

Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para a exposição a campos eletromagnéticos de 300 MHz a 6 GHz são apresentados na Diretiva em termos da SA localizada média em 10 g de tecido.

C.8. Corrente de contacto (IC)

O contacto com objetos condutores passivos em campos eletromagnéticos pode dar origem a correntes no corpo que podem resultar em choques e queimaduras ou aquecimento localizado. Foram definidos níveis de ação para limitar este efeito. As correntes de contacto são representadas por IC e são quantificadas em miliamperes (mA).

C.9. Corrente nos membros (IL)

A corrente induzida nos membros é a corrente elétrica descarregada para a terra através de uma pessoa sujeita a um campo elétrico mas que não está a tocar num objeto condutor. Pode ser medida colocando um medidor de bobina em forma de pinça à volta do membro (figura C7) ou medindo a corrente que flui para a terra. É representada por IL e quantificada em miliamperes (mA).

Figura C7 — Um conector de corrente a ser utilizado para medir a corrente nos membros aquando da utilização de um soldador dielétrico de 27 MHz



APÊNDICE D

— AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Este apêndice fornece aos empregadores uma panorâmica do processo de avaliação da exposição profissional no âmbito da Diretiva «Campos eletromagnéticos», incluindo considerações especiais que envolvem exposições a múltiplas frequências e não uniformes. A intenção não é a de definir protocolos de medição detalhados para a investigação de determinados elementos de equipamento ou de processos do local de trabalho. A seu tempo, o CENELEC e outros organismos de normalização irão elaborar normas técnicas para este efeito.

Os campos eletromagnéticos são agentes físicos complexos que variam no tempo e no espaço. Consoante a situação específica do local de trabalho, a exposição pode ser dominada pela parte elétrica ou pela parte magnética da onda. A onda pode oscilar numa certa frequência ou ser composta por muitas frequências com oscilações ou impulsos irregulares. A frequência e a amplitude podem também variar no tempo durante o ciclo de funcionamento.

Em determinadas situações industriais, será necessário efetuar medições para comparação com os níveis de ação (NA) da Diretiva «Campos eletromagnéticos» e será necessário, em algumas situações, utilizar técnicas de base computacional para avaliar a exposição em relação aos valores-limite de exposição (VLE) estipulados pela diretiva. De um modo geral, as metodologias de avaliação mais sofisticadas requerem mais tempo e são mais dispendiosas, mas fornecerão melhores estimativas da exposição que podem reduzir as margens de cumprimento.

Qualquer que seja a situação, a avaliação terá de ter em conta o pior cenário possível de exposição de modo a determinar se o local de trabalho cumpre ou não a Diretiva «Campos eletromagnéticos».

D.1. Avaliação da exposição — Princípios gerais

As figuras D1 (efeitos não térmicos) e D2 (efeitos térmicos), juntamente com as secções D1.1 a D1.3, ilustram uma possível abordagem à avaliação do cumprimento, que implica três fases principais. São necessárias diferentes abordagens para campos eletromagnéticos de baixa frequência e de alta frequência, de modo a ter em conta as diferentes maneiras como os campos afetam as pessoas.

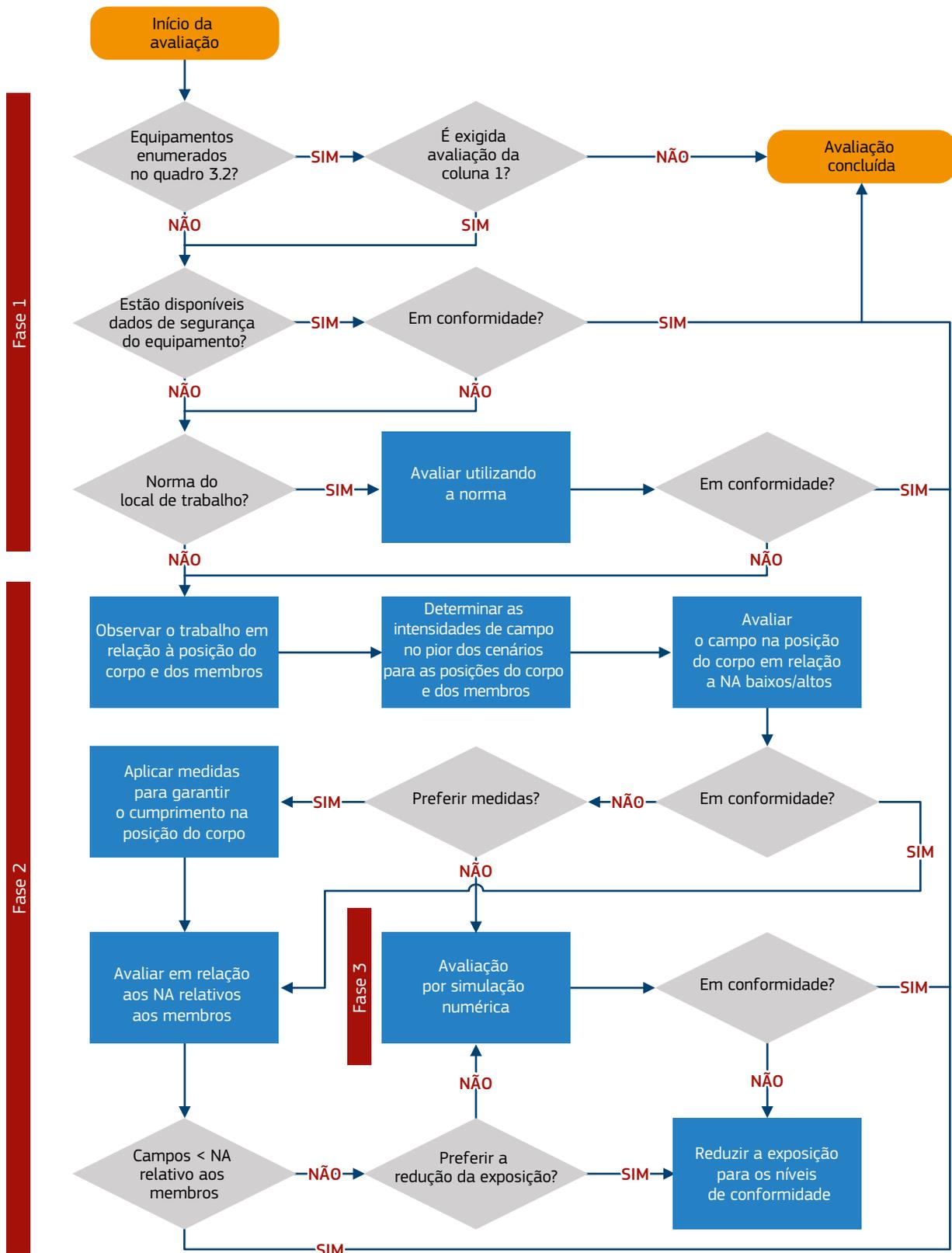
D.1.1. Fase 1 — Avaliação inicial

Para demonstrar o cumprimento da Diretiva «Campos eletromagnéticos», os empregadores podem utilizar dados dos fabricantes ou bases de dados de avaliações genéricas, se estas informações estiverem disponíveis. De um modo geral, isto deve permitir que os empregadores realizem avaliações internas, minimizando a necessidade de utilização de fontes especializadas de assistência, tais como organizações de segurança, empresas de consultoria e estabelecimentos de investigação.

O primeiro passo é identificar e enumerar todo o equipamento, situações e atividades existentes no local de trabalho que podem produzir campos eletromagnéticos. Em seguida, analisar quais destes estão em conformidade com a Diretiva «Campos eletromagnéticos» e quais requerem uma avaliação mais detalhada (fase 2 e/ou fase 3). Isso pode ser feito através de comparação com o quadro do capítulo 3.

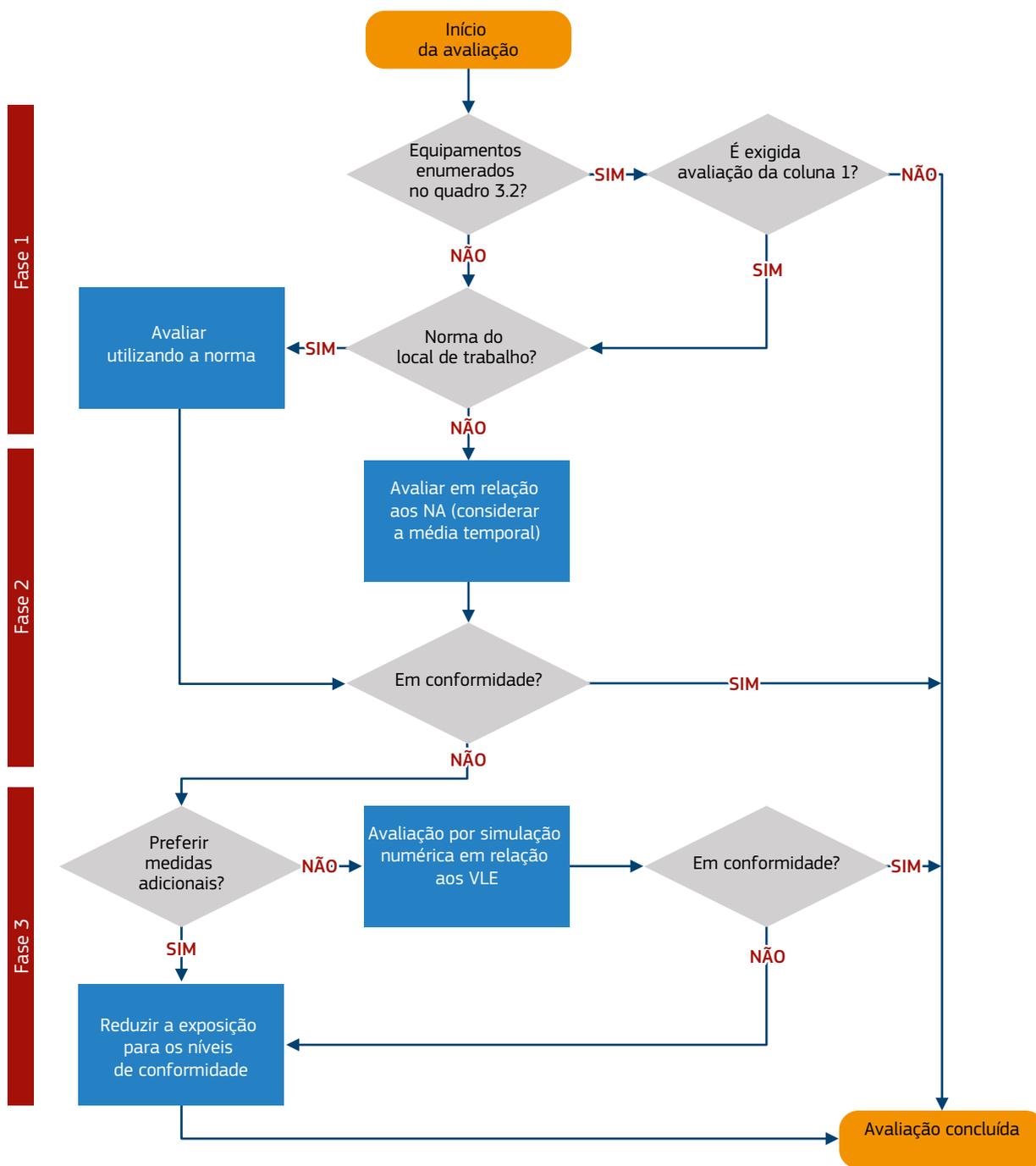
A maioria do equipamento, atividades e situações não exige uma avaliação da fase 2 ou da fase 3, uma vez que não haverá nenhum campo ou que os campos serão pouco intensos.

Figura D1 — Fluxograma que mostra as várias fases da avaliação dos campos eletromagnéticos no local de trabalho relativamente a efeitos não térmicos



N.B.: O fluxograma refere-se aos NA e VLE aplicáveis a efeitos não térmicos em conformidade com o anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos». A avaliação tem de ser efetuada em separado para os campos elétricos e magnéticos.

Figura D2 — Fluxograma que mostra as várias fases da avaliação dos campos eletromagnéticos no local de trabalho para efeitos térmicos



N.B.: O fluxograma refere-se aos efeitos térmicos tal como definidos no anexo III da Diretiva «Campos eletromagnéticos». A avaliação tem de ser efetuada em separado para os campos elétricos e magnéticos.

Os fabricantes de máquinas têm deveres específicos nos termos da Diretiva de máquinas (ver apêndice G) de fornecer informações sobre os campos potencialmente perigosos produzidos pelo seu equipamento. Porém, não existe qualquer requisito de os fabricantes de equipamento demonstrarem o cumprimento em relação à Diretiva CEM. No entanto, muitos fabricantes poderão reconhecer a vantagem comercial de fornecer as informações de que os seus clientes precisam para conseguirem demonstrar o cumprimento da Diretiva «Campos eletromagnéticos».

No futuro, é possível que sejam desenvolvidas normas cuja finalidade seja demonstrar o cumprimento da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Apesar de estas normas virem a ser mais informativas do que normativas, deverão fornecer uma base para as informações que os fabricantes irão fornecer. As informações fornecidas pelos fabricantes são habitualmente incluídas nos manuais entregues com o equipamento. Caso contrário, poderá ser necessário contactar o fabricante ou o fornecedor do equipamento para solicitar quaisquer informações disponíveis.

Para o equipamento ser considerado conforme com a fase 1, deve ser instalado, utilizado e mantido de acordo com as instruções do fabricante. Deve também ter-se em consideração se a situação de exposição pode ser diferente durante a manutenção/assistência/reparação, caso em que pode ser necessária uma avaliação da fase 2, mais detalhada.

Os locais de trabalho que são conformes com a fase 1 não precisam de outra avaliação para além da documentação das conclusões como parte da avaliação global dos riscos. Caso não se consiga demonstrar a conformidade do local de trabalho com a fase 1, será necessária uma avaliação da fase 2 e possivelmente de fase 3.

D.1.2. Fase 2 — Avaliação em relação aos níveis de ação

Certos tipos de equipamento, atividades e situações, tais como os que apresentam um «Sim» na coluna 1 do quadro 3.2, precisarão de uma avaliação mais detalhada. Tal pode ser possível utilizando informações disponibilizadas pelos fabricantes ou por outras fontes. No entanto, quando essas informações não se encontrem disponíveis de imediato, será então necessário analisar a conformidade utilizando técnicas de medição ou computacionais. De um modo geral, são utilizadas abordagens baseadas em medições para avaliar o cumprimento dos NA, ao passo que são necessárias técnicas de modelização numérica mais complexas para avaliar o cumprimento dos VLE.

D.1.2.1. Fase preparatória

Na preparação de uma avaliação da fase 2, considere primeiro o que é conhecido sobre o equipamento, atividade ou situação. Registe pormenores sobre o modo como o trabalho é desenvolvido e as informações fornecidas pelo fabricante ou pelo fornecedor, quando estas estiverem disponíveis.

A chave para determinar a abordagem correta de avaliação é um claro entendimento do modo como o trabalho é desenvolvido e um entendimento das características do equipamento que gera campos. Tal inclui normalmente informações sobre a frequência, a tensão, a potência e o ciclo de funcionamento.

- Verifique o guia de utilizador do fabricante, bem como as especificações técnicas fornecidas com o equipamento para se familiarizar com o equipamento e com o modo como deve ser utilizado.
- Considere o modo como o trabalho é desenvolvido e a posição do operador e de outros trabalhadores no local de trabalho. Considere também as posições dos trabalhadores durante os trabalhos de manutenção e de reparação, que podem exigir uma avaliação diferente.
- Considere quem estará presente na zona de trabalho; algumas funcionárias comunicaram estarem grávidas, algum funcionário tem um implante médico, ou um dispositivo médico usado no corpo?

D.1.2.2. Fase de medição de delimitação

Na maioria das situações será necessário efetuar medições de delimitação ou piloto no local de trabalho para investigar a natureza do campo a ser avaliado. Estas medições são efetuadas no início da análise e ajudam a determinar os tipos de medição e de instrumentos necessários para avaliar de forma adequada os campos. O quadro D1 dá alguns exemplos dos fatores a ter em conta durante a fase de delimitação.

Quadro D1 — Considerações para a fase de medição de delimitação da fase 2

Atributo dos campos eletromagnéticos	Exemplos de considerações	Implicações para a apreciação
Grandeza física relevante	O é campo elétrico, magnético, ou ambos?	Determina o tipo de instrumento necessário para efetuar as medições.
Frequência e amplitude	O campo varia como uma onda contínua numa frequência ou é uma forma de onda complexa composta por múltiplas frequências?	Determina o tipo de instrumento necessário para efetuar as medições. As formas de onda sinusoidais numa frequência em particular podem ser avaliadas utilizando instrumentos simples de banda larga e os resultados podem ser comparados diretamente com os NA. As formas de onda complexas podem exigir a aplicação de técnicas espectrais sofisticadas para identificar os vários componentes e análises complexas, tais como abordagens baseadas em valores quadráticos médios, máximos ou médias ponderados para comparação com os NA (ver secção D3).
Características espaciais	O campo varia em intensidade dentro do local relevante, caso em que a exposição pode ser não uniforme?	Considere o tamanho da sonda e o local e o número de medições. As medições têm de ser efetuadas de modo a captar os piores cenários de exposição (ver secção D2).
Características temporais	O campo varia em frequência e/ou intensidade durante o ciclo de funcionamento?	Determina os instrumentos necessários e o momento e a duração das medições. Podem estar disponíveis medidores de registos, caso em que a taxa de amostragem e o período de integração de uma medição têm de ser tidos em consideração. As medições têm de ser efetuadas de modo a captar os piores cenários de exposição. O desafio consiste em captar o campo durante tempo suficiente e a uma taxa de amostragem suficiente para obter o valor máximo do campo.

D.1.2.3. Grandeza física relevante

Nas baixas frequências, é necessário avaliar separadamente os campos elétrico e magnético. Muitos tipos de processos industriais utilizam equipamento de corrente elevada que produz campos magnéticos. Os campos elétricos fortes tendem a ser menos comuns no local de trabalho porque relativamente poucas aplicações utilizam altas tensões ou condutores abertos (sem blindagem). Os campos magnéticos são muito mais difíceis de blindar.

Também é importante estabelecer se a exposição ocorre no campo distante, num local distante da fonte ou na região do campo próximo. A fronteira entre o campo distante e o campo próximo é regida maioritariamente pelo comprimento de onda do campo e pelo tamanho da fonte. No campo distante existe uma relação simples entre os campos elétricos e magnéticos, determinada pela impedância de onda, assim, pode ser avaliado o campo elétrico ou o campo magnético para determinar a exposição global.

A relação entre os campos magnéticos e elétricos na região do campo próximo perto da fonte é muito menos fácil de prever na medida em que os campos podem variar consideravelmente em distâncias muito curtas, de tal forma que precisam de ser avaliados separadamente. As medições no campo próximo são, de um modo geral, difíceis de efetuar na medida em que os níveis do campo podem variar em distâncias muito curtas e o próprio sensor pode acoplar ao campo, o que irá afetar a medição. Em situações industriais que envolvem transmissão de energia e processos de aquecimento, a dimensão da fonte e a frequência do sinal justificam que os campos elétricos e magnéticos sejam avaliados em separado.

Pode não ser possível efetuar medições válidas no campo próximo, caso em que a via alternativa de ação é uma avaliação da fase 3, que se baseia na modelização numérica.

D.1.2.4. Variação espacial

É importante determinar, numa fase muito precoce da investigação, o modo como o campo é distribuído em relação à posição do trabalhador e o modo como o campo varia ao longo do posto de trabalho. A avaliação tem de ter em conta o sítio em que ocorre a intensidade máxima do campo em relação à posição do trabalhador e em muitas situações o campo enfraquecerá rapidamente com o aumento da distância relativamente à sua fonte.

Se o campo varia consideravelmente em distâncias muito curtas, deve ser tida em consideração a dimensão da sonda, uma vez que as sondas de grande dimensão podem originar leituras incorretas nestas situações. De igual modo, os níveis de ação relevantes para a exposição dos membros podem ser mais adequados em tais circunstâncias, em função da parte do corpo exposta, sendo eles menos restritivos do que outros níveis de ação.

Na secção D2 deste apêndice são abordadas as abordagens à média espacial e a demonstração do cumprimento em situações de exposição não uniforme.

D.1.2.5. Caracterização da forma de onda

Muitos campos eletromagnéticos encontrados no local de trabalho variam como uma onda contínua da mesma frequência, caso em que pode ser aplicada uma avaliação relativamente simples, que envolve instrumentos de banda larga consideravelmente simples. Alguns tipos de equipamento industrial produzem formas de onda complexas constituídas por uma gama de frequências e, nestas situações, é necessário utilizar instrumentos sofisticados, tais como um analisador de espetro ou instrumentos de captura de ondas, para conseguir uma amostra do sinal.

A secção D3 deste apêndice aborda em pormenor as avaliações que envolvem frequências múltiplas e formas de onda complexas.

D.1.2.6. Variação no tempo

É importante determinar o modo como a frequência e/ou a intensidade (amplitude) do campo variam no tempo. Nalgumas situações, o campo pode variar durante o ciclo de funcionamento, caso em que a avaliação terá de ter em conta as mudanças de intensidade do campo e de frequência e identificar o momento em que o pico do campo ou o campo máximo ocorrem.

As alterações temporais podem ser intencionais, como por exemplo o modo como os sinais são modulados para transportarem informações nos sistemas de telecomunicações, ou incidentais, por exemplo os sinais harmónicos produzidos

durante os processos de aquecimento por indução ou quando é utilizada retificação de CA ou comutação rápida de corrente para controlar a distribuição de energia a determinados tipos de equipamento industrial. É importante identificar sinais harmónicos quando estes ocorrem porque os NA e os VLE variam com a frequência. O modo como as exposições caracterizadas por frequências múltiplas devem ser tratadas na avaliação da exposição é debatido na secção D3.

Muitos instrumentos modernos têm capacidade de registo em que o campo pode ser registado em intervalos de amostragem predeterminados durante períodos de tempo até várias horas. A taxa de amostragem é selecionada tendo por base a rapidez com que o campo varia no tempo. Se a taxa de amostragem for demasiado lenta em relação à variação do campo, o nível máximo pode não ser registado, conduzindo a uma subestimação da exposição. O período de integração do instrumento, ou seja, o tempo que o medidor demora a processar e a registar o sinal, tem também de ser cuidadosamente considerado na medida em que pode ocorrer uma sobrestimação ou subestimação da exposição se o campo mudar rapidamente durante o período de integração. Os instrumentos mais modernos exigem um período de integração mínimo de um segundo, por isso, se o campo mudar mais rapidamente do que isto, é recomendável captar o sinal máximo ou a forma de onda completa.

D.1.2.7. Campos magnéticos estáticos

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» inclui VLE para campos magnéticos externos de 0 Hz a 1 Hz. A movimentação em campos magnéticos estáticos produz campos elétricos induzidos no interior do corpo, similares aos produzidos por campos de baixa frequência variáveis no tempo. A avaliação dos campos eletromagnéticos necessária nesta situação é descrita na secção D4.

D.1.2.8. Fase da análise principal

Aspetos de segurança das medições

Para além das considerações normais de segurança em contexto profissional, deve-se ter cuidado para que a pessoa que realiza as medições não fique exposta a campos eletromagnéticos que ultrapassam os NA ou os VLE e não fique exposta a riscos de efeitos indiretos. Uma boa prática é começar as medições a alguma distância da fonte dos campos. Isso garante que a pessoa que realiza a análise não ficará exposta a campos acima dos NA ou dos VLE e protege o instrumento de danos em campos fortes que podem ser encontrados perto de uma fonte forte.

Deve ter-se especial atenção em campos magnéticos estáticos de modo a evitar o risco de efeitos de projeção e em campos elétricos fortes os microchoques excessivos e as correntes de contacto devem ser evitados.

Deve ser efetuada antecipadamente uma avaliação dos riscos adequada e devem ser implementadas medidas de proteção e de prevenção adequadas. Estas medidas podem muito bem ser de natureza maioritariamente organizativa.

Abordagem da análise

Deve ser tida em devida consideração a determinação do local, hora e duração das medições. Deve começar-se normalmente por conversar com os trabalhadores para descobrir quais as tarefas que executam e passar algum tempo a observá-los a trabalhar para identificar posições apropriadas do corpo e dos membros para efeitos de medição. As avaliações devem ter em conta o leque de atividades normalmente realizadas, incluindo o funcionamento normal, a limpeza, a resolução de bloqueios, a manutenção e a assistência/reparação, caso estas sejam efetuadas por funcionários internos.

A abordagem mais comum a uma análise é a utilização de medições de pontos em determinadas zonas do local de trabalho ou em zonas específicas à volta das fontes de campos eletromagnéticos. Estas devem refletir as áreas ocupadas pelo trabalhador enquanto executa as suas funções, tal como descrito acima. Porém, deve ter-se em atenção que os NA especificados na Diretiva são valores na ausência de corpos, por isso o trabalhador não deve estar presente durante a medição efetiva (ver abaixo). Para ter em consideração qualquer possível variação no tempo do campo, os medidores de registos podem ser definidos para registar o campo em vários locais enquanto são efetuadas as medições de pontos.

É uma boa prática repetir as medições no mesmo local a intervalos diversos durante a avaliação para garantir que as medições são estáveis e os medidores estão a funcionar bem.

As medições dos campos elétricos são mais difíceis de efetuar do que as medições dos campos magnéticos, porque os campos elétricos são facilmente perturbados pelos objetos circundantes, incluindo pelo corpo humano. A Diretiva «Campos eletromagnéticos» define NA não perturbados, por isso deve ser tido cuidado para manter os corpos dos trabalhadores e daqueles que realizam a análise bem longe da sonda de medição (e a sonda bem longe de objetos metálicos) quando se efetuam essas medições.

Instrumentos

Para a avaliação ser válida, é importante que sejam utilizados os instrumentos adequados para efetuar as medições e isso depende da natureza dos campos eletromagnéticos sob avaliação. Devem ser tidas em atenção as especificações técnicas do instrumento, de modo a garantir que o mesmo é adequado para a medição do sinal relevante. Nalgumas situações, pode ser necessário medir os campos elétricos e os campos magnéticos. Se for sabido que a fonte opera em frequências acima de algumas dezenas de MHz e o operador se encontrar no campo distante, a intensidade do campo dos campos elétricos e magnéticos pode ser convertida entre campos com base no valor da impedância do espaço livre [$Z_0 = 377 \text{ Ohms } (\Omega)$]. Um outro requisito é que os instrumentos estejam calibrados de acordo com normas rastreáveis, de modo a garantir que estão a funcionar corretamente. Deve começar-se sempre uma análise com o instrumento configurado para o seu maior intervalo de medição, de modo a minimizar o risco de sobrecarregá-lo.

Os instrumentos com um sensor de eixo único apenas medirão um componente do campo, por conseguinte, ao utilizar este tipo de sensor é importante que o mesmo seja usado em três orientações ortogonais no local de medição, de modo a que o campo resultante possa ser calculado. Os instrumentos mais sofisticados possuem três sensores ortogonais que conseguem medir o campo resultante. Também é importante ter em consideração a dimensão da sonda, uma vez que esta tem de ser menor do que o volume ao longo do qual o campo varia. São dadas mais informações sobre as dimensões adequadas das sondas na norma IEC61786-1.

Muitos instrumentos modernos podem ser configurados para medir valores máximos ou valores quadráticos médios para comparação direta com os valores-limite estipulados pela Diretiva «Campos eletromagnéticos». Os NA da Diretiva «Campos eletromagnéticos» são normalmente apresentados como valores quadráticos médios. Porém, os dispositivos de medição de valores quadráticos médios podem não ser adequados para medir os campos produzidos por equipamento de soldadura por ponto ou de identificação por radiofrequência (IRF) nos casos em que o sinal pode ser constituído por impulsos e as variações dos campos são muito mais rápidas do que o intervalo de tempo em relação ao qual o instrumento calcula a média. Em situações que envolvam sinais complexos, são preferíveis avaliações da exposição através do máximo ponderado (ver secção D3).

Alguns dos principais fatores a considerar na seleção de instrumentos adequados encontram-se resumidos no quadro D2.

Quadro D2 — Fatores a ter em conta na seleção dos instrumentos adequados

Característica dos campos eletromagnéticos a avaliar	Requisitos do instrumento
Frequência	O instrumento deve ser capaz de responder a toda a gama de frequências do sinal sob avaliação.
Amplitude	O instrumento tem de ter um alcance dinâmico suficientemente grande para medir as intensidades de campo suscetíveis de ser detetadas.
Características de modulação	O instrumento deve ser capaz de detetar diferentes sistemas de modulação
Variação temporal/ciclo de funcionamento	Considerar a taxa de amostragem e o tempo de integração do instrumento e a duração do período de registo.
Variação espacial	A sonda tem de ser menor do que o volume ao longo do qual o campo varia.
Localização: Interior/ exterior/ambos Peso/durabilidade do instrumento	As análises exteriores, afastadas das principais fontes de alimentação, podem exigir uma duração suficiente da bateria. O instrumento é apropriado para análises no exterior?

Parâmetros do relatório

São apresentados no quadro D3 exemplos de parâmetros fundamentais a registar como parte da avaliação do local de trabalho.

Se a avaliação da fase 2 indicar que os campos ambientais ficam abaixo dos NA, o local de trabalho cumpre a Diretiva «Campos eletromagnéticos» e a avaliação pode ser concluída (figura D1).

Se os VLE ou os NA de campos estáticos forem suscetíveis de ser ultrapassados, o empregador terá de implementar medidas de prevenção ou de proteção adequadas.

Nas baixas frequências, se os NA baixos forem ultrapassados, então o empregador terá de realizar uma outra avaliação em relação aos NA altos. Se as medições ficarem abaixo dos NA altos, o empregador pode optar por implementar medidas de proteção ou de prevenção, incluindo a formação de trabalhadores, ou realizar a avaliação da fase 3 para demonstrar o cumprimento dos VLE sensoriais.

Quadro D3 — Exemplo de parâmetros a registar numa folha de análise

Parâmetro	Observação
Dia e hora da análise	Referência
Nome de contacto/Informações/estruturas do local	Referência
Local de trabalho avaliado	Pormenores sobre o equipamento existente, incluindo um resumo das especificações de funcionamento

Tarefa ou atividade do trabalhador avaliada	Operação de rotina, manutenção ou limpeza
Grandeza física relevante	Campo elétrico, campo magnético ou densidade de potência
Pormenores dos instrumentos de medição	Medidor de banda estreita ou de banda larga, resposta a frequências, gama dinâmica, taxa de amostragem, data de calibração e incerteza.
Estratégia de medição	Máximo/valor quadrático médio Resultante, x, y, z Medições de pontos ou alargadas Locais de recolha de amostras (incluir um esquema ou um mapa, se for caso disso) Taxa de amostragem

Se os campos medidos ultrapassarem os NA altos, então a extensão espacial do campo tem de ser considerada em relação à parte do corpo do trabalhador exposta e, conforme necessário, os campos devem ser comparados com os NA relativos aos membros. Se a exposição não for localizada, ou se a exposição localizada ultrapassar os NA relativos aos membros, o empregador tem duas opções. Pode aplicar medidas de proteção e/ou de prevenção ou avançar para a avaliação da fase 3 para avaliar o cumprimento dos VLE (ver secção D1.3).

Em altas frequências, se os campos ambientais ultrapassarem os NA, o empregador pode novamente optar por aplicar medidas de proteção e/ou prevenção, ou avançar para uma avaliação da fase 3.

Se os NA de corrente de contacto forem ultrapassados, então o empregador terá de aplicar as medidas de proteção ou de prevenção adequadas.

D.1.3. Fase 3 — Avaliação em relação aos valores-limite de exposição

D.1.3.1. Introdução

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» define VLE primordialmente destinados a restringir os campos elétricos induzidos e a taxa de absorção específica de energia (SAR) no corpo. Estas grandezas não são facilmente mensuráveis e, conseqüentemente, uma avaliação da fase 3 baseia-se normalmente em técnicas de modelização numérica sofisticadas para determinar o cumprimento dos VLE, embora estejam disponíveis algumas abordagens de medição.

Os NA fornecem estimativas conservadoras dos campos ambientais máximos aos quais todo o corpo de um trabalhador pode ser exposto sem ultrapassar os VLE relevantes. Se as medições indicarem que um NA é suscetível de ser ultrapassado numa situação de exposição em particular, pode ser necessário efetuar uma avaliação dosimétrica para determinar o cumprimento dos VLE.

As simulações numéricas podem ser utilizadas para avaliar se os campos eletromagnéticos produzidos por um dispositivo terão como resultado a superação dos VLE. As simulações e a aplicação de dosimetria computacional fazem a ligação entre os NA (campos eletromagnéticos não perturbados medidos externamente) e os VLE (grandezas de dose modeladas que representam a interação entre o campo eletromagnético e o corpo humano). Estas simulações são utilizadas para converter os valores dos campos eletromagnéticos, medidos na ausência do corpo, para grandezas de dose no corpo.

As grandezas de dose incluídas nos VLE incluem as intensidades dos campos eletromagnéticos induzidos, a taxa de absorção específica de energia (SAR) específica, e a densidade de potência. Os efeitos na saúde e, por conseguinte, as grandezas de dose dependem da frequência do campo incidente. Nas baixas frequências, a diretiva especifica os VLE em termos de intensidades dos campos eletromagnéticos induzidos, ao passo que nas altas frequências é utilizada a SAR e as densidades de potência (quadro D4).

Quadro D4 — Potenciais efeitos adversos biológicos, grandezas de VLE e NA

Frequência	Potenciais efeitos adversos biológicos	Grandeza de dose do VLE (numericamente simulada)	Grandeza de exposição do NA (medida normalmente)
1 Hz a 10 MHz	Efeitos no sistema nervoso central (SNC) e no sistema nervoso periférico (SNP)	Campos eletromagnéticos induzidos em tecidos estimulados em V/m	Intensidade do campo elétrico, densidade do fluxo magnético, correntes induzidas e de contacto
100 kHz a 6 GHz	Aquecimento dos tecidos	SAR em W/kg SA em J/kg	(intensidade do campo elétrico) ² , (densidade do fluxo magnético) ² , correntes induzidas e de contacto
6 GHz a 300 GHz	Aquecimento da superfície	Densidade de potência em W/m ²	(intensidade do campo elétrico) ² , (densidade do fluxo magnético) ² e densidade de potência

D.1.3.2. Interações dos campos eletromagnéticos com tecidos humanos

Campos de baixa frequência

Nas baixas frequências, os campos elétricos e magnéticos podem ser considerados não acoplados (a aproximação quasi estática) e, por conseguinte, podem ser tratados em separado.

Campos elétricos externos

O corpo humano irá perturbar de forma significativa um campo elétrico incidente de baixa frequência. Na maioria das situações de exposição, o campo elétrico externo está verticalmente orientado em relação à terra. O corpo humano é um bom condutor em baixas frequências e os campos elétricos internos induzidos no corpo são de dimensão muito menor do que o campo de aplicação externa.

A distribuição das cargas induzidas na superfície do corpo resultante da exposição a um campo elétrico externo não é uniforme. O resultado é uma orientação maioritariamente vertical das correntes internas induzidas no corpo. Outro fator que influencia fortemente a magnitude e a distribuição espacial dos campos elétricos induzidos no corpo é o contacto entre o humano e a ligação elétrica à terra. Os campos elétricos internos mais elevados são induzidos quando o corpo se encontra em contacto perfeito com a terra através de ambos os pés. Quanto mais isolado o corpo estiver da ligação elétrica à terra, menores serão os campos elétricos induzidos nos tecidos. É por este motivo que utilizar calçado de trabalho com isolamento pode, nalgumas circunstâncias, fornecer uma certa proteção contra os efeitos dos campos de baixa frequência.

Campo magnético externo

Contrariamente aos campos elétricos aplicados, o corpo humano não perturba um campo magnético aplicado. O campo magnético no tecido humano é o mesmo que o campo magnético externo. Tal deve-se ao facto de a permeabilidade magnética dos tecidos ser a mesma da do ar. Podem estar presentes no tecido materiais magnéticos (a magnetite,

por exemplo); no entanto, está-lo-ão em tão pequenas quantidades que, para efeitos práticos, podem ser ignorados.

A principal interação de um campo magnético externo com o corpo é o fluxo de corrente associado à indução Faraday em tecido humano condutor. Nos tecidos heterogêneos compostos por diferentes zonas de condutividade, as correntes fluem também nas interfaces entre estas zonas.

Campos de alta frequência

Nas altas frequências, o corpo humano pode ser considerado como uma antena de condução imperfeita. Os campos elétricos e as correntes serão induzidos nos tecidos do corpo. Se o corpo estiver de pé num plano de massa, as correntes induzidas irão fluir verticalmente pelo corpo e através dos pés para a terra. Os campos elétricos induzidos e as correntes irão originar efeitos térmicos nos tecidos humanos, quer a nível local quer em todo o corpo. A magnitude e a distribuição espacial destes campos elétricos induzidos dependem muito da configuração da exposição e da frequência.

O corpo tem uma frequência de ressonância natural relacionada com a sua altura. Os campos eletromagnéticos de radiofrequência são absorvidos de forma mais eficaz a frequências próximas desta frequência ressonante. Em frequências inferiores a cerca de 1 MHz, o corpo humano absorve muito pouca energia de RF. Ocorre uma absorção significativa na frequência ressonante de 60 a 80 MHz quando isolada e a 30 a 40 MHz quando o corpo humano tem ligação á terra. Além disso, partes do corpo podem também ser ressonantes. A cabeça de um adulto é ressonante a cerca de 400 MHz. Se o corpo adotar uma posição sentada, as partes superior e inferior do corpo podem ter as suas próprias frequências de ressonância. Por conseguinte, a frequência à qual é absorvido o montante máximo de energia de RF depende da dimensão e da postura do corpo. De um modo geral, ocorre menos aquecimento por RF à medida que a frequência ultrapassa a zona de ressonância. Porém, o aquecimento a frequências mais elevadas tende a ser mais concentrado na superfície do corpo à medida que a profundidade de penetração do campo incidente diminui.

D.1.3.3. Valores-limite de exposição

Os VLE representam grandezas de dose no interior do corpo destinadas a proteger contra efeitos adversos para a saúde decorrentes da exposição humana a campos eletromagnéticos. Os VLE aplicados dependem da frequência do campo sob análise.

Baixa frequência

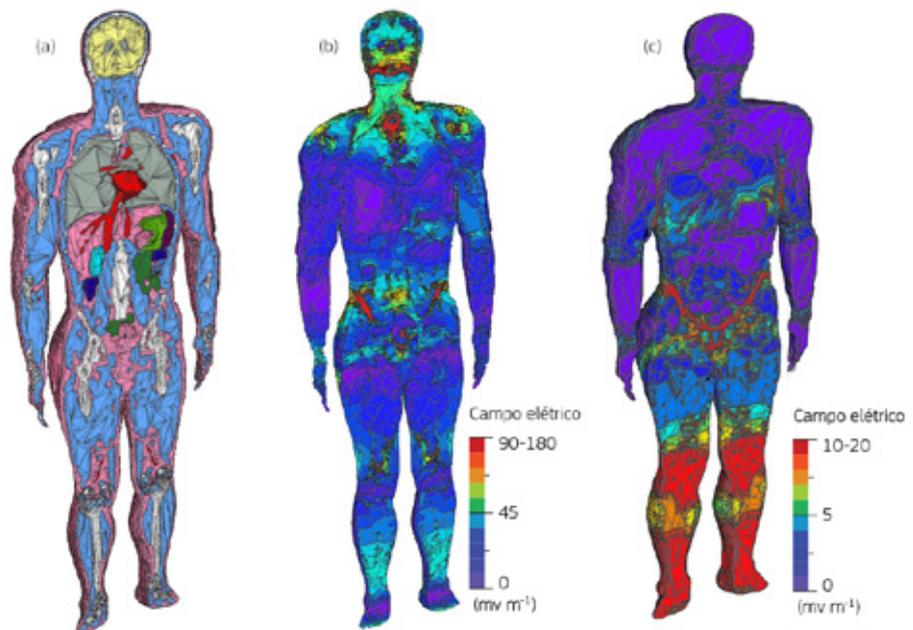
Nas baixas frequências (1 Hz a 10 MHz), a grandeza dosimétrica primária é o campo elétrico interno induzido no corpo humano. Tal deve-se ao fato de os limiares da estimulação do tecido nervoso humano serem definidos pela magnitude e pela variação espacial destes campos elétricos internos. O campo elétrico induzido é expresso em Volts por metro (Vm^{-1}).

No caso da exposição a campos elétricos de baixa frequência, são produzidos no corpo campos elétricos internos que perturbam de forma significativa o campo incidente. São induzidas na superfície do corpo cargas não uniformes a partir do campo elétrico externo, e são criados campos elétricos internos no corpo, o que pode gerar correntes no corpo.

Relativamente a campos magnéticos de baixa frequência, são produzidos campos elétricos internos pelo campo magnético, o que induz um campo elétrico e correntes associadas no tecido humano. São também produzidos campos por correntes que fluem entre zonas do corpo de diferente condutividade do tecido. A figura D3 mostra o modo

como estes campos elétricos induzidos são absorvidos no corpo devido à exposição a campos externos magnéticos e elétricos de baixa frequência.

Figura D3 — Exposição de baixa frequência: Imagens de corte do corpo humano que mostram (a) órgãos internos no corpo (b) campos elétricos internos produzidos devido à exposição a um campo magnético externo de baixa frequência e (c) campos elétricos internos decorrentes da exposição a um campo elétrico externo de baixa frequência

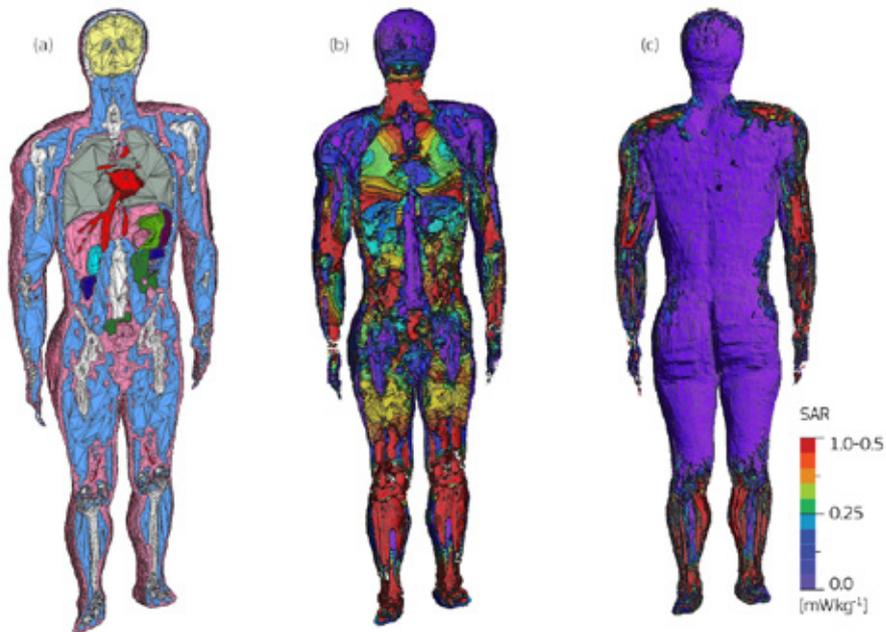


Alta frequência

Nas altas frequências (100 kHz a 300 GHz), a principal medida dosimétrica da absorção do campo eletromagnético é a taxa de absorção específica de energia (SAR). Isso deve-se ao facto de os efeitos biológicos adversos dominantes decorrentes da exposição a campos eletromagnéticos serem causados nestas frequências.

A SAR pode ser definida como a potência absorvida por unidade de massa. É expressa em watts por quilograma (Wkg⁻¹). É utilizada como grandeza de dose na Diretiva «Campos eletromagnéticos» uma vez que está estreitamente relacionada com o aumento da temperatura no tecido humano. A figura D4 mostra o modo como a SAR é distribuída no corpo humano quando este é exposto a um campo eletromagnético de alta frequência.

Figura D4 — Exposição a uma frequência elevada: Imagens de corte do corpo humano que mostram (a) órgãos internos no corpo (b) a SAR produzida em tecidos devido à exposição a um campo eletromagnético de 40 MHz e (c) a SAR produzida em tecidos devido à exposição a um campo eletromagnético de 2 GHz



As grandezas de dose internas (campos eletromagnéticos e SAR) utilizadas para definir os VLE não podem ser avaliadas de forma precisa pela medição, uma vez que as intensidades dos campos no corpo humano não podem ser medidas de forma não invasiva. As grandezas de dose de VLE foram medidas em animais, no entanto, os dados são limitados e a precisão dessas medições é relativamente fraca. Além disso, a extrapolação dos estudos em animais para os humanos não pode ser aplicada diretamente devido a diferenças psicológicas existentes em muitos domínios entre as espécies. As simulações numéricas da absorção eletromagnética humana, por conseguinte, o cumprimento dos VLE da Diretiva «Campos eletromagnéticos», permitem a investigação direta das grandezas de dose internas.

D.1.3.4. Avaliação do cumprimento dos VLE

Para calcular as grandezas de dose no corpo necessárias para comparação com os VLE, são necessários: uma representação do corpo humano, um método numérico capaz de modelar a interação do campo eletromagnético com tecidos biológicos e uma representação da fonte do campo eletromagnético.

Modelo humano

O corpo humano pode ser considerado como uma antena recetora quando exposto a campos eletromagnéticos. Por conseguinte, as propriedades anatómicas, geométricas e elétricas do corpo são extremamente importantes quando se avalia o cumprimento dos VLE.

Tradicionalmente, estruturas simples homogêneas como esferas, esferoides, cilindros, discos e cubos, foram utilizadas para substituir o corpo na avaliação de grandezas de dose internas. Para estas formas homogêneas, é utilizado um único valor de condutividade e permitividade, que representa um valor médio em todo o corpo

e que normalmente não depende da frequência. A utilização dessas estruturas simples facilita a simulação numérica da exposição aos campos eletromagnéticos. Porém, os resultados desses procedimentos são resultados imprecisos que sobrestimam de forma significativa a exposição efetiva.

Figura D5 — Modelo humano: Um exemplo de um modelo masculino, heterogéneo, anatomicamente realista. São indicados o esqueleto e os órgãos internos (à esquerda), a camada dos músculos (centro) e a camada da pele (direita)



Recomenda-se que sejam usados modelos heterogéneos e anatomicamente realistas do corpo humano para a avaliação da exposição aos campos eletromagnéticos. Atualmente, diversas organizações já desenvolveram uma série de modelos heterogéneos do corpo humano (masculinos, femininos, grávidas, com postura, etc.) com anatomia realista e com identificação de diversos tecidos. Devido ao investimento necessário para produzir este tipo de modelo, existe normalmente um custo associado à sua utilização. Além disso, existirá inevitavelmente uma diferença entre os diversos modelos disponíveis, por isso é possível que produzam resultados ligeiramente diferentes.

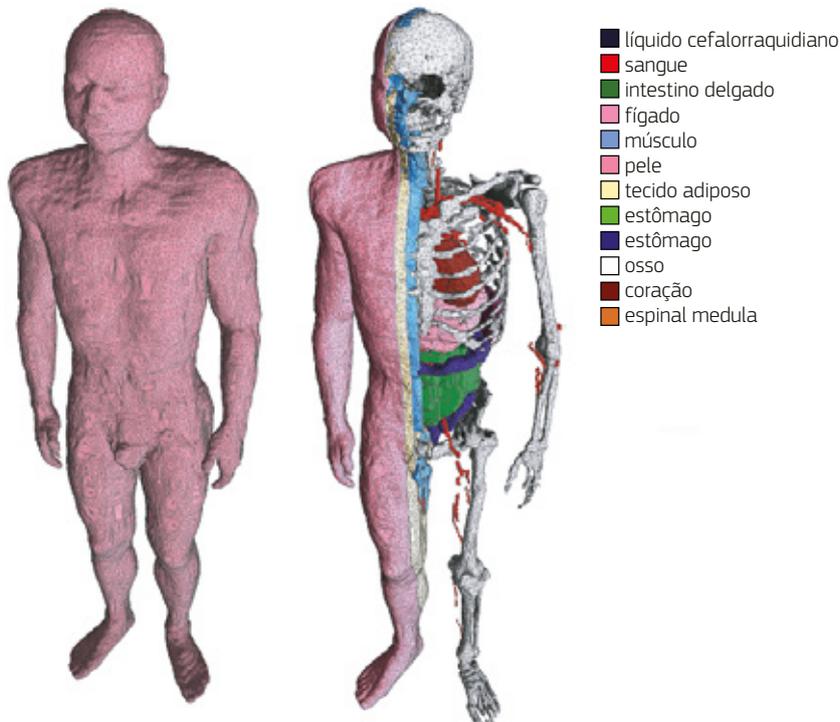
Os modelos anatomicamente realistas tendem a ser desenvolvidos através de segmentação informática de dados obtidos a partir de imagens de ressonância magnética do corpo em tipos diferentes de tecidos. Existe um cuidado especial no sentido de tornar estes modelos anatomicamente realistas. Exemplos de um modelo adulto masculino heterogéneo são mostrados nas figuras D5 e D6. É comum estes modelos serem compostos por mais de 30 tecidos e órgãos distintos. O modelo pode ser baseado em voxels (volume-pixel) ou baseado na superfície.

Quando é utilizado em simulações que aplicam um método numérico, tal como o da diferença finita no domínio do tempo, o modelo de corpo humano é normalmente representado por células cúbicas (voxels) de 1 a 2 mm de dimensão. É atribuído aos voxels um valor de condutividade e de permitividade com base nos valores medidos para diversos órgãos e tecidos.

Para calcular as grandezas de dose nos modelos humanos mostrados, as propriedades dielétricas dos tecidos que compõem estes modelos têm de ser especificadas. Se se presumir que os diferentes tecidos são amplamente homogéneos, as propriedades elétricas podem ser descritas através de dois parâmetros — condutividade (σ)

e permitividade (ϵ). No que se refere aos tecidos biológicos, estas propriedades variam com a frequência. Em geral, a condutividade de um tecido irá aumentar e a permitividade diminuirá à medida que a frequência aumenta.

Figura D6 — Modelo humano: imagem de corte de um modelo humano heterogéneo que mostra os tipos de tecido selecionados



As propriedades dielétricas diferem grandemente consoante o tecido específico (ver <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Os tecidos com uma elevada percentagem de água, como por exemplo os fluidos corporais, revelam quase nenhuma dependência da frequência em relação a frequências abaixo de 100 kHz. A percentagem de água ou fluido existente no tecido humano tem impacto nas propriedades dielétricas exibidas e no modo estas se alteram com a frequência. Por conseguinte, os tecidos que exibem um comportamento similar quando expostos a campos eletromagnéticos podem ser agrupados consoante o respetivo teor de água. Por exemplo, o sangue e o líquido cefalorraquidiano têm um elevado teor de água e conduzem correntes relativamente bem. Os pulmões, a pele e o tecido adiposo são relativamente maus condutores, ao passo que o fígado, o baço e os músculos têm uma condutividade intermédia.

Métodos numéricos

Foram utilizados vários métodos numéricos para avaliar a absorção dos campos eletromagnéticos em modelos humanos heterogéneos, anatomicamente realistas. Os métodos numéricos adequados estão limitados pelas propriedades elétricas altamente heterogéneas do corpo humano e pelas formas igualmente complexas dos órgãos externos e internos.

Os métodos que foram utilizados com êxito na dosimetria de campos eletromagnéticos de alta resolução incluem o método de diferença finita (FD) no domínio da frequência e no domínio do tempo (FDTD), o método de elementos finitos (FEM) e a técnica de integração finita (FIT).

Este métodos oferecem uma solução direta das equações rotacionais de Maxwell. Tendem a dividir o domínio computacional numa grelha 3D de células ou superfícies a que são atribuídas propriedades elétricas discretas. No caso dos métodos de diferença

finita, o código computacional percorre através do tempo e do espaço, avaliando os valores de campo em cada célula até ser atingida a convergência da solução.

Cada método oferece algumas vantagens e limitações. Todos os métodos e alguns códigos informáticos foram submetidos a uma extensa verificação por meio de comparação com soluções analíticas e resultados experimentais para garantir que os resultados produzidos por estes métodos são representativos de uma ampla variedade de situações de exposição eletromagnética.

D.1.3.5. Estabelecimento de uma média: 99.º percentil do campo elétrico induzido, SAR relativa a todo o corpo (WBSAR) e SAR localizada

99.º percentil do campo elétrico induzido

Ao restringir os efeitos adversos dos campos elétricos *in situ* induzidos no trabalhador, é importante definir a zona em que será estabelecida a média do campo elétrico *in situ*. Como um compromisso prático, que satisfaz os requisitos de uma sólida base biológica e as restrições computacionais, recomenda-se que o campo elétrico *in situ* seja determinado como uma média de vetor do campo elétrico num pequeno volume de tecido contíguo de $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$.

Muitas vezes, os métodos numéricos utilizados para calcular os campos elétricos induzidos no corpo utilizam um modelo de um humano discretizado em células ou *voxels*. Porém, se for utilizado um método que não utilize células, deve ser elaborado, no código numérico, um algoritmo adequado para cálculo da média que calcule o campo elétrico num volume de $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$. Para um tecido específico, o valor do 99.º percentil do campo elétrico é o valor relevante a comparar com o valor-limite de exposição (ICNIRP 2010).

SAR média relativa a todo o corpo (WBSAR)

O VLE da WBSAR destina-se a proteger dos efeitos de aquecimento de todo o corpo. Para calcular a SAR relativa a todo o corpo, as taxas de absorção de todos os *voxels* do modelo humano são somadas e então divididas pela massa do corpo.

SAR localizada

Os VLE da SAR localizada são especificados na Diretiva «Campos eletromagnéticos» para proteger contra o aquecimento localizado no corpo humano, principalmente decorrente de exposição a fontes de campos próximos de radiação eletromagnética.

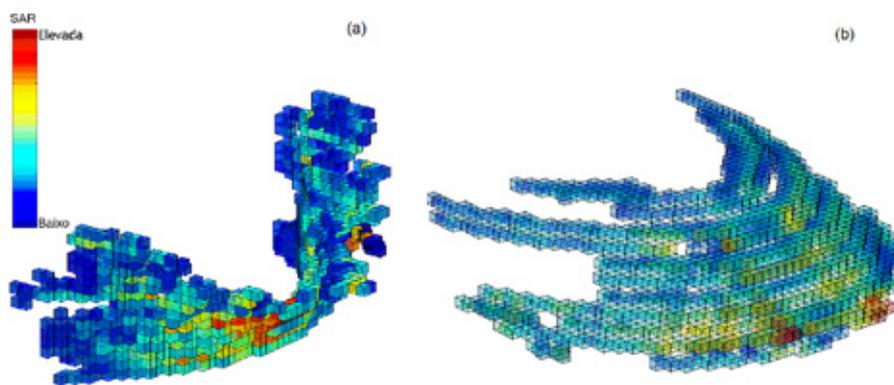
Para o cálculo da SAR localizada para uma exposição a campos eletromagnéticos entre 100 kHz a 6 GHz, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» indica que a massa utilizada para determinar a média deve ser 10 g de tecido contíguo (ou seja, ligado). O valor máximo no corpo da SAR localizada deve ser utilizado para o cálculo da exposição.

De seguida é descrito um procedimento para o cálculo da SAR localizada numa zona contígua de 10 g. É selecionada numa secção horizontal do modelo humano uma célula que apresenta a SAR máxima. Em seguida, é efetuada uma pesquisa nas seis células adjacentes que tocam nas faces da original para encontrar aquela que tem a mais elevada taxa de absorção. Uma vez concluída esta pesquisa, as potências e as massas são somadas. É efetuada uma pesquisa entre as células vizinhas correspondentes na superfície para obter uma zona ligada de células para a qual a massa seja igual a 10 g e é calculada a SAR para esta zona ligada. São utilizadas aproximadamente 1 000 células (consoante a densidade do tipo de tecido) neste procedimento para uma resolução de *voxel* de 2mm, uma vez que o volume de cada célula é $0,008 \text{ cm}^3$. Este

procedimento é repetido para cada secção horizontal, acabando por ser escolhido o valor máximo da SAR de uma zona ligada do modelo humano.

Na figura D7 são mostrados exemplos da média da SAR localizada numa zona contígua de 10 g. Esta figura mostra SAR máximas calculadas em zonas contíguas de 10 g num modelo humano, resultantes de uma exposição a um campo eletromagnético de onda plana de 100 MHz e 3,4 GHz.

Figura D7 — Zonas contíguas: SAR médias em zonas contíguas (ligadas) de 10 g num modelo humano, resultantes de uma exposição a (a) um campo eletromagnético de 100 MHz e (b) 3,4 GHz. O esquema de cores vai desde azul escuro (SAR baixa) a vermelho-escuro (SAR elevada)



D.2. Demonstração de cumprimento para exposição não uniforme

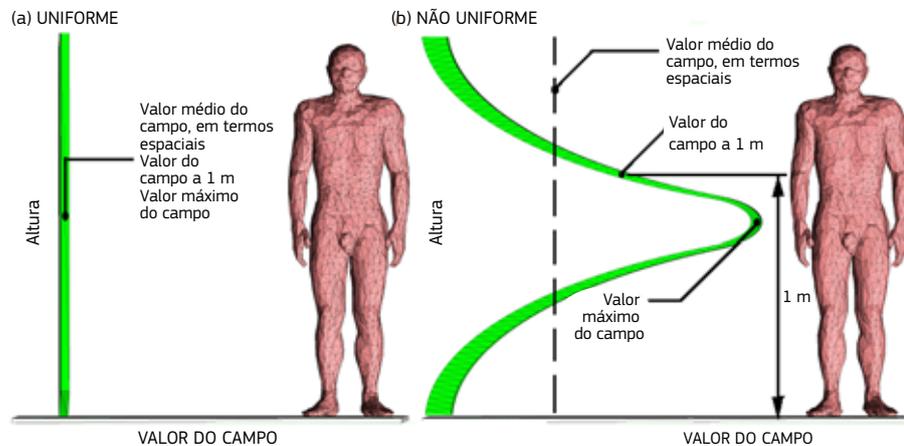
D.2.1. Introdução

A exposição a campos eletromagnéticos pode ser descrita como uniforme ou não uniforme. Um campo eletromagnético uniforme é definido, a altas frequências, como uma onda que se espalhou de tal forma que parecerá ter a mesma amplitude em qualquer lugar no plano perpendicular à sua direção de deslocação. O campo uniforme é uma idealização que permite que a onda seja explicada como toda uma onda que se desloca numa única direção. A baixas frequências, um campo uniforme é um campo que se mantém igual ao longo de todo um volume definido, por exemplo, um campo elétrico entre duas placas paralelas infinitas.

É insignificante determinar o valor do campo para uma avaliação do cumprimento dos NA em relação a um campo eletromagnético uniforme, uma vez que o valor será o mesmo ao longo de uma linha perpendicular à direção de deslocação da onda (figura D8). Quando um campo é uniforme deste modo, ou relativamente uniforme (num intervalo de 20%), deve ser suficiente uma medição do campo num local de um espaço ocupado por um trabalhador.

Os dispositivos que produzem radiação eletromagnética podem criar condições de exposição não uniformes ao longo da altura do corpo, se estiverem posicionados perto de uma pessoa ou num ambiente em que existe uma variação no campo produzido devido a reflexos/dispersão no solo resultantes de objetos existentes nas proximidades.

Figura D8 — Exemplos de exposição não uniforme e uniforme: A variação do campos com a distância ao solo para (a) um campo uniforme (b) um dipolo típico. É indicado o valor médio do campo, em termos espaciais, o valor máximo do campo e o valor do campo a 1 m.



A determinação de um único valor de campo para comparação com os NA não é insignificante se o campo variar significativamente na zona ocupada pelo trabalhador. Nesta situação de exposição, pode ser utilizado o valor máximo do campo na posição do corpo do trabalhador, mas tal resultará numa avaliação conservadora. Algumas organizações têm sugerido a utilização de um valor único de campo a uma altura de 1 m; porém, este valor é muitas vezes não representativo.

Nestas situações não uniformes, tem de ser definido um método adequado de obter um único valor de campo. A Diretiva indica que a média espacial do campo pode ser utilizada nestes casos. Recomendam-se as medições ou os cálculos médios em termos espaciais uma vez que fornecem uma indicação mais representativa da exposição em situações em que o campo varia ao longo da altura do corpo humano.

D.2.2. Questões relacionadas com a exposição não uniforme

A Diretiva especifica os NA em termos de um valor único para uma frequência em particular. A magnitude destes NA é estabelecida de modo a garantir o cumprimento dos VLE relevantes ou a saber quais das medidas de prevenção ou de proteção especificadas no artigo 5.º devem ser tomadas.

Porém, se o campo não for uniforme na área ocupada pelo trabalhador [como mostrado na figura D8, (b)], a intensidade do campo elétrico ou a densidade do fluxo magnético varia consoante a posição em que o campo é avaliado. Uma questão válida é a de saber que valor único do campo deve ser comparado com os NA?

A Diretiva recomenda, nestas situações de exposição, que seja utilizado o campo máximo no volume relevante ou a média espacial. Nos casos em que existe uma fonte muito localizada perto do corpo, o cumprimento dos VLE deve ser determinado dosimetricamente.

A Diretiva afirma na Nota B1-3 e B2-3 do anexo II, para os efeitos não térmicos:

«Os NA representam valores máximos calculados ou medidos na posição do corpo dos trabalhadores. Isto conduz a uma avaliação conservadora da exposição e ao cumprimento automático dos VLE em todas as condições de exposição não uniformes. A fim de simplificar a avaliação do cumprimento dos VLE, realizada nos termos do artigo 4.º, em condições não uniformes específicas, serão estabelecidos nos guias práticos referidos no artigo 14.º critérios para o cálculo da média espacial de campos medidos, baseados em técnicas comprovadas de dosimetria. No caso de uma fonte

muito localizada que diste alguns centímetros do corpo, o campo elétrico induzido deve ser determinado dosimetricamente, caso a caso.»

A Diretiva afirma na Nota B1-3 do anexo III, para os efeitos térmicos:

«Os NA (E) e os NA (B) representam valores máximos calculados ou medidos na posição do corpo dos trabalhadores. Isto conduz a uma avaliação conservadora da exposição e ao cumprimento automático dos VLE em todas as condições de exposição não uniformes. A fim de simplificar a avaliação do cumprimento dos VLE, realizada nos termos do artigo 4.º, em condições não uniformes específicas, serão estabelecidos nos guias práticos referidos no artigo 14.º critérios para o cálculo da média espacial de campos medidos, baseados em técnicas comprovadas de dosimetria. No caso de uma fonte muito localizada que diste alguns centímetros do corpo, o cumprimento dos VLE deve ser determinado dosimetricamente, caso a caso.»

D.2.2.1. Valor máximo do campo

Esta é a forma mais simples de avaliar o cumprimento dos limites apresentados no âmbito da Diretiva; porém, é também o método que apresenta a estimativa mais conservadora da exposição de um trabalhador a um campo. Não é calculada nenhuma média espacial. A medição ou o cálculo do campo não perturbado, ou seja, sem a presença do trabalhador, são efetuados num ponto, dentro de uma zona ocupada pelo trabalhador, em que o campo está no seu máximo. O campo é avaliado sem a presença do trabalhador, uma vez que esta pode, nalgumas situações de exposição, falsear o valor do campo. Note-se que nas baixas frequências só o campo elétrico é afetado pela presença de um trabalhador. Os humanos são não magnéticos e as correntes induzidas não são suficientes para afetar o campo.

As orientações da ICNIRP de 2010 (ICNIRP, (2010) afirmam, na secção «Estabelecimento da média espacial de campos magnéticos e elétricos externos»:

«Foram determinados níveis de referência para as condições de exposição em que a variação do campo elétrico ou magnético no espaço ocupado pelo corpo é relativamente pequena. Na maioria dos casos, no entanto, a distância em relação à fonte do campo é tão curta que a distribuição do campo não é uniforme ou é localizada numa pequena parte do corpo. Nestes casos, a medição da intensidade máxima de campo na posição do espaço ocupado pelo corpo resulta sempre numa avaliação de exposição segura, embora muito conservadora.»

D.2.2.2. Cálculo da média espacial

A avaliação espacial do campo no caso de uma exposição não uniforme pode ser efetuada de múltiplas maneiras. Três abordagens comumente utilizadas, de modo a diminuir a complexidade, são o cálculo da média espacial do campo em relação a:

- um volume ocupado pelo trabalhador ou parte do trabalhador;
- uma secção transversal ocupada pelo trabalhador ou parte do trabalhador;
- uma linha na zona ocupada pelo trabalhador ou parte do trabalhador.

Informações sobre estas abordagens podem ser encontradas em várias normas e diretrizes internacionais, como por exemplo: IEEE C95.3 (2002), CENELEC EN 50357 (2001), IEC 62226 (2001), IEC 62233 (2005), IEC 62110 (2009). Quanto mais complexo for o procedimento de estabelecimento da média, melhor será a aproximação do campo não uniforme. No entanto, admite-se que para efeitos de avaliação do cumprimento, a determinação dos valores do campo num volume ou área projetada pode revelar-se difícil na medida em que estas abordagens exigem muitos pontos de amostragem. Os métodos de cálculo da média da linha podem fornecer uma representação fiável do campo eletromagnético não uniforme e, por conseguinte, são recomendados nas seguintes secções.

a) *Exposição a campos elétricos e magnéticos entre 1 Hz e 10 MHz*

Os valores médios em termos espaciais da intensidade do campo elétrico (E_{avg}) ou da densidade do fluxo magnético (B_{avg}) devem ser calculados com base nas fórmulas seguintes:

$$E_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{(equação 1)}$$

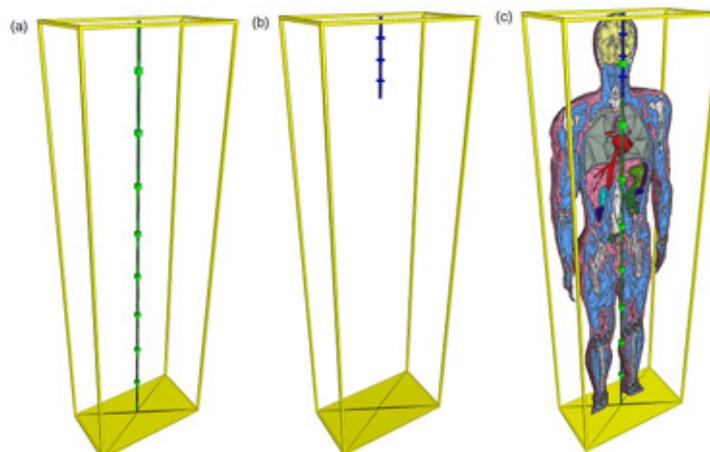
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(equação 2)}$$

em que n é o número de locais, E_i e B_i são a intensidade do campo elétrico e a densidade do fluxo magnético, respetivamente, medidas no local i° .

A posição da linha em que deve ser calculada a média do campo depende de se o valor médio em termos espaciais daí resultante é comparado a um NA baixo, alto ou relativo a membros. Os NA altos são estipulados para proteger contra a estimulação dos nervos periféricos na cabeça e no tronco. Por conseguinte, se o valor E_{avg} ou B_{avg} se destina a ser comparado com os NA altos, normalmente será suficiente uma simples verificação linear dos campos em relação à altura da cabeça e do tronco, ao longo do centro da área projetada. Os NA baixos são apresentados para proteger contra efeitos sensoriais no sistema nervoso central na cabeça. Por conseguinte, se o valor E_{avg} ou B_{avg} se destina a ser comparado com os NA baixos, normalmente será adequada uma simples verificação linear dos campos em relação à altura da cabeça, ao longo do centro da área projetada. Por fim, os NA relativos aos membros são estipulados para proteger contra a estimulação dos nervos nos membros. Assim, se o valor B_{avg} se destina a ser comparado com os NA baixos, normalmente será suficiente uma simples verificação linear dos campos em relação à altura do membro, ao longo do centro da área projetada.

Recomenda-se enquanto geralmente adequada a média de uma série não inferior a três medições, efetuadas com espaçamento uniforme, para o cálculo da média espacial nas zonas da cabeça, da cabeça e tronco ou dos membros. Medições adicionais de campos, obtidas, por exemplo, através da utilização de registos de dados ou de equipamento de cálculo da média espacial, são aceitáveis e proporcionariam um maior detalhe acerca da distribuição espacial do campo.

Figura D9 — (a) cálculo da média espacial do campo numa linha vertical na zona ocupada pelo trabalhador (b) cálculo da média espacial do campo numa linha vertical na zona da cabeça do trabalhador (c) pontos para cálculo da média com uma vista de corte do trabalhador no local



b) *Exposição a campos elétricos e magnéticos entre 100 kHz e 300 GHz*

Os valores médios em termos espaciais da intensidade do campo elétrico (E_{avg}), da densidade do fluxo magnético (B_{avg}) e da densidade de potência (W_{avg}) devem ser calculados com base nas fórmulas seguintes:

$$E_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n E_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(equação 3)}$$

$$B_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n B_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(equação 4)}$$

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{(equação 5)}$$

em que n é o número de locais, E_i , B_i e W_i são a intensidade do campo elétrico, a densidade do fluxo magnético e a densidade de potência, respetivamente, medidas no local i° .

Os NA para a exposição a campos elétricos e magnéticos de 100 kHz a 300 GHz são estipulados para proteger contra efeitos adversos para a saúde devido a aquecimento no corpo. Por conseguinte, se o valor E_{avg} ou B_{avg} deve ser comparado aos NA de efeitos térmicos, será suficiente uma simples verificação linear dos campos efetuada numa linha vertical com espaçamento uniforme, começando do nível do solo até uma altura de 2 m, através do centro da área projetada.

Recomenda-se enquanto adequada, na maioria das situações de exposição, a média de uma série não inferior a dez medições, efetuadas com espaçamento uniforme, para o cálculo da média espacial ao longo da altura do trabalhador. Os locais das medições da intensidade do campo são mostrados como cubos verdes na figura D9 (a). Medições adicionais de intensidades dos campos, obtidas, por exemplo, através da utilização de registos de dados ou de equipamento de cálculo da média espacial, são aceitáveis e proporcionariam um maior detalhe acerca distribuição espacial do campo.

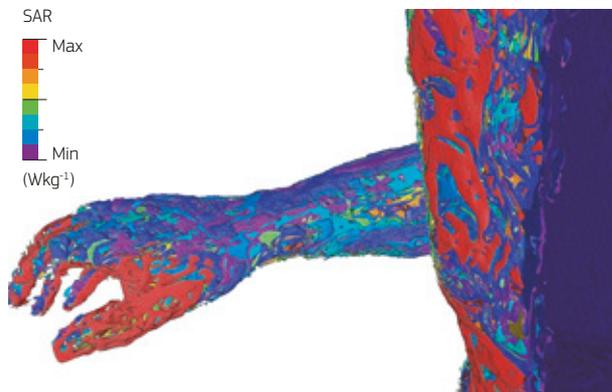
Devem ser efetuadas medições, nestas situações, colocando os sensores de campos a pelo menos 0,2 m de distância de um objeto ou de uma pessoa, para evitar os efeitos de acoplamento de campos. Note-se que os valores médios espaciais dependerão também das características espaciais dos campos de radiofrequência em relação à postura do trabalhador exposto.

D.2.2.3. Avaliação dosimétrica para comparação direta com os VLE

Quando a fonte do campo eletromagnético se encontrar a poucos centímetros do corpo, a Diretiva recomenda que o cumprimento deve ser determinado dosimetricamente para comparação direta com o VLE.

A determinação dos campos elétricos induzidos no corpo a baixas frequências, ou da SAR e da densidade de potência a altas frequências apenas pode ser efetuada de forma precisa através de cálculos numéricos. O procedimento utilizado para calcular as grandezas de dose internas foi descrito nas secções anteriores deste apêndice. Um exemplo de uma avaliação dosimétrica utilizando cálculos numéricos é mostrado na figura D10.

Figura D10 — A determinação de grandezas de dose, neste caso a SAR na mão e no torso resultante da exposição a um cabo não blindado, para comparação direta com os VLE. A Diretiva recomenda esta abordagem para demonstrar o cumprimento de fontes de campos eletromagnéticos muito localizados a poucos centímetros do corpo.



D.2.2.3.1. Conceitos dosimétricos subjacentes

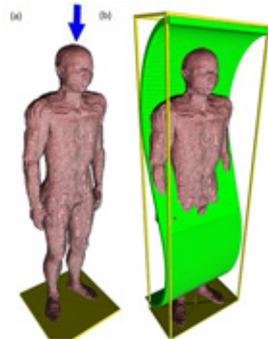
O conceito e a precisão de técnicas de avaliação de exposição não uniforme podem ser examinados utilizando exemplos.

a) Exemplo 1: Cálculo da média espacial do campo no caso de exposição a uma onda plana refletida

Quando uma onda eletromagnética refletida interfere na onda que está ser emitida, pode ser produzida uma onda estacionária. Em certos locais, a intensidade do campo é anulada, ao passo que aos níveis máximos da onda estacionária o campo elétrico é duplicado. Esta situação é mostrada na figura D11.

Aqui, um trabalhador é exposto a um campo polarizado horizontalmente a partir de cima, com o campo orientado de frente para trás. A onda é refletida do plano de massa condutor para a zona ocupada pelo trabalhador. Se fosse realizada uma única medição nesta zona, seria obtido um valor entre zero e o valor máximo do campo. Por conseguinte, é muito provável que este valor de campo medido uma só vez não fosse representativo da situação de exposição. A figura D12 mostra o resultado desta exposição de onda estacionária a 200 MHz no trabalhador. Verifica-se que a localização da absorção é determinada principalmente pelas posições dos valores máximos e mínimos da onda estacionária.

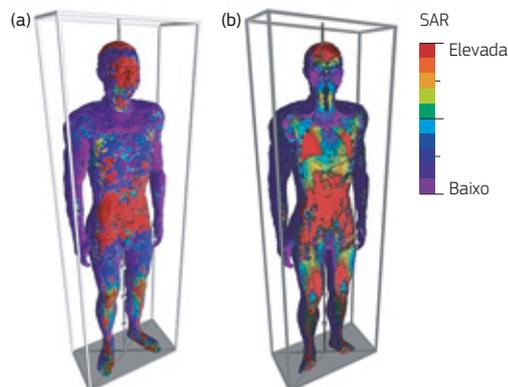
Figura D11 — Exemplo 1: Modelo humano exposto a um campo eletromagnético refletido para a zona ocupada pelo humano. Esta zona é mostrada como uma caixa amarela. A onda estacionária é mostrada a verde.



$$E_{spa} = \left[\frac{\int E^2(z) dz}{\int dz} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(equação 6)}$$

A função integral mostrada na equação 6 dá-nos uma resposta precisa ao valor do campo médio em termos lineares na zona ocupada pelo trabalhador.

Figura D12 — Exemplo 1, parcelas SAR: as distribuições da SAR (a) em todo o corpo e (b) em vistas de secção de um modelo humano resultantes da exposição a um campo elétrico polarizado horizontalmente, alinhado de frente para trás, com irradiação de onda plana a 200 MHz a partir de cima e em condições de ligação à terra.



Uma vez que é utilizado um número finito de medições para calcular o campo médio em termos espaciais, seria de esperar que quanto mais medições fossem efetuadas, mais próximo estaria este valor da solução exata, tal como calculada pela função integral. Isto é normalmente verdade, porém, no que se refere à avaliação do comprimento são suficientes aproximadamente dez medições. As diferenças entre o valor exato do campo elétrico médio em termos espaciais e o valor calculado utilizando x medições são normalmente baixas, mesmo quando se utilizam apenas algumas medições. A exceção a isto dá-se quando um nó da onda estacionária está localizado perto de um valor medido.

Apesar de o campo médio em termos espaciais poder ser representado utilizando dez medições, mais medições fornecerão um valor mais exato do campo médio em termos espaciais. Daí a recomendação de que, se disponível, a utilização de equipamento moderno de análise com capacidade de efetuar na ordem de 200 a 300 medições no comprimento do corpo (por exemplo, uma sonda que se move durante 10 segundos

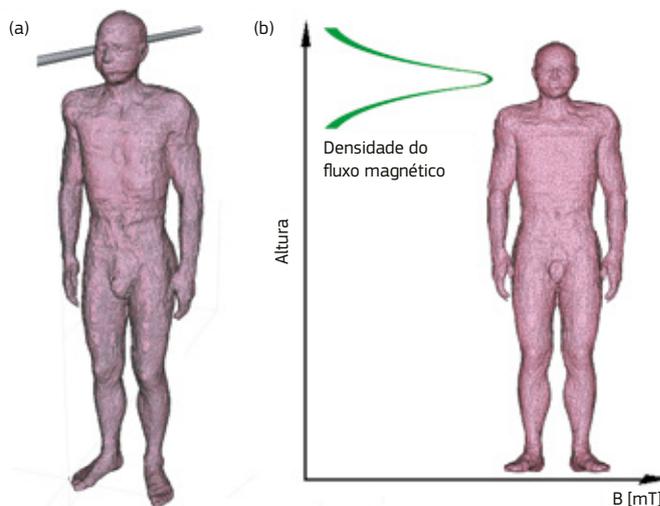
utilizando uma taxa de registo de 32 pontos de dados por segundo produz 320 medições) seria aconselhável uma vez que, obviamente, quantos mais medições, maior o grau de precisão.

Quando uma fonte de campo eletromagnético está posicionada perto do corpo, o campo incidente, que é a zona ocupada pelo corpo, pode não ser uniforme. Um exemplo disto é um fio colocado perto da cabeça (figura D13).

b) Exemplo 2: Cálculo da média espacial do campo resultante da exposição a um fio de 50 Hz

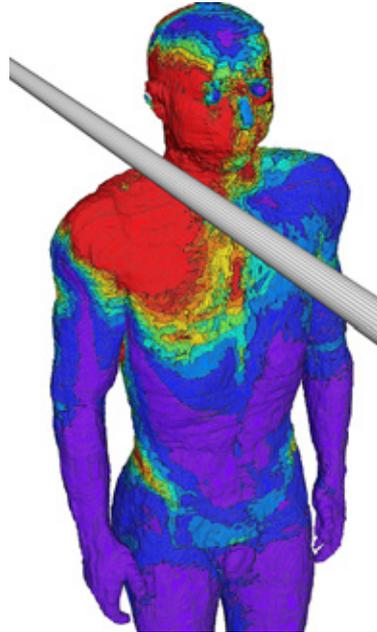
A figura D14 mostra a distribuição do campo elétrico induzido para uma exposição ao nível da cabeça de um fio reto de 50 Hz. Como se pode observar, a absorção do campo eletromagnético é bastante localizada na zona da cabeça e dos ombros.

Figura D13 — Exemplo 2: (a) modelo humano exposto a um fio reto (b) variação do campo produzido em função da altura



Estudos revelaram que a recomendação de efetuar três medições é suficiente na gama dos campos eletromagnéticos de fontes localizadas. A diferença entre utilizar três pontos na zona da cabeça e um número infinito de pontos no caso deste exemplo de 50 Hz é de aproximadamente 8 %. Esta diferença pode obviamente ser melhorada se assim for pretendido, efetuando mais medições numa linha vertical com espaçamento uniforme.

Figura D14 — Exemplo 1: Distribuição do campo elétrico induzido resultante da exposição a um fio de 50 Hz posicionado perto da cabeça



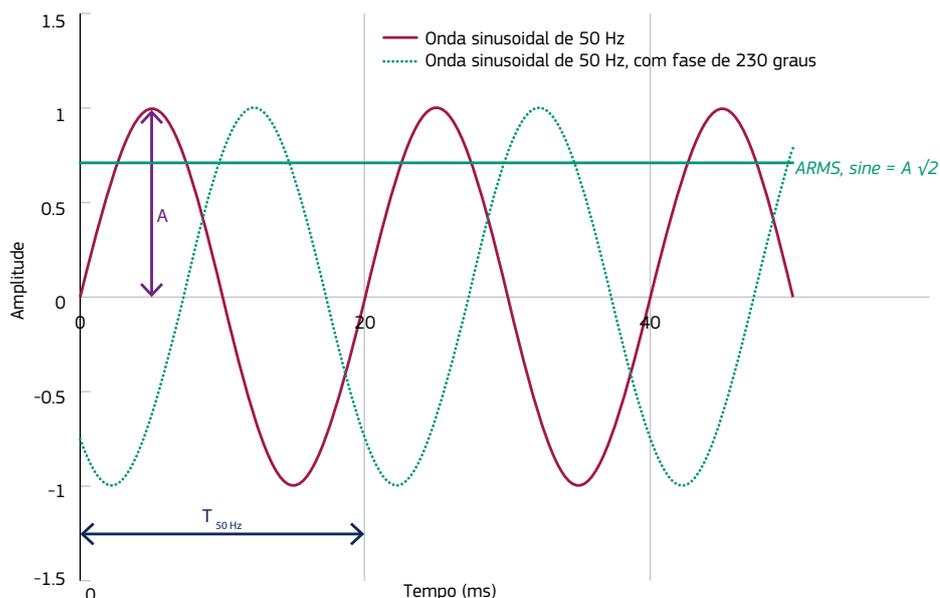
Mensagem principal: cálculo da média espacial

Três pontos de medição para avaliações de exposição de baixa frequência, ou dez pontos de medição para análises de radiofrequências, serão normalmente adequados para efeitos de cálculo da média espacial. A melhoria em termos de precisão torna-se cada vez menor a cada ponto de medição adicional, de modo a que não é geralmente necessário utilizar mais do que dez pontos. Se, numa situação de exposição, se revelar difícil o cálculo de uma média espacial numa linha, deve ser utilizada uma única medição da intensidade máxima de campo.

D.3. Avaliação de exposições de frequência múltipla

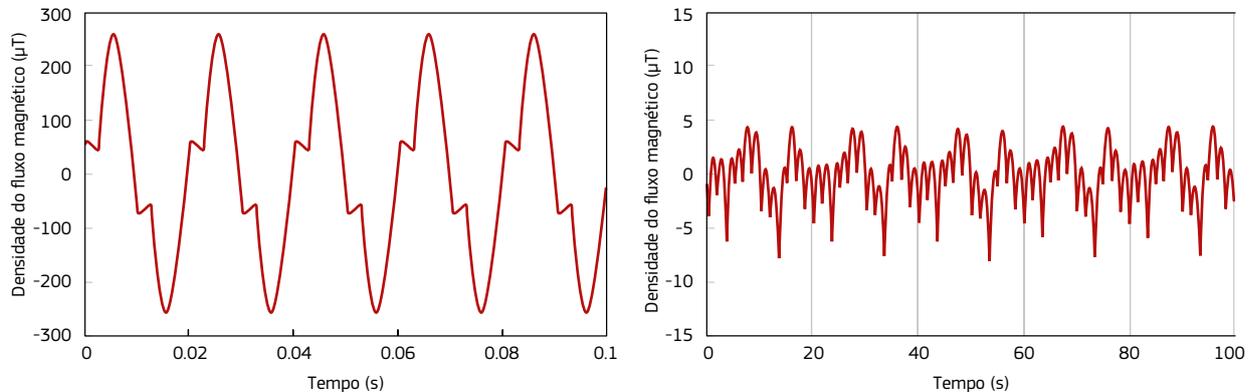
Tal como mencionado no capítulo 3 e no apêndice A, os campos magnéticos e elétricos de baixa frequência variáveis no tempo, induzem campos elétricos internos. A variação do campo no tempo é descrita por uma forma de onda. Para um campo externo descrito por uma simples onda sinusoidal (figura D15), o campo elétrico induzido no corpo é proporcional à amplitude do campo externo e à sua frequência.

Figura D15 — Uma onda sinusoidal de 50 Hz. As ondas sinusoidais são periódicas e a sua frequência (f) é dada por $1/T$, em que T é o período da forma de onda (por exemplo, $T = 20$ ms para uma onda sinusoidal de 50 Hz). O valor quadrático médio (RMS) de uma onda sinusoidal é dado pela amplitude máxima dividida por $\sqrt{2}$. O efeito de fase da onda sinusoidal faz com que ela se desloque no eixo do tempo.



As fontes de campos elétricos e magnéticos abaixo de 10 MHz exibem frequentemente formas de onda que diferem (por vezes, significativamente) de uma onda sinusoidal perfeita (figura D15), mas que são no entanto periódicas (figura D16). Ou seja, a forma de onda repete-se ao longo do tempo. Estes tipos de formas de onda complexas são equivalentes à soma de uma série de ondas sinusoidais com frequências diferentes, normalmente conhecidas como componentes espectrais. Para uma dada forma de onda, cada um destes componentes espectrais é descrito por uma amplitude e uma fase. Por analogia, uma dada cor pode ser decomposta em diferentes quantidades de cores primárias (vermelho, verde e azul). A cor seria a forma de onda, o vermelho, verde e azul os componentes espectrais, e a intensidade de cada cor primária a amplitude de cada componente espectral. O espectro da forma de onda fornece as informações espectrais (frequências, amplitudes, fases) e é normalmente obtido através de uma análise de Fourier à forma de onda, ou medindo-a diretamente com instrumentos de banda estreita (apesar de estes poderem não fornecer informações sobre a fase).

Figura D16 — Exemplo de formas de onda de densidade do fluxo magnético complexas em torno de sistemas de deteção de fissuras. À direita, a periodicidade de 20 ms foi destacada com grelhas verticais pontilhadas



D.3.1. Efeitos não térmicos (> 1 Hz a 10 MHz)

A avaliação do cumprimento dos NA (e VLE) no intervalo de baixa frequência (abaixo de 10 MHz) pode ser efetuada em modos diferentes, sendo alguns métodos mais conservadores do que outros, mas mais simples de aplicar.



Mensagem principal: avaliação frequências múltiplas

O método do máximo ponderado no domínio do tempo é o método de referência recomendado pela Diretiva «Campos eletromagnéticos», apesar de poderem ser utilizados métodos alternativos desde que produzam resultados de um modo geral equivalentes (ou mais conservadores), tais como o método de frequências múltiplas descrito na secção D3.1.2.

D.3.1.1. O método do máximo ponderado

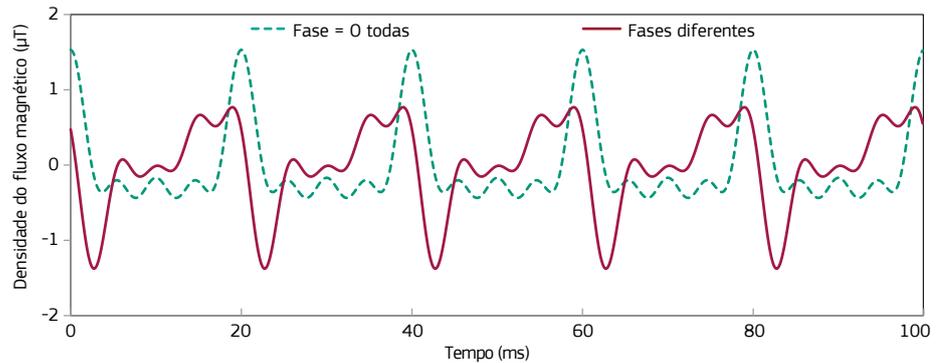
O método do máximo ponderado é um método que tem em conta a amplitude e as fases dos componentes espectrais que constituem o sinal (ver figura D17 para detalhes do efeito das fases espectrais na forma de onda e no índice de exposição). O método denomina-se máximo ponderado uma vez que a forma de onda é ponderada pelos NA dependentes da frequência e que a amplitude máxima da forma de onda ponderada dá o índice de exposição. A ponderação (ou filtragem) pode ser efetuada quer no domínio da frequência quer no domínio do tempo. O presente método é igualmente adequado para a avaliação do cumprimento de valores-limite de exposição de efeitos sensoriais e para a saúde.



Mensagem principal: índice de exposição (EI)

O índice de exposição representa a exposição observada dividida pelo valor-limite. Se o índice de exposição for inferior a um, a exposição é conforme.

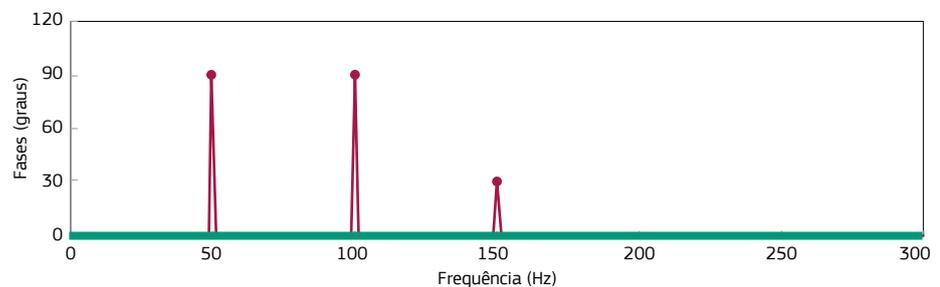
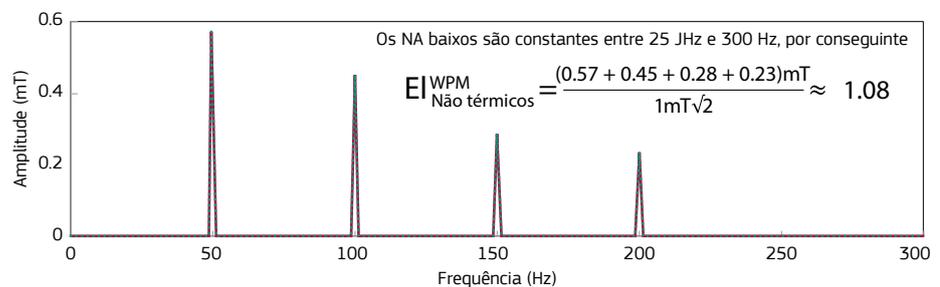
Figura D17 — Exemplo do efeito das fases de componentes espectrais na forma de onda (gráfico superior). Ambas as formas de onda são compostas por ondas de cosseno a 50 Hz, a 100 Hz, a 150 Hz e a 200 Hz (gráfico inferior). A única diferença entre as duas formas de onda é que para uma, todas as fases dos quatro componentes espectrais foram definidas para 0 (linha verde pontilhada), ao passo que as fases de três componentes espectrais da outra forma de onda (linha vermelha contínua) foram alteradas (gráfico central).



Os NA baixos são constantes entre 25 JHz e 300 Hz, por conseguinte, para NA baixos:

$$\text{Todas as fases 0: } EI_{\text{Não térmicos}}^{\text{WPM}} = \frac{1.53\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 1.08 \Rightarrow \text{Non-compliant}$$

$$\text{Fases diferentes: } EI_{\text{Não térmicos}}^{\text{WPM}} = \frac{1.38\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 0.97 \Rightarrow \text{Conformes}$$

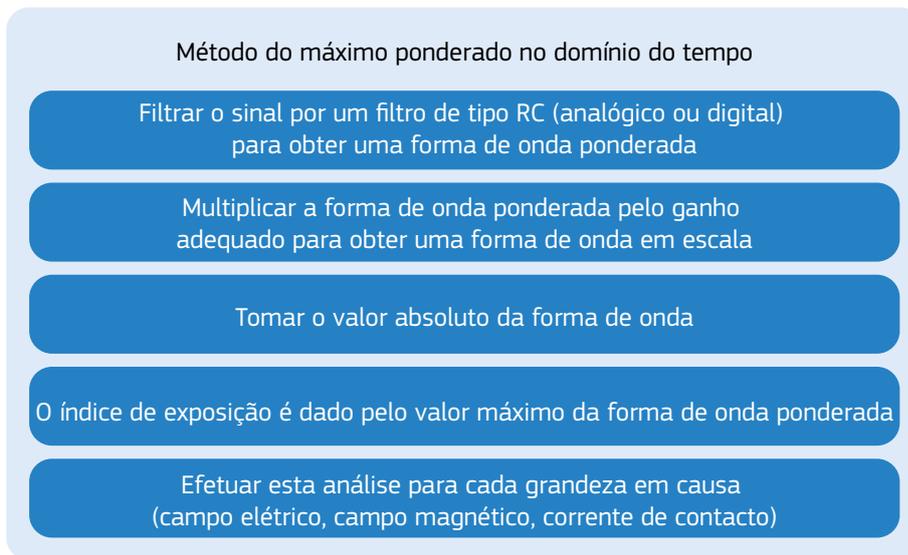


Método do máximo ponderado no domínio do tempo

Ao aplicar a abordagem do máximo ponderado no domínio de tempo, a ponderação é efetuada utilizando filtros RC com ganhos dependentes da frequência que refletem a amplitude dos NA e sua dependência em relação à frequência (figura D18). Estão presentes algumas pequenas diferenças na amplitude e na fase do filtro quando se

utiliza filtros RC por oposição aos valores por segmento dados na Diretiva ⁽¹⁾ (figuras D19 e D20); no entanto, os filtros RC representam um comportamento biológico mais realista e essas diferenças são consideradas aceitáveis pela ICNIRP (ICNIRP 2010, Jokela 2000).

Figura D18 — Etapas de cálculo para o método do máximo ponderado no domínio do tempo



A filtragem no domínio do tempo pode ser executada através de processamento posterior da forma de onda medida, ou digitalmente, por exemplo, utilizando um equipamento disponível no mercado com capacidade de filtragem [a função, por vezes, é designada como *Shaped Time Domain (STD)*]. Se for utilizado equipamento comercial, o utilizador deve assegurar-se de que o equipamento utiliza o conjunto relevante de NA (por oposição a outras normas ou métodos de exposição).

⁽¹⁾ A amplitude por segmentos do filtro é dada pelo inverso do NA, ao passo que a fase por segmento do filtro é dada pela equação 7.

Figura D19 — Amplitude da função de ponderação do método do máximo ponderado: Valores lineares de segmentos utilizados no domínio da frequência (conforme definidos na subsecção *infra*) e valores aproximados (filtro RC) utilizados no domínio do tempo

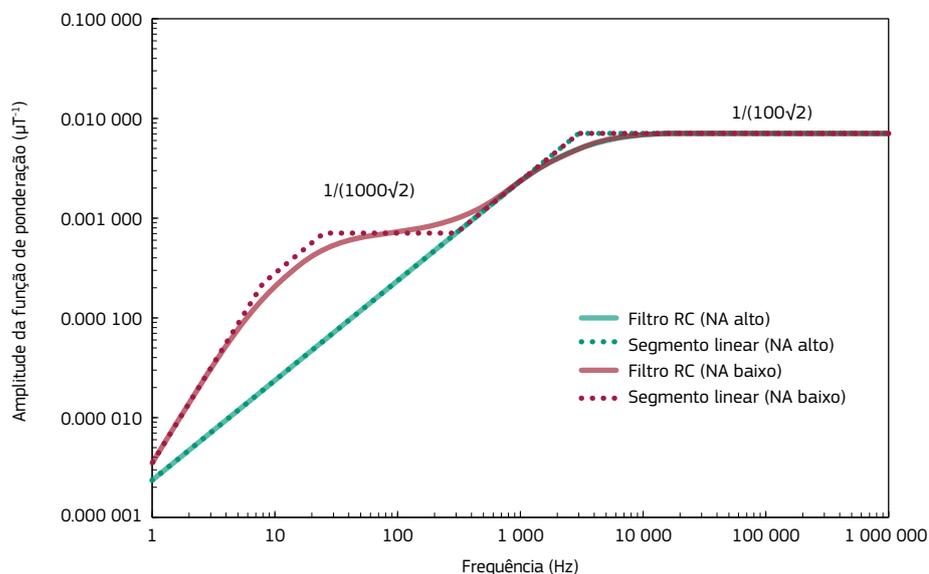
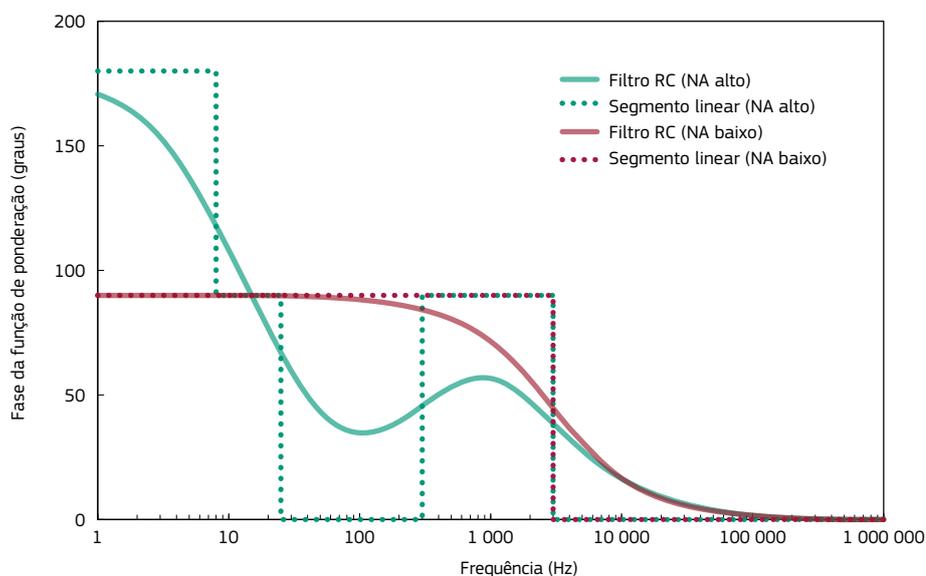


Figura D20 — Fase da função de ponderação do método do máximo ponderado: Valores lineares de segmentos utilizados no domínio da frequência (conforme definidos na subsecção *infra*) e valores aproximados (filtro RC) utilizados no domínio do tempo.



Método do máximo ponderado no domínio da frequência

Os passos para executar a abordagem do máximo ponderado no domínio da frequência são mostrados na figura D21 e são descritos nas orientações de 2010 da ICNIRP (ICNIRP 2010). Para calcular a forma de onda ponderada, a amplitude de cada

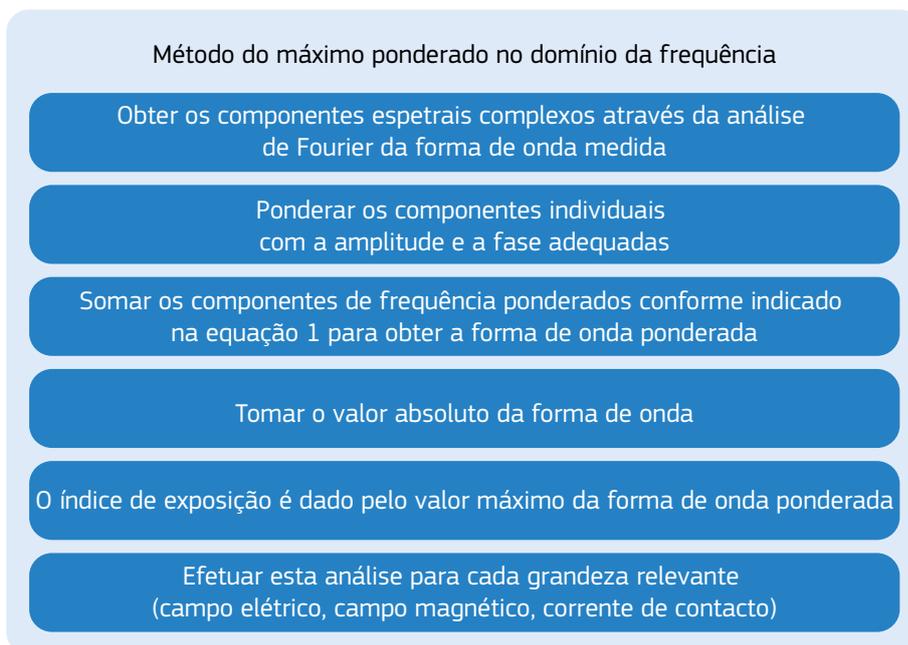
componente espectral é dividida pelos NA relevantes (ou VLE, se as amplitudes sob análise forem campos elétricos internos) e é adicionada uma fase φ_f à fase de cada componente espectral. As informações espectrais ponderadas são então reconvertidas para o domínio do tempo utilizando:

$$EI_{non-thermal}^{WP} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_f \frac{|A_f|}{AL_f \sqrt{2}} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{equação 7}$$

Em que $|A_f|$ e θ_f são a amplitude máxima (intensidade do campo elétrico ou densidade do fluxo magnético) e a fase do componente espectral à frequência f respetivamente, e AL_f é o NA relevante para essa frequência. A fase φ_f é uma função da frequência e é definida no apêndice das orientações de 2010 da ICNIRP (ICNIRP 2010):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f^2 \\ 90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f \\ 0^\circ, f \text{ or } AL_f = \text{constant} (\propto f^0) \\ -90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f \end{cases} \quad \text{equação 8}$$

Figura D21 — Etapas de cálculo para o método do máximo ponderado no domínio da frequência



Estes são os valores por segmento referidos na figura D20. Tal como mencionado acima, este método é adequado para avaliar o cumprimento de valores-limite de exposição (VLE) de efeitos sensoriais e para a saúde. Para a avaliação do cumprimento dos VLE, o $|A_f|$ e θ_f são a amplitude e fase de campos elétricos induzidos (internos) e os NA são substituídos pelos VLE na equação 7 e na equação 8. Tal como nos cálculos não térmicos, a $\sqrt{2}$ é retirada da equação quando se utiliza VLE, uma vez que estes são definidos como valores máximos e não como valores quadráticos médios.

D.3.1.2. Método alternativo: Regra de frequência múltipla

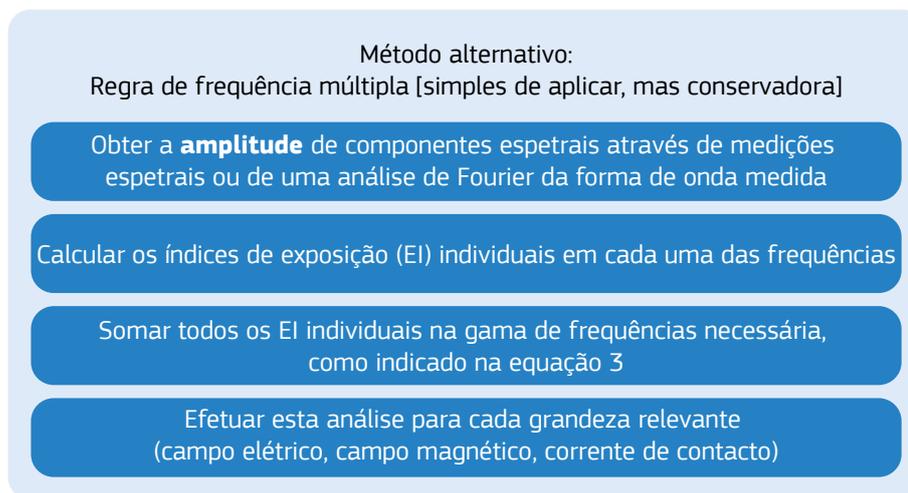
Um método alternativo à abordagem do máximo ponderado é a regra da frequência múltipla (MFR), que é mais simples de aplicar, mas mais conservadora do que a abordagem do máximo ponderado. Se for provável que a exposição esteja próxima dos NA (ou dos VLE) em baixas frequências, este método pode não ser adequado, uma vez que conduz frequentemente a uma avaliação muito conservadora, na medida em que ignora as fases dos componentes espectrais e assume que as ondas sinusoidais dos componentes espectrais coincidem ao mesmo tempo, fazendo com que o campo total varie acentuadamente no tempo (ICNIRP, 2010).

O método MFR é descrito nas equações 3 a 6 das orientações ICNIRP (ICNIRP, 2010), embora os NA e os VLE tenham de ser utilizados em vez dos níveis de referência e das restrições básicas, respetivamente:

$$EI_{non-thermal, X}^{MFR} = \sum_{f=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{X_f}{AL(X)_f} \quad \text{equação 9}$$

em que X_f é a amplitude (valor quadrático médio), à frequência f , da grandeza externa medida (ou calculada) e $AL(X)_f$ é o nível de ação pertinente, à frequência f . Por NA relevantes entende-se os NA à frequência do componente espectral, mas também o tipo de NA necessário para a avaliação (intensidade do campo elétrico, densidade do fluxo magnético, baixo, alto, contacto), tal como definido no quadro B2 do anexo II da Diretiva. Ao avaliar em relação aos VLE, X_f torna-se a amplitude da intensidade do campo elétrico induzido (máximo, não o valor quadrático médio), à frequência f , e $AL(X)_f$ é substituído por ELV_f . A figura D22 mostra os passos para o cálculo do índice de exposição recorrendo ao método da soma de frequências múltiplas.

Figura D22 — Etapas de cálculo para a regra de frequência múltipla



O método da soma de frequências múltiplas é bastante simples e existe uma variedade de equipamento que pode executar esta avaliação automaticamente em relação às orientações ICNIRP. Este equipamento é adequado para a avaliação do cumprimento dos NA, desde que o conjunto relevante de NA tenha sido carregado para o equipamento. O presente método é igualmente adequado para a avaliação do cumprimento de valores-limite de exposição de efeitos sensoriais e para a saúde.

Os quadros 5a a 5d mostram um comparativo dos índices de exposição utilizando o método do máximo ponderado no domínio da frequência e o método MFR, bem como os valores obtidos diretamente utilizando a função STD (método do máximo ponderado no domínio do tempo) numa sonda disponível no mercado.

Quadro D5a — Máquina de soldadura por pontos de 50 Hz (50 kVA).
As medições foram efetuadas a uma distância de 0,3 m, à mesma altura que o ponto de soldadura

Método	NA baixos	NA altos	NA relativos aos membros
MFR ^a	3,18	1,70	0,57
Método do máximo ponderado ^a	0,94	0,45	0,15
STD ^b	0,83	0,34	0,13

^a Os cálculos foram realizados no domínio da frequência a partir de um registo com N = 4096, T = 0,84 s (ou seja, a máxima frequência considerada foi de cerca de 2 kHz).

^b As medições STD foram realizadas utilizando equipamento com uma gama de frequências de 1 Hz a 400 kHz.

Quadro D5b — Soldador de 2 kHz (medições efetuadas a uma distância de 0,33 m do centro da pinça de soldadura)

Método	NA baixos	NA altos	NA relativos aos membros
MFR ^a	4,52	3,44	1,15
Método do máximo ponderado ^a	1,08	0,81	0,27
STD ^b	-	1,00	-

^a Os cálculos foram realizados no domínio da frequência a partir de um registo com N = 4096, T = 0,5 s (ou seja, a máxima frequência considerada foi de 4 kHz).

^b As medições STD foram realizadas utilizando um equipamento com uma gama de frequências de 1 Hz a 400 kHz.

Quadro D5c — Estimulador magnético transcraniano (TMS)

Método	NA baixos	NA altos	NA relativos aos membros
MFR ^a	21,88	21,81	7,27
Método do máximo ponderado ^a	13,43	13,23	4,41
STD ^b	-	12,22	4,11

^a Os cálculos foram realizados no domínio da frequência a partir de um registo com T = 5 m s (ou seja, a máxima frequência considerada foi de 409 kHz).

^b As medições STD foram realizadas utilizando um equipamento com uma gama de frequências de 1 Hz a 400 kHz.

Quadro D5d — Soldador por resistência de 100 kVA (medição realizada a 28 cm, à frente e abaixo do ponto da soldadura)

Método	NA baixos	NA altos	NA relativos aos membros
MFR ^a	4,30	2,59	0,86
Método do máximo ponderado ^a	1,09	0,61	0,20
STD ^b	1,13	0,59	0,16

^a Os cálculos foram realizados no domínio da frequência a partir de um registo com T = 333 m s (a máxima frequência considerada foi de 6,1 kHz).

^b As medições STD foram realizadas utilizando um equipamento com uma gama de frequências de 1 Hz a 400 kHz.

Caso existam componentes espectrais não negligenciáveis além de 100 kHz, os efeitos térmicos têm de ser considerados, e avaliados separadamente dos efeitos não térmicos. Estes serão discutidos na subsecção seguinte.

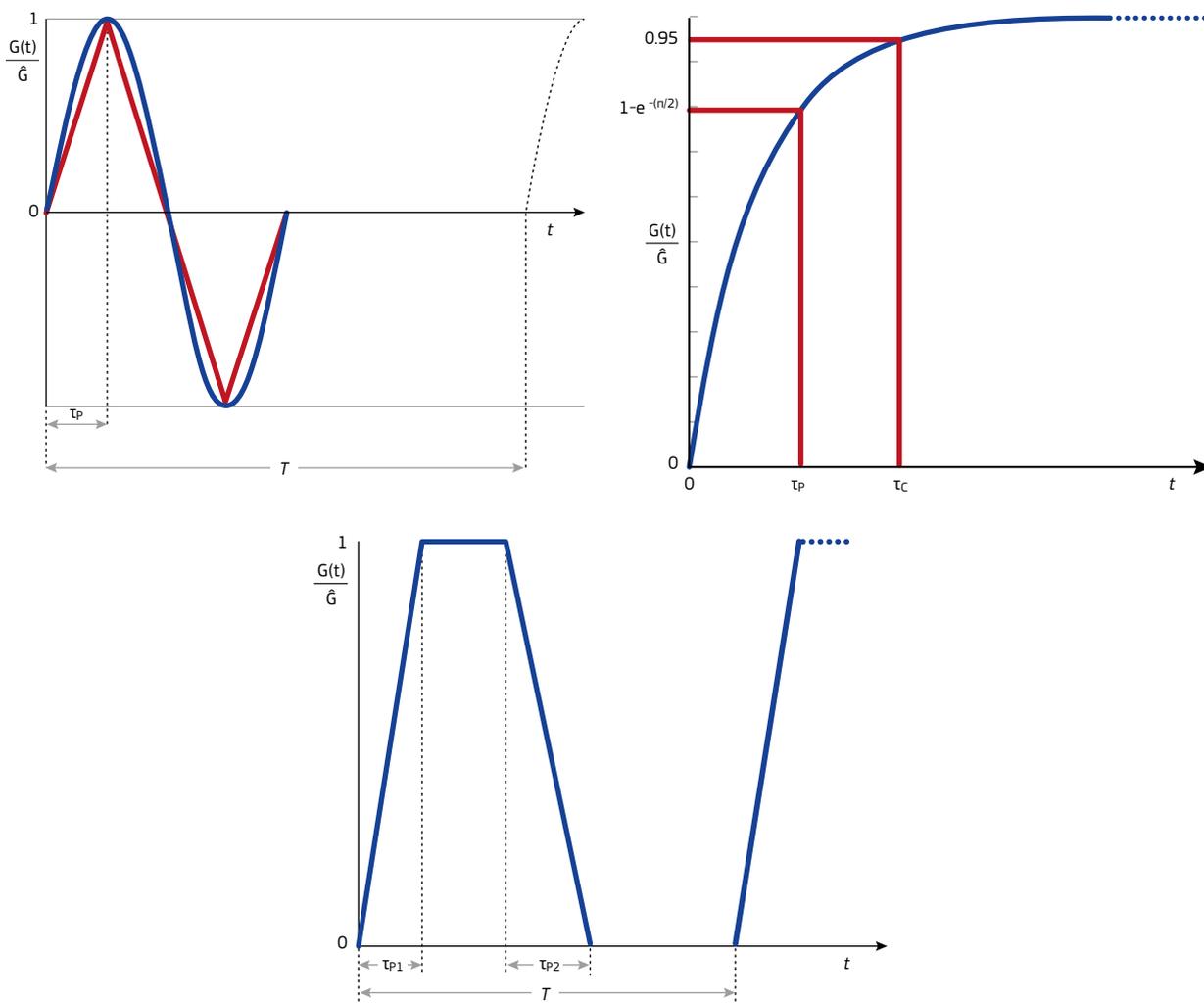
D.3.1.3. Método alternativo: avaliação simples de base fisiológica

No domínio do tempo, os campos constituídos por impulsos podem ser agrupados em partes de componentes de campos múltiplos e únicos, ou constantes, sinusoidais, trapezoidais, triangulares ou exponenciais (ver figura D23). Sendo assim, pode ser efetuada uma avaliação simplificada na zona de baixa frequência utilizando os parâmetros descritos infra (Heinrich, 2007). O método baseia-se na fisiologia, em especial, no mecanismo de estímulo, como explicado abaixo:

- (1) Os efeitos da estimulação apenas ocorrem se for ultrapassado o limiar bem definido.
- (2) Os impulsos abaixo deste limiar não criam qualquer estímulo, mesmo que sejam muito prolongados.
- (3) Se os impulsos forem muito curtos, são necessárias intensidades superiores.

O procedimento de avaliação está incluído no regulamento para a prevenção de acidentes da associação alemã de seguro social de acidentes (BGV B11, 2001). Porém, deve sublinhar-se que este regulamento de 2001 não utiliza os níveis de ação e os valores-limite de exposição da nova Diretiva 2013/35/UE.

Figura D23 — Curvas de sinal (impulsos) de forma sinusoidal (em cima à esquerda), exponencial (em cima à direita) e trapezoidal ou triangular (em baixo)



Os campos associados a estes tipos de curvas de sinal (figura D23) são descritos pelos seguintes parâmetros adicionais:

G	Em vez da grandeza, G , utilize a intensidade do campo elétrico, E , a intensidade do campo magnético, H , ou a densidade do fluxo magnético, B . $G(t)$ indica a função de tempo, \hat{G} o valor máximo.
T	Duração do impulso ou largura do impulso com a seguinte quebra
τ_p	Duração de uma alteração do campo para curvas de sinal sinusoidal, triangular ou trapezoidal, de zero até ao valor de máximo positivo ou negativo ou do valor máximo positivo ou negativo a zero, respetivamente. O cálculo de τ_p para curvas de sinal exponencial deve efetuar-se de acordo com o esquema acima. Se as durações individuais (τ_{pi}) diferirem, então, todos estes valores de τ_{pi} devem ser incluídos em cálculos adicionais.
T_I	Tempo de integração, em que $T_I = \begin{cases} T & \text{em que } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{nos demais casos} \end{cases}$
τ_{pmin}	O menor valor de todas as durações τ_{pi} : $\tau_{pmin} = \min_i(\tau_{pi})$
τ_c	Grandeza auxiliar para a definição de curvas de sinal exponencial. Se as durações individuais (τ_{ci}) diferirem entre si, então, todos estes valores de τ_{ci} devem ser incluídos em cálculos adicionais.
τ_D	tempo de todas as alterações do campo, i , durante um intervalo de tempo T_I para: — curvas de sinal sinusoidal, triangular, trapezoidal: $\tau_D = \sum_i \tau_{pi}$ — curvas de sinal exponencial: $\tau_D = \sum_i \tau_{ci}$
f_p	Frequência de uma alteração de campo, em que: $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{pmin}}$
V, V_{max}	Fator de ponderação, fator máximo de ponderação $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{em que } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2.6 & \text{nos demais casos} \end{cases}$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Derivada temporal máxima da densidade do fluxo magnético $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Derivada temporal média da densidade do fluxo magnético $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

Quadro D6 — Os níveis de ação da derivada temporal máxima da densidade do fluxo magnético $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,ma}$ em (T/s) de acordo com o quadro B2 da diretiva 2013/35/UE

Gamas de frequências	Nível de ação baixo	Nível de ação alto	Nível de ação para a exposição de membros a um campo magnético localizado
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1.8 \cdot V/f_p$	$2.7 \cdot V$	$8 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0.2 \cdot V$	$2.7 \cdot V$	$8 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$0.01 \cdot f_p \cdot V$	$2.7 \cdot V$	$8 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$2.7 \cdot V$	$2.7 \cdot V$	$8 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$0.001 \cdot f_p \cdot V$	$0.001 \cdot f_p \cdot V$	$0.003 \cdot f_p \cdot V$

Quadro D7 — Os níveis de ação da derivada temporal média da densidade do fluxo magnético $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,ma}$ em (T/s) de acordo com o quadro B2 da diretiva 2013/35/UE, calculados como média no intervalo de tempo t_p

Gamas de frequências	Nível de ação baixo	Nível de ação alto	Nível de ação para a exposição de membros a um campo magnético localizado
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1.15 \cdot V/f_p$	$1.7 \cdot V$	$5.1 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0.13 \cdot V$	$1.7 \cdot V$	$5.1 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1.7 \cdot V$	$5.1 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$1.7 \cdot V$	$1.7 \cdot V$	$5.1 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Os valores-limite de exposição da Diretiva 2013/35/UE serão cumpridos quando os níveis de ação forem aplicados para este procedimento.

Os fatores de ponderação V , V_{max} e os quadros referentes aos níveis de ação para este procedimento de avaliação são adaptados aos requisitos da Diretiva 2013/35/UE.

D.3.2. Efeitos térmicos (100 kHz a 300 GHz)

D.3.2.1. Avaliação em relação aos NA

Para campos eletromagnéticos com componentes espectrais não negligenciáveis acima de 100 kHz, os efeitos térmicos são relevantes, e o IE total para o efeito térmico é dado pelas orientações de 1998 da ICNIRP (ICNIRP, 1998):

$$EI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,X}^2} \quad \text{equação 10}$$

em que X_f é a amplitude (valor quadrático médio) à frequência f , e X representa a intensidade do campo elétrico, a densidade do fluxo magnético ou a corrente de contacto. $AL(X)_{thermal, f}$ é o nível de ação para efeitos térmicos à frequência f , tal como definido no quadro B1, B2 e B3 do anexo III da Diretiva. Se a comparação for feita em relação à intensidade do campo, X_f^2 tem de ser uma média calculada a intervalos de seis minutos para frequências inferiores a 6 GHz, ou uma duração dada por $\tau = 68/f^{1.05}$ minutes (em que f está em GHz) para frequências superiores a 6 GHz. Para correntes de contacto, a soma é apenas efetuada entre 100 kHz e 110 MHz e não é necessário calcular a média temporal.

O declive da forma de onda dos campos eletromagnéticos não influencia o aquecimento dos tecidos e, por conseguinte, a abordagem do máximo ponderado não é utilizada para avaliar o cumprimento dos níveis de ação definidos para evitar os efeitos térmicos.

Para impulsos de RF com frequências portadoras acima de 6 GHz, a densidade de potência máxima calculada como média na largura do impulso tem de ficar abaixo dos 50 kWm⁻², que é 1 000 vezes o NA para a densidade de potência (quadro B1, anexo III da Diretiva).

Tal como nos cálculos não térmicos, em que os campos externos variam consideravelmente no corpo do trabalhador, pode ser necessária incluir a média espacial dos níveis de exposição adequados à parte do corpo mencionada no limite que está a ser aplicado. Esta questão é discutida na secção anterior (secção D2).

Avaliação em relação a NA das correntes nos membros (10 MHz a 110 MHz)

A avaliação das correntes nos membros utiliza a mesma equação dos campos elétricos e magnéticos, mas só são consideradas as frequências entre 10 MHz e 110 MHz. Note-se que $I_{L, f}^2$, o quadrado da corrente nos membros à frequência f , tem de ser calculado como média a intervalos de seis minutos.

D.3.2.2. Avaliação em relação aos VLE

Avaliação em relação aos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (100 kHz a 300 GHz)

Tal como descrito nas orientações de 1998 da ICNIRP (ICNIRP, 1998), o índice de exposição para efeitos térmicos para a saúde térmica é dado por:

$$EI_{thermal, ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad \text{equação 11}$$

em que,

$\langle SAR_f \rangle$ é a taxa de absorção específica (SAR), à frequência f , em W/kg, calculada como média a intervalos de seis minutos.

$ELV(SAR)$ é o VLE para a taxa de absorção específica (SAR), em W kg⁻¹, conforme especificado no quadro A1 do anexo III da Diretiva.

$\langle S_f \rangle$ é a densidade de potência à frequência f , em Wm⁻², calculada como média em 20 cm² da superfície exposta e num período dado por $\tau = 68/f^{1.05}$ minutes (em que f está em GHz).

$ELV(S)$ é o VLE para a densidade de potência, igual a 50 Wm⁻², conforme especificado no quadro A1 do anexo III da Diretiva.

Para avaliar a SAR localizada, por oposição à média em todo o corpo, a SAR localizada tem de ser calculada como a média em 10 g de tecido contíguo; a SAR máxima obtida deste modo deve ser o valor utilizado na equação 10. A secção D2 fornece mais informações sobre o cálculo da média.

Avaliação em relação aos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (300 MHz a 6 GHz)

Os efeitos auditivos sensoriais podem resultar da exposição da cabeça a uma radiação de micro-ondas constituídas por impulsos, com uma frequência entre 300 MHz e 6 GHz. Para evitar esses efeitos, os VLE relativos à absorção específica têm de ser cumpridos, em que o índice de exposição é dado por:

$$EI_{\text{auditory ELV}} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} SA_f \quad \text{equação 12}$$

Em que,

SA_f é a absorção específica (SA), à frequência f na cabeça, em Jkg^{-1} , tomada como sendo igual ao máximo dos valores médios em 10 g de tecido, e $ELV(SA)$ é igual a 10 m Jkg^{-1} .

D.3.3. Avaliação dos campos eletromagnéticos com frequências entre 1000 kHz e 10 MHz

Quando existem sinais de RF com frequências entre 100 kHz e 10 MHz, incluindo frequências harmónicas de sinais fundamentais com frequência abaixo de 100 kHz, tem de ser demonstrado o cumprimento dos limites tanto dos efeitos térmicos como dos efeitos não térmicos. Isto pode ser efetuado através da comparação dos níveis de campos internos com os VLE relevantes, embora o mais normal seja uma comparação dos níveis dos campos externos com os NA adequados.

As figuras 6.2 e 6.7 mostram que avaliação é necessária consoante a gama de frequências da fonte (para o cumprimento dos NA e dos VLE, respetivamente). Em muitos casos, apenas um tipo de efeito (térmico ou não térmico) é relevante devido às características da frequência da fonte, mas nos casos em que a fonte se encontra dentro da gama de frequências de 100 kHz a 10 MHz (mostrada a vermelho na figuras 6.2 e 6.7), ambos os efeitos são relevantes, conforme destacado no quadro D8 (para NA).

Por exemplo, considere um ambiente em que se verificou que a exposição de um trabalhador é composta por um sinal fundamental de 75 kHz em conjunto com conteúdo harmónico significativo a 225 kHz, 375 kHz e 525 kHz. Visto que todas estas frequências estão abaixo de 10 MHz, devem ser incluídas na avaliação do índice de exposição não térmica de campos elétricos, de campos magnéticos e, quando relevante, de correntes de contacto, em todas as frequências identificadas ao longo da gama de frequências.

1 Hz a 10 MHz. Tal pode implicar contribuições de sinais de frequência de corrente (50/60 Hz) e das correspondentes frequências harmónicas. Além disso, os sinais de 225 kHz, 375 kHz e 525 kHz têm de ser incluídos na avaliação do índice de exposição térmica deste ambiente, uma vez que estas frequências se situam na gama de frequências de 100 kHz a 300 GHz. Todas as outras frequências identificadas nesta gama devem igualmente ser incluídas no cálculo do índice de exposição térmica. O cumprimento dos AL a nível térmico pode ser avaliado utilizando valores relativos à intensidade dos campos magnético ou eléctrico externos, mas deve ser feita uma avaliação do índice de exposição da corrente de contacto, se for caso disso. Todos

os índices de exposição (não térmica, térmica e de corrente de contrato) devem ficar abaixo da unidade. Caso contrário, devem ser impostas restrições ao trabalhador ou à fonte, a fim de garantir o cumprimento. É possível que se o cumprimento dos NA não puder ser demonstrado, o cumprimento dos VLE possa ainda ser demonstrado, apesar de o custo desta abordagem poder ser considerável.

Quadro D8 — Lista não exaustiva de exemplos e requisitos de cumprimento dos NA conexos, com base na gama de frequências da fonte. As abreviaturas e as equações são explicadas nas subsecções subsequentes.

Gama de frequências da fonte	Medição exigida	Equações a utilizar	Requisitos de cumprimento dos NA	Exemplo de fonte
1 Hz a 100 kHz	B, E, I_c	Equação 6 ou Equação 8	$EI_{non-thermal,X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_c\}$ and $M = \{(1) \text{ or } (2)\}$	Linhas de transmissão da indústria energética, Indução magnética de partículas
100 kHz a 10 MHz	B, E, I_c	Equação 6 ou Equação 8 e Equação 9	Como o que precede, e ainda: $EI_{thermal,X} \leq 1$ Para $X = \{B, E, I_c\}$	Sistema de vigilância eletrónica de artigos, Estações de base de transmissão de rádio AM, Sistemas de comunicação através da rede elétrica
10 MHz a 110 MHz	B, E, I_c, I_L	Equação 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ For $X = \{B, E, I_c, I_L\}$	Estações de base de transmissão de rádio FM, Máquinas de soldar plástico
110 MHz a 300 GHz	(se no campo afastado, então B or E)	Equação 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ Para $X = \{B, E\}$ (se no campo afastado, então $X = \{B \text{ or } E\}$)	Estações de base de comunicações móveis, Radares militares

Importa salientar que os efeitos não térmicos são instantâneos, ao passo que os processos de termorregulação do corpo levam a que os efeitos térmicos dependam da duração ou do fator de utilização da exposição. Assim, para a avaliação dos efeitos não térmicos para a saúde, é utilizada a exposição instantânea máxima, ao passo que para a avaliação dos efeitos térmicos para a saúde, a Diretiva «Campos eletromagnéticos» permite que a exposição seja calculada em termos de média temporal a intervalos de seis minutos e durante um período de $\tau = 68f^{1.05}$ minutes (em que f está em GHz) para as frequências abaixo e acima de 10 GHz respetivamente. Se a comparação for em relação aos NA da intensidade do campo, da densidade do fluxo ou da corrente nos membros, o cálculo da média temporal deve ser efetuado com valores quadrados.

D.4. Avaliação da exposição a campos magnéticos estáticos

D.4.1. Introdução

Os principais efeitos induzidos pelo movimento de um corpo ou de partes do corpo num campo magnético são a estimulação dos nervos periféricos e efeitos sensoriais passageiros, tais como vertigens, náuseas, sabor metálico e sensações visuais, tais como fosfenos retinianos.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» estabelece limites para os campos magnéticos estáticos para os dois tipos de condições de trabalho:

- normais (não controladas); e
- controladas, em que foram adotadas medidas preventivas, tais como o controlo dos movimentos e a prestação de informação aos trabalhadores.

A avaliação do cumprimento para o movimento em campos magnéticos estáticos depende do ambiente de trabalho, seja ele normal ou controlado, e podem ter de ser considerados diferentes efeitos. O fluxograma na figura D24 ilustra o processo. O cumprimento em condições de trabalho normais garante o cumprimento em condições de trabalho controladas. No entanto, em ambientes de trabalho controlados, apenas tem de ser demonstrado o cumprimento dos VLE e dos NA que contribuem para a estimulação dos nervos periféricos.

Os VLE previstos no quadro A1 do anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos» para a densidade do fluxo magnético externa aplicam-se a campos magnéticos estáticos. O movimento ao longo do gradiente de um campo magnético estático induz campos elétricos de baixa frequência no corpo. Neste caso, os VLE indicados nos quadros A2 e A3 e os NA do quadro B2 do anexo II da Diretiva «Campos eletromagnéticos» devem servir de base para a avaliação das exposições. Foram publicadas mais orientações sobre a limitação da exposição a campos elétricos induzidos pelo movimento em campos magnéticos estáticos (ICNIRP, 2014). Estas orientações têm por base os melhores dados disponíveis, mas no momento da elaboração deste guia ainda não tinham sido integradas na Diretiva «Campos eletromagnéticos». Os valores encontram-se resumidos no quadro D9.

As orientações da ICNIRP não são vinculativas e utilizam terminologia diferente da da Diretiva «Campos eletromagnéticos». As restrições básicas são grandezas que não devem ser ultrapassadas e são conceptualmente equivalentes aos VLE da Diretiva «Campos eletromagnéticos». Os níveis de referência são derivados das restrições básicas de forma conservadora, mas são definidos em grandezas que são mais facilmente avaliadas. Os níveis de referência são conceptualmente equivalentes aos níveis de ação utilizados na Diretiva «Campos eletromagnéticos».

Quadro D9 — Restrições básicas e níveis de referência para limitar a exposição profissional resultante de movimento em campos magnéticos estáticos (retirados das orientações da ICNIRP de 2014)

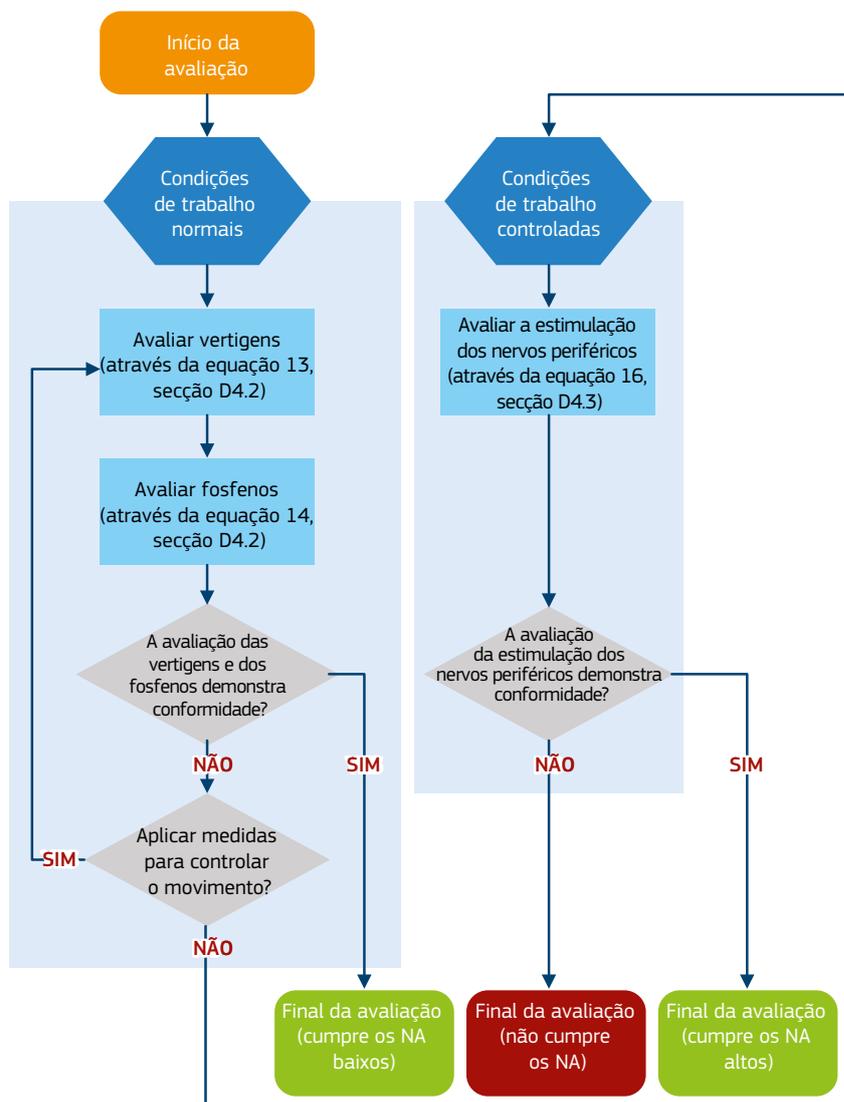
Frequência [Hz]	Restrições básicas intensidade do campo elétrico interno (Vm^{-1} (peak))		Níveis de referência Derivada temporal da densidade do fluxo magnético (Ts^{-1} (máximo))	
	Efeitos sensoriais ¹	Efeitos na saúde ²	Efeitos sensoriais ¹	Efeitos na saúde ²
0 — 0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66 — 1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

NB: 1 — Restrições previstas para minimizar a sensação de fosfenos em condições de trabalho normais.

2 — Restrições previstas para minimizar a ocorrência de efeitos de estimulação dos nervos periféricos em condições de trabalho controladas.

3 — Para evitar vertigens causadas pelo movimento num campo magnético estático, a alteração máxima da densidade do fluxo magnético ΔB durante um período de três segundos não deve ultrapassar 2 T. Em condições de trabalho controladas, este valor pode ser ultrapassado (ICNIRP, 2014).

Figura D24 — Processo de avaliação do cumprimento no caso de movimento em campos magnéticos estáticos



D.4.2. Condições de trabalho normais

Em condições de trabalho normais, as restrições aplicadas à exposição resultante do movimento em campos magnéticos estáticos têm por base efeitos sensoriais, tais como vertigens, náuseas e fosfenos. O espectro dos campos induzidos por movimento estende-se até 25 Hz e deve ser tido em conta ao selecionar os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A3 da Diretiva «Campos eletromagnéticos») e as restrições básicas da ICNIRP (quadro D9). De um modo geral, será adequado comparar as exposições com os NA baixos (anexo II, quadro B2 da Diretiva «Campos eletromagnéticos») e com os níveis de referência da ICNIRP (quadro D9).

Minimizar o efeito de vertigens

A ocorrência de efeitos sensoriais, como vertigens e náuseas, devido a movimento num campo magnético estático pode ser minimizada movendo-se o mais lentamente possível no campo. Por conseguinte, a fim de minimizar a probabilidade de vertigens e náuseas, a alteração da densidade do fluxo magnético ΔB durante um período de três segundos não deve ultrapassar 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T} \quad \text{equação 13}$$

Minimizar os fosfenos

Para minimizar a sensação de fosfenos, devem ser utilizados os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A3) e as restrições básicas (quadro D9) para a intensidade do campo elétrico interno E_i . *Uma vez que a intensidade do campo elétrico interno não é fácil de determinar, é normalmente mais conveniente avaliar o cumprimento utilizando os níveis de referência (quadro D9) e a derivada temporal dos NA baixos (anexo II, quadro B2).*

O campo elétrico induzido pelo movimento num campo magnético estático é não sinusoidal, com um espectro que se estende até 25 Hz. Por conseguinte, é necessário ter em conta os componentes de frequência presentes utilizando o método do máximo ponderado (ver apêndice D3).

O índice de exposição para dB/dt é dado pela seguinte equação, baseada numa função dependente de frequência e numa função de ponderação relacionada com a fase:

$$EI_{\text{movement}}^{\text{phosphene}} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{equação 14}$$

em que $|A_f|$ e θ_f são a amplitude e a fase do componente espectral à frequência f da derivada temporal da densidade do fluxo magnético dB/dt e RL_f é o nível de referência dos efeitos sensoriais nessa frequência. A fase φ_f (o chamado ângulo de fase do filtro) é uma função da dependência da frequência de RL_f com valores de 90°, 180° e 90° nas gamas de frequência de 0 a 0,66 Hz, 0,66 a 8 Hz e 8 a 25 Hz, respetivamente, em que a dependência da frequência de RL_f é de f^0 , $1/f$ e f^0 . Os valores de fase da função de filtro para dB/dt são definidos no apêndice das orientações de 2010 da ICNIRP (ICNIRP, 2010) e explicados no apêndice D3.

Ao aplicar a equação acima para calcular o índice de exposição para dB/dt , deverá ser dada atenção ao facto de só serem fornecidos níveis de referência para o dB/dt máximo abaixo de 1 Hz. Acima de 1 Hz, os NA são fornecidos (anexo II, quadro B2) como valores quadráticos médios (rms) da densidade do fluxo magnético, mas não como derivadas temporais. No entanto, é possível recorrer a estes NA para calcular o RL_f equivalente para o dB/dt máximo acima de 1 Hz:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2\pi f B_{lowAL,rms}} \quad \text{equação 15}$$

em que $B_{lowAL,rms}$ é o valor quadrático médio do NA baixo para a densidade do fluxo magnético à frequência f e $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$ é o RL_f for peak RL_f convertido para dB/dt máximo nessa frequência.

D.4.3. Condições de trabalho controladas

Tal como discutido na secção D4.2 supra, o campo elétrico induzido inclui componentes com frequências até 25 Hz e isto deve ser considerado aquando da escolha dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (anexo II, quadro A2) e das restrições básicas apropriados (quadro D9). Novamente, de um modo geral, será mais adequado comparar exposições com os NA altos (anexo II, quadro B2) e com os níveis de referência de efeitos na saúde (quadro D9).

Prevenção de estimulação dos nervos periféricos

Para evitar a estimulação dos nervos periféricos, tanto a restrição básica da ICNIRP como os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde limitam a intensidade do campo elétrico interno E_i a $1,1 \text{ Vm}^{-1}$. Os níveis de referência da ICNIRP correspondentes e a derivada temporal dos NA altos têm um valor de $2,7 \text{ Ts}^{-1}$. Uma vez que tanto o nível de referência como a derivada temporal do NA alto são constantes na gama de frequências relevante, o índice de exposição é obtido pela soma dos componentes espectrais em frequências até 25 Hz sem ponderação espectral da amplitude (a fase de filtro é fixada em zero para todos os componentes espectrais), mas tendo em conta as fases dos componentes espectrais de dB/dt :

$$EI_{movement}^{PNS} = \frac{1}{2.7} * \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right| \right\} \quad \text{equação 16}$$

em que $|A_f|$ e θ_f são a amplitude e a fase do componente espectral de dB/dt à frequência f . A expressão entre parênteses na equação 16 é equivalente a tomar o valor absoluto da forma de onda de dB/dt (pelo que todos os valores de dB/dt são positivos). O índice de exposição é por conseguinte dado pelo valor máximo desta forma de onda dividido por $2,7 \text{ Ts}^{-1}$.

D.5. Considerações relativas à incerteza

O objetivo de uma medição ou cálculo é determinar o «valor real» ⁽¹⁾ da grandeza sob análise e qualquer desvio é imputável à incerteza.

⁽¹⁾ O valor real em si mesmo tem incerteza associada, na medida em que se trata de uma estimativa com base num conhecimento e em dados presentes.

A Diretiva exige que os empregadores considerem a incerteza e a registem como parte da avaliação global da exposição. O artigo 4.º dispõe que «a avaliação tem em conta as incertezas quanto às medições ou cálculos, nomeadamente erros numéricos, a modelização das fontes, a geometria fantasma e as propriedades elétricas dos tecidos e dos materiais, determinadas de acordo com as boas práticas aplicáveis.»

Um dos principais desafios para um empregador na realização de uma avaliação do cumprimento é demonstrar a precisão das medições e/ou dos cálculos em relação aos NA e aos VLE da Diretiva. Identificar as fontes de incerteza, quantificar a sua influência e demonstrar que essa influência está dentro de limites aceitáveis permite obter tal garantia.

Normas internacionais, tais como a norma ISO/CEI Guide 98-3:2008, representam uma boa fonte de conselhos práticos sobre a incerteza da medição, e o CENELEC e outros organismos de normalização publicaram normas que descrevem as várias opções em termos de melhores práticas para lidar com a incerteza na comparação de grandezas de exposição eletromagnética com os valores-limite (ver o apêndice H).

Idealmente, a incerteza global deve ser pequena em relação à diferença entre o valor medido e/ou calculado e o NA ou o VLE. Se a incerteza for muito grande, há a probabilidade de haver menos confiança na avaliação do cumprimento ou de existir incumprimento de um valor de exposição em relação a um limite, e pode ser desejável repetir a avaliação utilizando métodos mais precisos e/ou instrumentos que reduzem a incerteza.

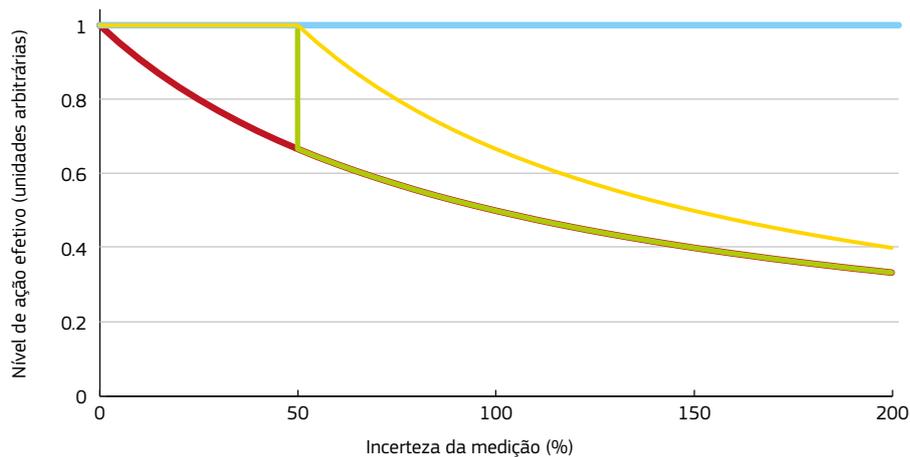
São reconhecidas duas abordagens gerais para abordar a incerteza numa avaliação do cumprimento, cada uma com pontos fortes e pontos fracos relativos. A primeira abordagem é a comparação direta ou a abordagem do «risco partilhado», na qual o valor medido ou calculado é comparado diretamente com os NA ou VLE. A segunda abordagem é a abordagem aditiva na qual a incerteza é adicionada ao valor medido ou calculado antes de este ser comparado com o NA ou VLE adequado. Embora ambas impliquem a avaliação cuidadosa da incerteza, a segunda, pela sua natureza, implica uma abordagem mais transparente.

Diferentes combinações destas duas abordagens podem ser utilizadas e a escolha de uma abordagem em particular pode depender de fatores tais como o costume e a prática nacionais ou as circunstâncias de exposição. O efeito das diferentes abordagens é ilustrado na figura D25. Podem justificar-se diferentes abordagens quando a incerteza não é excessivamente grande, tendo em consideração que os NA e os VLE derivam de restrições que incluem fatores de redução para garantir que existe uma margem de «segurança» suficiente para impedir efeitos sensoriais e para a saúde.

D.5.1. Incertezas no que diz respeito a medições

A incerteza de um sistema de medições decorre normalmente de uma combinação de fatores, incluindo o *erro sistemático* relacionado com o desempenho do instrumento de medição e o *erro aleatório* que pode advir do modo como a medição é efetuada. É importante reconhecer que as fontes potenciais de erro podem ser identificadas e que a margem de incerteza associada a cada uma delas pode ser quantificada. Em geral, as estimativas quantitativas da incerteza são efetuadas de duas formas. Podem derivar da avaliação estatística de leituras repetidas (conhecida como a avaliação de tipo A), ou podem ser calculadas utilizando uma variedade de outras informações, tais como experiências passadas, certificados de calibração, especificações do fabricante, informações publicadas, cálculos ou ainda o bom senso (conhecida por avaliação de tipo B).

Figura D25 — Comparação de diferentes abordagens para lidar com a incerteza. A linha azul mostra o efeito de ignorar a incerteza. A linha a vermelha mostra o efeito da aplicação da abordagem aditiva. A linha verde ilustra um exemplo de uma abordagem de «risco partilhado» (neste caso o valor medido é comparado diretamente, desde que a incerteza seja inferior a 50%) quando a incerteza ultrapassa este valor a abordagem passa a aditiva. A linha amarela ilustra uma abordagem alternativa de «risco partilhado» — quando a incerteza ultrapassa 50% é aplicada uma abordagem aditiva a partir desse momento



Quando todas as fontes individuais de erro tiverem sido identificadas e as incertezas delas resultantes identificadas, o efeito cumulativo pode então ser calculado seguindo as regras estabelecidas que regulam a «propagação da incerteza». Tal irá permitir uma estimativa da incerteza global associada a uma medição, que pode ser expressa sob a forma de «intervalo de confiança». A percentagem de confiança associada ao intervalo de confiança é obtida aplicando um fator de cobertura, k , que está relacionado com uma curva de probabilidade em forma de sino. Um k de 1 corresponde a uma confiança de 68%, $k = 2$ a 95%, $k = 3$ a 99,7%.

A avaliação da incerteza da medição pode ser complicada em muitos ambientes de trabalho, não havendo uma abordagem que se aplique todas as situações. Porém, existem várias boas práticas geralmente compreendidas, tais como a utilização de instrumentos com baixa incerteza de medição e que garantem que são utilizadas calibrações rastreáveis nos instrumentos (reduz o erro sistemático). A aplicação de boas técnicas de medição tais como a repetição e o cálculo da média das medições durante uma avaliação podem ser utilizadas para reduzir o erro aleatório.

Muitas normas de produto do CENELEC tendem a adotar uma abordagem híbrida em que uma medição pode ser comparada diretamente com os valores-limite, desde que um nível máximo especificado de incerteza não seja ultrapassado. Se o nível máximo for ultrapassado, então a incerteza é incluída diretamente nas medições ou nos valores-limite de modo a tomar os critérios de cumprimento mais rigorosos e a compensar a incerteza em excesso.

De um modo geral, os valores máximos de incerteza permitidos para as medições de campos eletromagnéticos são da mesma ordem de grandeza que a fiabilidade e os valores de precisão que podem ser conseguidos com os tipos de equipamentos de medição e procedimentos de calibração normalmente utilizados.

As normas técnicas fornecem fontes úteis de informações sobre como combinar diferentes elementos de incerteza de modo a produzir uma estimativa global. Os orçamentos relativos à incerteza podem ser uma ferramenta útil na avaliação da incerteza para a exposição em campos eletromagnéticos e são debatidos em várias normas de produtos

relativas a campos eletromagnéticos. Está disponível um bom exemplo na EN 50413, uma norma de medição predefinida que pode ser utilizada em situações em que não está disponível uma norma específica para determinada tecnologia ou indústria.

Deve ter-se cuidado na aplicação de um intervalo de incerteza admissível de modo a garantir que a exposição de um trabalhador não ultrapassa os NA ou os VLE da Diretiva. Tal como mencionado no artigo 5.º da Diretiva, «os trabalhadores não podem ser expostos a níveis superiores aos dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde nem aos dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais, a não ser que as condições previstas no artigo 10.º, n.º 1, alíneas a) ou c), ou no artigo 3.º, n.os 3 ou 4, se encontrem preenchidas. Se, apesar das medidas tomadas pelos empregadores, os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais forem ultrapassados, os empregadores devem tomar medidas imediatas para reduzir a exposição para níveis inferiores aos desses VLE.»

D.5.2. Incertezas no que se refere os cálculos da exposição

No que se refere aos cálculos de exposição interna e externa, as fontes de erro numérico podem ser diversas se os modelos não forem devidamente elaborados. Por conseguinte, é importante examinar a incerteza associada à dosimetria. As várias fontes de incerteza podem ser agrupadas em três categorias, que são descritas nas secções seguintes.

D.5.2.1. Incertezas relacionadas com métodos numéricos

Um exemplo seriam os erros associados ao cálculo de uma grandeza de dose interna, tal como a SAR. O valor da SAR exige que o campo elétrico seja corretamente calculado no corpo em termos de grandeza e de distribuição da SAR. Se for necessário calcular a média de um valor máximo espacial numa massa específica, tal como uma zona contígua de 10 g, nos termos especificados no anexo III da Diretiva, serão introduzidos erros se a SAR for avaliada, por exemplo, num cubo. Se as condições de fronteira da simulação numérica forem indevidamente definidas, serão introduzidos erros na solução através de uma reflexão inatural do campo eletromagnético no domínio computacional. Além disso, a discretização da solução (por exemplo, representar a situação de exposição em cubos) pode conduzir a erros em espiral que podem causar problemas significativos em cálculos relativos a baixa frequência.

D.5.2.2. Incertezas relacionadas com o modelo de dispositivo eletromagnético

Para simular uma situação de exposição, deve ser criado um modelo representativo do dispositivo que produz o campo eletromagnético. Nestes casos, podem ser introduzidos erros na solução se as dimensões, a posição, a potência de saída, as características de emissão, etc., do dispositivo forem deficientemente representadas. O posicionamento do dispositivo é particularmente importante se a fonte do campo estiver próxima do corpo, uma vez que o campo produzido pela maioria dos dispositivos decresce rapidamente com o aumento da distância.

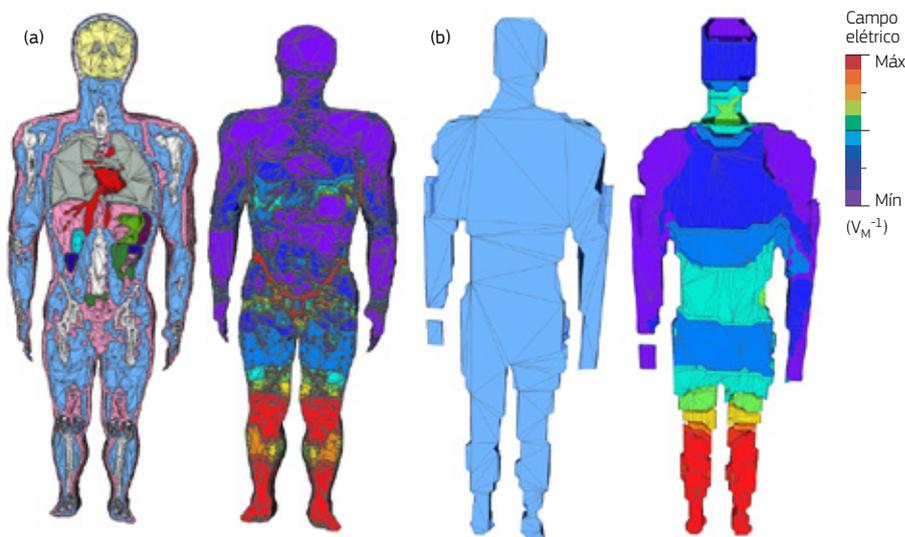
D.5.2.3. Incertezas relacionadas com o modelo do corpo humano

Se o modelo do corpo não for representativo do trabalhador exposto em termos de anatomia e postura, etc., podem ser introduzidos erros nos resultados. Por exemplo, um modelo simples e homogéneo do corpo pode produzir valores consideravelmente diferentes de grandezas de dose internas, tais como campos elétricos induzidos e SAR, quando comparados com cálculos efetuados com modelos heterogéneos anatomicamente realistas. Além disso, quando utilizados em simulações numéricas estes modelos humanos simples podem produzir fenómenos artificiais, tais como o aparecimento de SAR máxima localizada ou de campos elétricos induzidos em profundidade no corpo (figura D26).

As práticas recomendadas para atenuar a produção de imprecisões no cálculo das grandezas de dose incluem:

- comparações dos resultados obtidos utilizando outros métodos numéricos para a mesma situação de exposição. Se forem obtidos resultados similares, isso pode contribuir para a validação da simulação numérica utilizada em relação a uma determinada configuração de exposição;
- comparações de resultados numéricos com medições. As simulações de grandezas de campos externos tais como a intensidade do campo elétrico ou magnético, devem ser comparadas com valores medidos, quando estes existirem, para validar o modelo da fonte do campo eletromagnético;
- comparações dos resultados das diferentes organizações (comparação interlaboratorial). As comparações de resultados numéricos com outros dados publicados para a mesma configuração de exposição ou para uma configuração de exposição similar podem dar aos avaliadores um maior grau de confiança na validade dos resultados produzidos;
- ensaios de convergência. Os métodos numéricos utilizados para calcular as grandezas de dose internas no corpo são, muitas vezes, iterativas por natureza (por exemplo, método FDTD, método SPFD, método FEM, etc.) e, por conseguinte, convergem normalmente para uma solução. Se a convergência e a estabilidade de uma solução forem fracas, é altamente provável que os resultados obtidos com a simulação estejam incorretos.

Figura D26 — Distribuição do campo elétrico induzido resultante da exposição a um campo elétrico externo de 50 Hz num (a) modelo humano heterogéneo de elevada qualidade, com resolução de 2 mm (b) modelo humano homogéneo de baixa qualidade, com resolução de 16 mm. A utilização de modelos humanos homogéneos de baixa resolução e baixa qualidade pode introduzir erros nos valores calculados.



Mensagem principal: incerteza

Todas as medidas e cálculos estão sujeitos a incertezas e estas devem ser sempre quantificadas e tidas em consideração ao interpretar resultados. A abordagem para lidar com incertezas variará consoante a prática e a legislação nacionais. Muitas vezes tal implicará uma abordagem de «risco partilhado», mas algumas autoridades podem exigir a utilização da abordagem aditiva.

APÊNDICE E

— EFEITOS INDIRETOS E TRABALHADORES PARTICULARMENTE EXPOSTOS

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» exige que os empregadores considerem os efeitos indiretos e os trabalhadores particularmente expostos quando efetuam as avaliações de risco. Porém, para além das três exceções indicadas no quadro E1 abaixo (ver secção 6.2 para mais informações), não prevê quaisquer níveis de ação (NA) ou outras orientações sobre o que constitui uma condição de campo segura. Este apêndice prevê mais explicações sobre as dificuldades na definição de condições de campo seguras e fornece orientações adicionais aos empregadores que precisam de avaliar os riscos nessas situações.

Quadro E1 — NA de efeitos indiretos com referências cruzadas para mais informações neste guia

NA de efeitos indiretos	Secção
Interferência em implantes médicos ativos em campos magnéticos estáticos	6.2.1
Riscos de projeção e atração resultantes de campos magnéticos estáticos	6.2.1
Correntes de contacto de campos variáveis no tempo < 110 MHz	6.2.2

E.1. Efeitos indiretos

Os efeitos indiretos surgem quando um objeto presente no campo eletromagnético se torna a causa de um risco para a segurança ou para a saúde. A Diretiva «Campos eletromagnéticos» identifica cinco efeitos indiretos que devem ser tidos em consideração em qualquer avaliação dos riscos:

- interferência em equipamentos e instrumentos médicos eletrónicos;
- risco de projeção de objetos ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos;
- arranque de aparelhos eletroexplosivos (detonadores);
- inflamação de atmosferas inflamáveis;
- correntes de contacto.

Deve também ser tido em conta qualquer outro efeito indireto que possa ocorrer (ver secção E1.6).

De um modo geral, os efeitos indiretos apenas ocorrerão em condições específicas e frequentemente será simples estabelecer que tais condições não existem num determinado local de trabalho, significando que o risco é já mínimo. No entanto, por vezes, não será este o caso, e nestas situações, será necessária uma avaliação mais pormenorizada.

E.1.1. Interferência em equipamentos e instrumentos médicos eletrónicos

Os campos eletromagnéticos podem, potencialmente, causar interferência no funcionamento correto de equipamento médico eletrónico, do mesmo modo que podem causar interferência em qualquer outro tipo de equipamento eletrónico. No entanto, como esse equipamento pode ter uma função vital no tratamento médico, as consequências da interferência podem ser graves.

Desde 30 de junho de 2001, qualquer equipamento eletrónico médico colocado no mercado ou colocado em serviço na União Europeia tem de cumprir os requisitos essenciais da Diretiva relativa aos dispositivos médicos (93/42/CEE, na redação atual). Na realidade, muito do equipamento colocado em serviço após 1 de janeiro de 1995 também cumprirá a Diretiva relativa aos dispositivos médicos.

Estes requisitos essenciais incluem a condição de que os dispositivos devem ser concebidos e fabricados de modo a eliminar ou a minimizar os riscos relacionados com condições ambientais razoavelmente previsíveis, tais como campos magnéticos, influências elétricas externas e descargas eletrostáticas.

Na prática, os fabricantes cumprem os requisitos essenciais da Diretiva relativa aos dispositivos médicos fabricando os seus produtos em conformidade com uma norma harmonizada adequada. Relativamente à imunidade a interferências, a norma principal é a EN 60601-1-2, apesar de poderem também existir requisitos em normas particulares. Embora os requisitos essenciais em matéria de imunidade aos campos eletromagnéticos sejam idênticos na Diretiva relativa aos dispositivos médicos e na Diretiva AIMD (ver infra), a interpretação nas normas harmonizadas não o tem sido. As versões da norma EN 60601-1-2 até à edição 3 (2007), inclusive, exigem que funções essenciais do equipamento não fiquem comprometidas pela exposição a:

- campos eletromagnéticos de frequência de corrente até 3 A/m (3,8 μ T);
- intensidades de campos elétricos até 3 V/m em frequências de 80 MHz a 2,5 GHz (os campos são normalmente de amplitude modelada a 1 kHz);
- no caso de equipamento de suporte de vida, a imunidade a intensidades de campos elétricos é aumentada para 10 V/m entre 80 MHz e 2,5 GHz.

Estes valores fornecem uma base para avaliar o potencial de interferência em o equipamento médico eletrónico.

A edição 4 (2014) da norma EN60601-1-2 aborda a questão da consistência entre a Diretiva relativa aos dispositivos médicos e a Diretiva AIMD. Exige que o fabricante indique ambientes de utilização adequados e aumenta os níveis de imunidade para dispositivos destinados a utilização em ambiente de cuidados de saúde domésticos.

A norma admite igualmente que atingir esses níveis de imunidade seria difícil para equipamento concebido para controlar parâmetros fisiológicos. Permite, por conseguinte, imunidade inferior para este tipo de equipamento, na expectativa de que o mesmo irá ser utilizado num ambiente de campo baixo.

E.1.2. Risco de projeção de objetos ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos

Em campos magnéticos estáticos fortes, os objetos ferromagnéticos podem ser sujeitos a forças de atração fortes que podem resultar no movimento do objeto. Em circunstâncias adequadas, este movimento pode representar um risco de projeção. O risco de movimento depende de vários fatores, incluindo do gradiente de campo magnético, da massa e da forma do objeto e do material de que é fabricado.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» especifica um NA de 3 mT para impedir um risco de projeção dos objetos ferromagnéticos na extremidade alta de fortes fontes magnéticas estáticas (> 100 mT).

E.1.3. Arranque de aparelhos eletroexplosivos (detonadores)

Está bem estabelecido que, em condições adequadas, os campos eletromagnéticos podem causar o arranque de aparelhos eletroexplosivos (detonadores). Este efeito depende da presença no local de trabalho de dispositivos eletroexplosivos e de intensidades de campo fortes o suficiente para o seu arranque. Por conseguinte, é pouco provável que este seja um problema na maioria dos locais de trabalho, mas pode ter de ser considerado por alguns empregadores, no setor da defesa, por exemplo.

Uma vez que os aparelhos eletroexplosivos podem apresentar um risco mesmo na ausência de fortes campos eletromagnéticos, o seu armazenamento e utilização são normalmente controlados rigorosamente, com restrições às atividades que podem ocorrer nas proximidades, incluindo a produção de campos eletromagnéticos.

Existe um relatório técnico europeu (CLC/TR 50426) que fornece orientações sobre as avaliações do risco de arranque de dispositivos de ponte de ignição. O relatório fornece abordagens para avaliar o risco de que possa ser extraída energia suficiente do campo para causar o arranque.

Outro relatório técnico europeu que pode ser útil é o CLC/TR 50404, que fornece orientações sobre a avaliação dos riscos e das medidas para evitar o arranque de materiais explosivos por eletricidade estática.

E.1.4. Incêndios e explosões devido à inflamação de atmosferas inflamáveis

Está bem estabelecido que a interação dos campos eletromagnéticos com objetos pode resultar na criação de descargas de faíscas com capacidade de inflamação de atmosferas inflamáveis. Uma vez que este efeito exige a presença de uma atmosfera inflamável e de intensidades de campos suficientes para a respetiva inflamação, é pouco provável que este seja um problema na maioria dos locais de trabalho, mas pode ter de ser considerado por empregadores de alguns setores.

As atmosferas inflamáveis podem estar em risco de inflamação relativamente a diversas fontes e, por isso, a abordagem normal é identificar áreas em que essas atmosferas possam existir e colocar restrições a atividades nessas áreas. Essas restrições incluirão normalmente limitações à produção de campos eletromagnéticos na zona.

Existe um relatório técnico europeu (CLC/TR 50427) que fornece orientações sobre as avaliações do risco de inflamação involuntária de atmosferas inflamáveis por campos eletromagnéticos de radiofrequência. O relatório fornece abordagens para avaliar a energia que pode ser extraída do campo e comparar esta energia à energia necessária para a inflamação de diferentes categorias de materiais inflamáveis.

Outro relatório técnico europeu que pode ser útil é o CLC/TR 50404, que fornece orientações sobre a avaliação dos riscos e das medidas para evitar a inflamação de atmosferas inflamáveis por eletricidade estática.

E.1.5. Correntes de contacto

O contacto entre uma pessoa e um objeto condutor num campo eletromagnético, em que um deles tem ligação à terra e o outro não, pode resultar num fluxo de corrente para a terra através do ponto de contacto. Isto pode resultar em choques e queimaduras.

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» especifica NA para correntes de contacto que se destinam a evitar choques dolorosos. É possível que a pessoa que toca no objeto se possa ainda aperceber da interação em correntes de contacto abaixo dos NA. Embora isso não seja prejudicial, pode ser irritante e pode ser minimizado seguindo as recomendações da secção 9.4.8.

E.1.6. Efeitos indiretos não especificados

Deve também ser tido em conta qualquer outro efeito indireto que possa ocorrer. As interações que devem ser consideradas incluem:

- interação dos campos com blindagem ou elementos metálicos presentes no ambiente de trabalho conducente a perigos de aquecimento e térmicos;
- interação dos campos com sistemas eletrónicos e de controlo no local de trabalho, resultando em interferências e anomalias;
- interação dos campos com os artigos ou componentes em metal utilizados ou transportados junto do corpo;
- interação dos campos com componentes ou equipamentos eletrónicos utilizados ou transportados junto do corpo.

E.2. Trabalhadores particularmente expostos

A Diretiva «Campos eletromagnéticos» identifica quatro grupos de trabalhadores que podem estar particularmente expostos aos campos eletromagnéticos no local de trabalho:

- os trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos (AIMD);
- os trabalhadores que utilizam implantes médicos passivos;
- os trabalhadores com dispositivos médicos usados no corpo;
- as trabalhadoras grávidas.

Os empregadores devem também estar cientes da possibilidade de riscos específicos para grupos de trabalhadores atualmente não especificados (ver secção E2.5).

Estes trabalhadores não podem ser adequadamente protegidos pelos NA e VLE especificados na Diretiva. Caso os empregadores identifiquem a possibilidade de existência de riscos para estes grupos de trabalhadores, devem ser fornecidas informações na formação inicial do pessoal e nas informações prestadas aos visitantes do local. Tal deve incluir um incentivo para que estes trabalhadores se identifiquem junto da administração de modo a que possa ser efetuada uma avaliação dos riscos específicos.

E.2.1. Trabalhadores que utilizam implantes médicos ativos

E.2.1.1. Contexto

Existem muitos dispositivos ativos que podem ser implantados em pessoas para fins médicos. Estes incluem:

- estimuladores cardíacos;
- desfibriladores;

- implantes cocleares;
- implantes do tronco cerebral;
- próteses do ouvido interno;
- neuroestimuladores;
- bombas de infusão de medicamentos;
- codificadores da retina.

De um modo geral, os dispositivos que possuem condutores de ligação ao paciente para efeitos de deteção ou estimulação serão normalmente mais sensíveis a interferência do que os que não os possuem. Isto acontece porque os condutores formarão um anel que se pode acoplar ao campo eletromagnético. Mesmo entre os dispositivos com condutores, a sensibilidade pode variar consoante a função e os mecanismos. Os dispositivos concebidos para detetar sinais neurofisiológicos no corpo são possivelmente os mais suscetíveis a interferência, uma vez que são concebidos para serem sensíveis a pequenas alterações na tensão dos condutores. Essas variações de tensão podem ser facilmente geradas pela interação com os campos, mas a magnitude da tensão induzida vai depender do comprimento, do tipo e da posição dos condutores no corpo. De um modo geral, os dispositivos com um só condutor que conseguem formar um anel efetivo grande irão acoplar-se fortemente ao campo, enquanto os dispositivos bipolares são de um modo geral menos sensíveis na medida em que formam anéis efetivos muito menores.

Os estimuladores cardíacos contêm normalmente um interruptor de lâminas (um tipo de interruptor magnético) que pode ser ativado por campos magnéticos fortes para mudar o dispositivo do modo «exigência» para o modo «estimulação». Alguns AIMD foram concebidos para detetar radiofrequência ou sinais de acoplamento indutivo para fins de programação, enquanto outros, tais como os implantes cocleares, podem utilizar o acoplamento indutivo como parte do funcionamento normal. Todos estes dispositivos foram concebidos para serem sensíveis a campos externos e, por conseguinte, serão suscetíveis a interferência na presença de campos específicos.

Desde 1 de janeiro de 1995, todos os AIMD colocados no mercado na União Europeia tiveram de cumprir os *requisitos essenciais* da Diretiva relativa aos dispositivos médicos implantáveis ativos (90/385/CEE, na redação atual). Estes incluem o requisito de os dispositivos serem concebidos e fabricados de modo a eliminar ou a minimizar os riscos relacionados com condições ambientais razoavelmente previsíveis, tais como campos magnéticos, influências elétricas externas e descargas eletrostáticas.

Na prática, os fabricantes cumprem os requisitos essenciais da Diretiva AIMD fabricando os seus produtos em conformidade com uma norma harmonizada adequada. As normas harmonizadas pertinentes incluem a norma EN45502-1 e a série de normas individuais EN45502-2-X. Os requisitos relativos à imunidade constantes destas normas derivam dos níveis de referência especificados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho, mas excluem qualquer média temporal para os campos de radiofrequência e presumem que o dispositivo é implantado seguindo boas práticas médicas.

E.2.1.2. Orientação relativa à avaliação

Abordagem de base

A primeira etapa é considerar que equipamento e atividades existem no local de trabalho e se algum dos trabalhadores utiliza AIMD. Note-se que nem todos os trabalhadores irão declarar que utilizam AIMD e alguns dados sugerem que até 50% dos trabalhadores podem recusar divulgar essa informação por medo de isso afetar o seu emprego. O empregador terá de ter em conta esta relutância quando procurar obter informações.

Se apenas existir o equipamento e as atividades indicadas na coluna 1 do quadro 3.2, então normalmente não será necessária qualquer outra medida, a não ser que um trabalhador esteja identificado como possuindo um AIMD especialmente suscetível (ver abaixo).

Se não for possível identificar trabalhadores portadores de AIMD, então não será normalmente necessária qualquer outra medida, mas os empregadores devem manter-se atentos à possibilidade de novos trabalhadores ou visitantes poderem usar AIMD, ou de os trabalhadores existentes poderem receber um AIMD.

Sempre que sejam identificados trabalhadores com AIMD, o empregador deve recolher todas as informações possíveis sobre o(s) dispositivo(s). O trabalhador deve cooperar neste processo e, se possível, deve procurar obter ajuda junto de um médico de medicina do trabalho e/ou do médico responsável pelos cuidados do trabalhador.

Se o trabalhador possuir um dispositivo mais antigo ou tiver recebido avisos específicos de que o AIMD tem características que o levam a ser especialmente suscetível, será necessário efetuar uma avaliação específica. Esta deve ter por base as características conhecidas do dispositivo.

Na maioria dos outros casos, será possível realizar uma avaliação geral nos termos debatidos abaixo. Se esta revelar que as atividades de trabalho normais do trabalhador podem resultar em condições perigosas, então a solução mais simples será normalmente efetuar adaptações ao posto de trabalho ou às atividades de trabalho. Se tal for difícil, então o empregador poderá querer considerar uma avaliação específica.

AIMD mais antigos

Os implantes ativos mais antigos, anteriores a 1 de janeiro de 1995, podem não possuir a mesma imunidade à interferência dos campos eletromagnéticos que os dispositivos modernos. Não é claro quantos destes dispositivos mais antigos ainda são utilizados. As baterias que alimentam os AIMD têm um tempo de vida útil limitado e todo o dispositivo ou elementos do mesmo podem ser substituídos juntamente com as baterias. Por exemplo, é prática normal com os estimuladores cardíacos substituir todo o gerador de impulsos juntamente com as baterias, apesar de outros elementos, como os condutores, serem normalmente mantidos. Os estimuladores cardíacos representam ainda a maioria dos implantes, o que também seria certamente verdade antes de 1995. Estes estimuladores cardíacos antigos não eram suscetíveis de ser afetados por campos magnéticos estáticos inferiores a 0,5 mT, campos elétricos de baixa frequência inferiores a 2 kV/m e campos magnéticos de baixa frequência inferiores a 20 μ T.

Avisos específicos

Todos os pacientes que possuem AIMD recebem avisos gerais para evitar situações que possam levar a interferência. Estes avisos devem ser seguidos, mas não afetam a avaliação dos riscos realizada segundo a abordagem de avaliação geral indicada em baixo. Porém, ocasionalmente existem motivos médicos para a implantação do AIMD numa configuração não normalizada ou utilizando definições não normalizadas e isto pode justificar avisos específicos. Isto pode igualmente ocorrer devido à condição clínica do paciente. Quando tiverem sido recebidos avisos específicos, será necessário efetuar uma avaliação específica.

Avaliação geral

A abordagem da avaliação geral segue a indicada na norma EN50527-1 e baseia-se nos requisitos de imunidade das normas harmonizadas para AIMD. Por conseguinte, não deverá ocorrer interferência desde que os campos, que não sejam campos magnéticos estáticos, não ultrapassem os valores instantâneos dos níveis de referência da Recomendação 1999/519/CE do Conselho. Os AIMD também não deverão ser afetados por campos magnéticos estáticos inferiores a 0,5 mT.

Avaliação específica

Nalgumas situações, pode ser necessário efetuar uma avaliação específica. É provável que tal seja necessário quando:

- os trabalhadores possuírem AIMD mais antigos (ver acima);
- os trabalhadores tiverem recebido avisos específicos;
- for difícil fazer ajustamentos ao posto de trabalho ou à atividade de trabalho de modo a garantir que a exposição não ultrapassa os níveis de referência da Recomendação 1999/519/CE do Conselho.

São dadas informações complementares sobre as avaliações específicas no anexo A da norma EN50527-1. Outras orientações também estão disponíveis no regulamento para a prevenção de acidentes da associação alemã de seguro social de acidentes BGI/GUV-I 5111.

E.2.2. Trabalhadores com implantes médicos passivos

Determinados implantes médicos podem ser metálicos. Tal inclui articulações artificiais, cavihas, placas, parafusos, cliques cirúrgicos, cliques de aneurisma, endopróteses, próteses de válvula cardíaca, anéis de anuloplastia, implantes contraceptivos, caixas de AIMD e produtos de obturação dentária.

Sempre que estes dispositivos sejam feitos de materiais ferromagnéticos, podem ser sujeitos a binários e forças na presença de campos magnéticos estáticos fortes. Os dados atuais sugerem que as densidades de fluxo magnético estático de 0,5 mT ou menos não exercem efeito suficiente para constituir um perigo para a saúde (ICNIRP, 2009). Este nível é coerente com o NA especificado na Diretiva «Campos eletromagnéticos» para impedir a interferência em AIMD em campos magnéticos estáticos.

Nos campos variáveis no tempo, os implantes metálicos podem perturbar o campo elétrico induzido no corpo conduzindo a zonas localizadas de campos fortes. Além disso, os implantes metálicos podem ser aquecidos por indução, resultando no aquecimento e consequente lesão térmica dos tecidos circundantes. Em última análise, tal pode conduzir a uma falha do implante.

Há poucos dados nos quais se possa basear uma avaliação dos riscos relativa a pessoas que utilizam implantes passivos. Um fator a considerar é a frequência dos campos eletromagnéticos, uma vez que a penetração do campo no corpo diminui com o aumento da frequência, por isso pode haver pouca ou nenhuma interação entre campos de alta frequência e a maioria dos implantes, que estão localizados dentro de uma massa de tecido circundante.

O aquecimento indutivo suficiente para causar lesão térmica nos tecidos circundantes dependerá da extração de potência suficiente do campo. Esta será influenciada pelas dimensões e pela massa do implante, bem como pela intensidade e pela frequência do campo acessível. Porém, é normalmente expectável que o cumprimento da Recomendação 1999/519/CE do Conselho seja suficiente para fornecer uma proteção adequada, podendo ser justificados campos mais fortes em determinadas circunstâncias.

E.2.3. Trabalhadores com dispositivos médicos usados no corpo

Os dispositivos médicos usados no corpo inserem-se no âmbito de aplicação da Diretiva relativa aos dispositivos médicos (93/42/CEE, na redação atual). Por conseguinte, na ausência de informações mais específicas, as considerações de avaliação são

as mesmas aplicáveis a interferência em outro equipamento eletrónico médico, discutidas na secção E.1.1.

No entanto, geralmente não se espera que os dispositivos usados no corpo sejam mais sensíveis do que os AIMD e os dispositivos que não foram concebidos para detetar parâmetros fisiológicos podem ser menos sensíveis do que alguns AIMD. Por conseguinte, é sempre aconselhável contactar o fabricante a fim de solicitar informações sobre a imunidade a interferências.

E.2.4. Trabalhadoras grávidas

Tem havido relatos de efeitos adversos resultantes da exposição maternal a campos magnéticos de baixa frequência. No entanto, em geral, as provas de uma associação entre esses efeitos e a exposição a campos de baixa frequência são consideradas muito fracas (ICNIRP, 2010). Ainda assim, um grupo de peritos considerou que o sistema nervoso em desenvolvimento *in utero* poderia ser potencialmente suscetível a campos elétricos induzidos variáveis no tempo (NRPB, 2004). O mesmo grupo de peritos concluiu que limitar as intensidades dos campos elétricos induzidos a cerca de 20 mV/m deverá fornecer proteção adequada ao sistema nervoso em desenvolvimento *in utero*. Calculou-se que isto poderia ser conseguido cumprindo os níveis de referência para campos de baixa frequência especificados na Recomendação 1999/519/CE do Conselho.

Existem dados convincentes de que a temperatura corporal materna elevada afeta de forma adversa o desfecho da gravidez, sendo o sistema nervoso central, aparentemente, particularmente sensível. Concluiu-se que limitar a SAR média relativa a todo o corpo para 0,1 W/kg nas mulheres grávidas deverá fornecer uma proteção adequada (NRPB, 2004). Tal é semelhante à restrição básica de 0,08 W/kg para a exposição a radiofrequência especificada na Recomendação 1999/519/CE do Conselho.

Por conseguinte, para a maior parte dos empregadores uma abordagem pragmática seria limitar a exposição da trabalhadora grávida utilizando os níveis de referência previstos na Recomendação 1999/519/CE do Conselho. Tal deverá garantir uma proteção adequada em baixas e em altas frequências.

E.2.5. Trabalhadores não especificados particularmente expostos

Os empregadores devem estar cientes de que podem existir atualmente grupos de trabalhadores não especificados particularmente expostos, tais como trabalhadores que tomam determinados medicamentos para problemas médicos reconhecidos.

APÊNDICE F

— ORIENTAÇÕES SOBRE

A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A imagem por ressonância magnética (IRM) é uma tecnologia médica importante que se tornou essencial para o diagnóstico e tratamento de doenças e constitui um instrumento valioso na investigação médica. A técnica é amplamente utilizada em toda a União Europeia, sendo efetuadas dezenas de milhões de tomografias todos os anos, e implica a exposição deliberada dos pacientes ou voluntários a campos eletromagnéticos fortes de modo a criar imagens detalhadas, incluindo o mapeamento do metabolismo e da atividade cerebral. Apesar de ser complementar em relação a outras tecnologias imagiológicas, como a tomografia computadorizada (TC), a IRM tem a vantagem de não implicar exposição a radiação ionizante e não possui efeitos na saúde a longo prazo.

As exposições dos pacientes e voluntários ao campo eletromagnético numa máquina de IRM não são abrangidas pelo âmbito de aplicação da Diretiva «Campos eletromagnéticos». A distribuição do campo eletromagnético na máquina de IRM prende-se essencialmente com considerações relacionadas com a eficiência do exame e a qualidade da imagem. Além disso, os fabricantes envidam todos os esforços para minimizar a dispersão de campos para fora da máquina de IRM, reduzindo por conseguinte as exposições do pessoal que trabalha à volta do equipamento. Os campos magnéticos estáticos podem ultrapassar os níveis de ação (NA) para efeitos indiretos (ver capítulo 6). Além disso, nalgumas circunstâncias os trabalhadores podem ser expostos a campos que ultrapassam um valor-limite de exposição (VLE) (ver quadro F1). No entanto, a derivação do VLE inclui uma margem de segurança, o que significa que uma exposição que ultrapasse um VLE pode não provocar efeitos nos trabalhadores. Considera-se seguro expor rotineiramente os pacientes e voluntários aos campos intensos no interior de uma máquina de IRM (ICNIRP 2004, 2009).

O valor da IRM como uma tecnologia essencial no setor dos cuidados de saúde é amplamente reconhecido e o artigo 10.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» concede uma derrogação ao requisito de cumprimento dos VLE. Esta orientação foi elaborada em consulta com as partes interessadas da comunidade de IRM de modo a fornecer orientações práticas aos empregadores sobre como alcançar o cumprimento destas condições, caso seja necessário. Os prestadores de cuidados de saúde que disponibilizam IRM terão acesso a técnicos especializados de radiografia, radiologia e medicina física que devem ser consultados relativamente à prossecução do cumprimento. Os fabricantes e os institutos de investigação terão peritos equivalentes e devem também consultá-los.

F.1. Conceção e construção de equipamentos de IRM

As máquinas de IRM são concebidas para gerar um ambiente eletromagnético complexo no túnel do equipamento, com três componentes principais:

- campos magnéticos estáticos — a maioria dos sistemas utilizados a nível clínico funciona a 1,5 ou 3 T, apesar de os sistemas abertos preferidos em procedimentos intervencionistas normalmente funcionarem a densidades de fluxo magnético inferiores (0,2 a 1 T) e de existir também um pequeno número de máquinas de campos elevados que funcionam até 9,4 T, utilizadas principalmente para efeitos de investigação;
- campos magnéticos de baixa frequência com comutação do gradiente — as máquinas usam três gradientes ortogonais que se ligam e desligam

rapidamente de modo a gerar informações posicionais relacionadas com os sinais de RM medidos. Estas são formas de onda constituídas por impulsos complexas que variam de acordo com o tipo de tomografia realizada. As formas de onda constituídas por impulsos são equivalentes a frequências no intervalo de 0,5 a 5 kHz;

- campos de radiofrequência aplicados à frequência de Larmor, que depende da densidade do fluxo magnético estático (62 a 64 MHz e 123 a 128 MHz para máquinas de 1,5 T e 3 T, respetivamente).

Quadro F1 — Comparação das exposições dos trabalhadores resultantes de IMR, com valores-limite e efeitos daí resultantes

Exemplo de exposições dos trabalhadores (*)	Valores-limite	Efeitos relatados
Campo magnético estático		
1,0 T, 1,5 T, 3,0 T, 7,0 T	2 T, 8 T	Vertigens na ausência de movimento
< 2 m/s equivalente a < 3 T/s 0,3 V/m (pk) no cérebro ou 2 V/m (pk) no corpo	0,05 V/m (rms) (VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais) 0,8 V/m (rms) (VLE aplicável aos efeitos na saúde)	Vertigens e náuseas
Campos com comutação do gradiente		
100 a 1500 Hz Limitado pelos valores da estimulação dos nervos periféricos dos pacientes, que correspondem a valores estimados de dB/dt e de campos elétricos (rms) induzidos no cérebro e no tronco Nos locais habituais para os pacientes < 40 T/s (rms) = 4 V/m no cérebro < 40 T/s (rms) = 8 V/m no tronco Pior cenário dos locais acessíveis para trabalhadores envolvidos em procedimentos intervencionistas <120 T/s (pk) = 8 V/m no cérebro <40 T/s (pk) = 2 V/m no tronco	0,8 V/m (rms)	Formigueiro, dor ou contração muscular se forem ultrapassados os limites da estimulação dos nervos periféricos em condições de trabalho controladas. Nunca foram relatados efeitos no SNC por trabalhadores de IRM, os relatos conhecidos referem -se a estimuladores magnéticos transcranianos com valores > 500 T/s ou > 50-100 V/m
Campos de radiofrequência		
42, 64, 128, 300 MHz WBSAR limitada a < 4 W/kg no isocentro corresponde a WBSAR < 0,4 W/kg no meio << 0,1 W/kg na abertura	0,4 W/kg	Sensações de aquecimento e transpiração em exposições > 2 W/kg

(*) Dados fornecidos pelo COCIR — Estão disponíveis outros dados sobre exposições dos trabalhadores em Stam, 2014.

Todas as máquinas de IRM destinadas ao diagnóstico e/ou terapêutica de pessoas e colocadas no mercado ou colocadas em serviço na União Europeia a partir de 30 de junho de 2001, tiveram de respeitar os *requisitos essenciais* da Diretiva relativa a dispositivos médicos (93/42/CEE), que inclui o requisito geral de que não comprometam a segurança e a saúde dos utilizadores ou, se aplicável, de outras pessoas. Os fabricantes têm de escolher soluções de conceção e de construção de última geração que eliminarão ou reduzirão os riscos o mais possível. A fim de ajudar os fabricantes a garantir o cumprimento dos requisitos essenciais e a agir sob o mandato fornecido pela Comissão Europeia, o Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC) publicou uma norma de produtos para os equipamentos de ressonância magnética de diagnóstico médico (norma EN60601-2-33).

A versão atual da norma EN60601-2-33 exige que os fabricantes forneçam informações sobre a distribuição espacial de campos, algo que se encontra normalmente nos manuais das máquinas. Esta informação está disponível para todos os sistemas de RM e deve ajudar os empregadores a identificar as áreas em que os VLE são suscetíveis de ser ultrapassados. Além disso, as máquinas têm de fornecer informações sobre a saída em termos de gradiente e sobre a taxa de absorção específica de energia (SAR) de radiofrequência antes do início de uma tomografia. As máquinas devem também integrar mecanismos de segurança para proteção contra exposições excessivas. É possível que os requisitos mencionados neste parágrafo possam não se aplicar no caso de equipamentos antigos, também conhecidos como equipamento de «legado».

F.2. Exposição dos trabalhadores durante a utilização da IRM no setor dos cuidados de saúde

As máquinas de IRM são concebidas para gerar campos fortes, mas cuidadosamente controlados, dentro do túnel da máquina, minimizando simultaneamente os campos dispersados fora da zona de feixe do equipamento. Por conseguinte, os campos enfraquecem muito rapidamente com a distância em relação à abertura da máquina, o que resulta normalmente em elevados gradientes espaciais de campos perto da máquina e em campos muito mais fracos a distâncias maiores. Os dados disponíveis sugerem que apenas o trabalho dentro do túnel da máquina ou na proximidade imediata da abertura conduzirá a exposições que ultrapassam os VLE.

Uma vez que as exposições dos trabalhadores que não se aproximam da abertura da máquina estarão sempre em conformidade, não há qualquer necessidade de as avaliar. A avaliação da exposição de trabalhadores que tenham de se aproximar da abertura ou de entrar no túnel da máquina será complexa. Exige um conhecimento pormenorizado da distribuição espacial de campos dentro e fora da máquina, bem como a compreensão do modo como o pessoal se movimenta em relação à máquina no decurso do seu trabalho, o que dependerá fortemente das tarefas a realizar. Além disso, as avaliações devem, idealmente, ter por base técnicas de modelização numérica de modo a que as exposições possam ser comparadas diretamente com os VLE. Essas avaliações estão além das capacidades da maioria das instituições que realizam procedimentos de rotina de IRM.

De modo a fornecer informações sobre as exposições do trabalhador resultantes de um leque de procedimentos típicos e diferentes tipos de equipamento, a Comissão Europeia financiou uma avaliação em quatro instalações de ressonância magnética em diferentes países. Este projeto pormenorizado avaliou os movimentos e as posições do pessoal durante diferentes procedimentos, tendo aplicado igualmente mapeamento do campo e dosimetria computacional (Capstick et al., 2008). Os resultados deste projeto e de estudos anteriores (analisados em Stam, 2008) são instrutivos, apesar de as conclusões detalhadas terem de ser tratadas com cuidado. Os resultados estão relacionados com a Diretiva «Campos eletromagnéticos» anterior e utilizam medidas de exposição diferentes. Além disso, são limitados a um número relativamente pequeno de máquinas e de cenários de exposição. Análises recentes sugerem que os VLE podem ser ultrapassados nalgumas circunstâncias (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

Os dados de medição referentes a campos com comutação do gradiente têm de ser tratados com particular cuidado, uma vez que, em muitos casos, os níveis de ação da atual Diretiva «Campos eletromagnéticos» são menos restritivos do que os debatidos em estudos de exposição anteriores. De um modo geral, a comparação com os níveis de ação resulta numa avaliação conservadora em relação à utilização dos VLE, de modo que a última é preferível, mas requer normalmente conhecimentos especializados em dosimetria computacional complexa.

F.2.1. Exposições em relação aos VLE

F.2.1.1. Campos magnéticos estáticos

Para todas as máquinas de campos baixos (que funcionam a menos de 2 T) e para maioria dos procedimentos de rotina com máquinas que funcionam acima de 2T, as exposições a campos magnéticos estáticos cumprirão os VLE sensoriais. Para todos os outros procedimentos em que são utilizadas máquinas que funcionam até 8T, as exposições a campos magnéticos estáticos cumprirão os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde.

F.2.1.2. Movimento em campos magnéticos estáticos

O movimento em campos magnéticos estáticos fortes produzidos por máquinas de IRM induzirão campos elétricos nos tecidos do corpo e estes podem ultrapassar os VLE especificados na Diretiva «Campos eletromagnéticos». A velocidades normais de movimento, tal apenas acontecerá no túnel da máquina e a curta distância da abertura (normalmente, a menos de 1 m com base na informação disponível). Este é um problema específico durante o posicionamento do paciente, que pode implicar movimentos de rotação complexos da cabeça do operador.

F.2.1.3. Campos com comutação do gradiente

Para a maioria dos procedimentos de rotina, as exposições a um campo com comutação do gradiente não ultrapassarão os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais nem os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde. No entanto, para uma minoria de procedimentos, em que os trabalhadores têm de se aproximar da abertura da máquina (normalmente a menos de 1 m), pode haver probabilidade de se ultrapassar os VLE, sendo que para um muito pequeno número de procedimentos é bastante provável que os VLE sejam ultrapassados, em especial se o trabalhador tiver de se inclinar para dentro da máquina. As exposições efetivas irão depender de uma série de fatores, incluindo o número de gradientes que estão simultaneamente ativos e as características dos gradientes, com a imagiologia de alta velocidade a resultar, de um modo geral, em exposições mais elevadas. O quadro F2 ilustra exemplos de procedimentos que se inserem em cada categoria.

F.2.1.4. Campos de radiofrequência

Os VLE de radiofrequência são calculados em termos de média temporal calculada a intervalos de seis minutos e as exposições estarão normalmente em conformidade nos casos em que um trabalhador tem de se inclinar para dentro de uma máquina (para controlar um paciente, por exemplo), desde que tal apenas demore alguns minutos. Exposições mais longas estão frequentemente também em conformidade.

F.3. Derrogação da IRM

A relevância da IRM como uma tecnologia essencial no setor dos cuidados de saúde é amplamente reconhecida e o artigo 10.º da Diretiva «Campos eletromagnéticos» concede uma derrogação não discricionária, mas sujeita a condições, ao requisito de cumprimento dos VLE. Esta derrogação aplica-se à instalação, ensaio, utilização, desenvolvimento, manutenção ou práticas de investigação relacionadas com equipamentos de IRM, desde que estejam preenchidas as seguintes condições:

- (i) a avaliação dos riscos efetuada nos termos do artigo 4.º demonstrou que os VLE foram ultrapassados;

- (ii) tendo em conta o progresso tecnológico, foram aplicadas todas as medidas técnicas e/ou organizativas;
- (iii) as circunstâncias justificam devidamente que os VLE sejam ultrapassados;
- (iv) foram tidas em conta as características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho;
- (v) o empregador demonstrou que os trabalhadores continuam a estar protegidos em relação aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos para a segurança, nomeadamente assegurando que as instruções fornecidas pelo fabricante tendo em vista uma utilização segura nos termos da Diretiva relativa aos dispositivos médicos (93/42/CEE) sejam cumpridas.

Quadro F2 — Risco de ultrapassar os VLE relevantes para exposições a gradientes do campo durante diferentes exames de IRM

Risco de ultrapassar os VLE	Procedimento
Elevado	Colocação de fio de guia (com exame em tempo real) Técnicas intervencionistas, tais como IRM cardiovascular intervencionista IRM funcional (estimulação física do paciente no interior da máquina) Ajustamento de elétrodos de EEG (atividade de investigação)
Médio	Tomografias de rotina (sem pessoal na sala da máquina) Teste de stress cardíaco (monitorização atenta da condição do paciente durante o exame) Limpeza/controlo de infeção no interior da máquina (não está a ser realizado exame) Confortar uma criança durante o exame (a pessoa que presta conforto mantém-se no exterior da máquina, mas num raio de 1 m da abertura)
Baixo	Routine scans (no staff present in scanner room) Biopsia (paciente não está na máquina/não está a ser realizado exame) Administração manual de agente de contraste (não está a ser realizado exame)

Note-se que a derrogação se aplica apenas relativamente aos VLE, que se destinam a impedir os efeitos diretos dos campos eletromagnéticos nas pessoas. Podem surgir outros perigos do funcionamento do equipamento de IRM que podem originar riscos para a segurança com resultados potencialmente graves. Os operadores devem assegurar que estes são geridos de forma adequada. Estes outros perigos podem incluir a interferência em:

- implantes médicos ativos ou passivos;
- dispositivos médicos usados no corpo;
- equipamento médico eletrónico;
- implantes cosméticos ou médicos.

Outros perigos também incluem:

- risco de projeção devido ao movimento de materiais ferromagnéticos no campo magnético forte;
- ruído;
- hélio líquido.

F.4. Cumprimento das condições de derrogação

Esta secção fornece orientações aos empregadores no que se refere à avaliação do cumprimento das condições da derrogação.

F.4.1. Avaliação dos riscos para determinar se os VLE são ultrapassados

No capítulo 5 é fornecida orientação específica sobre a realização de avaliações de risco no âmbito da Diretiva «Campos eletromagnéticos». O equipamento de imagiologia por ressonância magnética recorre a campos fortes para produzir imagens e, por conseguinte, haverá muitas vezes a possibilidade de os VLE serem ultrapassados. No entanto, de um modo geral as intensidades de campos elétricos apenas ultrapassarão os VLE dentro da máquina ou muito perto da abertura (ver secção F1) e a maioria dos procedimentos de IRM (calcula-se que sejam cerca de 97%) não exige que membros do pessoal estejam presentes nestas posições durante o exame.

Uma vez que a avaliação das exposições pode estar além das capacidades da maioria das instituições que efetuam procedimentos de IRM de rotina, será normalmente aceitável basear-se em dados publicados, juntamente com informações sobre exposição previsível fornecidas com as máquinas.

O aspeto central da avaliação do risco será assim determinar se membros do pessoal terão de entrar nas zonas em que os VLE são suscetíveis de ser ultrapassados (normalmente num raio de 1 m da abertura). Durante as operações de rotina e a prestação de cuidados aos pacientes, os operadores terão acesso a esta zona, mas, normalmente, não enquanto o sistema está a efetuar o exame. Quando membros do pessoal têm de ficar num raio de 1 m da abertura, o movimento lento será suficiente para manter os campos elétricos induzidos pelo movimento abaixo dos VLE relevantes. A análise do quadro F2 e os dados de exposição publicados (ver secção F2) devem ajudar os empregadores a decidir que eventuais procedimentos podem originar exposições resultantes de campos com comutação do gradiente que ultrapassam os VLE.

Se possível, o pessoal não deverá entrar no túnel da máquina (ver secção F6.4). No entanto, deve sublinhar-se que quando os trabalhadores têm de entrar no túnel da máquina para desempenhar atividades tais como controlo de infeções, tal será efetuado com os campos com comutação de gradiente e com os campos de RF desligados de modo a que tenham de ser consideradas apenas exposições resultantes do campo magnético estático. Tal como discutido na secção F2, para máquinas que funcionam em densidades de fluxo magnético até 8 T, os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde não serão ultrapassados. Se forem tomadas medidas para informar os trabalhadores e impedir riscos para a segurança, é aceitável ultrapassar temporariamente os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais.

F.4.2. Aplicação de medidas técnicas e organizativas de ponta

F.4.2.1. Medidas técnicas

As medidas técnicas para limitar os campos no túnel da máquina são inerentes à sua conceção e construção, assim como a modos de funcionamento para limitar a potência de saída. Os fabricantes desenvolvem e melhoram continuamente o seu equipamento, incluindo medidas para limitar campos com o objetivo de alcançar o cumprimento dos requisitos da Diretiva relativa aos dispositivos médicos. Destes requisitos de cumprimento conclui-se que, no momento do fabrico e instalação, as medidas técnicas

integradas nas máquinas representam a tecnologia de ponta. A alteração após a instalação de equipamento de RM seria tecnicamente difícil e normalmente exigiria uma reavaliação em relação ao cumprimento da Diretiva relativa aos dispositivos médicos, o que geralmente está além das capacidades das instituições que utilizam esse equipamento.

Em princípio, seria possível selecionar parâmetros de funcionamento (tais como características de gradientes ou intensidade do campo de radiofrequência) para reduzir exposições quando alguém do pessoal tiver de estar dentro do túnel ou perto da abertura da máquina. Porém, na prática a seleção dos parâmetros de funcionamento da máquina pauta-se primordialmente pela necessidade clínica e os procedimentos que implicam que o pessoal se incline para dentro da máquina (tais como procedimentos intervencionistas) serão frequentemente aqueles que exigem tomografias rápidas que resultam em exposições elevadas. Por conseguinte, é pouco provável que haja grande margem para reduzir exposições através desta abordagem, mas quando existe flexibilidade, os técnicos de radiografia devem selecionar tomografias mais lentas e exposições de radiofrequência inferiores, se for provável que o pessoal tenha de se aproximar da máquina. No entanto, a escolha de definições adequadas da máquina deve permanecer uma questão de decisão clínica.

F.4.2.2. Medidas organizativas

Os empregadores que operam máquinas de IRM devem seguir as recomendações previstas nas secções F5 e F6 *infra*.

F.4.3. Circunstâncias que justificam devidamente que os VLE sejam ultrapassados

As circunstâncias que justificam devidamente que os VLE sejam ultrapassados dependem das aplicações em particular. No que se refere ao diagnóstico e tratamento, a necessidade de efetuar determinados procedimentos será sempre uma questão de decisão clínica. Quando os procedimentos implicam que os trabalhadores entrem na zona à volta da abertura identificada no plano (ver secção F5.3 *infra*), então o empregador deve consultar os profissionais de cuidados de saúde relevantes para averiguar se há outro modo aceitável de conseguir o fim pretendido, tendo em conta as necessidades clínicas e a segurança dos pacientes.

Os fabricantes devem ter em conta considerações similares quando organizam o trabalho, em especial a necessidade de garantir que o equipamento irá criar imagens de qualidade adequada para utilização clínica. As instituições de investigação devem seguir um processo análogo ao seguido nos cuidados diretos aos pacientes, tendo em conta a qualidade dos dados obtidos e a segurança dos voluntários.

F.4.4. Características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho

Os empregadores devem ter em conta as informações contidas na secção F1 *supra* e devem seguir as recomendações fornecidas nas secções F5 e F6 *infra*.

F.4.5. Proteção dos trabalhadores e utilização segura

Tal como explicado na secção F1, o equipamento de IRM em conformidade com a norma EN 60601-2-33 possui mecanismos de segurança para proteger contra exposições excessivas. No entanto, quando os VLE são ultrapassados, existe um risco de os trabalhadores mais sensíveis aos campos poderem sentir efeitos. Por esse motivo, é importante que os trabalhadores que têm de entrar na zona de acesso controlado

(ver secção F5.1) recebam informações sobre as possíveis consequências de exposição, de modo a que possam reconhecer se estas ocorrem e tomar medidas para limitar devidamente a sua exposição. Todos estes eventos devem ser comunicados ao gerente das instalações ou à pessoa responsável que deve tomar a medida adequada.

A máquinas de IRM são equipamentos médicos ou de investigação complexos e altamente técnicos e os operadores são extensivamente formados. O equipamento integra diversos sistemas de segurança, incluindo mecanismos de segurança para proteger contra exposições excessivas e sistemas de alerta automáticos. Desde que os empregadores possuam sistemas para garantir que os operadores utilizam o equipamento em conformidade com as instruções do fabricante e respeitam os sistemas de alerta automáticos, o equipamento deve ser seguro para pacientes e trabalhadores nos termos impostos pela Diretiva relativa aos dispositivos médicos (93/42/CEE).

F.4.6. Trabalhadoras grávidas

Quando uma trabalhadora declara estar grávida, o empregador deve rever a avaliação dos riscos existente para ver se é apropriada. Se forem necessárias alterações, então deve ser efetuada uma avaliação dos riscos específicos. Estão disponíveis orientações adicionais no capítulo 5 e no apêndice E deste guia.

F.5. Organização da instalação de IRM

As instituições podem minimizar a exposição do trabalhador adotando uma abordagem estruturada à organização das instalações de IRM e, em particular, dividindo a zona de acordo com a magnitude dos campos passíveis de serem encontrados. Isto facilita a restrição do acesso a zonas em que é mais elevado o risco de exposição acima dos VLE. Em geral, a maioria das instalações de IRM já aplica um sistema de limitação do acesso baseado noutros riscos (ver lista de subpontos na secção F3). A abordagem descrita abaixo baseia-se em propostas de boas práticas publicadas noutro local e desenvolve as abordagens existentes no contexto da Diretiva «Campos eletromagnéticos».

F.5.1. Zona de acesso controlado

A norma EN60601-2-33 define o conceito de zona de acesso controlado e especifica que esta será necessária para qualquer equipamento de IRM que produza um campo dispersado que ultrapasse 0,5 mT no exterior da sua cobertura permanentemente presa e/ou que não cumpra o nível de interferência eletromagnética especificado na norma EN 60601-1-2. Por conseguinte, a designação de zonas de acesso controlado já é uma prática habitual no setor dos cuidados de saúde.

Na zona de acesso controlado, existirá um risco de interferência em implantes médicos ativos e outro equipamento médico. Existirão também riscos de atração de materiais ferromagnéticos ou de atuação de binários sobre esses materiais.

O acesso à zona terá de ser restringido, de forma ideal através de uma porta de acesso controlado, com sinalização adequada. Serão necessárias disposições organizativas adequadas para controlar a entrada nesta zona (ver secção F6 *infra*).

F.5.2. Sala da máquina

A entrada na sala da máquina deve ser limitada a trabalhadores com uma necessidade operacional de aí estar. Aqueles que entram na sala não devem permanecer nela mais tempo do que o necessário para desempenhar as suas funções.

O gradiente magnético do campo espacial atinge o seu máximo na zona imediatamente à volta da abertura da máquina. Os campos com comutação do gradiente nesta zona podem também ser suficientemente fortes para que exista um risco de os VLE serem ultrapassados quando a máquina estiver a funcionar. Por conseguinte, esta zona deve ser identificada num plano exibido na sala da máquina. A zona identificada terá por base o mais restrito de entre o gradiente espacial e os campos com comutação do gradiente, e será normalmente recomendada pelo fabricante. Quando esta informação específica não estiver disponível (para uma máquina antiga, por exemplo), a ação por defeito será identificar uma zona num raio de 1 m da abertura (medido a partir do eixo central), uma vez que tal será normalmente adequado. O plano deve servir para alertar os trabalhadores para maiores riscos quando se trabalha nesta zona. Os trabalhadores não devem entrar na zona identificada a menos que necessário para desempenhar as suas funções, e não devem manter-se na zona durante mais tempo do que o necessário. Todo o pessoal que entre na zona identificada deve assegurar-se de que se movimenta suficientemente devagar de modo a evitar efeitos adversos.

F.5.3. Disposição da sala da máquina

A disposição da sala da máquina deve ser concebida de modo a evitar, tanto quanto possível, a necessidade de o pessoal trabalhar junto à máquina. Por conseguinte, o equipamento de anestesia e outro equipamento móvel deve ser posicionado o mais longe possível da máquina, desde que tal seja compatível com a boa prática médica. Do mesmo modo, a administração de medicamentos e de agentes de contraste deve ser automatizada sempre que possível, apesar de ser reconhecido que tal pode nem sempre ser seguro: é uma questão de decisão clínica. Em especial, a infusão manual é muitas vezes considerada uma alternativa mais segura para pacientes jovens ou pessoas muito doentes, e tal será sempre uma questão de decisão clínica.

F.6. Organização do trabalho

F.6.1. Zona de acesso controlado

A zona de acesso controlado deve ser sujeita a mecanismos organizativos adequados, que devem ser documentados. Deve haver uma supervisão direta das atividades de trabalho na zona por parte de um elemento do pessoal numa posição de chefia, tal como o técnico de radiografia responsável nesse dia.

O pessoal médico e os visitantes na zona de acesso controlado devem ser continuamente supervisionados por um trabalhador de RM.

Um elemento-chave dos mecanismos será a triagem para identificar as pessoas em risco devido à presença de implantes ativos ou passivos, ou outros fatores de risco tais como piercings corporais ou tatuagens com elevado teor de ferro. Estes serão os mesmos critérios de rastreio utilizados em relação aos pacientes e prestadores de cuidados.

Terão também de estar implementados mecanismos para controlar o acesso fora do horário normal de expediente (ou seja, por pessoal da limpeza, pessoal de segurança, bombeiros e trabalhadores responsáveis pela manutenção do edifício).

O rastreio deve também estender-se a elementos trazidos para a zona, de modo a garantir que os objetos ferromagnéticos são marcados como seguros ou sujeitos a condições para procedimentos de RM, conforme adequado. Isso deve ser abrangido pelos procedimentos locais.

F.6.2. Formação do pessoal

O pessoal que tem de trabalhar na zona de acesso controlado deve receber formação relativamente à segurança de IRM. A formação deve abranger:

- sensibilização para os eventuais efeitos do movimento num campo magnético estático forte;
- sensibilização para os efeitos dos campos fortes com comutação do gradiente;
- sensibilização para os efeitos dos campos de radiofrequência;
- sensibilização para o risco de projeção decorrente da atração dos materiais ferromagnéticos e para riscos de atuação de binários sobre esses materiais;
- sensibilização para o risco de interferência em implantes médicos ativos;
- sensibilização para os riscos de interferência em equipamento médico eletrónico;
- a importância das restrições de acesso e do rastreio de pessoas ou objetos que entrem numa zona de acesso controlado;
- a importância de mover-se lentamente à volta e dentro da máquina;
- sensibilização para a distribuição espacial de campos em torno da máquina;
- sensibilização para outros perigos, incluindo ruído e gases criogénicos;
- procedimentos de evacuação em caso de extinção de um íman supracondutor;
- sensibilização para os procedimentos em caso de um evento de emergência.

Normalmente, a formação deve ser adaptada à instalação em questão e, por conseguinte, deve ser ministrada internamente por alguém com o devido conhecimento e experiência. Espera-se que as relevantes organizações profissionais europeias produzam mais informações sobre os requisitos de formação.

Sempre que outros trabalhadores, tais como pessoal da limpeza, pessoal de segurança, bombeiros e trabalhadores responsáveis pela manutenção do edifício, possam ter de aceder à zona de acesso controlado, devem também receber formação de sensibilização adequada às zonas em que têm de entrar, apesar de esta não ter de ser tão pormenorizada como a ministrada ao pessoal de RM.

F.6.3. Sala da máquina

O pessoal que tenha de entrar na zona em torno da abertura identificada no plano terá de garantir que se move lentamente o suficiente para tornar qualquer efeito transitório aceitável para a pessoa. Foram publicadas outras orientações sobre a restrição de movimentos em campos magnéticos estáticos (ICNIRP, 2014), as quais são debatidas na secção D4. O pessoal têm de estar ciente dos efeitos dos campos com comutação do gradiente e da importância de não se aproximar da zona identificada no plano, a não ser que tal seja exigido para o procedimento a ser efetuado e, nesse caso, de não permanecer na zona por mais tempo do que o necessário.

Quando é efetuado um exame ativo com trabalhadores perto ou no interior do túnel, estes podem sentir estimulação dos nervos periféricos. As máquinas modernas são

concebidas de modo a limitar a estimulação dos nervos periféricos na maioria das pessoas, mas as pessoas mais sensíveis podem ainda assim sentir alguns efeitos e devem estar cientes dos sintomas de modo a poderem tomar medidas para limitar estes efeitos. Se os trabalhadores sentirem efeitos decorrentes da exposição, estes devem ser comunicados à administração das instalações, que deve, se necessário, atualizar a avaliação dos riscos e as medidas de prevenção.

Os efeitos diretos nos trabalhadores podem resultar em riscos para a segurança de outras pessoas. Por exemplo, vertigens ou perturbações visuais sentidas pelos trabalhadores em resultado de um movimento rápido através do campo estático podem afetar a sua capacidade de fornecer cuidados adequados ao paciente.

F.6.4. Entrada na máquina

Não deve pedir-se ao pessoal que entre no túnel da máquina, a não ser que tal seja absolutamente essencial. A entrada no túnel da máquina, por exemplo, para limpar a máquina ou confortar um paciente, deve ser reduzida ao mínimo necessário para concluir a tarefa. O pessoal deve ponderar se o procedimento é necessário ou se é possível atingir o objetivo em questão sem entrar. Pode haver um risco acrescido para pessoal que não está familiarizado com os efeitos do movimento em campos magnéticos estáticos fortes.

Em muitos casos, abordagens simples tais como a visualização remota (utilizando um espelho, por exemplo) podem ser utilizadas em atividades tais como a monitorização de pacientes durante o exame ou a inspeção do túnel da máquina. Do mesmo modo, ferramentas de cabo longo podem ser adequadas para alguns procedimentos de limpeza. Uma utilização razoável destas abordagens irá minimizar a necessidade de os trabalhadores entrarem na máquina.

Se for essencial que membros do pessoal entrem na máquina, então os campos de radiofrequência e com comutação do gradiente devem ser desativados, a não ser que sejam absolutamente necessários. Se forem necessários campos com comutação do gradiente, estes devem, se possível, ser limitados a um gradiente único e a uma velocidade de aquisição de tomografia lenta, a fim de limitar a magnitude das exposições. De igual modo, se forem necessários campos de radiofrequência, estes devem ser mantidos à potência mínima compatível com a prossecução do objetivo de trabalho.

F.7. A IRM em ambiente de investigação

É reconhecido que, em ambiente de investigação, o trabalho pode ser menos rotineiro e pode necessariamente implicar um mais elevado grau de atividade do trabalhador junto à máquina. Contudo, de um modo geral, deverá ser possível observar os princípios gerais descritos para o exame de pacientes, adaptando-os consoante o necessário para cumprir os requisitos específicos da investigação. Foi desenvolvido aconselhamento detalhado sobre a utilização segura de equipamento de IRM em ambiente de investigação pela Sociedade Internacional de Ressonância Magnética na Medicina (Calamante et al., 2014).

APÊNDICE G

— REQUISITOS DE OUTROS TEXTOS EUROPEUS

G.1. Base jurídica da legislação europeia

O direito europeu é formado por três tratados fundamentais:

- Tratado da União Europeia (TUE);
- Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFUE);
- Tratado que institui a Comunidade Europeia da Energia Atômica.

O TFUE (antigo Tratado de Roma) constitui a base legislativa das diretivas debatidas adiante.

G.2. Diretivas em matéria de saúde e segurança

O TFUE define um objetivo de promover a melhoria do ambiente de trabalho no que diz respeito à saúde e segurança dos trabalhadores. Para ajudar a alcançar este objetivo, permite a adoção de diretivas para definir os requisitos mínimos.

G.2.1. Diretiva-Quadro

Em 1989, a Diretiva-Quadro (89/391/CEE) foi adotada como uma diretiva transversal nesta área. A Diretiva-Quadro estabelece princípios gerais de prevenção e proteção dos trabalhadores em relação a acidentes de trabalho e doenças. Estabelece obrigações para os empregadores em matéria de:

- avaliação dos riscos (ver capítulo 5);
- prevenção de riscos (ver capítulo 9);
- medidas de primeiros socorros, de combate a incêndios, de evacuação e ações em caso de perigo grave e iminente;
- manutenção de registos de acidentes;
- informação, participação e formação dos trabalhadores;
- vigilância da saúde de acordo com o costume e a prática nacionais;
- proteção dos grupos de risco particularmente sensíveis.

De igual modo, a Diretiva-Quadro atribui deveres aos trabalhadores no sentido de:

- fazerem uma utilização correta do equipamento, das substâncias e do equipamento de proteção individual;
- informarem o empregador relativamente a qualquer situação que apresente um perigo grave e iminente e a eventuais defeitos nos sistemas de proteção;
- cooperar com o empregador na aplicação de medidas de proteção da saúde e segurança.

A Diretiva-Quadro prevê igualmente a adoção de diretivas especiais, que fornecem, essencialmente, informações adicionais sobre o modo de alcançar os objetivos da Diretiva-Quadro em situações específicas. A Diretiva «Campos eletromagnéticos» é apenas uma das várias diretivas especiais que complementam os requisitos gerais da Diretiva-Quadro. Algumas dessas outras diretivas podem ter pertinência em relação ao trabalho com campos eletromagnéticos e são resumidamente apresentadas mais adiante. Para obter informações definitivas sobre estas diretivas, consulte as próprias diretivas, a legislação nacional que as implementa, bem como quaisquer guias oficiais que possam estar disponíveis.

G.2.2. Diretiva relativa a equipamentos de trabalho

As Diretiva relativa a equipamentos de trabalho (2009/104/CE) impõe aos empregadores a obrigação de garantirem que o equipamento de trabalho fornecido aos trabalhadores é seguro e apropriado para o local de trabalho em que deve ser usado. Atribui também aos empregadores o dever de garantir que o equipamento de trabalho é devidamente mantido, de modo a que continue a estar em conformidade ao longo da sua vida útil. O empregador deve efetuar inspeções e/ou ensaios de modo a garantir que o equipamento está corretamente instalado e que funciona devidamente, e tem de registar esses resultados.

Sempre que o equipamento de trabalho possa originar riscos específicos, o empregador tem de restringir a sua utilização às pessoas que devem utilizá-lo e garantir que as reparações, modificações, manutenção ou assistência são apenas efetuadas por pessoal designado.

Os empregadores são obrigados a fornecer aos trabalhadores informações sobre as condições de utilização do equipamento de trabalho, situações anormais previsíveis e perigos relevantes para eles. Os trabalhadores também devem receber formação adequada.

G.2.3. Diretiva do local de trabalho

A Diretiva do local de trabalho (89/654/CEE) impõe aos empregadores obrigações de fornecerem um local de trabalho seguro, limpo e devidamente mantido.

G.2.4. Diretiva da sinalização de segurança e/ou de saúde

A Diretiva de sinalização de segurança e/ou de saúde (92/58/CEE) impõe aos empregadores obrigações de garantirem que são apresentados sinais de segurança e/ou de saúde sempre que os riscos não podem ser evitados ou minorados. Os trabalhadores e os seus representantes têm de receber instruções sobre o significado dos sinais e as ações que devem ser tomadas quando os mesmos são exibidos.

Os anexos da diretiva descrevem em pormenor os requisitos mínimos para esses sinais.

G.2.5. Diretiva das trabalhadoras grávidas

A Diretiva das trabalhadoras grávidas (92/85/CEE) impõe aos empregadores obrigações de avaliação dos riscos para a segurança e para a saúde decorrentes da exposição a uma variedade de agentes físicos, biológicos e químicos, incluindo radiações não ionizantes. Os resultados da avaliação e de quaisquer medições a efetuar têm de ser disponibilizados às trabalhadoras que estejam grávidas, que tenham recentemente dado à luz, ou que estejam a amamentar, bem como a trabalhadoras suscetíveis de estar numa destas situações. Sempre que são identificados riscos, o empregador tem de os evitar ajustando as condições de trabalho, mudando a trabalhadora para outro posto de trabalho, ou dispensando-a do trabalho.

A Diretiva concede também às trabalhadoras grávidas proteção para que não tenham de trabalhar turnos noturnos quando tal for clinicamente indicado, concede direitos de licença de maternidade, e prevê proteção contra o despedimento devido a gravidez ou licença de maternidade.

G.2.6. Diretiva dos jovens no trabalho

A Diretiva dos jovens no trabalho (94/33/CE) estabelece um sistema de proteção para todas as pessoas com idade inferior a 18 anos. Salvo determinadas exceções, os Estados-Membros devem proibir o trabalho de crianças a frequentar a escolaridade obrigatória a tempo inteiro (e, em qualquer caso, de crianças menores de 15 anos).

Os empregadores têm de efetuar uma avaliação dos riscos que tem em conta especialmente os riscos decorrentes da falta de experiência, da inconsciência dos riscos existentes ou virtuais ou do desenvolvimento incompleto dos jovens. Os empregadores têm pois de implementar medidas para proteger a segurança e a saúde dos jovens. A avaliação tem de ser efetuada antes de os jovens começarem a trabalhar e sempre que se verifique qualquer alteração importante das condições de trabalho. Os jovens trabalhadores e os seus representantes devem ser informados dos resultados da avaliação e das medidas adotadas.

G.2.7. Diretiva relativa à utilização de equipamentos de proteção individual

A Diretiva relativa à utilização de equipamentos de proteção individual (89/656/CEE) exige que os empregadores garantam que é utilizado equipamento de proteção individual quando os riscos não puderem ser evitados ou suficientemente limitados por meios técnicos ou organizativos. Qualquer equipamento de proteção individual fornecido tem de cumprir as disposições da UE em matéria de conceção e fabrico e tem de:

- ser adequado relativamente aos riscos, sem que ele próprio implique um aumento do risco;
- corresponder às condições existentes no local de trabalho;
- ter em conta as exigências ergonómicas e de saúde do trabalhador;
- ser adequado ao portador, depois de feitos os ajustamentos necessários.

O equipamento de proteção individual deve ser fornecido aos trabalhadores gratuitamente, em bom estado de funcionamento e em bom estado de higiene. A entidade patronal deve efetuar uma avaliação para garantir que é adequado e, se for caso disso, compatível com outros equipamentos de proteção individual.

Os trabalhadores devem receber formação adequada sobre a utilização de qualquer EPI que lhes seja atribuído.

G.3. Diretivas relativas aos produtos

O TFUE proíbe as restrições quantitativas às trocas comerciais entre os Estados-Membros da União Europeia, ou medidas de efeito semelhante. A jurisprudência estabeleceu que as restrições à livre circulação de produtos dentro da União Europeia só podem ser justificadas com base no incumprimento dos *requisitos essenciais*. Por seu turno, isso levou à necessidade de se poder definir os *requisitos essenciais* e de normalizar a avaliação da conformidade.

Estas questões foram abordadas inicialmente através da adoção da «Nova abordagem» à regulamentação dos produtos, que estabeleceu os seguintes princípios:

- a harmonização legislativa deve ser limitada aos requisitos essenciais que os produtos colocados no mercado da UE devem satisfazer se quiserem beneficiar da livre circulação no seio da União Europeia;

- as especificações técnicas para os produtos satisfazerem os requisitos essenciais devem ser estabelecidas em normas harmonizadas;
- os produtos fabricados em conformidade com as normas harmonizadas beneficiam de uma presunção de conformidade com os requisitos essenciais correspondentes;
- a aplicação das normas harmonizadas ou de outras normas continua a ser voluntária; os fabricantes podem sempre aplicar outras especificações técnicas para satisfazer os requisitos, mas terão de demonstrar que o fizeram.

A «Nova abordagem» foi substituída pelo «Novo quadro legislativo», que reviu e reforçou aspetos do sistema anterior.

Este sistema de legislação relativa aos produtos permite a regulamentação de grupos muito vastos de produtos que partilham requisitos essenciais. Até ao momento, foram aprovadas 27 diretivas no âmbito deste sistema, mas apenas algumas são suscetíveis de terem alguma relevância para a segurança dos campos eletromagnéticos no local de trabalho, sendo elas debatidas adiante.

G.3.1. Equipamento elétrico

O equipamento elétrico disponibilizado no mercado da União Europeia está sujeito aos requisitos da Diretiva da baixa tensão (2006/95/CE). Esta diretiva foi reformulada em 2014, tendo os Estados-Membros de adotar legislação nacional para aplicar a nova Diretiva da baixa tensão (2014/35/UE) até 20 de abril de 2016. Com exceções específicas, as diretivas da baixa tensão aplicam-se ao material elétrico destinado a funcionar com valores de tensão de corrente alternada entre 50 V. e 1 000 V ou de tensão de corrente contínua entre 75 V. e 1 500 V.

É um requisito das diretivas da baixa tensão que o equipamento não prejudique a saúde nem segurança das pessoas, animais domésticos ou bens, quando corretamente instalado, mantido e utilizado para os fins previstos. De particular relevância para o presente guia é o requisito de utilização de medidas técnicas para assegurar que o equipamento não produz radiações que possam causar perigo.

G.3.2. Máquinas

As máquinas disponibilizadas no mercado da União Europeia estão sujeitas aos requisitos da Diretiva das máquinas (2006/42/CE). Em termos gerais, a diretiva aplica-se a qualquer conjunto de peças ou de componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, e que está equipado ou se destina a ser equipado com um sistema de acionamento. Com exceção das máquinas de elevação, os equipamentos movidos exclusivamente por força humana ou animal são excluídos do âmbito de aplicação desta diretiva. Há uma série de exclusões específicas e aditamentos a este âmbito alargado.

A Diretiva das máquinas existe a fim de assegurar que as máquinas não constituem um risco para a segurança ou para a saúde. Existem requisitos específicos para assegurar que as emissões indesejáveis de radiações sejam eliminadas ou reduzidas a níveis que não tenham efeitos perigosos para as pessoas. As emissões de radiações não ionizantes produzidas durante a instalação, o funcionamento e a limpeza devem ser limitadas a níveis que não tenham efeitos adversos nas pessoas.

Os fabricantes de máquinas são obrigados a fornecer informações sobre os riscos residuais no manual de instruções fornecido com as máquinas. Os fabricantes são também obrigados a fornecer informações sobre emissões prováveis de radiações não ionizantes sempre que estas possam prejudicar as pessoas, incluindo as que têm implantes médicos.

G.3.3. Equipamento de rádio

Os equipamentos de rádio colocados no mercado da União Europeia estão sujeitos aos requisitos da Diretiva relativa aos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações (1999/5/CE). No entanto, a partir de 13 de junho de 2016, esta diretiva será revogada e substituída pela Diretiva dos equipamentos de rádio (2014/53/UE). Ao abrigo de disposições transitórias, os equipamentos de rádio em conformidade com a Diretiva 1999/5/CE podem ser colocados no mercado até 13 de junho de 2017. A Diretiva dos equipamentos de rádio aplica-se a qualquer equipamento concebido para transmitir e/ou receber intencionalmente ondas de rádio, para fins de radiocomunicação e/ou de radiodeterminação (utilizando ondas de rádio para determinar a posição, velocidade ou outras características de um objeto, ou informações sobre essas propriedades). A Diretiva relativa aos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações tem um âmbito de aplicação mais vasto e, por exemplo, também inclui todos os equipamentos destinados a ligação a uma rede pública.

Ambas as diretivas incorporam os mesmos requisitos em matéria de saúde e segurança que as diretivas da baixa tensão (ver secção G3.1), mas sem qualquer restrição em matéria de limites de tensão.

G.3.4. Material médico

O equipamento médico eletrónico colocado no mercado da União Europeia está sujeito aos requisitos quer da Diretiva relativa aos dispositivos médicos (93/42/CEE) quer da Diretiva relativa aos dispositivos medicinais implantáveis ativos (90/385/CEE). Ambas as diretivas são debatidas em maior detalhe nas secções E2.1.1 (Diretiva relativa aos dispositivos medicinais implantáveis ativos) e E2.3 (Diretiva relativa aos dispositivos médicos).

G.3.5. Equipamento de proteção individual

Os equipamentos de proteção individual colocados no mercado da União Europeia estão sujeitos aos requisitos da Diretiva relativa aos equipamentos de proteção individual (89/686/CE). Sob reserva de exclusões específicas, o equipamento de proteção individual é amplamente definido como qualquer dispositivo ou meio que se destine a ser envergado ou manejado por uma pessoa com vista à sua proteção contra um ou mais riscos suscetíveis de ameaçar a sua saúde bem como a sua segurança.

A Diretiva relativa aos equipamentos de proteção individual impõe que os equipamentos de proteção individual sejam colocados no mercado e postos em serviço apenas se preservarem a saúde e garantirem a segurança dos utilizadores, quando sujeitos a adequada manutenção e utilizados em conformidade com a sua finalidade. Os equipamentos de proteção individual não podem comprometer a saúde e a segurança das outras pessoas, dos animais domésticos ou dos bens.

G.3.6. Segurança geral dos produtos

O objetivo da Diretiva relativa à segurança geral dos produtos (2001/95/CE) é garantir a segurança dos produtos destinados à utilização pelos consumidores. Sempre que estes produtos se enquadram no âmbito de aplicação da Nova Abordagem ou de novas diretivas-quadro legislativas, os requisitos da diretiva específica terão normalmente precedência em relação à Diretiva relativa à segurança geral dos produtos. Embora o objetivo da Diretiva relativa à segurança geral dos produtos seja a proteção dos consumidores, aplica-se aos produtos adquiridos para utilização por uma empresa, desde que o produto se destine à utilização pelos consumidores.

A Diretiva relativa à segurança geral dos produtos exige que os produtos não apresentem quaisquer riscos ou apresentem apenas riscos reduzidos compatíveis com a sua utilização e considerados aceitáveis (conciliáveis com um elevado nível de proteção da saúde

e segurança). Estes requisitos aplicam-se em todas as condições razoavelmente previsíveis de utilização, incluindo a instalação, a entrada em serviço e a manutenção.

G.3.7. Compatibilidade eletromagnética

O equipamento suscetível de causar interferência eletromagnética ou suscetível de ser afetado por tais perturbações que seja colocado no mercado ou colocado em serviço na União Europeia está sujeito aos requisitos da Diretiva relativa à compatibilidade eletromagnética (2004/108/CE). Esta diretiva foi recentemente reformulada, sendo que a nova Diretiva relativa à compatibilidade eletromagnética (2014/30/UE) entra em vigor em 20 de abril de 2016 e a atual diretiva será revogada a partir dessa data. Qualquer equipamento colocado no mercado antes de 20 de abril de 2016 e em conformidade com a Diretiva 2004/108/CE pode continuar a ser disponibilizado no mercado após essa data. Existem exceções específicas ao âmbito de aplicação das diretivas, incluindo equipamento abrangido pelo âmbito de aplicação da Diretiva relativa aos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações (ver G3.3) e equipamento aeronáutico. Os requisitos de compatibilidade eletromagnética para aeronaves são abrangidos pelo Regulamento (CE) n.º 216/2008, enquanto os veículos com quatro ou mais rodas são abrangidos pelo Regulamento (CE) n.º 661/2009.

As Diretivas da compatibilidade eletromagnética não contêm qualquer disposição especificamente relacionada com a garantia da segurança e saúde das pessoas. No entanto, contêm requisitos para limitar a perturbação eletromagnética, a fim de evitar interferência em outros equipamentos, e requisitos para que os equipamentos apresentem um nível de imunidade a perturbações que assegure que podem funcionar no ambiente previsto, sem uma degradação inaceitável. Estes requisitos podem ter implicações para a segurança no que se refere a alguns efeitos indiretos.

G.4. Recomendação do Conselho Europeu

A fim de proteger membros da população, o Conselho da União Europeia aprovou a recomendação relativa à limitação da exposição da população aos campos eletromagnéticos (1999/519/CE). A recomendação fornece um quadro destinado a proteger membros da população dos efeitos adversos para a saúde que podem resultar da exposição a campos eletromagnéticos. Não visa a proteção dos trabalhadores.

A recomendação do Conselho não é vinculativa, mas estabelece um sistema de restrições básicas, tratando-se de grandezas que não devem ser ultrapassadas e que são conceitualmente equivalentes aos VLE utilizados na Diretiva «Campos eletromagnéticos».

Uma vez que as restrições básicas são maioritariamente estabelecidas em termos de grandezas internas no corpo que não podem ser facilmente medidas, a recomendação do Conselho estabelece igualmente um sistema de níveis de referência, definido em termos de grandezas de campo externas que podem ser avaliadas mais facilmente. Os níveis de referência são derivados das restrições básicas através de abordagens conservadoras, de modo a que, desde que não sejam ultrapassados, não seja ultrapassada a restrição básica subjacente. No entanto, uma vez que essa derivação dos níveis de referência se baseia num pressuposto de pior cenário, é muitas vezes possível ultrapassar os níveis de referência e ainda assim não ultrapassar as restrições básicas. A este respeito, os níveis de referência são conceitualmente equivalentes aos níveis de ação utilizados na Diretiva «Campos eletromagnéticos».

Na aplicação dos sistemas de restrições básicas e de níveis de referência, foi recomendado aos Estados-Membros que tivessem em conta os riscos e os benefícios das tecnologias que produzem campos eletromagnéticos. Foi também recomendado aos Estados-Membros que fornecessem informações à população e promovessem

e revissem a investigação relevante para os efeitos na saúde dos campos eletromagnéticos.

A recomendação do Conselho insta igualmente a Comissão Europeia a contribuir para a proteção da população. A Comissão foi convidada a trabalhar no sentido de estabelecer normas europeias para apoiar o sistema de proteção descrito, de incentivar a investigação dos efeitos a longo e curto prazo da exposição, de promover a criação de um consenso internacional neste domínio, e de manter sob análise as matérias abrangidas pela recomendação.

O sistema de proteção descrito na recomendação do Conselho foi amplamente adotado como um quadro para a proteção da população. Em especial, os níveis de referência especificados na recomendação do Conselho têm sido utilizados como base para a gestão de exposições em muitas zonas acessíveis ao público. Além disso, os níveis de referência têm sido utilizados para orientar o desenvolvimento de normas relativas à imunidade eletromagnética dos implantes médicos ativos.

APÊNDICE H

— NORMAS EUROPEIAS E INTERNACIONAIS

Foram elaboradas normas técnicas relativas a campos eletromagnéticos por organismos tais como a Comissão Eletrotécnica Internacional (CEI), o Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC) e outras autoridades de normalização.

O CENELEC já elaborou uma série de normas em matéria de exposição profissional relativas à avaliação dos campos eletromagnéticos. No entanto, essas normas foram elaboradas para estabelecer a conformidade em relação à anterior diretiva relativa aos campos eletromagnéticos. Por conseguinte, as normas de 2013 ou anteriores não devem ser usadas para avaliar a conformidade com a atual Diretiva «Campos eletromagnéticos».

No entanto, algumas normas existentes permitem que a conformidade seja avaliada em relação à Recomendação do Conselho (1999/519/CE). Nos termos do artigo 4.º, n.º 6, da Diretiva «Campos eletromagnéticos», os empregadores não precisam de efetuar avaliações da exposição de locais de trabalho abertos ao público em relação aos quais uma avaliação demonstre conformidade com a Recomendação do Conselho (1999/519/CE). Esta disposição está sujeita à condição de que as exposições dos trabalhadores respeitem as do público e à ausência de riscos para a saúde e para a segurança.

O CENELEC também publica normas de produtos harmonizadas com diversas diretivas relativas aos produtos (ver secção G3). São publicadas na área relativa a empresas do sítio Web da Comissão Europeia listas de normas harmonizadas em relação a cada diretiva relativa aos produtos. Essas normas podem ser usadas pelos fabricantes e fornecedores para demonstrar a conformidade com os requisitos de segurança dos campos eletromagnéticos. Sempre que o equipamento se destina a utilização pública e está em conformidade com os mais rigorosos níveis de segurança exigidos relativamente a tais equipamentos e desde que nenhum outro equipamento esteja a ser utilizado, o local de trabalho é considerado conforme com a Recomendação do Conselho (1999/519/CE).

Tal como indicado acima, quando existem normas, estas inserem-se geralmente num de dois tipos: normas de emissão e normas de exposição.

- As normas de emissão dizem respeito às emissões de equipamentos e permitem que os fabricantes demonstrem que o campo emitido por um produto não ultrapassará um certo limite. O limite será, geralmente, os NA ou os VLE da Diretiva «Campos eletromagnéticos» ou os valores da Recomendação do Conselho (1999/519/CE). Importa notar que essas avaliações se basearão na utilização do equipamento para os fins a que se destina. Se o equipamento não for utilizado para os fins previstos pelo fabricante, a avaliação pode não ser válida.
- As normas de avaliação da exposição fornecem normalmente uma maneira normalizada de avaliar os riscos em indústrias específicas ou em relação a determinados tipos de tecnologia. As avaliações do local de trabalho devem considerar o modo como o equipamento é utilizado e devem abranger todos os aspetos do trabalho desenvolvido com o equipamento, incluindo a limpeza e a manutenção.

De um modo geral, as normas de emissão têm por objetivo assegurar que a exposição global à emissão de um dispositivo será suficientemente baixa para que a utilização,

mesmo na proximidade de outros dispositivos emissores de campos eletromagnéticos, não leve a que os limites de exposição sejam ultrapassados.

Note-se que estas normas estão relacionadas com a avaliação de elementos individuais de equipamento, enquanto a Diretiva «Campos eletromagnéticos» está relacionada com exposições dos trabalhadores resultantes de todas as fontes. É possível que a exposição a mais do que uma fonte que seja conforme quando considerada isoladamente possa resultar numa exposição individual combinada que ultrapassa um NA ou um VLE. No entanto, em geral, os campos enfraquecem rapidamente com a distância, por isso, quando os equipamentos estão bem espaçados, os campos deles resultantes estarão geralmente em conformidade.

Estão em curso trabalhos no CENELEC para a elaboração de novas normas técnicas que se centrarão no atingimento da conformidade com a atual Diretiva «Campos eletromagnéticos». Essas normas serão publicadas assim que forem acordadas, mas é provável que leve algum tempo até que seja desenvolvido um conjunto abrangente de normas. No entanto, todas as pessoas que tenham de proceder a uma avaliação devem verificar se está disponível alguma norma pertinente para a atual Diretiva «Campos eletromagnéticos».

No CENELEC, o trabalho de elaboração de novas normas de avaliação da exposição é levado a cabo pelo Comité Técnico CLC/TC106X: campos eletromagnéticos no ambiente humano. Os progressos realizados no desenvolvimento de novas normas podem ser verificados na área TC106X do sítio web do CENELEC.

APÊNDICE I

— RECURSOS

I.1. Consultoria/regulamentação

I.1.1. União Europeia

País	Organização	Sítio web
Áustria	Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz	www.bmask.gv.at/site
Bélgica	Serviço Público Federal para o Emprego, Trabalho e Diálogo Social	www.employment.belgium.be
Bulgária	Centro Nacional para a Saúde Pública e Análises	ncphp.government.bg/en
Croácia	Ministério do Trabalho e do Sistema de Pensões	www.mrms.hr
Chipre	Ministério do Trabalho e da Segurança Social	www.mlsi.gov.cy
República Checa	Ministry of Labour and Social Affairs (Ministério do Trabalho e dos Assuntos Sociais)	www.mpsv.cz/cs
Dinamarca	Autoridade dinamarquesa para o Ambiente de Trabalho	www.at.dk
Estónia	Inspeção do Trabalho da Estónia	www.ti.ee
Finlândia	Ministério dos Assuntos Sociais e da Saúde	www.riskithaltuun.fi
França	Ministère du Travail, de l'Emploi, et du Dialogue social (Ministério do Trabalho, do Emprego e do Diálogo Social)	www.travail.gouv.fr
Alemanha	Ministério Federal do Trabalho e dos Assuntos Sociais	www.bmas.bund.de
Grécia	Ministry of Labour and Social Affairs (Ministério do Trabalho e dos Assuntos Sociais)	www.mathra.gr
Hungria	National Research Institute for Radiobiology (Instituto Nacional de Investigação para a Radiobiologia)	www.osski.hu
Irlanda	Health and Safety Authority (Autoridade para a Saúde e segurança)	www.hsa.ie
Itália	Instituto Nacional dos Seguros de Acidentes de Trabalho	www.inail.it
Letónia	Inspeção de Trabalho da República da Letónia	www.vdi.gov.lv
Lituânia	Departamento do Trabalho, Ministério da Segurança Social e do Trabalho	www.socmin.lt/en
Luxemburgo	Inspection du Travail et des Mines (Inspeção do Trabalho e das Minas)	www.itm.lu/de/home.html
Malta	Autoridade para a Saúde e Segurança no Trabalho	www.ohsa.org.mt
Países Baixos	Instituto Nacional da Saúde Pública e do Ambiente (RIVM)	www.rivm.nl
Polónia	Instituto Central para a Proteção do Trabalho	www.ciop.pl
Portugal	Autoridade para as Condições de Trabalho	www.act.gov.pt
Roménia	Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Segurança no Trabalho	www.protectiamuncii.ro
Eslováquia	Ministério do Trabalho, dos Assuntos Sociais e da Família	www.employment.gov.sk/en
Eslovénia	Ministério do Trabalho, da Família e dos Assuntos Sociais	www.gov.si
Espanha	Instituto Nacional de Segurança e Higiene no Trabalho	www.meyss.es
Suécia	Autoridade Sueca para o Ambiente de Trabalho	www.av.se
Reino Unido	Gabinete para a saúde e Segurança Saúde Pública de Inglaterra	www.hse.gov.uk www.gov.uk/government/organisations/public-health-england

I.1.2. Organizações internacionais

Organização	Sítio web
Comissão Internacional para a Protecção contra a Radiação não Ionizante	www.icnirp.de
Organização Mundial de Saúde	www.who.int
Confederação Europeia dos Sindicatos	www.etuc.org
Aliança Europeia da Saúde Pública	www.ephia.org
Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho	osha.europa.eu
Comissão Internacional da Saúde no Trabalho	www.icohweb.org

I.2. Associações comerciais

Organização	Sítio web
Conselho de Empregadores Europeus da Indústria do Metal, da Engenharia e da Tecnologia	www.ceemet.org
Associação dos Construtores Europeus de Automóveis	www.acea.be
Euro Chlor	www.eurochlor.org
Rede Europeia dos Operadores das Redes de Transporte de Eletricidade — ENTSO-E	www.entsoe.eu
Comité de Coordenação Europeia do Setor Radiológico e Eletromédico (COCIR)	www.cocir.org
Associação das Empresas do Setor da Eletricidade — EURELECTRIC	www.eurelectric.org

I.3. Documentos de orientação nacionais

País	Documentos
Belgium	Portaria n.º 7 relativa aos requisitos mínimos para a segurança e saúde no trabalho, Jornal Oficial n.º 88, 1999
Dinamarca	O Decreto n.º 559 sobre «A execução do trabalho» O Decreto n.º 513, que altera o Decreto n.º 559 sobre «A execução do trabalho» Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, Maj 2002 At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING — A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø
Estónia	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piinormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finlândia	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa ylialtistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN) Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (impressão) ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN) Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0 Sähkömagneettiset kentät työympäristössä — Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311 Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311 Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen — Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.) ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
França	Hygiène et sécurité du travail no 233, Décembre 2013 (soldadura por resistência) INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Alemanha	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten IFA-Report 2/2009, Electromagnetic fields at handheld spot-welding guns Hannah Heinrich (2007). Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields, Health Physics, 92, (6) BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Electromagnetic fields at workplace, ISSN 0174-4992

Grécia	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Letónia	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā
Lituânia	Norma de higiene lituana (HN) 110: 2001, Campo eletromagnético de frequência de 50 Hz nos locais de trabalho. Valores admissíveis dos parâmetros e dos requisitos de medição e o trabalho, n.º 660/174, de 21 de dezembro de 2001 Norma de higiene lituana (HN) 80: 2011 Campo eletromagnético em locais de trabalho e em ambiente residencial. Valores admissíveis dos parâmetros e requisitos de medição no intervalo de frequência de 10 kHz a 300 GHz, aprovados pelo Despacho do Ministro da Saúde e pelo N.º V-199, de 2 de março de 2011 Regras relativas à determinação dos níveis admissíveis de intensidade do campo eletrostática nos locais de trabalho, aprovadas pelo Despacho do Ministro da Saúde e pelo n.º 28, de 18 de janeiro de 2001
Luxemburgo	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4
Polónia	EU Directive, ICNIRP Guidelines and Polish Legislation on Electromagnetic Fields, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 12(2), 125–136 Exposure of Workers to Electromagnetic Fields. A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 15(1), 3–33
Roménia	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) — Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007

I.4. Documentos de orientação para a indústria

Organização	Documento de orientação
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. 3 rd edition, 2014

APÊNDICE J

— GLOSSÁRIO, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS DO FLUXOGRAMA

J.1. Glossário

Bloqueio (ver Bloqueio de segurança)	Um dispositivo mecânico, elétrico ou de outro tipo, cujo objetivo é impedir o funcionamento do equipamento em condições especificadas
Bloqueio de segurança	Um dispositivo mecânico, elétrico ou de outro tipo, cujo objetivo é impedir o funcionamento do equipamento em condições especificadas
Comissão Internacional para a Proteção contra a Radiação não Ionizante (ICNIRP)	Um organismo de cientistas independentes que tem por objetivo divulgar informações e recomendações sobre os potenciais riscos para a saúde da exposição a radiações ionizantes
Comprimento de onda	A distância entre pontos semelhantes em ciclos sucessivos de uma onda. Unidade: metro, símbolo: m
Controlos técnicos	Medidas de segurança com uma conceção deliberadamente técnica, que devem ser utilizadas como o método fundamental de redução da exposição a radiações. Um meio físico de impedir o acesso à radiação
Corrente de contacto	A corrente elétrica que corre dentro de uma pessoa quando esta toca num objeto condutor dentro de um campo eletromagnético
Densidade da corrente	A corrente elétrica ou o fluxo de carga elétrica que atravessa um condutor, tal como tecido, por unidade de área da secção transversal. Unidade: amperes por metro quadrado. Símbolo: A/m ²
Densidade de potência	Potência da radiação que incide sobre uma unidade de área de uma superfície (Wm ⁻²)
Derrogação	A revogação parcial de uma lei ou regulamento, em circunstâncias especiais
Dielétrico	Isolador elétrico que pode ser polarizado por um campo elétrico aplicado
Dipolo	Uma antena constituída por uma haste condutora com o fio de ligação no centro
Dispositivos de ponte de ignição	Um detonador que utiliza uma corrente elétrica para vaporizar um fio: o choque e o calor resultantes levam à detonação do material explosivo circundante
Dosimetria	O cálculo ou avaliação do depósito de energia num corpo humano
Eletrólise industrial	Um processo utilizado em grande escala em que uma corrente elétrica estimula uma reação química não espontânea por qualquer outra forma
Espetro eletromagnético	O espectro eletromagnético é o intervalo de todas as frequências possíveis da radiação eletromagnética. O espectro vai desde comprimentos de onda curtos, tais como os raios x, passando pela radiação visível, até radiações de comprimentos de onda mais longos como micro-ondas, ondas de televisão e ondas de rádio
Evento razoavelmente previsível	A ocorrência de um evento que, em determinadas circunstâncias, pode ser razoavelmente previsto de forma precisa, cuja probabilidade ou frequência de ocorrência não é baixa ou muito baixa
Fator de risco	O produto da probabilidade de um evento perigoso ocorrer e o resultado ou dano que daí advém
Fosfenos	Clarões de luz percebidos por uma pessoa sem que incida luz nos seus olhos
Frequência	O número de ciclos de oscilação por unidade de tempo. Símbolo: f Unidade: Hz
Imagem por ressonância magnética	Uma técnica de imagiologia médica que utiliza campos magnéticos fortes e campos eletromagnéticos de alta frequência para produzir imagens detalhadas do interior do corpo

Índice de exposição	A exposição observada dividida pelo valor-limite. Se o índice de exposição for inferior a um, a exposição está em conformidade
Indução	A indução (eletromagnética) é a produção de tensão através de um condutor elétrico, quando exposto a um campo magnético variável do tempo
Inspeção por partículas magnéticas	Um método de deteção de fissuras e outros defeitos num material magnético através da utilização de pó magnético e campos magnéticos
Joule	A unidade de energia equivalente ao trabalho realizado por uma força de um newton ao deslocar um objeto um metro. Símbolo: J
Medidas administrativas	Medidas de segurança não técnicas, tais como: controlo dos acessos, formação de segurança e avisos de alerta
Norma de produtos	Documento que especifica as características essenciais de um produto que permitem a uniformidade do fabrico e a interoperabilidade
Normas técnicas	Documento que especifica uma abordagem normalizada a um processo
Ortogonal	Em ângulos retos (90 graus)
Perigo	Algo com o potencial de causar danos. O perigo pode afetar pessoas, bens ou o ambiente
Proteção contra falhas	Um componente com proteção contra falhas é aquele cuja falha não aumenta o perigo, ou seja, falha em condições de segurança. No modo de falha, o sistema é tornado inoperante ou não perigoso
Radiação eletromagnética	A radiação eletromagnética é uma forma de radiação com componentes de campos elétricos e magnéticos, e que pode ser descrita como ondas que se propagam à velocidade da luz. Nalgumas circunstâncias, pode considerar-se que a radiação eletromagnética existe na forma de partículas chamadas fótons
Radiação de radiofrequência	Radiação eletromagnética cuja frequência é frequentemente definida entre 100 kHz e 300 GHz
Radiação não ionizante	Radiação que não produz ionização no tecido biológico. Exemplos disto são a radiação ultravioleta, por luz, a radiação infravermelha e a radiação de radiofrequência
Risco	A probabilidade de lesão, danos ou prejuízos
Sinusoidal	Que varia de uma forma que pode ser representada pela função trigonométrica seno
Tensão	A unidade de diferença de potencial elétrico, símbolo: V
Transmissão	A passagem das radiações através de um meio. Se não for absorvida toda a radiação, a que passa pelo ponto diz-se transmitida. Depende do comprimento de onda, polarização, intensidade de radiação e material transmissor
<i>Walkie-talkie</i>	Um dispositivo portátil de comunicação bidirecional que opera em bandas de frequências de rádio sem licença. Mais formalmente conhecido como emissor-recetor portátil
Watt	A unidade de potência, equivalente a um joule de energia por segundo. Símbolo: W
<i>Wi-Fi</i>	Um sistema de ligação de equipamentos eletrónicos, tais como computadores, a uma rede de área local através de comunicação por radiofrequência

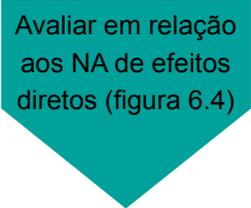
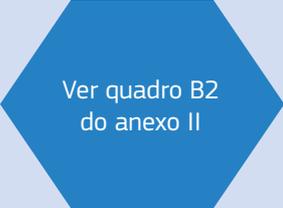
J.2. Abreviaturas

AIMD	Implante médico ativo
NA	Nível de ação
AM	Modulação de amplitude
NSB	Normas de segurança de base
CENELEC	Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica
SNC	Sistema nervoso central
DECT	Sistema de telecomunicações digitais europeias sem fios

DVD	Disco versátil digital
EI	Índices de exposição
ELF	Frequência extremamente baixa
VLE	Valores-limite de exposição
EMF	Campos eletromagnéticos
PAR	Potência aparente radiada
FD	Diferença finita
FDTD	Diferença finita no domínio do tempo
FEM	Método de elementos finitos
HF	Alta frequência
ICNIRP	Comissão Internacional para a Proteção contra a Radiação não Ionizante
IV	Infravermelhos
TI	Tecnologias da informação
LF	Baixa frequência
MF	Média frequência
MFR	Regra de frequência múltipla
IRM	Imagem por ressonância magnética
RMN	Ressonância magnética nuclear
OiRA	Avaliação dos riscos interativa em linha
RC	Condensador de resistência
RF	Radiofrequência
IRF	Identificação por radiofrequência
RMS	Valor quadrático médio
SA	Absorção específica
SAR	Taxa de absorção específica de energia
SHF	Super alta frequência
SPFD	Diferença finita escalar potencial
STD	<i>Shaped Time Domain</i>
TETRA	Radiocomunicações terrestres com recursos partilhados
TV	Televisão
UHF	Ultra elevada frequência
UV	Ultravioleta
VHF	Muito alta frequência
VLf	Muito baixa frequência
WBSAR	SAR média para todo o corpo
WLAN	Rede local sem fios
Método do máximo ponderado	Método do máximo ponderado

J.3. Símbolos de fluxograma

Quadro K3 de fluxograma utilizados no guia

Símbolo	Descrição	Significado neste guia
	Terminador	Indica o início e o fim do procedimento
	Decisão	Coloca uma questão para conduzir o utilizador por um de dois caminhos alternativos, classificados por sim e não
	Processo	Indica o processo a empreender a fim de progredir
	Ligação a outra página	Utilizado para remeter para outro fluxograma. Trata-se de códigos coloridos para indicar os pontos de entrada e saída.
	Preparativos	Informa o utilizador de que tem de realizar trabalhos preparatórios para efeitos desta secção do fluxograma. Está relacionado com uma caixa codificada por uma cor.

APÊNDICE K

— BIBLIOGRAFIA

K.1. Capítulo 5 — Avaliação dos riscos no âmbito da Diretiva «Campos eletromagnéticos»

Occupational Health and Safety Management Systems — Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Electromagnetic fields at workplaces — A new scientific approach to occupational health and safety. ISSN 0174-4992.

K.2. Capítulo 9 — Medidas de proteção e de prevenção

ISO (International Organization for Standardization) (2011). Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs. ISO7010.

Melton, G., and Shaw, R. (2014), Electromagnetic fields in the welding environment, RR1018, HSE, London.

K.3. Capítulo 11 — Riscos, sintomas e vigilância da saúde

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M., and Hietanen, M. (2014), *Operating model for managing accidental overexposure to RF- fields*, Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. ISBN 978-952-261-393-6.

K.4. Apêndice D — Avaliação da exposição

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I., and Hirata, A. (2013), 'On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines', *Phys Med Biol*, vol. 58, p. 8597-8607.

HVBG (2001), Accident Prevention Regulation Electromagnetic Fields. BGVB11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), 'Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields', *Health Phys*, vol. 92, N.º 6, p. 541-6.

ICNIRP(1998), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300GHz)', *Health Phys*, vol. 74, n.º 4, p. 494-522.

ICNIRP(2010), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz-100 kHz)', *Health Phys*, vol. 99, n.º 6, p. 818-836.

ICNIRP (2014) , 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz', *Health Phys*, vol. 106, n.º 3, p. 418-425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement, Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), 'Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields', *Health Phys*, vol. 79, n.º 4, p. 373-88.

K.5. Apêndice E — Efeitos indiretos e trabalhadores particularmente expostos

German Social Accident Insurance Association (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), 'Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0-300GHz)', *Documents of the NRPB*, vol. 15, n.º 3.

K.6. Apêndice F — Imagem por ressonância magnética

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G. and van den Brink, J.S. on behalf of the ISMRM Safety Committee (2014), 'MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting', *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M., and Kuster, N. (2008), 'An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment', Project Report VT/2007/017.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) (2010). Medical electrical equipment — Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN60601-2-33.

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) (2004), 'Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients', *Health Phys*, vol. 87, p. 197-216.

ICNIRP (2009), 'Amendment to the ICNIRP "statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients"', *Health Phys*, vol. 97, n.º 3, p. 259-261.

McRobbie, DW (2012), 'Occupational exposure in MRI', *Br J Radiol*, Vol. 85, p. 293-312.

MRI Working Group (2008), *Using MRI safely — practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Netherlands.

Stam, R. (2008), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, RIVM Report 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Netherlands.

Stam, R. (2014), 'The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities', *Ann Occup Hyg*, vol. 58, n.º 5, p. 529-541.

APÊNDICE L

— DIRETIVA 2013/35/UE

I

(Atos legislativos)

DIRETIVAS

DIRETIVA 2013/35/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 26 de junho de 2013

relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (campos eletromagnéticos) (20.^a diretiva especial na aceção do artigo 16.^o, n.^o 1, da Diretiva 89/391/CEE) e que revoga a Diretiva 2004/40/CE

O PARLAMENTO EUROPEU E O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia, nomeadamente o artigo 153.^o, n.^o 2,

Tendo em conta a proposta da Comissão Europeia,

Após transmissão do projeto de ato legislativo aos parlamentos nacionais,

Tendo em conta o parecer do Comité Económico e Social Europeu ⁽¹⁾,

Após consulta ao Comité das Regiões,

Deliberando de acordo com o processo legislativo ordinário ⁽²⁾,

Considerando o seguinte:

- (1) Nos termos do Tratado, o Parlamento Europeu e o Conselho podem adotar, por meio de diretivas, prescrições mínimas destinadas a promover melhorias, nomeadamente das condições de trabalho, a fim de garantir um melhor nível de proteção da saúde e da segurança dos trabalhadores. Essas diretivas deverão evitar impor disciplinas administrativas, financeiras e legais contrárias à criação e ao desenvolvimento de pequenas e médias empresas.
- (2) O artigo 31.^o, n.^o 1, da Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia estabelece que todos os trabalhadores têm direito a condições de trabalho saudáveis, seguras e dignas.

(3) Na sequência da entrada em vigor da Diretiva 2004/40/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (campos eletromagnéticos) (18.^a diretiva especial na aceção do n.^o 1 do artigo 16.^o da Diretiva 89/391/CEE) ⁽³⁾, as partes interessadas, em particular a comunidade médica, formularam sérias reservas quanto aos efeitos potenciais da aplicação da diretiva nos atos médicos baseados na imagiologia médica. Foram também manifestadas algumas preocupações quanto ao impacto da diretiva em determinadas atividades industriais.

(4) A Comissão analisou atentamente os argumentos invocados pelas partes interessadas e, após várias consultas, decidiu repensar cuidadosamente algumas disposições da Diretiva 2004/40/CE, com base em novas informações científicas obtidas por peritos de renome internacional.

(5) A Diretiva 2004/40/CE foi alterada pela Diretiva 2008/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽⁴⁾, que adiou por quatro anos o termo do prazo de transposição da Diretiva 2004/40/CE e, subsequentemente, pela Diretiva 2012/11/UE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽⁵⁾, que adiou até 31 de outubro de 2013 o termo desse prazo. Essa solução destinava-se a permitir que a Comissão apresentasse uma nova proposta e que os legisladores adotassem uma nova diretiva baseada em provas mais recentes e mais sólidas.

(6) A Diretiva 2004/40/CE deverá ser revogada e deverão ser introduzidas medidas mais adequadas e mais proporcionadas para proteger os trabalhadores contra os riscos associados aos campos eletromagnéticos. Essa diretiva não abordou os efeitos a longo prazo, incluindo os possíveis efeitos cancerígenos, devidos à exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variáveis no

⁽¹⁾ JO C 43 de 15.2.2012, p. 47.

⁽²⁾ Posição do Parlamento Europeu de 11 de junho de 2013 (ainda não publicada no Jornal Oficial) e decisão do Conselho de 20 de junho de 2013.

⁽³⁾ JO L 159 de 30.4.2004, p. 1.

⁽⁴⁾ JO L 114 de 26.4.2008, p. 88.

⁽⁵⁾ JO L 110 de 24.4.2012, p. 1.

tempo, em relação aos quais não existem atualmente provas científicas conclusivas que permitam estabelecer uma relação causal. A presente diretiva visa abordar todos os efeitos biofísicos diretos e todos os efeitos indiretos conhecidos causados por campos eletromagnéticos, não só para garantir a saúde e a segurança de cada trabalhador considerado individualmente, mas também para criar uma plataforma mínima de proteção para todos os trabalhadores da União, reduzindo simultaneamente eventuais distorções da concorrência.

- (7) A presente diretiva não aborda os presumíveis efeitos a longo prazo da exposição a campos eletromagnéticos por atualmente não estar cientificamente estabelecida uma relação causal. No entanto, caso tal relação venha a ser cientificamente estabelecida, a Comissão deverá ponderar os meios mais adequados para fazer face a esses efeitos, e deverá manter o Parlamento Europeu e o Conselho informados a esse respeito através do relatório que deverá apresentar sobre a aplicação prática da presente diretiva. Ao fazê-lo, a Comissão deverá ter em conta, além das informações adequadas que receber dos Estados-Membros, os resultados da investigação disponível mais recente e os novos conhecimentos científicos derivados das informações neste domínio.
- (8) Deverão ser estabelecidos requisitos mínimos, dando assim aos Estados-Membros a faculdade de manter ou adotar disposições mais favoráveis para a proteção dos trabalhadores e, em especial, de fixar valores inferiores para os níveis de ação (NA) ou para os valores-limite de exposição (VLE) relativos aos campos eletromagnéticos. A aplicação da presente diretiva não deverá, porém, constituir uma justificação para qualquer regressão relativamente à situação prevalente em cada Estado-Membro.
- (9) O sistema de proteção contra os campos eletromagnéticos deverá limitar-se a definir, sem demasiados pormenores, os objetivos a atingir, os princípios a respeitar e os valores fundamentais a aplicar, a fim de permitir que os Estados-Membros apliquem uniformemente as prescrições mínimas.
- (10) A fim de proteger os trabalhadores expostos a campos eletromagnéticos, é necessário realizar uma avaliação dos riscos eficaz e eficiente. Todavia, esta obrigação deverá ser proporcional à situação verificada no local de trabalho. Por conseguinte, é oportuno criar um sistema de proteção que agrupe os diferentes riscos de uma forma simples, graduada e facilmente compreensível. Consequentemente, a referência a uma série de indicadores e situações normalizadas, a disponibilizar por meio de guias práticos, pode ser útil para ajudar os empregadores a cumprirem as suas obrigações.
- (11) Os efeitos indesejados sobre o corpo humano dependem da frequência do campo eletromagnético ou das radiações a que este está sujeito. Por conseguinte, os sistemas de limitação da exposição deverão depender do padrão

de exposição e da sua frequência, a fim de proteger devidamente os trabalhadores expostos a campos eletromagnéticos.

- (12) O nível de exposição aos campos eletromagnéticos pode ser reduzido mais eficazmente se forem introduzidas medidas preventivas na fase de conceção dos postos de trabalho e se for dada prioridade à redução dos riscos na origem aquando da escolha do equipamento, processos e métodos de trabalho. As disposições relativas ao equipamento e aos métodos de trabalho contribuirão assim para a proteção dos trabalhadores envolvidos. Todavia, é necessário evitar a duplicação de avaliações sempre que se trate de equipamento de trabalho que cumpra os requisitos da legislação aplicável da União sobre produtos que estabeleça níveis de segurança mais estritos do que os previstos na presente diretiva. Isso permitirá uma avaliação simplificada de grande número de casos.
- (13) Os empregadores deverão adaptar-se ao progresso técnico e aos conhecimentos científicos em matéria de riscos ligados à exposição a campos eletromagnéticos, a fim de melhorar a proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores.
- (14) Uma vez que a presente diretiva é uma diretiva especial na aceção do artigo 16.º, n.º 1, da Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho⁽¹⁾, segue-se que a Diretiva 89/391/CEE se aplica à exposição dos trabalhadores a campos eletromagnéticos, sem prejuízo de disposições mais estritas e/ou específicas contidas na presente diretiva.
- (15) As grandezas físicas, os VLE e os NA estabelecidos na presente diretiva baseiam-se nas recomendações da Comissão Internacional para a Proteção contra as Radiações Não Ionizantes (CIPRNI) e deverão ser considerados de acordo com os conceitos da CIPRNI, salvo disposição em contrário da presente diretiva.
- (16) A fim de assegurar que a presente diretiva se mantenha atualizada, o poder de adotar atos nos termos do artigo 290.º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia deverá ser delegado na Comissão no que diz respeito a alterações de caráter estritamente técnico dos anexos, para refletir a adoção de regulamentos e diretivas em matéria de harmonização técnica e de normalização, o progresso técnico, alterações das normas ou especificações mais relevantes e a evolução dos conhecimentos científicos no domínio dos perigos associados aos campos eletromagnéticos, e para adaptar os NA. É especialmente importante que a Comissão proceda às consultas adequadas durante os trabalhos preparatórios, inclusive a nível de peritos. Ao preparar e elaborar atos delegados, a Comissão deverá assegurar a transmissão simultânea, atempada e adequada dos documentos relevantes ao Parlamento Europeu e ao Conselho.

⁽¹⁾ JO L 183 de 29.6.1989, p. 1.

- (17) Caso seja necessário introduzir alterações de carácter estritamente técnico nos anexos, a Comissão deverá trabalhar em estreita cooperação com o Comité Consultivo para a Segurança e a Saúde no Local de Trabalho criado pela Decisão do Conselho de 22 de julho de 2003 ⁽¹⁾.
- (18) Em casos excepcionais, sempre que razões de urgência imperiosas o exijam, tais como eventuais riscos iminentes para a segurança e a saúde dos trabalhadores, decorrentes da sua exposição aos campos eletromagnéticos, deverá ser admitida a possibilidade de se aplicar o procedimento de urgência aos atos delegados adotados pela Comissão.
- (19) De acordo com a declaração política conjunta, de 28 de setembro de 2011, dos Estados-Membros e da Comissão sobre os documentos explicativos ⁽²⁾, os Estados-Membros assumiram o compromisso de fazer acompanhar a notificação das suas medidas de transposição, nos casos em que tal se justifique, de um ou mais documentos que expliquem a relação entre os componentes de uma diretiva e as partes correspondentes dos instrumentos nacionais de transposição. Em relação à presente diretiva, o legislador considera que a transmissão desses documentos se justifica.
- (20) Um sistema que inclua VLE e NA deverá, se aplicável, ser entendido como um meio de proporcionar um elevado nível de proteção contra os efeitos nocivos para a saúde e os riscos para a segurança que possam resultar da exposição a campos eletromagnéticos. Porém, um tal sistema pode entrar em conflito com condições específicas de determinadas atividades, tais como a utilização da técnica de ressonância magnética no setor médico. Por conseguinte, é necessário ter em conta essas condições particulares.
- (21) Dadas as especificidades das forças armadas, e a fim de garantir que estas operem e interajam com eficácia, designadamente ao realizarem exercícios militares internacionais conjuntos, os Estados-Membros deverão estar em condições de aplicar sistemas de proteção equivalentes ou mais específicos, nomeadamente normas internacionalmente aprovadas como, por exemplo, as normas da NATO, desde que se evitem efeitos nocivos para a saúde e riscos para a segurança.
- (22) Os empregadores deverão ser obrigados a assegurar a eliminação ou a redução ao mínimo dos riscos decorrentes dos campos eletromagnéticos presentes no local de trabalho. Contudo, é possível que, em casos específicos e em circunstâncias devidamente justificadas, os VLE estabelecidos na presente diretiva sejam ultrapassados apenas temporariamente. Nesses casos, os empregadores deverão ser obrigados a tomar as medidas necessárias para que os VLE voltem a ser respeitados o mais rapidamente possível.
- (23) Um sistema que garanta um elevado nível de proteção no que respeita aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos para a segurança que possam resultar da exposição a campos eletromagnéticos deverá ter devidamente em

conta os grupos específicos de trabalhadores particularmente expostos e evitar problemas de interferência ou efeitos no funcionamento dos dispositivos médicos, tais como próteses metálicas, estimuladores e desfibriladores cardíacos, implantes cocleares e outros implantes ou dispositivos médicos usados no corpo. Poderão surgir problemas de interferência, especialmente com os estimuladores cardíacos, a níveis inferiores aos NA e, como tal, deverão ser objeto de precauções apropriadas e de medidas de proteção,

ADOTARAM A PRESENTE DIRETIVA:

CAPÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

Artigo 1.º

Objeto e âmbito de aplicação

1. A presente diretiva, que constitui a 20.ª diretiva especial na aceção do artigo 16.º, n.º 1, da Diretiva 89/391/CEE, estabelece as prescrições mínimas em matéria de proteção dos trabalhadores contra os riscos para a segurança e a saúde a que estão, ou podem vir a estar, sujeitos devido à exposição a campos eletromagnéticos durante o trabalho.

2. A presente diretiva aplica-se a todos os efeitos biofísicos diretos e a todos os efeitos indiretos conhecidos causados por campos eletromagnéticos.

3. Os valores-limite de exposição (VLE) estabelecidos na presente diretiva aplicam-se unicamente às relações cientificamente comprovadas entre os efeitos biofísicos diretos a curto prazo e a exposição a campos eletromagnéticos.

4. A presente diretiva não se aplica aos presumíveis efeitos a longo prazo.

A Comissão deve acompanhar os progressos mais recentes da ciência. Caso entretanto surjam provas científicas devidamente estabelecidas sobre os presumíveis efeitos a longo prazo, a Comissão deve ponderar as medidas adequadas a tomar, incluindo, se for caso disso, a apresentação de uma proposta legislativa para fazer face a esses efeitos. A Comissão deve manter o Parlamento Europeu e o Conselho informados a esse respeito através do relatório a que se refere o artigo 15.º.

5. A presente diretiva não se aplica aos riscos resultantes do contacto com condutores em carga.

6. Sem prejuízo de disposições mais restritivas e/ou mais específicas da presente diretiva, a Diretiva 89/391/CEE continua a aplicar-se integralmente a todo o domínio referido no n.º 1.

Artigo 2.º

Definições

Para efeitos da presente diretiva, entende-se por:

- a) «Campos eletromagnéticos», campos elétricos estáticos, magnéticos estáticos, ou campos eletromagnéticos, magnético ou elétricos variáveis no tempo com frequências até 300 GHz;

⁽¹⁾ JO C 218 de 13.9.2003, p. 1.

⁽²⁾ JO C 369 de 17.12.2011, p. 14.

- b) «Efeitos biofísicos diretos», efeitos diretamente provocados no corpo humano pela presença de um campo eletromagnético, nomeadamente:
- i) efeitos térmicos, como o aquecimento de um tecido por absorção de energia proveniente dos campos eletromagnéticos no tecido,
 - ii) efeitos não térmicos, como a estimulação dos músculos, nervos ou órgãos sensoriais. Estes efeitos podem ter consequências negativas para a saúde mental e física dos trabalhadores expostos. Além disso, a estimulação dos órgãos sensoriais pode produzir sintomas passageiros, como vertigens ou fosfenos. Estes efeitos podem provocar perturbações transitórias ou afetar a cognição ou outras funções cerebrais ou musculares, e atingir assim a capacidade de um trabalhador para trabalhar em segurança (ou seja, riscos de segurança), e
 - iii) correntes nos membros;
- c) «Efeitos indiretos», efeitos provocados pela presença de um objeto num campo eletromagnético que podem dar origem a perigos para a segurança ou a saúde, tais como:
- i) interferência em equipamentos e instrumentos médicos eletrónicos, nomeadamente estimuladores cardíacos e outros implantes ou dispositivos médicos usados no corpo,
 - ii) risco de projeção de objetos ferromagnéticos em campos magnéticos estáticos,
 - iii) arranque de aparelhos eletroexplosivos (detonadores),
 - iv) incêndios e explosões resultantes da inflamação de materiais inflamáveis devido a faíscas originadas por campos induzidos, por correntes de contacto ou por descargas de faíscas, e
 - v) correntes de contacto;
- d) «Valores-limite de exposição (VLE)», valores estabelecidos com base em considerações de ordem biofísica e biológica, nomeadamente com base em efeitos diretos agudos de curto prazo cientificamente comprovados, ou seja, efeitos térmicos e estimulação elétrica de tecidos;
- e) «VLE aplicáveis aos efeitos na saúde», valores-limite de exposição acima dos quais os trabalhadores podem ficar sujeitos a efeitos nocivos para a saúde, como aquecimento térmico ou estimulação do tecido nervoso e muscular;
- f) «VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais», valores-limite de exposição acima dos quais os trabalhadores podem ser objeto de perturbações transitórias das perceções sensoriais e de pequenas alterações das funções cerebrais;

- g) «Níveis de ação (NA)», níveis operacionais estabelecidos para simplificar o processo de demonstração do cumprimento dos VLE relevantes ou, se adequado, para tomar medidas de proteção ou prevenção relevantes especificadas na presente diretiva.

A terminologia NA utilizada no anexo II é a seguinte:

- i) no que respeita aos campos elétricos, «NA baixos» e «NA altos» são os níveis referentes às medidas especiais de proteção ou prevenção especificadas na presente diretiva, e
- ii) no que respeita aos campos magnéticos, «NA baixos» são os níveis referentes aos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais e «NA altos», os referentes aos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde.

Artigo 3.º

Valores-limite de exposição e níveis de ação

1. As grandezas físicas relativas à exposição a campos eletromagnéticos são indicadas no anexo I. Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde, os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais e os NA constam dos anexos II e III.
2. Os Estados-Membros exigem que os empregadores garantam que a exposição dos trabalhadores aos campos eletromagnéticos se limite aos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e aos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais constantes do anexo II, no que respeita aos efeitos não térmicos, e no anexo III, no que respeita aos efeitos térmicos. O cumprimento dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais deve ser estabelecido utilizando os procedimentos relevantes de avaliação da exposição a que se refere o artigo 4.º. Caso a exposição dos trabalhadores aos campos eletromagnéticos ultrapasse os VLE, o empregador deve tomar medidas imediatas, nos termos do artigo 5.º, n.º 8.
3. Para os efeitos da presente diretiva, considera-se que o empregador respeita os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais se se demonstrar que os NA relevantes estabelecidos nos anexos II e III não são ultrapassados. Caso a exposição ultrapasse os NA, o empregador toma medidas nos termos do artigo 5.º, n.º 2, a não ser que a avaliação efetuada nos termos do artigo 4.º, n.ºs 1, 2 e 3, demonstre que os VLE relevantes não foram ultrapassados e que se pode excluir a existência de riscos de segurança.

Não obstante o primeiro parágrafo, a exposição pode ultrapassar:

- a) No caso dos campos elétricos, NA baixos (anexo II, quadro B1), caso a prática ou o processo seguidos o justifiquem, desde que os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A3) não sejam ultrapassados; ou
- i) os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (anexo II, quadro A2) não sejam ultrapassados,

- ii) se impeçam descargas de faísca e correntes de contacto excessivas (anexo II, quadro B3) através de medidas de proteção específicas previstas no artigo 5.º, n.º 6, e
 - iii) os trabalhadores tenham sido informados sobre as situações referidas no artigo 6.º, alínea f);
- b) No caso dos campos magnéticos, NA baixos (anexo II, quadro B2), caso a prática ou o processo seguidos durante o turno de trabalho – cabeça e torso incluídos – o justifiquem, desde que os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A3) não sejam ultrapassados; ou
- i) os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais sejam ultrapassados apenas temporariamente,
 - ii) os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (anexo II, quadro A2) não sejam ultrapassados,
 - iii) sejam tomadas as medidas previstas no artigo 5.º, n.º 9, caso existam sintomas passageiros referidos na alínea a) desse número, e
 - iv) os trabalhadores tenham sido informados sobre as situações referidas no artigo 6.º, alínea f).
4. Não obstante os n.ºs 2 e 3, a exposição pode ultrapassar:
- a) Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A1) durante o turno de trabalho, caso a prática ou o processo seguidos o justifiquem, desde que:
- i) os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais sejam ultrapassados apenas temporariamente,
 - ii) os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (anexo II, quadro A1) não sejam ultrapassados,
 - iii) tenham sido tomadas medidas de proteção específicas nos termos do artigo 5.º, n.º 7,
 - iv) sejam tomadas as medidas previstas no artigo 5.º, n.º 9, caso existam sintomas passageiros referidos na alínea b) desse número, e
 - v) os trabalhadores tenham sido informados sobre as situações referidas no artigo 6.º, alínea f);
- b) Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (anexo II, quadro A3, e anexo III, quadro A2) durante o turno de trabalho, caso a prática ou o processo seguidos o justifiquem, desde que:
- i) os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais sejam ultrapassados apenas temporariamente,
 - ii) os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (anexo II, quadro A2, e anexo III, quadro A1 e quadro A3) não sejam ultrapassados,

- iii) sejam tomadas as medidas previstas no artigo 5.º, n.º 9, caso existam sintomas passageiros referidos na alínea a) desse número, e
- iv) os trabalhadores tenham sido informados sobre as situações referidas no artigo 6.º, alínea f).

CAPÍTULO II

OBRIGAÇÕES DOS EMPREGADORES

Artigo 4.º

Avaliação de riscos e determinação da exposição

1. No cumprimento das obrigações constantes do artigo 6.º, n.º 3, e do artigo 9.º, n.º 1, da Diretiva 89/391/CEE, os empregadores avaliam todos os riscos provocados pelos campos eletromagnéticos no local de trabalho e, se for caso disso, medem ou calculam os níveis dos campos eletromagnéticos a que os trabalhadores se encontram expostos.

Sem prejuízo do artigo 10.º da Diretiva 89/391/CEE e do artigo 6.º da presente diretiva, essa avaliação pode ser tornada pública a pedido, nos termos da legislação aplicável da União e dos Estados-Membros. Mais especificamente, no caso do tratamento de dados pessoais dos trabalhadores no decurso da avaliação, a publicação deve respeitar a Diretiva 95/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de outubro de 1995, relativa à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados ⁽¹⁾, e a legislação nacional dos Estados-Membros que aplique essa diretiva. A menos que exista um superior interesse público na divulgação, as autoridades públicas que detenham uma cópia da avaliação podem recusar pedidos de acesso à mesma ou pedidos para a tornar pública, caso a divulgação possa prejudicar a proteção dos interesses comerciais do empregador, incluindo os relativos à propriedade intelectual. Os empregadores podem recusar-se a divulgar ou a tornar pública a avaliação nas mesmas condições, nos termos da legislação aplicável da União e dos Estados-Membros.

2. Para efeitos da avaliação prevista no n.º 1 do presente artigo, os empregadores identificam e avaliam os campos eletromagnéticos no local de trabalho, tendo em conta os guias práticos relevantes referidos no artigo 14.º e outras normas ou diretrizes aplicáveis fornecidas pelos Estados-Membros em questão, designadamente bases de dados que contenham informações respeitantes aos níveis de exposição. Não obstante as suas obrigações por força do presente artigo, os empregadores têm também o direito de ter em conta, caso tal se justifique, os níveis de emissão e outros dados pertinentes de segurança fornecidos, pelo fabricante ou pelo distribuidor, relativamente ao equipamento, nos termos da legislação aplicável da União, nomeadamente uma avaliação de riscos, desde que tal se aplique às condições de exposição no local de trabalho ou da instalação.

3. Se não for possível estabelecer com fiabilidade o cumprimento dos VLE com base em informações rapidamente acessíveis, a avaliação da exposição é efetuada com base em medições ou cálculos. Nesse caso, a avaliação tem em conta as incertezas quanto às medições ou cálculos, nomeadamente erros numéricos, a modelização das fontes, a geometria fantasma e as propriedades elétricas dos tecidos e dos materiais, determinadas de acordo com as boas práticas aplicáveis.

⁽¹⁾ JO L 281 de 23.11.1995, p. 31.

4. A avaliação, a medição e os cálculos referidos nos n.ºs 1, 2 e 3 do presente artigo devem ser planeados e efetuados por serviços ou pessoas competentes, com uma periodicidade adequada, tendo em conta as orientações traçadas pela presente diretiva e, em especial, os artigos 7.º e 11.º da Diretiva 89/391/CEE, relativos aos serviços e às pessoas competentes e à consulta e participação dos trabalhadores. Os dados obtidos a partir da avaliação, medição ou cálculo dos níveis de exposição devem ser conservados de forma adequada e rastreável, que permita a sua consulta ulterior, de acordo com a legislação e a prática nacionais.

5. Ao proceder à avaliação dos riscos nos termos do artigo 6.º, n.º 3, da Diretiva 89/391/CEE, os empregadores devem prestar particular atenção aos seguintes aspetos:

- a) Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde, os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais e os NA referidos no artigo 3.º e nos anexos II e III da presente diretiva;
- b) A frequência, o nível, a duração e o tipo de exposição, incluindo a forma como se distribui pelo corpo dos trabalhadores e pelo espaço físico do local de trabalho;
- c) Os efeitos biofísicos diretos;
- d) Os efeitos na saúde e na segurança dos trabalhadores particularmente expostos, nomeadamente trabalhadores com implantes médicos ativos ou passivos, como estimuladores cardíacos, trabalhadores que usem dispositivos médicos usados no corpo, como bombas de insulina, e trabalhadoras grávidas;
- e) Os efeitos indiretos;
- f) A existência de equipamentos de substituição concebidos para reduzir os níveis de exposição aos campos eletromagnéticos;
- g) As informações adequadas obtidas em resultado da vigilância da saúde a que se refere o artigo 8.º;
- h) As informações fornecidas pelo fabricante do equipamento;
- i) Outras informações relevantes em matéria de saúde e segurança;
- j) As fontes múltiplas de exposição;
- k) A exposição simultânea a campos de frequência múltipla.

6. Em locais de trabalho abertos ao público, a avaliação dos níveis de exposição não precisa de ser efetuada se já tiver sido feita uma avaliação conforme com as disposições em matéria de limitação da exposição da população aos campos eletromagnéticos, se as restrições especificadas nessas disposições forem respeitadas para os trabalhadores e se não existirem riscos de saúde e de segurança. Estas condições são consideradas preenchidas se os equipamentos previstos para uso público forem usados para o fim a que se destinam e estiverem conformes com a legislação da União sobre produtos que estabeleça níveis de segurança mais estritos do que os previstos na presente diretiva, e se não forem usados outros equipamentos.

7. Os empregadores devem dispor de uma avaliação dos riscos nos termos do artigo 9.º, n.º 1, alínea a), da Diretiva 89/391/CEE e devem identificar as medidas a tomar nos termos do artigo 5.º da presente diretiva. A avaliação dos riscos pode incluir as razões pelas quais o empregador considera que a natureza e a extensão dos riscos relacionados com os campos eletromagnéticos tornam desnecessária uma avaliação mais detalhada dos riscos. A avaliação dos riscos deve ser periodicamente atualizada, nomeadamente caso se tenham verificado alterações significativas que possam tê-la desatualizado, ou se os resultados da vigilância da saúde a que se refere o artigo 8.º demonstrarem que tal é necessário.

Artigo 5.º

Disposições destinadas a evitar ou a reduzir os riscos

1. Tendo em conta o progresso técnico e a disponibilidade de medidas de controlo da produção de campos eletromagnéticos na fonte, os empregadores devem tomar as medidas necessárias para assegurar que os riscos devidos à exposição a campos eletromagnéticos no local de trabalho sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo.

A redução dos riscos resultantes da exposição a campos eletromagnéticos deve basear-se nos princípios gerais de prevenção previstos no artigo 6.º, n.º 2, da Diretiva 89/391/CEE.

2. Com base na avaliação dos riscos a que se refere o artigo 4.º, assim que os NA relevantes referidos no artigo 3.º e nos anexos II e III sejam ultrapassados, e a não ser que a avaliação efetuada nos termos do artigo 4.º, n.ºs 1, 2 e 3, demonstre que os VLE relevantes não foram ultrapassados e que se pode excluir a existência de riscos de segurança, os empregadores devem elaborar e pôr em prática um programa de ação que contenha medidas técnicas e/ou organizativas destinadas a evitar que a exposição ultrapasse os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais, tendo, nomeadamente, em conta:

- a) Outros métodos de trabalho que permitam reduzir a exposição a campos eletromagnéticos;
- b) A escolha de equipamento que crie campos eletromagnéticos de intensidade inferior, tendo em conta o trabalho a executar;
- c) Medidas técnicas destinadas a reduzir as emissões de campos eletromagnéticos, incluindo, se necessário, a utilização de encravamentos, blindagens ou mecanismos semelhantes de proteção da saúde;
- d) Medidas de delimitação e acesso adequadas, nomeadamente sinalização, etiquetas, marcações no solo e barreiras, a fim de limitar ou controlar o acesso;
- e) Em caso de exposição a campos elétricos, medidas e procedimentos destinados a gerir descargas de faíscas e correntes de contacto graças à utilização de meios técnicos e à formação dos trabalhadores;

- f) Programas de manutenção adequados para o equipamento de trabalho, para o local de trabalho e para os postos de trabalho;
- g) Concessão e disposição dos locais e dos postos de trabalho;
- h) Limitação da duração e da intensidade da exposição; e
- i) Disponibilidade de equipamentos de proteção individual adequados.

3. Com base na avaliação dos riscos a que se refere o artigo 4.º, os empregadores devem elaborar e pôr em prática um programa de ação que contenha medidas técnicas e/ou organizativas destinadas a evitar os riscos para os trabalhadores particularmente expostos e os riscos devidos aos efeitos indiretos, a que se refere o artigo 4.º.

4. Além de prestar as informações previstas no artigo 6.º da presente diretiva, os empregadores devem adaptar, nos termos do artigo 15.º da Diretiva 89/391/CEE, as medidas a que se refere o presente artigo às necessidades dos trabalhadores particularmente expostos e, se for caso disso, às avaliações de risco individuais, nomeadamente no que respeita aos trabalhadores que tenham declarado usar implantes médicos ativos ou passivos, como estimuladores cardíacos, ou dispositivos médicos usados no corpo, como bombas de insulina, e às trabalhadoras grávidas que tenham informado o empregador do seu estado.

5. Com base na avaliação dos riscos a que se refere o artigo 4.º, os locais de trabalho onde os trabalhadores possam encontrar-se expostos a campos eletromagnéticos que ultrapassem os NA devem ser identificados através de sinalização adequada, nos termos dos anexos II e III e da Diretiva 92/58/CEE do Conselho, de 24 de junho de 1992, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e/ou de saúde no trabalho (nona diretiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Diretiva 89/391/CEE) ⁽¹⁾. As zonas em causa devem ser identificadas e, se for caso disso, o acesso às mesmas deve ser restringido. Se o acesso a essas zonas for convenientemente restringido por motivos de outra ordem e os trabalhadores forem informados dos riscos devidos aos campos eletromagnéticos, a sinalização e as restrições de acesso próprias dos campos eletromagnéticos não são necessárias.

6. Caso se aplique o artigo 3.º, n.º 3, alínea a), devem ser tomadas medidas de proteção específicas, como a formação dos trabalhadores prevista no artigo 6.º e a utilização de meios técnicos e de proteção individual, por exemplo a fixação de objetos de trabalho ao solo, a ligação dos trabalhadores aos seus instrumentos de trabalho (equipotencialidade) e, se necessário, nos termos do artigo 4.º, n.º 1, alínea a), da Diretiva 89/656/CEE do Conselho, de 30 de novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de proteção individual no trabalho (terceira diretiva especial, na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Diretiva 89/391/CEE) ⁽²⁾, a utilização de calçado isolante, de luvas e de vestuário de proteção.

7. Caso se aplique o artigo 3.º, n.º 4, alínea a), devem ser tomadas medidas de proteção específicas, nomeadamente no que respeita ao controlo dos movimentos.

8. Os trabalhadores não podem ser expostos a níveis superiores aos dos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde nem aos dos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais, a não ser que as condições previstas no artigo 10.º, n.º 1, alíneas a) ou c), ou no artigo 3.º, n.ºs 3 ou 4, se encontrem preenchidas. Se, apesar das medidas tomadas pelos empregadores, os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais forem ultrapassados, os empregadores devem tomar medidas imediatas para reduzir a exposição para níveis inferiores aos desses VLE. Os empregadores identificam e registam os motivos que levaram a que os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde e os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais fossem ultrapassados, e alteram as medidas de proteção e de prevenção em conformidade, a fim de evitar que esses VLE tornem a ser ultrapassados. As medidas alteradas de proteção e de prevenção devem ser conservadas de forma adequada e rastreável, que permita a sua consulta ulterior, de acordo com a legislação e a prática nacionais.

9. Caso se aplique o artigo 3.º, n.ºs 3 e 4, e caso os trabalhadores manifestem sintomas passageiros, os empregadores devem, se necessário, atualizar a avaliação dos riscos e as medidas de prevenção. Os sintomas passageiros podem incluir:

- a) Perceções sensoriais e efeitos no funcionamento do sistema nervoso central, a nível da cabeça, causados por campos magnéticos variáveis no tempo; e
- b) Efeitos dos campos magnéticos estáticos, nomeadamente vertigens e náuseas.

Artigo 6.º

Informação e formação dos trabalhadores

Sem prejuízo dos artigos 10.º e 12.º da Diretiva 89/391/CEE, os empregadores devem garantir que os trabalhadores suscetíveis de ser expostos aos riscos resultantes de campos eletromagnéticos no trabalho e/ou os seus representantes recebam a informação e a formação necessárias acerca do resultado da avaliação dos riscos prevista no artigo 4.º da presente diretiva, nomeadamente no que se refere:

- a) Às medidas tomadas em aplicação da presente diretiva;
- b) Aos valores e conceitos relativos aos VLE e aos NA, aos possíveis riscos associados e às medidas de prevenção tomadas;
- c) Aos eventuais efeitos indiretos da exposição;
- d) Aos resultados da avaliação, das medições ou dos cálculos dos níveis de exposição a campos eletromagnéticos efetuados nos termos do artigo 4.º da presente diretiva;
- e) À forma de detetar os efeitos nocivos para a saúde resultantes da exposição e à maneira de os comunicar;
- f) À possibilidade de ocorrência de sintomas passageiros e de sensações relacionadas com os efeitos produzidos no sistema nervoso central ou periférico;

⁽¹⁾ JO L 245 de 26.8.1992, p. 23.

⁽²⁾ JO L 393 de 30.12.1989, p. 18.

- g) Às circunstâncias em que os trabalhadores têm direito a vigilância da saúde;
- h) Às práticas de trabalho seguras para minimizar os riscos resultantes da exposição;
- i) Aos trabalhadores particularmente expostos, tal como referido no artigo 4.º, n.º 5, alínea d), e no artigo 5.º, n.ºs 3 e 4, da presente diretiva.

Artigo 7.º

Consulta e participação dos trabalhadores

A consulta e a participação dos trabalhadores e/ou dos seus representantes realizam-se nos termos do artigo 11.º da Diretiva 89/391/CEE.

CAPÍTULO III

DISPOSIÇÕES DIVERSAS

Artigo 8.º

Vigilância da saúde

1. Com vista à prevenção e ao diagnóstico precoce dos efeitos nocivos para a saúde devidos à exposição a campos eletromagnéticos, deve ser efetuada uma vigilância da saúde adequada, nos termos do artigo 14.º da Diretiva 89/391/CEE. Para esse efeito, devem ser disponibilizados registos de saúde de acordo com a legislação e/ou a prática nacionais.

2. Os resultados da vigilância da saúde devem ser preservados de acordo com a legislação e a prática nacionais, de forma adequada que permita a sua consulta ulterior, desde que os requisitos de confidencialidade sejam respeitados. Os trabalhadores devem ter acesso, a pedido, aos seus registos de saúde.

Se um trabalhador comunicar um efeito indesejado ou inesperado para a sua saúde ou se, em qualquer circunstância, for detetada uma exposição superior aos VLE, os empregadores devem assegurar que sejam facultados ao trabalhador ou trabalhadores em causa exames médicos ou atos individualizados de vigilância da saúde adequados, de acordo com a legislação e as práticas nacionais.

Esses exames médicos e atos individualizados de vigilância da saúde devem ser disponibilizados durante o horário escolhido pelo trabalhador, e os respetivos custos não são por ele suportados.

Artigo 9.º

Sanções

Os Estados-Membros devem estabelecer sanções adequadas, a aplicar em caso de violação da legislação nacional aprovada nos termos da presente diretiva. Tais sanções devem ser efetivas, proporcionadas e dissuasivas.

Artigo 10.º

Exceções

1. Em derrogação das obrigações estabelecidas no artigo 3.º, e sem prejuízo do artigo 5.º, n.º 1, aplicam-se as seguintes disposições:

- a) A exposição pode ultrapassar os VLE se estiver associada à instalação, ensaio, utilização, desenvolvimento ou manutenção, no setor da saúde, de equipamentos de ressonância magnética destinados aos pacientes, ou a práticas de investigação relacionadas com esses equipamentos, desde que se encontrem cumulativamente preenchidas as seguintes condições:
 - i) a avaliação de risco efetuada nos termos do artigo 4.º demonstrou que os VLE foram ultrapassados,
 - ii) tendo em conta o progresso tecnológico, foram aplicadas todas as medidas técnicas e/ou organizativas,
 - iii) as circunstâncias justificam devidamente que os VLE sejam ultrapassados,
 - iv) foram tidas em conta as características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho, e
 - v) o empregador demonstrou que os trabalhadores continuam a estar protegidos em relação aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos de segurança, nomeadamente assegurando que as instruções fornecidas pelo fabricante tendo em vista uma utilização segura nos termos da Diretiva 93/42/CEE do Conselho, de 14 de junho de 1993, relativa aos dispositivos médicos ⁽¹⁾, sejam cumpridas;
- b) Os Estados-Membros podem permitir que se aplique um sistema de proteção equivalente ou mais específico destinado ao pessoal que trabalhe em instalações militares operacionais ou que esteja envolvido em atividades militares, designadamente em exercícios militares internacionais conjuntos, desde que os efeitos nocivos para a saúde e os riscos de segurança sejam evitados;
- c) Os Estados-Membros podem permitir que, em circunstâncias devidamente justificadas, e apenas enquanto estas se mantiverem devidamente justificadas, os VLE sejam temporariamente ultrapassados em determinados setores ou atividades que não se enquadrem no âmbito de aplicação das alíneas a) e b). Para efeitos da presente alínea, entende-se por «circunstâncias devidamente justificadas» as situações em que se encontrem preenchidas cumulativamente as seguintes condições:
 - i) a avaliação de risco efetuada nos termos do artigo 4.º demonstrou que os VLE foram ultrapassados,
 - ii) tendo em conta o progresso tecnológico, foram aplicadas todas as medidas técnicas e/ou organizativas,
 - iii) foram tidas em conta as características do local de trabalho e do equipamento de trabalho e as práticas de trabalho, e
 - iv) o empregador demonstrou que os trabalhadores continuam a estar protegidos em relação aos efeitos nocivos para a saúde e aos riscos de segurança, nomeadamente aplicando normas e orientações comparáveis, mais específicas e internacionalmente reconhecidas.

⁽¹⁾ JO L 169 de 12.7.1993, p. 1.

2. Os Estados-Membros informam a Comissão das exceções estabelecidas ao abrigo do n.º 1, alíneas b) e c), e fundamentam-nas no relatório a que se refere o artigo 15.º.

Artigo 11.º

Alteração técnica dos anexos

1. A Comissão fica habilitada a adotar atos delegados nos termos do artigo 12.º que alterem os anexos de forma estritamente técnica, a fim de:

- a) Ter em conta a adoção de regulamentos e diretivas em matéria de harmonização técnica e de normalização no que se refere à conceção, construção, fabricação ou realização de equipamentos e locais de trabalho;
- b) Ter em conta o progresso técnico, as mudanças nas normas ou especificações mais pertinentes e a evolução dos conhecimentos científicos no domínio dos campos eletromagnéticos;
- c) Adaptar os NA caso se disponha de novas provas científicas, desde que os empregadores continuem a ser obrigados a respeitar os VLE existentes constantes dos anexos II e III.

2. A Comissão adota um ato delegado nos termos do artigo 12.º para inserir no anexo II as diretrizes da CIPRNI para a limitação da exposição a campos elétricos induzidos pelo movimento do corpo humano num campo magnético estático e por campos magnéticos variáveis no tempo inferiores a 1 Hz assim que estiverem disponíveis.

3. Se, no caso das alterações referidas nos n.ºs 1 e 2, imperativos de urgência assim o exigirem, aplica-se aos atos delegados adotados nos termos do presente artigo o procedimento previsto no artigo 13.º.

Artigo 12.º

Exercício da delegação

1. O poder de adotar atos delegados é conferido à Comissão nas condições estabelecidas no presente artigo.

2. O poder de adotar os atos delegados a que se refere o artigo 11.º é conferido à Comissão por um prazo de cinco anos a partir de 29 de junho de 2013. A Comissão elabora um relatório sobre a delegação de poderes pelo menos nove meses antes do final do prazo de cinco anos. A delegação de poderes é tacitamente prorrogada por prazos de igual duração, salvo se o Parlamento Europeu ou o Conselho a tal se opuserem pelo menos três meses antes do final de cada prazo.

3. A delegação de poderes a que se refere o artigo 11.º pode ser revogada em qualquer momento pelo Parlamento Europeu ou pelo Conselho. A decisão de revogação põe termo à delegação de poderes nela especificados. A decisão de revogação produz efeitos a partir do dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia* ou de uma data posterior nela especificada. A decisão de revogação não afeta os atos delegados já em vigor.

4. Assim que adotar um ato delegado, a Comissão notifica-o simultaneamente ao Parlamento Europeu e ao Conselho.

5. Os atos delegados adotados nos termos do artigo 11.º só entram em vigor se não tiverem sido formuladas objeções pelo Parlamento Europeu ou pelo Conselho no prazo de dois meses a contar da notificação do ato ao Parlamento Europeu e ao Conselho, ou se, antes do termo desse prazo, o Parlamento Europeu e o Conselho tiverem ambos informado a Comissão de que não têm objeções a formular. O referido prazo é prorrogado por dois meses por iniciativa do Parlamento Europeu ou do Conselho.

Artigo 13.º

Procedimento de urgência

1. Os atos delegados adotados por força do presente artigo entram em vigor sem demora e são aplicáveis desde que não sejam formuladas objeções ao abrigo do n.º 2. Na notificação de um ato delegado ao Parlamento Europeu e ao Conselho devem expor-se os motivos que justificam o recurso ao procedimento de urgência relacionados com a saúde e a proteção dos trabalhadores.

2. O Parlamento Europeu e o Conselho podem formular objeções a um ato delegado nos termos do artigo 12.º, n.º 5. Caso o façam, a Comissão revoga sem demora o ato após a notificação da decisão pela qual o Parlamento Europeu ou o Conselho tiverem formulado objeções.

CAPÍTULO IV

DISPOSIÇÕES FINAIS

Artigo 14.º

Guias práticos

A fim de facilitar a aplicação da presente diretiva, a Comissão disponibiliza guias práticos não vinculativos, o mais tardar, seis meses antes de 1 de julho de 2016. Esses guias práticos abordam, nomeadamente, os seguintes aspetos:

- a) Determinação dos níveis de exposição, tendo em conta as normas europeias ou internacionais aplicáveis, nomeadamente:
 - os métodos de cálculo utilizados para avaliar os VLE,
 - a média espacial dos campos elétricos e magnéticos externos,
 - as orientações a seguir quanto a incertezas nas medições e nos cálculos;
- b) Orientações quanto à demonstração da conformidade, caso se trate de tipos especiais de exposição não uniforme em situações específicas, com base em técnicas de dosimetria comprovadas;
- c) Descrição do «método de pico ponderado» aplicável aos campos de baixa frequência e da «soma dos campos multifrequência» no que respeita aos campos de alta frequência;

- d) Realização da avaliação de riscos e, sempre que possível, disponibilização de técnicas simplificadas, tendo especialmente em conta as necessidades das PME;
- e) Medidas destinadas a evitar ou a reduzir os riscos, designadamente medidas de prevenção específicas, consoante o nível de exposição e as características do local de trabalho;
- f) Aplicação de processos de trabalho documentados e de medidas de informação e formação específicas destinadas aos trabalhadores expostos a campos eletromagnéticos no decurso da realização de atividades ligadas à ressonância magnética que se enquadrem no âmbito de aplicação do artigo 10.º, n.º 1, alínea a);
- g) Avaliação da exposição na gama de frequências de 100 kHz a 10 MHz, nos casos em que devam ser considerados os efeitos térmicos e os efeitos não térmicos;
- h) Orientações quanto aos exames médicos e atos de vigilância da saúde que deverão ser facultados pelo empregador nos termos do artigo 8.º, n.º 2.

A Comissão deve trabalhar em estreita cooperação com o Comité Consultivo para a Segurança e a Saúde no Trabalho. O Parlamento Europeu deve ser mantido informado.

Artigo 15.º

Revisão e relatórios

Tendo em conta o artigo 1.º, n.º 4, o relatório sobre a aplicação prática da presente diretiva é elaborado nos termos do artigo 17.º-A da Diretiva 89/391/CEE.

Artigo 16.º

Transposição

1. Os Estados-Membros põem em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente diretiva até 1 de julho de 2016.

Quando os Estados-Membros adotarem essas disposições, estas incluem uma referência à presente diretiva ou são acompanhadas dessa referência aquando da sua publicação oficial. As modalidades dessa referência são estabelecidas pelos Estados-Membros.

2. Os Estados-Membros comunicam à Comissão o texto das principais disposições de direito interno que aprovarem nas matérias regidas pela presente diretiva.

Artigo 17.º

Revogação

1. A Diretiva 2004/40/CE é revogada a partir de 29 de junho de 2013.

2. As referências feitas à diretiva revogada devem entender-se como sendo feitas à presente diretiva e devem ser lidas de acordo com a tabela de correspondência que consta do anexo IV.

Artigo 18.º

Entrada em vigor

A presente diretiva entra em vigor na data da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Artigo 19.º

Destinatários

Os destinatários da presente diretiva são os Estados-Membros.

Feito em Bruxelas, em 26 de junho de 2013.

Pelo Parlamento Europeu

O Presidente

M. SCHULZ

Pelo Conselho

O Presidente

A. SHATTER

ANEXO I

GRANDEZAS FÍSICAS DE EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Para descrever a exposição a campos eletromagnéticos, utilizam-se as seguintes grandezas físicas:

A intensidade do campo elétrico (E) é uma grandeza vetorial que corresponde à força exercida sobre uma partícula carregada, independentemente do seu movimento no espaço. É expressa em volts por metro (Vm^{-1}). Deve fazer-se uma distinção entre o campo elétrico ambiental e o campo elétrico presente no corpo (*in situ*), resultante da exposição ao campo elétrico ambiental.

A corrente nos membros (I_L) é a corrente presente nos membros de uma pessoa exposta a campos eletromagnéticos na gama de frequências de 10 MHz a 110 MHz, resultante do contacto com um objeto num campo eletromagnético ou do fluxo de correntes capacitivas induzidas no corpo exposto. É expressa em amperes (A).

A corrente de contacto (I_C) é uma corrente que surge quando uma pessoa entra em contacto com um objeto num campo eletromagnético. É expressa em amperes (A). Produz-se uma corrente de contacto em estado estacionário quando uma pessoa está em contacto contínuo com um objeto num campo eletromagnético. Ao estabelecer-se o referido contacto, pode produzir-se uma descarga de faísca com correntes transitórias associadas.

A carga elétrica (Q) é uma grandeza adequada utilizada para produzir uma descarga de faísca e é expressa em coulomb (C).

A intensidade do campo magnético (H) é uma grandeza vetorial que, juntamente com a densidade do fluxo magnético, especifica um campo magnético em qualquer ponto do espaço. É expressa em amperes por metro (Am^{-1}).

A densidade do fluxo magnético (B) é uma grandeza vetorial que dá origem a uma força que atua 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 entre a intensidade do campo magnético $H = 1 Am^{-1}$ e a densidade do fluxo magnético $B = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ (aproximadamente 1,25 microteslas).

A densidade de potência (S) é uma 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 (Wm^{-2}).

A absorção específica de energia (SA) define-se como uma energia absorvida por unidade de massa de tecido biológico, expressa em joules por quilograma (Jkg^{-1}). Na presente diretiva, é utilizada para estabelecer os efeitos 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 a taxa a que a energia é absorvida por unidade de massa de tecido do corpo, e é expressa em watts por quilograma (Wkg^{-1}). A SAR relativa a todo o corpo é uma medida amplamente aceite para relacionar os efeitos térmicos nocivos com a exposição à radiofrequência (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. Exemplos de tais condições são: um indivíduo exposto à RF na gama baixa de MHz (por exemplo, proveniente de aquecedores dielétricos) ou indivíduos expostos num campo próximo de uma antena.

Destas grandezas, as que podem medir-se diretamente são a densidade do fluxo magnético (B), a corrente de contacto (I_C), a corrente nos membros (I_L), a intensidade do campo elétrico (E), a intensidade do campo magnético (H) e a densidade de potência (S).

ANEXO II

EFEITOS NÃO TÉRMICOS

VALORES-LIMITE DE EXPOSIÇÃO E NÍVEIS DE AÇÃO NA GAMA DE FREQUÊNCIAS DE 0 Hz A 10 MHz

A. VALORES-LIMITE DE EXPOSIÇÃO (VLE)

Os VLE inferiores a 1 Hz (Quadro A1) constituem limites para um campo magnético estático não afetado pelo tecido corporal.

Os VLE para frequências entre 1 Hz e 10 MHz (Quadro A2) são limites para campos elétricos induzidos no corpo pela exposição a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo.

VLE de exposição para densidades do fluxo magnético entre 0 Hz e 1 Hz

Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais são os VLE para condições normais de trabalho (Quadro A1) e dizem respeito a vertigens e outros efeitos fisiológicos relacionados com perturbações do equilíbrio humano causadas principalmente pelo movimento num campo magnético estático.

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para condições de trabalho controladas (Quadro A1) são temporariamente aplicáveis durante a transição, quando a prática ou o processo seguidos o justifiquem e desde que tenham sido tomadas medidas preventivas, tais como o controlo dos movimentos e a prestação de informação aos trabalhadores.

Quadro A1

VLE para densidades do fluxo magnético externo (B_0) entre 0 Hz e 1 Hz

	VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais
Condições normais de trabalho	2 T
Exposição localizada dos membros	8 T
	VLE aplicáveis aos efeitos na saúde
Condições de trabalho controladas	8 T

VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para intensidades do campo elétrico interno entre 1 Hz e 10 MHz

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde (Quadro A2) dizem respeito à estimulação elétrica de todos os tecidos do corpo pertencentes ao sistema nervoso periférico e central, incluindo a cabeça.

Quadro A2

VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para intensidades do campo elétrico interno entre 1 Hz e 10 MHz

Gama de frequências	VLE aplicáveis aos efeitos na saúde
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (max.)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (max.)

Nota A2-1: f é a frequência expressa em hertz (Hz).

Nota A2-2: Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para campos elétricos internos são valores máximos espaciais no corpo inteiro do indivíduo exposto.

Nota A2-3: Os VLE são valores máximos no tempo iguais aos valores quadráticos médios multiplicados pela raiz quadrada de 2 para campos sinusoidais. No caso dos campos não sinusoidais, a avaliação da exposição realizada nos termos do artigo 4.º baseia-se no método do máximo ponderado (filtragem no domínio do tempo) explicado nos guias práticos referidos no artigo 14.º, podendo contudo ser aplicados outros métodos de avaliação de exposição comprovados e validados cientificamente, desde que conduzam a resultados aproximadamente equivalentes e comparáveis.

VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para intensidades do campo elétrico interno entre 1 Hz e 400 Hz

Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (Quadro A3) dizem respeito a efeitos do campo elétrico no sistema nervoso central na cabeça, ou seja, fosfenos retinianos e alterações menores transitórias de algumas funções cerebrais.

Quadro A3

VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para intensidades do campo elétrico interno entre 1 Hz e 400 Hz

Gama de frequências	VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (max.)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (max.)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (max.)

Nota A3-1: f é a frequência expressa em hertz (Hz).

Nota A3-2: Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para campos elétricos internos são valores máximos espaciais no corpo inteiro do indivíduo exposto.

Nota A3-3: Os VLE são valores máximos no tempo iguais aos valores quadráticos médios multiplicados pela raiz quadrada de 2 para campos sinusoidais. No caso dos campos não sinusoidais, a avaliação da exposição realizada nos termos do artigo 4.º baseia-se no método do máximo ponderado (filtragem no domínio do tempo) explicado nos guias práticos referidos no artigo 14.º, podendo contudo ser aplicados outros métodos de avaliação de exposição comprovados e validados cientificamente, desde que conduzam a resultados aproximadamente equivalentes e comparáveis.

B. NÍVEIS DE AÇÃO (NA)

As grandezas físicas e os valores a seguir enumerados utilizam-se para especificar os níveis de ação (NA), cuja magnitude é estabelecida para garantir, através de uma avaliação simplificada, o cumprimento dos VLE relevantes ou dos valores a partir dos quais devem ser obrigatoriamente tomadas as medidas de proteção ou de prevenção especificadas no artigo 5.º:

- NA(E) baixo e NA(E) alto para intensidades do campo elétrico E de campos elétricos variáveis no tempo, conforme especificado no Quadro B1;
- NA(B) baixo e NA(B) alto para densidades do fluxo magnético B de campos magnéticos variáveis no tempo, conforme especificado no Quadro B2;
- $NA(I_c)$ para corrente de contacto, conforme especificado no Quadro B3;
- $NA(B_0)$ para densidades do fluxo magnético de campos magnéticos estáticos, conforme especificado no Quadro B4.

Os NA correspondem a valores dos campos elétricos e magnéticos calculados ou medidos no local de trabalho, na ausência do trabalhador.

Níveis de ação (NA) no caso de exposição a campos elétricos

Os NA baixos (Quadro B1) para o campo elétrico externo baseiam-se na limitação do campo elétrico interno a valores abaixo dos VLE (Quadros A2 e A3) e na limitação das descargas de faísca no ambiente de trabalho.

Para valores inferiores ao NA alto, o campo elétrico interno não ultrapassa os VLE (Quadros A2 e A3) e são evitadas as descargas de faísca inoportunas, desde que sejam tomadas as medidas de proteção previstas no artigo 5.º, n.º 6.

Quadro B1

NA no caso de exposição a campos elétricos de 1 Hz a 10 MHz

Gama de frequências	Intensidade do campo elétrico NA baixo (E) [Vm^{-1}] (valores quadráticos médios)	Intensidade do campo elétrico NA alto (E) [Vm^{-1}] (valores quadráticos médios)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Gama de frequências	Intensidade do campo elétrico NA baixo (E) [Vm^{-1}] (valores quadráticos médios)	Intensidade do campo elétrico NA alto (E) [Vm^{-1}] (valores quadráticos médios)
$1,64 \leq f < 3 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Nota B1-1: f é a frequência expressa em hertz (Hz).

Nota B1-2: O NA(E) baixo e o NA(E) alto são os valores quadráticos médios da intensidade do campo elétrico que correspondem aos valores máximos divididos pela raiz quadrada de 2 para campos sinusoidais. No caso dos campos não sinusoidais, a avaliação da exposição realizada nos termos do artigo 4.º baseia-se no método do máximo ponderado (filtragem no domínio do tempo) explicado nos guias práticos referidos no artigo 14.º, podendo contudo ser aplicados outros métodos de avaliação de exposição comprovados e validados cientificamente, desde que conduzam a resultados aproximadamente equivalentes e comparáveis.

Nota B1-3: Os NA representam valores máximos calculados ou medidos na posição do corpo dos trabalhadores. Isto conduz a uma avaliação conservadora da exposição e ao respeito automático dos VLE em todas as condições de exposição não uniformes. A fim de simplificar a avaliação do cumprimento dos VLE, realizada nos termos do artigo 4.º, em condições não uniformes específicas, serão estabelecidos nos guias práticos referidos no artigo 14.º critérios para o cálculo da média espacial de campos medidos, baseados em técnicas comprovadas de dosimetria. No caso de uma fonte muito localizada que diste alguns centímetros do corpo, o campo elétrico induzido deve ser determinado dosimetricamente, caso a caso.

Níveis de ação (NA) no caso de exposição a campos magnéticos

Os NA baixos (Quadro B2) baseiam-se, para frequências inferiores a 400 Hz, nos VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais (Quadro A3), e, para frequências superiores a 400 Hz, nos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para campos elétricos internos (Quadro A2).

Os NA altos (Quadro B2) baseiam-se nos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para campos elétricos internos relacionados com a estimulação elétrica de tecidos nervosos periféricos e autónomos na cabeça e no tronco (Quadro A2). O cumprimento dos NA altos garante que os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde não sejam ultrapassados, embora sejam possíveis efeitos relacionados com fosfenos retinianos e alterações transitórias menores da atividade cerebral, no caso de a exposição da cabeça ultrapassar os NA baixos para exposições até 400 Hz. Nesse caso, aplica-se o artigo 5.º, n.º 6.

Os NA para a exposição dos membros baseiam-se nos VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para campos elétricos internos relacionados com a estimulação elétrica dos tecidos dos membros, tendo em conta que o acoplamento do campo magnético é mais fraco nos membros do que no corpo inteiro.

Quadro B2

NA no caso de exposição a campos magnéticos de 1 Hz a 10 MHz

Gama de frequências	Densidade do fluxo magnético NA(B) baixo [μT] (valores quadráticos médios)	Densidade do fluxo magnético NA(B) alto [μT] (valores quadráticos médios)	Densidade do fluxo magnético NA para a exposição dos membros a um campo magnético localizado [μT] (valores quadráticos médios)
$1 \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Nota B2-1: f é a frequência expressa em hertz (Hz).

Nota B2-2: Os NA baixos e NA altos são os valores quadráticos médios que correspondem aos valores máximos divididos pela raiz quadrada de 2 para campos sinusoidais. No caso dos campos não sinusoidais, a avaliação da exposição realizada nos termos do artigo 4.º baseia-se no método do máximo ponderado (filtragem no domínio do tempo) explicado nos guias práticos referidos no artigo 14.º, podendo contudo ser aplicados outros métodos de avaliação de exposição comprovados e validados cientificamente, desde que conduzam a resultados aproximadamente equivalentes e comparáveis.

Nota B2-3: Os NA para a exposição a campos magnéticos representam valores máximos medidos na posição do corpo dos trabalhadores. Isto conduz a uma avaliação conservadora da exposição e ao respeito automático dos VLE em todas as condições de exposição não uniformes. A fim de simplificar a avaliação do cumprimento dos VLE, realizada nos termos do artigo 4.º, em condições não uniformes específicas, serão estabelecidos nos guias práticos referidos no artigo 14.º critérios para o cálculo da média espacial de campos medidos, baseados em técnicas comprovadas de dosimetria. No caso de uma fonte muito localizada que diste alguns centímetros do corpo, o campo elétrico induzido deve ser determinado dosimetricamente, caso a caso.

Quadro B3

NA para corrente de contacto I_C

Frequência	NA (I_C) corrente de contacto em estado estacionário [mA] (valores quadráticos médios)
Até 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Nota B3-1: f é a frequência expressa em kilohertz (kHz).

Níveis de ação (NA) para densidades do fluxo magnético de campos magnéticos estáticos

Quadro B4

NA para densidades do fluxo magnético de campos magnéticos estáticos

Perigos	NA(B_0)
Interferência em implantes médicos ativos, por exemplo, estimuladores cardíacos	0,5 μ T
Risco de atração e projeção na extremidade alta do campo magnético (> 100 μ T)	3 μ T

ANEXO III

EFEITOS TÉRMICOS

VALORES-LIMITE DE EXPOSIÇÃO E NÍVEIS DE AÇÃO NA GAMA DE FREQUÊNCIAS DE 100 kHz A 300 GHz

A. VALORES-LIMITE DE EXPOSIÇÃO (VLE)

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para frequências de 100 kHz a 6 GHz (Quadro A1) são limites para a energia e a potência absorvidas por unidade de massa de tecido corporal, geradas pela exposição a campos elétricos e magnéticos.

Os VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para frequências de 0,3 GHz a 6 GHz (Quadro A2) são limites para a energia absorvida por uma pequena massa de tecido na cabeça, resultante da exposição a campos eletromagnéticos.

Os VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para frequências superiores a 6 GHz (Quadro A3) são limites para a densidade de potência de uma onda eletromagnética incidente na superfície do corpo.

Quadro A1

VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para uma exposição a campos eletromagnéticos de 100 kHz a 6 GHz

VLE aplicáveis aos efeitos na saúde	Valores médios da SAR medidos a intervalos de seis minutos
VLE relativo ao stress causado pelo calor no corpo todo, expresso como SAR média no corpo	0,4 Wkg ⁻¹
VLE relativo ao stress causado pelo calor localizado na cabeça e no tronco, expresso como SAR localizada no corpo	10 Wkg ⁻¹
VLE relativo ao stress causado pelo calor localizado nos membros, expresso como SAR localizada nos membros	20 Wkg ⁻¹

Nota A1-1: A massa para determinar a média das 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 elétricas praticamente homogêneas. Ao especificar uma massa contígua de tecido, reconhece-se que este conceito pode ser utilizado em dosimetria computadorizada, mas pode apresentar dificuldades em medições físicas diretas. Pode ser utilizada uma geometria simples, como, por exemplo, a massa cúbica ou esférica de tecido.

VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais de 0,3 GHz a 6 GHz

Este VLE aplicável aos efeitos sensoriais (Quadro A2) diz respeito à necessidade de evitar efeitos auditivos causados pela exposição da cabeça a radiações de micro-ondas constituídas por impulsos.

Quadro A2

VLE aplicáveis aos efeitos sensoriais para exposição a campos eletromagnéticos de 0,3 GHz a 6 GHz

Gama de frequências	Absorção específica de energia (SA) localizada
$0,3 \leq f \leq 6$ GHz	10 mJkg ⁻¹

Nota A2-1: A massa sobre a qual se calcula a SA média localizada é de 10 g de tecido.

Quadro A3

VLE aplicáveis aos efeitos na saúde para uma exposição a campos eletromagnéticos de 6 GHz a 300 GHz

Gama de frequências	VLE aplicáveis aos efeitos na saúde relacionados com a densidade de potência
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	50 Wm ⁻²

Nota A3-1: A média da densidade de potência é calculada numa área exposta de 20 cm². As densidades de potência espaciais máximas, cujas médias são calculadas numa área de 1 cm², não devem ultrapassar 20 vezes o valor de 50 Wm⁻². A média da densidade de potência de 6 GHz a 10 GHz é calculada a intervalos de seis minutos. Acima dos 10 GHz, a média da densidade de potência é calculada a intervalos de $68/f^{1,05}$ minutos (em que f é a frequência em GHz), para compensar a profundidade de penetração progressivamente menor à medida que a frequência aumenta.

B. NÍVEIS DE AÇÃO (NA)

As grandezas físicas e os valores a seguir enumerados utilizam-se para especificar os níveis de ação (NA), cuja magnitude é estabelecida para garantir, através de uma avaliação simplificada, o cumprimento dos VLE relevantes ou dos valores a partir dos quais devem ser obrigatoriamente tomadas as medidas de proteção ou de prevenção pertinentes especificadas no artigo 5.º:

- NA(E) para intensidades do campo elétrico E de campos elétricos variáveis no tempo, conforme especificado no Quadro B1;
- NA(B) para densidades do fluxo magnético B de campos magnéticos variáveis no tempo, conforme especificado no Quadro B1;
- NA(S) para a densidade de potência de ondas eletromagnéticas, conforme especificado no Quadro B1;
- NA(I_c) para corrente de contacto, conforme especificado no Quadro B2;
- NA(I_t) para corrente nos membros, conforme especificado no Quadro B2;

Os NA correspondem a valores de campo calculados ou medidos no local de trabalho na ausência do trabalhador, como valores máximos na posição do corpo ou numa parte específica do corpo.

Níveis de ação (NA) no caso de exposição a campos elétricos e magnéticos

Os NA(E) e os NA(B) são derivados da SAR ou dos VLE da densidade de potência (Quadros A1 e A3) com base nos limiares relativos aos efeitos térmicos internos causados por exposição a campos elétricos e magnéticos (externos).

Quadro B1

NA no caso de exposição a campos elétricos e magnéticos de 100 kHz a 300 GHz

Gama de frequências	Intensidade do campo elétrico NA(E) [Vm ⁻¹] (valores quadráticos médios)	Densidade do fluxo magnético NA(B) [μT] (valores quadráticos médios)	Densidade de potência, NA(S) (Wm ⁻²)
100 kHz ≤ f < 1 MHz	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6/f$	—
1 ≤ f < 10 MHz	$6,1 \times 10^8/f$	$2,0 \times 10^6/f$	—
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	—
400 MHz ≤ f < 2 GHz	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	—
2 ≤ f < 6 GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	—
6 ≤ f ≤ 300 GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Nota B1-1: f é a frequência expressa em hertz (Hz).

Nota B1-2: as médias dos $[NA(E)]^2$ e $[NA(B)]^2$ são calculadas a intervalos de seis minutos. Para impulsos RF, a densidade de potência máxima ponderada pela largura do impulso não deve ultrapassar 1 000 vezes o respetivo valor NA(S). No caso de campos multifrequência, a análise deve basear-se no somatório, conforme explicado nos guias práticos referidos no artigo 14.º.

Nota B1-3: Os NA(E) e os NA(B) representam valores máximos calculados ou medidos na posição do corpo dos trabalhadores. Isto conduz a uma avaliação conservadora da exposição e ao cumprimento automático dos VLE em todas as condições de exposição não uniformes. A fim de simplificar a avaliação do cumprimento dos VLE, realizada nos termos do artigo 4.º, em condições não uniformes específicas, serão estabelecidos nos guias práticos referidos no artigo 14.º critérios para o cálculo da média espacial de campos medidos, baseados em técnicas comprovadas de dosimetria. No caso de uma fonte muito localizada que diste alguns centímetros do corpo, o cumprimento dos VLE deve ser determinado dosimetricamente, caso a caso.

Nota B1-4: A média da densidade de potência é calculada numa área exposta de 20 cm². As densidades de potência espaciais máximas, cujas médias são calculadas numa área de 1 cm², não devem ultrapassar 20 vezes o valor de 50 Wm⁻². A média da densidade de potência de 6 GHz a 10 GHz é calculada a intervalos de seis minutos. Acima dos 10 GHz, a média da densidade de potência é calculada a intervalos de $68/f^{1,05}$ minutos (em que f é a frequência em GHz), para compensar a profundidade de penetração progressivamente menor à medida que a frequência aumenta.

Quadro B2

NA para correntes de contacto em estado estacionário e para correntes induzidas nos membros

Gama de frequências	Correntes de contacto em estado estacionário, NA(I _C) [mA] (valores quadráticos médios)	Corrente induzida em qualquer membro, NA(I _L) [mA] (valores quadráticos médios)
100 kHz ≤ f < 10 MHz	40	—
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	40	100

Nota B2-1: A média de $[NA(I_L)]^2$ é calculada a intervalos de seis minutos.

ANEXO IV

Tabela de correspondência

Diretiva 2004/40/CE	Presente diretiva
Artigo 1.º, n.º 1	Artigo 1.º, n.º 1
Artigo 1.º, n.º 2	Artigo 1.º, n.ºs 2 e 3
Artigo 1.º, n.º 3	Artigo 1.º, n.º 4
Artigo 1.º, n.º 4	Artigo 1.º, n.º 5
Artigo 1.º, n.º 5	Artigo 1.º, n.º 6
Artigo 2.º, alínea a)	Artigo 2.º, alínea a)
—	Artigo 2.º, alínea b)
—	Artigo 2.º, alínea c)
Artigo 2.º, alínea b)	Artigo 2.º, alíneas d), e) e f)
Artigo 2.º, alínea c)	Artigo 2.º, alínea g)
Artigo 3.º, n.º 1	Artigo 3.º, n.º 1
Artigo 3.º, n.º 2	Artigo 3.º, n.º 1
—	Artigo 3.º, n.º 2
Artigo 3.º, n.º 3	Artigo 3.º, n.ºs 2 e 3
—	Artigo 3.º, n.º 4
Artigo 4.º, n.º 1	Artigo 4.º, n.º 1
Artigo 4.º, n.º 2	Artigo 4.º, n.ºs 2 e 3
Artigo 4.º, n.º 3	Artigo 4.º, n.º 3
Artigo 4.º, n.º 4	Artigo 4.º, n.º 4
Artigo 4.º, n.º 5, alínea a)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea b)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea b)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea a)
—	Artigo 4.º, n.º 5, alínea c)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea c)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea d)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea d)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea e)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea d), subalínea i)	—
Artigo 4.º, n.º 5, alínea d), subalínea ii)	—
Artigo 4.º, n.º 5, alínea d), subalínea iii)	—

Diretiva 2004/40/CE	Presente diretiva
Artigo 4.º, n.º 5, alínea d), subalínea iv)	—
Artigo 4.º, n.º 5, alínea e)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea f)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea f)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea g)
—	Artigo 4.º, n.º 5, alínea h)
—	Artigo 4.º, n.º 5, alínea i)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea g)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea j)
Artigo 4.º, n.º 5, alínea h)	Artigo 4.º, n.º 5, alínea k)
—	Artigo 4.º, n.º 6
Artigo 4.º, n.º 6	Artigo 4.º, n.º 7
Artigo 5.º, n.º 1	Artigo 5.º, n.º 1
Artigo 5.º, n.º 2, proémio	Artigo 5.º, n.º 2, proémio
Artigo 5.º, n.º 2, alíneas a) a c)	Artigo 5.º, n.º 2, alíneas a) a c)
—	Artigo 5.º, n.º 2, alínea d)
—	Artigo 5.º, n.º 2, alínea e)
Artigo 5.º, n.º 2, alíneas d) a g)	Artigo 5.º, n.º 2, alíneas f) a i)
—	Artigo 5.º, n.º 4
Artigo 5.º, n.º 3	Artigo 5.º, n.º 5
—	Artigo 5.º, n.º 6
—	Artigo 5.º, n.º 7
Artigo 5.º, n.º 4	Artigo 5.º, n.º 8
—	Artigo 5.º, n.º 9
Artigo 5.º, n.º 5	Artigo 5.º, n.º 3
Artigo 6.º, proémio	Artigo 6.º, proémio
Artigo 6.º, alínea a)	Artigo 6.º, alínea a)
Artigo 6.º, alínea b)	Artigo 6.º, alínea b)
—	Artigo 6.º, alínea c)
Artigo 6.º, alínea c)	Artigo 6.º, alínea d)
Artigo 6.º, alínea d)	Artigo 6.º, alínea e)
—	Artigo 6.º, alínea f)

Diretiva 2004/40/CE	Presente diretiva
Artigo 6.º, alínea e)	Artigo 6.º, alínea g)
Artigo 6.º, alínea f)	Artigo 6.º, alínea h)
—	Artigo 6.º, alínea i)
Artigo 7.º	Artigo 7.º
Artigo 8.º, n.º 1	Artigo 8.º, n.º 1
Artigo 8.º, n.º 2	—
Artigo 8.º, n.º 3	Artigo 8.º, n.º 2
Artigo 9.º	Artigo 9.º
—	Artigo 10.º
Artigo 10.º, n.º 1	Artigo 11.º, n.º 1, alínea c)
Artigo 10.º, n.º 2, alínea a)	Artigo 11.º, n.º 1, alínea a)
Artigo 10.º, n.º 2, alínea b)	Artigo 11.º, n.º 1, alínea b)
Artigo 11.º	—
—	Artigo 12.º
—	Artigo 13.º
—	Artigo 14.º
—	Artigo 15.º
Artigo 13.º, n.º 1	Artigo 16.º, n.º 1
Artigo 13.º, n.º 2	Artigo 16.º, n.º 2
—	Artigo 17.º
Artigo 14.º	Artigo 18.º
Artigo 15.º	Artigo 19.º
Anexo	Anexo I, Anexo II e Anexo III
—	Anexo IV

COMO OBTER PUBLICAÇÕES DA UNIÃO EUROPEIA

Publicações gratuitas:

- um exemplar: através da EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- mais do que um exemplar ou cartazes/mapas:
junto das representações da União Europeia (http://ec.europa.eu/represent_en.htm);
junto das delegações em países terceiros (http://eeas.europa.eu/delegations/index_en.htm);
contactando o serviço Europe Direct (http://europa.eu/europedirect/index_en.htm) ou
ligando para o 00 800 6 7 8 9 10 11 (número de telefone gratuito, em qualquer lugar na União Europeia) (*).

(*) As informações prestadas são gratuitas, tal como o são a maior parte das chamadas, embora alguns operadores, cabinas telefónicas ou hotéis as possam cobrar.

Publicações pagas:

- através da EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

A Diretiva 2013/35/UE estabelece as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos campos eletromagnéticos. O presente guia prático foi elaborado para ajudar os empregadores, em especial as pequenas e médias empresas, a compreender o que delas se espera para dar cumprimento à diretiva. No entanto, pode também ser útil para os trabalhadores, os seus representantes e as autoridades reguladoras nos Estados-Membros. É constituído por dois volumes e por um guia específico para as pequenas e médias empresas.

O volume 1 do guia prático inclui orientações sobre a realização de avaliações de risco, bem como sobre as opções eventualmente disponíveis e no âmbito das quais os empregadores têm de adotar medidas adicionais de prevenção ou proteção.

O volume 2 apresenta doze estudos de casos que mostram aos empregadores como devem abordar as avaliações e exemplificam algumas das medidas de prevenção e proteção que podem ser selecionadas e aplicadas. Os estudos de casos são apresentados no contexto de locais de trabalho genéricos, mas foram compilados a partir de situações de trabalho reais.

O Guia para as PME visa assistir estas empresas a realizar uma avaliação inicial dos riscos dos campos eletromagnéticos nos respetivos locais de trabalho. Os resultados desta avaliação permitirão determinar a necessidade de adoção de medidas adicionais para dar aplicação à Diretiva “Campos eletromagnéticos”.

Esta publicação encontra-se disponível em todas as línguas oficiais da União Europeia.

Pode descarregar as nossas publicações ou inscrever-se gratuitamente em <http://ec.europa.eu/social/publications>

Se quiser receber atualizações regulares sobre a Direção-Geral do Emprego, dos Assuntos Sociais e da Inclusão assine gratuitamente o boletim eletrónico Social Europe em <http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/social europe>



https://twitter.com/EU_Social

