



## ICP — AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES, I. P.

### Regulamento n.º 86/2007

#### Procedimentos de monitorização e medição dos níveis de intensidade dos campos electromagnéticos com origem em estações de radiocomunicações

Compete ao ICP-ANACOM, nos termos do n.º 2 do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 11/2003, de 18 de Janeiro, estabelecer os procedimentos de monitorização e medição dos níveis de intensidade dos campos electromagnéticos com origem em estações de radiocomunicações.

Assim, ao abrigo do disposto na alínea *a*) do artigo 9.º dos Estatutos do ICP — Autoridade Nacional das Comunicações (ICP-ANACOM), aprovados pelo Decreto-Lei n.º 309/2001, de 7 de Dezembro, e no n.º 2 do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 11/2003, de 18 de Janeiro, o conselho de administração do ICP-ANACOM, ouvidos os Ministérios da Defesa Nacional, da Economia, da Ciência e do Ensino Superior, da Saúde e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, aprovou o seguinte regulamento:

#### Artigo 1.º

1 — O presente regulamento especifica os procedimentos de medição de radiação electromagnética não ionizante (9 kHz-300 GHz) no local com vista a avaliar os campos electromagnéticos para comparação com os níveis de referência fixados na Portaria n.º 1421/2004, de 23 de Novembro, publicada ao abrigo do n.º 1 do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 11/2003, de 18 de Janeiro.

2 — O disposto no presente Regulamento baseia-se na recomendação ECC «Medição de radiação electromagnética não ionizante (9 kHz-300 GHz)», adoptada pelo grupo de trabalho Gestão de Frequências (FM), do Comité das Comunicações Electrónicas (ECC) da Conferência Europeia das Administrações dos Correios e Telecomunicações (CEPT).

3 — Os procedimentos a que se refere o n.º 1 constam dos anexos n.ºs 1 a 6 do presente diploma, que do mesmo fazem parte integrante.

#### Artigo 2.º

Para efeitos da aplicação e utilização dos procedimentos a que se refere o presente regulamento, estabelece-se que:

*a*) A informação geral contida no anexo n.º 1 constitui a base das medições das radiações não ionizantes;

*b*) Os métodos de medição de radiação não ionizantes deverão ser aplicados em conformidade com os anexos n.ºs 2, 3, 4 e 5;

*c*) Tais medições devem ser reportadas em conformidade com o anexo n.º 6;

*d*) O nível de decisão, definido no parágrafo 4.10 do anexo n.º 1, será 17 dB inferior ao nível de referência, aplicável a cada situação em análise;

*e*) A duração das medições deverão estar de acordo com o definido na Portaria n.º 1421/2004, de 23 de Novembro, publicada ao abrigo do n.º 1 do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 11/2003, de 18 de Janeiro, mencionada nos anexos como documento de referência.

#### Artigo 3.º

O presente regulamento será revisto sempre que tal seja necessário, de acordo com alterações tecnológicas verificadas e requisitos legais ou regulamentares aplicáveis, nomeadamente quando existir norma internacional ou europeia relativa aos procedimentos de monitorização e medição dos níveis de intensidade dos campos electromagnéticos com origem em estações de radiocomunicações.

26 de Março de 2007. — O Presidente do Conselho de Administração, *José Manuel Amado da Silva*.

#### ANEXO N.º 1

#### Informação geral

#### 1 — Âmbito

Este documento descreve o método de medição que deve ser utilizado para avaliar a radiação electromagnética face aos níveis de referência de exposição dos seres humanos a campos electromagnéticos (9 kHz-300 GHz). O método de medição baseia-se em três casos, descritos no anexo n.º 2:

Caso 1 — Perspectiva geral;

Caso 2 — Varrimento da faixa de frequências;

Caso 3 — Investigação detalhada.

A presente recomendação baseia-se na aplicação dos três métodos atrás indicados, cujo grau de complexidade e rigor aumenta gradualmente. Apenas a execução do caso 3 pode determinar se os limites foram ultrapassados, garantindo, dessa forma, a confiança nos resultados.

Este método não é apropriado a situações onde a exposição crítica se encontra fortemente localizada, por exemplo, com telefones móveis. Os equipamentos não controlados, como os fornos microndas ou os telefones móveis, devem ser ignorados no âmbito do processo de medição e, se não for este o caso, o relatório do ensaio deve mencionar este facto.

#### 2 — Referências normativas

ISO/IEC, *Guia para a Expressão da Incerteza na Medição*, ed. 1, 1995.

IPQ, *Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM)*, 2.ª ed., 1996.

#### 3 — Grandezas físicas e unidades

Ao longo de todo o presente Regulamento são utilizadas as unidades SI:

#### 4 — Termos e definições

Grandeza	Símbolo	Unidade	Símbolo
Frequência	f	Hertz	Hz
Comprimento de onda	$\lambda$	metro	m
Intensidade do campo eléctrico	E	Volt por metro	V/m
Intensidade do campo magnético	H	Ampere por metro	A/m
Densidade do fluxo magnético	B	Tesla	T
Densidade da potência ou densidade do fluxo da potência	S	Watt por metro quadrado	W/m <sup>2</sup>
Impedância característica	Z	Ohm	$\Omega$
Dimensão da antena	D	metro	m

4.1 — Intensidade do campo eléctrico. — A intensidade do campo eléctrico é o módulo de uma grandeza vectorial (E) que corresponde à força exercida sobre uma partícula de carga unitária independentemente do seu movimento no espaço.

4.2 — Intensidade do campo magnético. — A intensidade do campo magnético é o módulo de uma grandeza vectorial (H) que, juntamente com a densidade do fluxo magnético, especifica um campo magnético em qualquer ponto do espaço.

4.3 — Densidade da potência (S) ou densidade do fluxo da potência electromagnética. — É a potência radiante que incide perpendicularmente a uma superfície, dividida pela área da superfície:

$$S = |\mathbf{E} \times \mathbf{H}|$$

Para uma onda plana em campo distante, a densidade de potência (S), a intensidade do campo eléctrico (E) e a intensidade do campo magnético (H) encontram-se relacionados pela impedância característica do espaço livre, i. e.  $Z_0=377$  Ohm. Em particular

$$S = \frac{E^2}{377}$$

ou

$$S = 377 H^2$$

ou

$$S = 377 H^2$$

4.4 — Região de campo distante. — A região de campo distante (também apelidada de região Fraunhofer) é a região afastada da antena onde a distribuição angular do campo é independente da distância a partir desta. Nesta região, o campo tem uma característica predominantemente de onda plana, i. e., uma distribuição local, uniforme da intensidade dos campos eléctrico e magnético em planos que são transversais à direcção de propagação.

4.5 — Região de campo próximo. — A região de campo próximo é a região, localizada perto da antena, onde os campos eléctricos e magnéticos não possuem uma característica de onda plana, variando consideravelmente de ponto para ponto. O termo «região de campo próximo» não possui uma definição muito precisa, com significados diferentes para grandes e pequenas antenas. A região de campo próximo é ainda subdividida em região do campo próximo radiante e em região do campo próximo reactivo — que se encontra mais perto da antena e que contém a maior parte da energia associada ao campo gerado por esta. Na eventualidade de a dimensão máxima total da antena ser pequena, por comparação com o comprimento de onda, a região do campo próximo radiante poderá não existir. Para antenas que possuam uma maior dimensão, a região do campo próximo radiante é, por vezes, designada como a região de Fresnel — por analogia com a terminologia óptica.

4.6 — Valor quadrático médio ou valor eficaz. — Certos efeitos eléctricos são proporcionais à raiz quadrada da média do quadrado de uma função periódica (num período). Este valor é conhecido como o valor eficaz ou valor quadrático médio, por corresponder à derivada da primeira quadratura da função, determinando o valor médio dos quadrados obtidos e tomando a raiz quadrada desse valor médio. É matematicamente definido como a raiz quadrada dos quadrados dos valores instantâneos do sinal:

$$\text{Valor eficaz} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [x(t)]^2 dt}$$

onde  $x(t)$  é o sinal variável no tempo e  $T$  o período do sinal.

4.7 — Valor de pico. — Corresponde ao valor absoluto máximo da função.

4.8 — Valor médio. — Matematicamente, o valor médio pode ser definido como:

$$\bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) dt$$

O valor médio por si só não fornece informação suficiente para diferenciar o fenómeno que poderá ser completamente diferente em termos de variação no tempo, mesmo que tenha o mesmo valor médio.

4.9 — Nível de referência. — Os níveis de referência derivam das restrições básicas de exposição dos seres humanos a campos electromagnéticos para comparação com os campos electromagnéticos objecto de medição. Os resultados das medições abaixo do nível de referência garantem a satisfação do requisito de acordo com o qual as restrições básicas de exposição não serão excedidas.

4.10 — Nível de decisão. — Os níveis de decisão são os limites estabelecidos para, tendo em conta as incertezas das medições, o equipamento de medição utilizado e as características do meio ambiente e do espectro, permitir:

Fazer a ponte entre os diferentes casos (caso 1 para o caso 2 e caso 2 para o caso 3); e

Decidir se se deve estabelecer uma média espacial em conformidade com o n.º 6.2.

4.11 — Quociente de exposição. — O quociente de exposição é a razão entre o valor máximo da densidade da potência electromagnética resultante da medição e o nível de referência estabelecido para uma dada frequência. Um valor maior que 1 significa que os níveis de referência foram excedidos. Para uma dada frequência podem ser aplicados vários quocientes de exposição de acordo com os níveis de referência considerados (por exemplo, campos E e H), pelo que quocientes diferentes podem ser aplicáveis por toda a faixa de frequências de interesse.

4.12 — Quociente de exposição total. — O quociente de exposição total é a soma de todos os quocientes de exposição individuais na faixa de frequência objecto da medição, num único local. O cálculo deste valor a partir dos quocientes de exposição individuais deverá estar definido em conjunto com os limites de exposição. Podem ser aplicáveis vários quocientes de exposição total (por exemplo, para o E e o H).

### 5 — Exemplos de emissões nas faixas de frequências a partir de 9 kHz e até 300 GHz

Siglas	Gama de frequências (limite inferior exclusive, limite superior inclusive)	Serviços
VLF (*)	De 9 kHz a 30 kHz	Aquecimento por indução.
LF	De 30 kHz a 300 kHz	Aquecimento industrial por indução, radiodifusão.
MF	De 300 kHz a 3 000 kHz	Radiodifusão, aquecimento industrial por indução.
HF	De 3 MHz a 30 MHz	Radiodifusão, serviço de amador, Forças Armadas.
VHF	De 30 MHz a 300 MHz	PMR, TV, Forças Armadas, serviço de amador, radiodifusão e aeronáuticos.
UHF	De 300 MHz a 3 000 MHz	TV, GSM, DECT, UMTS, <i>bluetooth</i> , estações terrenas, radares.
SHF	De 3 GHz a 30 GHz	Radares, estações terrenas, feixes hertzianos.
EHF	De 30 GHz a 300 GHz	Radares, feixes hertzianos.

(\*) Por definição, a faixa de VLF é dos 3 kHz aos 30 kHz.

### 6 — Considerações gerais para a execução das medições

6.1 — Campos eléctricos e magnéticos. — Os campos electromagnéticos podem ser subdivididos em duas componentes: o campo eléctrico (E) e o campo magnético (H). O campo E e o campo H são matematicamente interdependentes na região do campo distante, o que significa que bastará medir um dos componentes. Por

exemplo, se a amplitude do campo magnético (H) é objecto de medição nesta região, pode ser utilizada para calcular a amplitude do campo eléctrico (E) e da densidade da potência (S):

$$E = HZ_0, S = H^2Z_0$$

sabendo que  $Z_0 = 377 \Omega$ .

Em contraste, o H e o E devem ser objecto de medição separadamente na região do campo próximo reactivo.

Dado que as medições são tipicamente realizadas em campo distante, apenas a intensidade do campo eléctrico é normalmente objecto de medição. O campo magnético pode ser então calculado utilizando-se a impedância característica do espaço livre

( $Z_0 = 377 \Omega$ ). Se ambos os valores do campo eléctrico e do campo magnético forem mais baixos que o valor de referência mais restritivo, a densidade do fluxo da potência será também mais baixa.

O quadro abaixo indica os campos a medir face às diferentes distâncias às antenas das estações:

	Região do campo próximo reactivo	Região do campo próximo radiante	Região do campo distante
Limite lateral da região, medida a partir da antena	0 a $\lambda$	$\lambda$ a $\lambda + 2D^2/\lambda$	$\lambda + 2D^2/\lambda$ a $\infty$
$E \perp H$	Não	$\approx$ Sim	Sim
$Z = E / H$	$\neq Z_0$	$\approx Z_0$	$= Z_0$
Componente a ser objecto de medição	E e H	E ou H	E ou H

As medições são normalmente realizadas para lá da região do campo próximo reactivo, pelo que a medição da componente do campo E (ou campo H) é suficiente nas seguintes situações:

Radiodifusão LF a uma distância aproximada de 2000 m ( $\lambda$  para 150 kHz), podendo ser mais baixa (por exemplo, alguns hectómetros para uma antena de um quarto de comprimento de onda), dependendo do tipo de antena;

Radiodifusão sonora a uma distância de 3 m ( $\lambda$  para 100 MHz);

Radiodifusão televisiva a uma distância de 6 m ( $\lambda$  para a faixa I), 1,5 m ( $\lambda$  para a faixa III) e 50 cm ( $\lambda$  para a IV-V);

Estação base de GSM a uma distância de 30 cm ( $\lambda$  para 935 MHz) e 15 cm ( $\lambda$  para 1800 MHz);

Estação radar com antena parabólica ( $D = 1,5$  m e  $f = 1367$  MHz) a uma distância de 21 m.

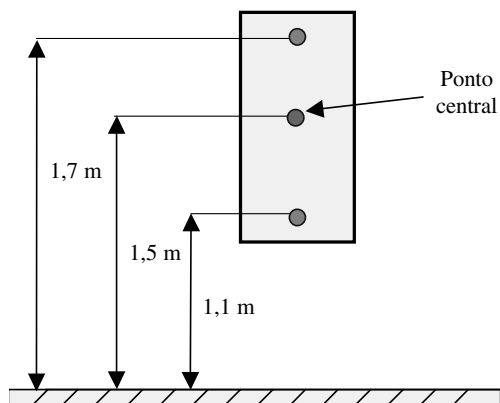
Os exemplos atrás descritos são meramente indicativos, devendo na prática ser levadas em conta a frequência de emissão e a constituição da antena

#### 6.2 — Ponto(s) de medição:

Local de medição — o(s) local(is) onde as medições serão efectuadas deve(m) ser escolhido(s) de forma a encontrar os níveis mais elevados de exposição ao qual uma pessoa pode estar sujeita, considerando as posições de antenas vizinhas. Estas localizações podem ser encontradas através do cálculo com base na propagação teórica das antenas vizinhas ou através de uma rápida verificação utilizando equipamento de medição (v. casos 1 e 2).

Número de ponto(s) de medição — a medição deve ser realizada para um ponto único, 1,5 m acima do nível do solo.

No casos 1 e 3, se o resultado da medição alcançar o nível de decisão nesse local, deverá realizar-se uma média espacial de 3 pontos para corresponder às dimensões do corpo humano. Os outros pontos de medição serão a 1,1 m e 1,7 m acima do nível do solo, de acordo com a figura seguinte:



O valor da intensidade do campo a utilizar nos demais cálculos é o valor quadrático médio dos três valores, obtidos para cada ponto espacial:

$$E_{\text{média\_espacial}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 E_i^2}{3}}, \quad H_{\text{média\_espacial}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 H_i^2}{3}}$$

## ANEXO N.º 2

### Aplicabilidade dos métodos de medição de radiações não ionizantes

#### Caso n.º 1 — Perspectiva geral

O método da perspectiva geral deve ser aplicado quando apenas se pretende conhecer o nível global da radiação não ionizante.

O método de perspectiva geral apresenta algumas restrições. Este método não é válido se:

- For necessário conhecer os níveis de radiações não ionizantes por frequência;
- O valor obtido a partir deste método exceder o nível de referência mais baixo para a faixa de frequências abrangida pelo equipamento;
- O valor obtido através deste método ou a média espacial conforme o anexo n.º 1, n.º 6.2 (quando aplicável), exceder o nível de decisão definido no anexo n.º 1, n.º 4.10.

Nestas situações, deve aplicar-se o CASO 2.

#### Caso 2 — Varrimento da faixa de frequências

O método de varrimento da faixa de frequências deve ser aplicado sempre que for requerido discriminar por frequência os níveis de radiação não ionizante.

O método do varrimento da faixa de frequência tem algumas restrições. Este método não é válido se:

- Forem necessárias medições no campo próximo;
- Forem expectáveis campos eléctricos ou magnéticos elevados;
- Tiverem de ser objecto de medição emissões pulsadas, descontinuas ou de banda larga;
- Os valores resultantes excederem o nível de decisão.

Nestas situações, deve aplicar-se o caso 3.

#### Caso 3 — Investigação detalhada

O método da investigação detalhada deve ser aplicado sempre que os casos 1 e 2 não forem aplicáveis.

A investigação detalhada deve ser aplicada nos seguintes casos:

- Quando são necessárias medições no campo próximo;
- Quando forem expectáveis ou necessárias medições do campo eléctrico ou magnético elevados;
- Na medição de serviços não clássicos (por exemplo, emissões pulsadas, descontinuas ou de banda larga, ...).

## ANEXO N.º 3

### Método de medição aplicável ao caso 1

#### 1 — Âmbito e requisitos específicos

O método da perspectiva geral deve ser aplicado quando apenas se pretende conhecer o nível global da radiação não ionizante. O presente método deve ser aplicado em situações de campo distante.

**2 — Equipamento de medição**

Devem utilizar-se nestas medições equipamentos de medição de radiação RF com sondas isotrópicas. O motivo da utilização deste equipamento deve-se ao facto de apenas se pretender conhecer o valor da radiação global numa localização específica. Estes equipamentos medem o valor eficaz da intensidade do campo, também conhecido como o valor quadrático médio (os equipamentos de medição de radiação RF utilizam geralmente detectores de «pico», o que fornecerá um resultado artificialmente alto para sinais polarizados elipticamente).

**3 — Procedimento de medição**

A medição deve ser realizada de acordo com os seguintes passos:

3.1 — Escolha da(s) sonda(s) mais apropriada(s) para a faixa de frequências a analisar. — Devem ser seleccionadas sondas para abranger todas as frequências das emissões em análise. Em certos casos, são necessárias duas ou mais sondas para examinar toda a faixa. Neste caso, o resultado final será calculado através da utilização dos valores obtidos por cada uma das sondas (processados como se tivessem sido obtidos individualmente) através da utilização da seguinte fórmula:

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2} \text{ OU } H = \sqrt{\sum_{i=1}^n H_i^2}$$

ou  
em que *n* é o número de sondas que cobrem a faixa de frequência em análise e *E<sub>i</sub>* ou *H<sub>i</sub>* são os valores obtidos individualmente por cada sonda.

O valor obtido poderá ser sobreavaliado, dado que, por vezes, as faixas de frequências examinadas por cada uma das sondas sobrepõem-se umas às outras e a fórmula não corrige esta situação.

3.2 — Medição. — A escolha do(s) local(is) de medição (localização e número de pontos) deverá ser feita em conformidade com as considerações gerais (anexo n.º 1, n.º 6.2).

A duração da medição deverá estar de acordo com os tempos de exposição determinados no documento de referência adoptado.

As sondas de medição de radiação RF devem ser instaladas em tripés não condutores de forma a não perturbar o campo electromagnético e irão obter o valor eficaz ou o valor quadrático médio do E (ou H). Durante as medições o operador deve afastar-se da sonda.

**4 — Pós-processamento**

4.1 — Tendo em conta o valor obtido:

O resultado será ignorado se estiver abaixo do nível de sensibilidade da sonda;

Em conformidade com as instruções do fabricante da sonda, poderá ser aplicado um factor de correcção específico.

4.2 — Cálculo do campo eléctrico (E)/campo magnético (H)/densidade da potência (S). — Em condições de campo distante, as grandezas que não foram objecto de medição poderão ser calculadas recorrendo às seguintes fórmulas:

$$S = E H \text{ ou } S = \frac{E^2}{Z_0} \text{ ou } S = H^2 Z_0$$

4.3 — Exposição a campos de frequência única/frequências múltiplas. — A exposição a um campo de frequência única seria a situação ideal. No entanto, na prática, pode assumir-se uma situação de campo de frequência única, quando exista uma predominante. Considerando a existência de campos de frequências múltiplas, prova-se matematicamente que se o valor dado pelo equipamento de medição RF não exceder o valor de referência mais exigente da faixa de frequências abrangida pelas sondas, as contribuições individuais estarão também abaixo daquele valor, visto que:

$$E_{sum} = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2}$$

em que *E<sub>sum</sub>* é o valor exibido pelo equipamento de medição RF (sonda) e *n* o número de frequências consideradas.

Se o nível de exposição dado pelo equipamento exceder qualquer dos níveis de decisão (ou limites) dentro da faixa de frequências em análise, deve aplicar-se o método do caso 2.

**5 — Incerteza estimada**

A incerteza da medição deve ser avaliada tendo em conta, pelo menos, as fontes de incerteza indicadas no quadro abaixo. A incerteza normalizada e o coeficiente de sensibilidade *c<sub>i</sub>* devem ser avaliados para o *x<sub>i</sub>* estimado de cada quantidade. A incerteza normalizada combinada *u<sub>c</sub>(y)* do *y* estimado da mensuranda é calculada como a raiz quadrada da soma dos quadrados:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u_{(x_i)})^2}$$

A incerteza expandida da medição *u<sub>e</sub>* é calculada como:

$$u_e = 1,96 u_c \text{ (1)}$$

e deve constar no relatório de medição.

Fontes de incerteza	Incerteza de <i>x<sub>i</sub></i>		<i>u</i> ( <i>x<sub>i</sub></i> )	<i>c<sub>i</sub></i>	<i>(c<sub>i</sub> u<sub>(x<sub>i</sub>)</sub>)</i> <sup>2</sup> (percentagem)
	Valor (percentagem)	Distribuição de probabilidade; divisor <i>k</i>			
Isotropia		Uniforme <sup>(2)</sup> ; $\sqrt{3}$		1	
Linearidade		Uniforme; $\sqrt{3}$		1	
Uniformidade da resposta em frequência		Normal; <i>k</i> = 1		1	
Influência da temperatura na resposta das sondas		Uniforme; $\sqrt{3}$		1	
.....	...	...	...	...	...
Incerteza combinada normalizada	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u_{(x_i)})^2}$				
Incerteza expandida (intervalo de confiança de 95 %)	$u_e = 1,96 u_c$				

Na maioria dos casos, os valores acima são dados para um intervalo de confiança de 95 %. Os valores típicos para equipamen-

tos de medição de radiação RF com sondas isotrópicas são os seguintes:

Fontes de incerteza	Incerteza expandida (decibéis) (intervalo de confiança de 95 %)	Incerteza expandida (num.) (intervalo de confiança de 95 %)	Incerteza normalizada (num.) (intervalo de confiança de 66 %)
Isotropia	1,50	0,19	0,10
Linearidade	1	0,12	0,06
Uniformidade da resposta em frequência	1	0,12	0,06

## 6 — Relatório da medição

Os dados da medição devem ser apresentados em forma de quadro (a forma gráfica é opcional) para cada local objecto de medição, face aos níveis recomendados.

O relatório com os resultados das medições deve seguir a estrutura definida no anexo n.º 6. No caso 1, deve ter-se em consideração as seguintes particularidades:

Componente objecto da medição E (ou H):

Sonda (tipo e referência)	Valor	Factor de correção utilizado	Resultado final	Unidade	Hora de início	Hora do fim	Data
				V/m	hh:mm:ss	hh:mm:ss	dd-mm-aaaa
				A/m			

Componente(s) calculado(s). — O H (ou E) e o S podem ser calculados considerando as observações no n.º 4.2.

Aplicação do documento de referência adoptado. — Os resultados das medições e cálculos efectuados têm de ser comparados com o nível de referência mais restritivo aplicável ao caso em análise, que conste da legislação em vigor. Se os valores resultantes da medição e ou calculados são mais altos que esse nível de decisão (ou limite), deve aplicar-se o método do caso 2.

(1) Um factor de 1,96 permite a obtenção de um intervalo de confiança de 95 % para a distribuição quase normal típica da maioria dos resultados das medições.

(2) Também conhecida como distribuição rectangular.

## ANEXO N.º 4

### Método de medição aplicável ao caso 2

#### 1 — Âmbito e requisitos específicos

O método de varrimento da faixa de frequência deve ser aplicado sempre que for requerido discriminar por frequência os níveis de radiação não ionizante ou quando o caso 1 não é apropriado. Este método é aplicável em condições de campo distante.

#### 2 — Equipamento de medição

Este tipo de análise é optimizado com a utilização de um receptor portátil (com alimentação autónoma) ou analisador de espectro (AE). O receptor ou analisador de espectro deverá ser passível de controlo por *software*. O controlo através de *software* é essencial devido à elevada quantidade de dados a processar durante a análise (frequências e níveis), garantindo também a consistência dos resultados quando se utilizam vários conjuntos de equipamento de análise operados por técnicos diferentes. Este *software* deve também permitir a programação de factores de antena e de perdas por inserção do cabo. Tal permitirá ao sistema de análise utilizar antenas e cabos distintos, de acordo com as faixas específicas em avaliação. Desta forma, a probabilidade de erro será minimizada. Os receptores ou analisadores de espectro poderão ter de operar, ocasionalmente, em ambientes de RF adversos, pelo que deverão estar preparados para o efeito.

Estes equipamentos deverão ter uma gama dinâmica, desempenho e rejeição a intermodulações adequadas de forma a obter resultados fiáveis.

As antenas e os cabos utilizados deverão estar metrologicamente caracterizados. As antenas (cuja robustez deverá ser assegurada) serão preferencialmente as seguintes:

Antena de quadro para HF;

Antena dipolo de faixa larga ou antena (encapsulada) logarítmica periódica;

Antena bicónica;

Antena direccional quando existe uma contribuição preponderante (face a outras desprezáveis);

Antena de três eixos.

Para frequências baixas, atendendo ao comprimento de onda, as antenas utilizadas são electricamente pequenas. Com a utilização de antenas eléctricas passivas, a distância mínima entre a antena e qualquer obstáculo (por exemplo, parede ou solo) deve ser de pelo menos  $\lambda$ . Nas medições realizadas abaixo de 600 MHz, a uma altura de 50 cm do solo, devem utilizar-se antenas (de banda larga) electricamente pequenas (magnéticas ou eléctricas), excluindo-se a utilização de dipolos (de meia onda). As antenas devem ser instaladas em tripés não condutores de forma a não perturbar o campo electromagnético. Durante as medições o operador deve afastar-se da antena.

#### 3 — Pré-processamento

Verificações do equipamento. — Todo o equipamento de medição deve ser calibrado (em conformidade com as recomendações do fabricante ou com os procedimentos de gestão da qualidade do organismo competente) por padrões rastreados. Os cabos RF, os guias de onda e os conectores deverão ser marcados individualmente e verificados antes da sua utilização de forma a detectar qualquer dano mecânico. Deverão ser também controlados regularmente quanto às suas características eléctricas (perdas de retorno e de inserção). Quaisquer alterações nos parâmetros da antena ou do cabo deverão ser reprogramados no receptor de medição.

Deve ser realizada uma confirmação para verificar que o cabo e os parâmetros da antena correctos se encontram inseridos e activados no receptor. É da responsabilidade da equipa técnica confirmar que os factores de calibração se encontram actualizados antes de cada medição. Devem ser evidenciados registos desta verificação/actualização.

#### 4 — Procedimento de medição

A medição deve ser realizada de acordo com os seguintes passos:

1 — Local de medição — a escolha do(s) local(is) de medição (localização e número de pontos) deverá ser feita em conformidade com as considerações gerais (anexo n.º 1, n.º 6.2).

2 — Faixa de frequências — o presente método é aplicável a frequências entre os 9 kHz e os 3 GHz. Dentro desta gama de frequências, esta metodologia de medição fornece resultados fiáveis. Para emissões em frequências acima de 3 GHz (por exemplo, radares, feixes hertzianos), deve ser aplicado o caso 1 ou as recomendações do caso 3 (e especialmente o anexo n.º 5, n.º 4).

3 — Parametrização do receptor ou analisador de espectro:

Filtros, incrementos de frequência e tempos — a largura de banda dos filtros utilizados na medição (BW) constitui um compromisso para as várias fontes de RF no espectro radioelétrico. Por todo o espectro existe uma mistura de fontes de faixa larga/estreita, analógica/digital e contínuas/descontínuas. Para além disso, mesmo havendo muitas faixas de serviço único, existem também algumas faixas partilhadas nas quais existem serviços com características de sinal muito diferentes.

Para os receptores, recomenda-se um tempo de aquisição de 0,1 s no mínimo e a utilização dos seguintes parâmetros em função da faixa de frequência em análise:

9 kHz-30 MHz =>BW = 9 kHz ou 10 kHz — incrementos de 10 kHz;

30 MHz-3 GHz =>BW = 100 kHz — incrementos de 100 kHz.

Para analisadores de espectro, recomenda-se a utilização dos seguintes parâmetros em função da faixa de frequência em análise:

9 kHz-30 MHz — BW = 10 kHz — tempo de varrimento 50 min-100 min;

30 MHz-300 MHz — BW = 100 kHz — tempo de varrimento 100 min;

300 MHz-3 GHz — BW = 100 kHz — tempo de varrimento 700 min-1 s.

Limiar de medição — é estabelecido um nível 40 dB abaixo do nível de referência, a partir do qual são consideradas as emissões. Se não existirem emissões que excedam o limiar de medição dentro da faixa de frequências, reportam-se as duas emissões mais significativas.

Polarização da antena — devem ser realizadas medições com a antena de medição nos planos vertical e horizontal.

Modo — devem utilizar-se métodos de obtenção de valores máximos (*max-hold*) bem como o detector de pico (*peak mode detector*).

5 — Pós-processamento

Cálculo do campo magnético (H)/densidade da potência (S) — em condições de campo distante, as grandezas que não foram objecto de medição poderão ser calculadas recorrendo às seguintes fórmulas:

$$S = E H \text{ ou } S = \frac{E^2}{Z_0} \text{ ou } S = H^2 Z_0$$

6 — Incerteza estimada

A incerteza da medição deve ser avaliada tendo em conta, pelo menos, as fontes de incerteza indicadas no quadro abaixo. A incerteza normalizada  $u(x_i)$  e o coeficiente de sensibilidade  $c_i$  devem ser avaliados para o  $x_i$  estimado de cada quantidade. A incerteza normalizada combinada  $u_c(y)$  do  $y$  estimado da mensuranda é calculada como a raiz quadrada da soma dos quadrados:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u(x_i))^2}$$

A incerteza expandida da medição  $u_e$  é calculada como:

$$u_e = 1,96 u_c (*)$$

e deve constar no relatório de medição.

Fontes de incerteza	Incerteza de $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$(c_i u(x_i))^2$ (percentagem)
	Valor (percentagem)	Distribuição de probabilidade; divisor $k$			
Aparelho de medição (receptor, analisador de espectro), incluindo a perda no cabo		Normal; $k = 1$		1	
Factor da antena		Normal; $k = 1$		1	
.....	...	...	...	...	...
Incerteza normalizada combinada	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u(x_i))^2}$				
Incerteza expandida (intervalo de confiança de 95%)	$u_e = 1,96 u_c$				

Na maior parte dos casos, os valores acima são obtidos para um intervalo de confiança de 95 %.

Os valores típicos para um analisador de espectro associado a uma antena calibrada são os seguintes:

Fontes de incerteza	Incerteza expandida (decibéis) (intervalo de confiança de 95 %)	Incerteza expandida (num.) (intervalo de confiança de 95 %)	Incerteza normalizada (intervalo de confiança de 66 %)
Factor da antena	1	0,12	0,06
Cabo	0,20	0,02	0,01
Receptor	2	0,26	0,13

7 — Relatório

Os dados da medição devem ser apresentados em forma de quadro (a forma gráfica é opcional) para cada local objecto de medição face aos níveis recomendados.

O relatório com os resultados das medições deve seguir a estrutura definida no anexo n.º 6. No caso 2, deve ter-se em consideração as seguintes particularidades:

Componente E objecto da medição. — O quadro abaixo é utilizado para reportar as emissões significativas:

Frequência	Valor recomendado	Resultados	Unidade	Equipamento

Componente(s) calculada(s). — O H ou o S podem ser calculados considerando as observações no n.º 5.

Aplicação do documento de referência adoptado. — Os resultados das medições e cálculos efectuados devem ser utilizados para verificar a conformidade da exposição RF com a legislação em vigor. Esta verificação é realizada através dos dois seguintes passos:

Os E, H e S devem ser comparados com os níveis de referência;

Os E, H e S são utilizados para calcular os eventuais quocientes de exposição total.

Podem encontrar-se abaixo alguns exemplos de cálculos dos quocientes de exposição total:

Quociente de exposição total, com base na densidade do fluxo da potência:

$$\sum_{i=1}^N \frac{S_i^{\text{medido}}}{S_i^{\text{recomendado}}} = \frac{S_1^{\text{medido}}}{S_1^{\text{recomendado}}} + \frac{S_2^{\text{medido}}}{S_2^{\text{recomendado}}} + \frac{S_3^{\text{medido}}}{S_3^{\text{recomendado}}} + \dots + \frac{S_N^{\text{medido}}}{S_N^{\text{recomendado}}} < 1$$

Quociente de exposição total, com referência aos efeitos de estimulação eléctrica ( $a = 87 \text{ V/m}$ ,  $b = 5 \text{ A/m}$ ;  $E_{L,i}$  e  $H_{L,j}$  são os limites dependentes da frequência):

$$\sum_{i=1\text{MHz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad \sum_{j=150\text{kHz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

(Fonte: Recomendação Europeia n.º 1999/519/CE, de 12 de Julho.)

Quociente de exposição total, com referência às circunstâncias dos efeitos térmicos ( $c = 87/f^{1/2} \text{ V/m}$ ,  $d = 0,73/f \text{ A/m}$ ;  $E_{L,i}$  e  $H_{L,j}$  são os limites dependentes da frequência):

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

(Fonte: Recomendação Europeia n.º 1999/519/CE, de 12 de Julho.)

Tomando em consideração os valores resultantes da medição e calculados e as suas incertezas, o método do caso 3 deve ser aplicado no caso de os resultados atingirem ou excederem o nível de decisão (ou os limites).

(\*) Um factor de 1,96 permite a obtenção de um intervalo de confiança de 95 % para a distribuição quase normal típica da maioria dos resultados das medições.

## ANEXO N.º 5

### Método de medição aplicável ao caso 3

#### 1 — Âmbito e requisitos específicos

O método da investigação detalhada deve ser aplicado sempre que os casos 1 e 2 não forem aplicáveis e especialmente:

Sempre que são necessárias medições no campo próximo;

Sempre que forem expectáveis ou necessárias medições de campos eléctricos ou magnéticos elevados;

Para a medição de serviços não clássicos (por exemplo, emissões pulsadas, descontínuas ou de banda larga).

#### 2 — Equipamento de medição

Os equipamentos utilizados são os mesmos dos casos 1 e 2. Adicionalmente, deve notar-se que, para uma situação de campo próximo, são necessárias medições eléctricas e magnéticas (utilização de sensores E e H). Além disso, para alguns tipos de sinais, especialmente pulsados ou UWB (1), recomenda-se vivamente a utilização de um receptor/analizador no domínio do tempo, para a pré-análise dos sinais (por exemplo, detecção e caracterização de trens de impulsos — *bursts*), garantindo que os parâmetros de medição são os adequados.

#### 3 — Pré-processamento

A operação de pré-processamento é idêntica ao caso 2. Adicionalmente, pode ser útil solicitar aos operadores mais detalhes re-

lativos à estação (número de emissores, modo de operação temporal e sistema/diagrama de radiação da antena).

### 4 — Procedimento de medição

A medição deve ser realizada de acordo com os seguintes passos:

1) Local de medição — a escolha do(s) local(is) de medição (localização e número de pontos) deverá ser feita em conformidade com as condições gerais (anexo n.º 1, n.º 6.2). As antenas devem ser instaladas em tripés não condutores de forma a não perturbar o campo electromagnético. Durante as medições o operador deve afastar-se da antena;

2) Faixa de frequências — o presente método é aplicável a frequências entre os 9 kHz e os 3 GHz. Se existirem emissões em frequências acima dos 3 GHz num local de medição (por exemplo, radares, feixes hertzianos), estas têm de ser objecto de medição de acordo com as notas abaixo (n.º 4, «Configurações específicas»);

3) Parametração dos equipamentos de medição — deve ser idêntica ao caso 2, excepto para as emissões que atinjam os níveis de referência adoptados, bem como as pulsadas, descontínuas e de banda larga. Para estes tipos de emissões deve ter-se em consideração o n.º 4, «Configurações específicas»;

4) Configurações específicas:

4.1) Medição do campo electromagnético próximo reactivo — em contraste com as regiões de campo próximo e campo distante radiantes, na região de campo próximo reactivo o H e o E são objecto de medição individualmente, com a utilização de sensores distintos. A componente eléctrica (E) do campo pode ser facilmente objecto de medição com a utilização de antenas adequadas, por exemplo, dipolos, biconicas, logarítmicas periódicas, etc., e a componente magnética (H) com antena de quadro;

4.2) Medição do campo eléctrico ou magnético intensos — face ao ambiente electromagnético existente deve garantir-se a imunidade do equipamento, especialmente no caso de receptores ou de analisadores de espectro. Se necessário, deve utilizar-se sondas, visto estarem dimensionadas para a medição de sinais intensos.

No caso de ser imprescindível o uso de receptores ou analisadores de espectro, deve:

Utilizar-se antenas passivas e equipamento protegido;

Eventualmente, reduzir-se a potência de um ou de vários emissores, registando o(s) factor(es) de redução.

Para estes tipos de equipamento o procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção da frequência central de cada emissão, com uma resolução igual ou superior à sua largura de banda;

Seleção de modo médio (*average mode*) durante o tempo adequado constante no documento de referência adoptado;

Seleção do detector valor eficaz («rms»);

Sempre que se utilize um único dipolo ou antena de quadro devem ser efectuadas três medições em três direcções ortogonais para obtenção das diferentes componentes do campo. O campo total será dado pela seguinte fórmula:

$$|E| = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}, \quad |H| = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

Precauções para os operadores que efectuam as medições — quando tiver de se medir campos electromagnéticos intensos é necessário adoptar precauções contra a exposição dos operadores. Recomenda-se a utilização de alarmes de exposição ou a estimativa da intensidade de campo, tendo de ser garantidos métodos de trabalho seguros;

4.3) Sinais acima de 3 GHz — nestas faixas de frequências existem apenas algumas antenas omnidireccionais disponíveis. Dessa forma, utilizam-se antenas directivas (corneta, disco, lente, logarítmicas periódicas, ...).

O procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção da frequência central de cada emissão, com uma resolução igual ou superior à sua largura de banda;

Seleção de modo médio (*average mode*) durante o tempo adequado constante no documento de referência adoptado;

Seleção do detector valor eficaz («rms»);

Utilização da antena numa posição de máximo sinal (polarização e orientação apropriadas). Nesse procedimento de medição as reflexões são negligenciáveis.

4.4) Medições de emissões pulsadas/radar — para este tipo de sinais a energia é transportada em trens de impulsos de curta duração — *short bursts*. A duração do impulso é normalmente curta, se comparada com o intervalo entre impulsos. Existe uma grande diversidade de radares, em particular nas aplicações aeronáuticas, mas também noutros campos, como por exemplo, nas actividades de monitorização e controlo. Estas aplicações apresentam características muito variadas, sendo as suas emissões tipicamente em frequências entre 100 MHz e 95 GHz, com potências de pico entre 1 W e 50 MW. Os valores a verificar (para o campo eléctrico e magnético) são o valor de pico e o valor eficaz («rms») do campo pulsado.

Para a verificação do valor de pico, o procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção de um filtro, centrado na frequência de emissão, de banda suficientemente larga, face às características do sinal a medir, nomeadamente a largura do impulso (no caso de um impulso não modulado, um filtro com uma largura de  $4/t$ , sendo  $t$  a duração do impulso, garante a obtenção de 99 % da potência do sinal);

Seleção do modo valor máximo (*max-hold*) para uma ou várias rotações do radar (até à estabilização do sinal);

Seleção do modo detecção de pico positivo (*positive peak detection mode*);

Seleção de um *span* = 0.

A potência de pico não deve exceder o nível de referência por um factor de:

1000, se se tratar da densidade de potência;

32, se se tratar da intensidade do campo.

Os valores acima têm de estar em concordância com o documento de referência adoptado e não se relacionam directamente com as características dos impulsos do radar.

Para a verificação do valor eficaz («rms») da densidade do fluxo de potência é necessário:

Conhecer as características temporais do sinal, para determinar o valor médio, conhecendo o valor de pico; ou

Efectuar a média do sinal instantâneo no modo eficaz («rms»).

O valor eficaz não deve exceder o nível de referência. Muitas antenas de radar têm uma abertura pequena com agilidade direccional, obtida por meios mecânicos ou electrónicos. Em geral, nestes casos, não é útil a verificação do valor médio. No entanto, pode colocar-se a questão da decomposição desta agilidade ou efeito cumulativo com outras emissões;

4.5) Sinais descontínuos — para este tipo de sinais devem considerar-se dois casos diferentes:

1) Quando os parâmetros técnicos do sinal são conhecidos (*duty cycle*, modulação, ...), o procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção da frequência central de cada emissão, com uma resolução igual ou superior à sua largura de banda;

Seleção do modo de valor máximo (*max-hold*);

Seleção do detector de pico (*peak detector*);

O valor eficaz («rms») é então verificado por cálculo. Sempre que se utilizar um único dipolo ou antena de quadro devem ser efectuadas três medições em três direcções ortogonais para obtenção das diferentes componentes do campo. O campo total será dado pela seguinte fórmula:

$$|E| = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}, \quad |H| = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

2) Quando os parâmetros técnicos do sinal são desconhecidos, o procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção da frequência central de cada emissão, com uma resolução igual ou superior à sua largura de banda;

Seleção de modo médio (*average mode*) durante o tempo adequado constante no documento de referência adoptado (por exemplo, seis minutos na Recomendação Europeia n.º 1999/519/CE, da UE);

Seleção do detector «rms»;

Sempre que se utilizar um único dipolo ou antena de quadro devem ser efectuadas três medições em três direcções ortogonais para obtenção das diferentes componentes do campo. O campo total será dado pela seguinte fórmula:

$$|E| = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}, \quad |H| = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

A estação deve ser activada durante o tempo estritamente necessário à realização da medição, de forma a evitar um tempo longo de exposição;

4.6) Sistemas celulares ou de recursos partilhados (GSM, TETRA, ...) — estes sistemas implicam um canal permanente de controlo e canais de tráfego adicionais. Neste contexto, uma estação de base deve ser encarada como  $n$  emissores, sendo:

Um emissor (por exemplo, no GSM, o canal BCCH) com um nível de potência permanente  $P_{\text{Canal\_controlo}}$ ;

$(n - 1)$  emissores com um nível de potência máxima igual a  $P_{\text{Canal\_controlo}}$  (em que  $n$  é o número total de emissores da estação base).

De forma a possibilitar a consideração de um máximo de tráfego, o procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Identificação do canal permanente de controlo, o que pode ser efectuado com utilização de um analisador de espectro (o canal permanente de controlo é identificado pela sua permanência e o seu nível estável);

Seleção da frequência central do canal permanente de controlo, com uma resolução igual ou superior à sua largura de banda;

Seleção do modo de valor máximo (*max-hold*);

Seleção do detector de pico (*peak detector*);

Sempre que se utilizar um único dipolo ou antena de quadro devem ser efectuadas três medições em três direcções ortogonais para obtenção das diferentes componentes do campo. O campo total será dado pela seguinte fórmula:

$$|E_{\text{Canal\_controlo}}| = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2},$$

$$|H_{\text{Canal\_controlo}}| = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

$E_{\text{Canal\_controlo}}/H_{\text{Canal\_controlo}}$  foi então encontrado;

Investigação do número de emissores da estação base (canais de tráfego e canal de controlo), com utilização de um analisador de espectro, de forma a evidenciar o número de canais (excepto em alguns casos em que são utilizados saltos em frequência — *frequency hopping*).

Para a extrapolação da situação de máximo de tráfego, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$E_{\text{max}} = E_{\text{Canal\_controlo}} \sqrt{n_{\text{emissores}}}$$

Se os canais de transmissão que pertencem à mesma célula utilizam diferentes níveis de potência, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$E_{\text{max}} = E_{\text{Canal\_controlo}} \sqrt{\frac{P_{\text{total}}}{P_{\text{Canal\_controlo}}}}$$

em que  $P_{\text{total}}$  é a máxima potência possível;

4.7) Emissões de banda larga analógicas/digitais (TV, T-DAB, DVB-T, ...) — neste tipo de emissões a obtenção de uma resolução igual à largura de banda das emissões pode ser difícil. O procedimento de medição deve ser realizado de acordo com os seguintes passos:

Seleção de um filtro mais estreito e realização de um cálculo cumulativo, tomando em consideração a forma do filtro. Este tipo de processo é conhecido como o modo da «potência do canal»;

A duração da medição deve ser a indicada no documento de referência adoptado;



Sempre que se utilizar um único dipolo ou antena de quadro devem ser efectuadas três medições em três direcções ortogonais para obtenção das diferentes componentes do campo. O campo total será dado pela seguinte fórmula:

$$|E| = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}, \quad |H| = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

**5 — Incerteza estimada**

A incerteza da medição deve ser avaliada tendo em conta, pelo menos, as fontes de incerteza indicadas no quadro abaixo. A incerteza normalizada  $u(x_i)$  e o coeficiente de sensibilidade  $c_i$  devem ser avaliados para o  $x_i$  estimado de cada quantidade. A incerteza

normalizada combinada  $u_c(y)$  do  $y$  estimado da mensuranda é calculada como a raiz quadrada da soma dos quadrados:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u_{(x_i)})^2}$$

A incerteza expandida da medição  $u_e$  é calculada como:

$$u_e = 1,96 u_c \text{ (2)}$$

e deve constar no relatório de medição.

Para equipamentos de medição de radiação RF com sondas isotrópicas:

Fontes de incerteza	Incerteza de $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$(c_i u_{(x_i)})^2$ (percentagem)
	Valor (percentagem)	Distribuição de probabilidade; divisor $k$			
Isotropia		Uniforme (3); $\sqrt{3}$		1	
Linearidade		Uniforme; $\sqrt{3}$		1	
Uniformidade da resposta em frequência		Normal; $k = 1$		1	
Temperatura		Uniforme; $\sqrt{3}$		1	
.....	...	...	...	...	...
Incerteza combinada normalizada	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u_{(x_i)})^2}$				
Incerteza expandida (intervalo de confiança de 95 %)	$u_e = 1,96 u_c$				

Para um receptor ou analisador de espectro (associado a antena calibrada):

Fontes de incerteza	Incerteza de $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$(c_i u_{(x_i)})^2$ (percentagem)
	Valor (percentagem)	Distribuição da probabilidade; divisor $k$			
Aparelho de medição (receptor, analisador de espectro), incluindo a perda no cabo		Normal; $k = 1$		1	
Factor da antena		normal; $k = 1$		1	
.....	...	...	...	...	...
Incerteza combinada normalizada	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i u_{(x_i)})^2}$				
Incerteza expandida (intervalo de confiança de 95 %)	$u_e = 1,96 u_c$				

**6 — Relatório**

Os dados da medição devem ser apresentados em forma de quadro (a forma gráfica é opcional) para cada local objecto de medição face aos níveis recomendados.

O relatório com os resultados das medições deve seguir a estrutura definida no anexo n.º 6. No caso 3, deve ter-se em consideração as seguintes particularidades:

Componente objecto da medição E (ou H):

Frequência	Valor recomendado	Resultados	Unidade	Equipamento

Aplicação do documento de referência adoptado — os resultados das medições e cálculos efectuados devem ser utilizados para verificar a conformidade da exposição RF com a legislação em vigor. Esta verificação é realizada através dos dois seguintes passos:

Os E, H e S devem ser comparados com os níveis de referência;

Os E, H e S são utilizados para calcular os eventuais quocientes de exposição total (v. caso 2 para exemplos).

(1) Banda ultralarga: UWB, *ultra wide band*.  
 (2) Um factor de 1,96 permite a obtenção de um intervalo de confiança de 95 % para a distribuição quase normal típica da maioria dos resultados das medições.  
 (3) Também conhecida como distribuição rectangular.

## ANEXO N.º 6

**Relatório**

Os elementos principais da estrutura do relatório são os seguintes:

**1 — Objectivos e condicionantes**

Os objectivos e os procedimentos de actuação devem ser descritos (local da medição, escolha dos pontos de medição).

**2 — Descrição do local de medição**

Deve ser fornecida a seguinte informação:

Data, horas de início e do fim;  
Coordenadas geográficas (com base no WGS84: latitude-longitude);

Endereço;

Fotografias que ilustrem a situação;

Descrição e características particulares do local de medição (no caso da operação ser realizada numa área complexa — por exemplo, área urbana — deve ser descrito o local exacto);

Listagem dos emissores identificados;

Temperatura em graus centígrados.

**3 — Descrição dos equipamentos**

Do relatório devem constar os equipamentos utilizados e as suas características relevantes. São descritos abaixo alguns exemplos de categorias de equipamento:

Para uma antena:

Antena n.º...	
Fabricante	Ganho ( $f$ min e $f$ max — ganho no eixo).
Tipo	Incerteza do factor de antena.
Faixa de frequências	Data de verificação/actualização.

Para um analisador de espectro ou receptor:

Equipamento n.º ...	
Fabricante	Faixa de frequências.
Tipo	Data de verificação/actualização.
Incerteza da medição.	

Para uma sonda:

Equipamento n.º ...	
Faixa de frequências	Gama dinâmica.
Incerteza da medição	Data de verificação/actualização.

**4 — Incerteza**

De forma a estar completa, cada medição deve ser acompanhada pela estimativa da incerteza associada, que deve estar em conformidade com as especificações apresentadas nos casos 1, 2 e 3. No entanto, devido à natureza do local de medição, não é prático incluir todas as incertezas associadas à localização da medição.

**5 — Registo dos resultados**

O registo dos resultados deve encontrar-se em conformidade com as especificações apresentadas nos casos 1, 2 e 3.

**6 — Limites aplicados e fórmulas para os quocientes de exposição total**

O valor dos limites na faixa das frequências observadas e a forma de obtenção dos quocientes de exposição total devem ser descritos. Alternativamente, pode designar-se o método.

**7 — Conclusão**

Deve ser indicada a conclusão sobre a conformidade com o documento de referência adoptado.

**UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR****Reitoria****Deliberação n.º 839/2007**

Na sequência de deliberação da Secção de Planeamento Global e Desenvolvimento do Senado, na sua reunião de 22 de Dezembro, foi aprovado o seguinte regulamento de celebração de contratos individuais de trabalho de pessoal não docente desta Universidade:

**TÍTULO I****Artigo 1.º****Disposições gerais**

1 — O presente regulamento estabelece o conjunto de regras gerais a aplicar à contratação de pessoal não docente contratado em regime de contrato individual de trabalho, bem como os princípios a que deve obedecer o respectivo recrutamento e selecção.

2 — Em tudo o que não estiver expressamente regulado no presente normativo, é aplicável o Código do Trabalho e legislação complementar.

**Artigo 2.º****Âmbito**

O presente regulamento aplica-se à Universidade da Beira Interior, adiante designada por UBI, e abrange o pessoal contratado, no âmbito do Código do Trabalho, em regime de:

- Contrato individual de trabalho por tempo indeterminado;
- Contrato a termo resolutivo, certo ou incerto;
- Pessoal em comissão de serviço.

**Artigo 3.º****Quadros de pessoal**

1 — A contratação de pessoal ao abrigo do presente regulamento tem em conta o número de lugares existentes no quadro de pessoal não docente desta instituição.

2 — Para este efeito, os lugares previstos no quadro referido serão parcialmente afectos a situações de contrato individual, respeitando os quantitativos globais.

3 — O preenchimento dos lugares do quadro e as contratações individuais que vierem a ser celebradas não podem ultrapassar os limites resultantes da aplicação do despacho ministerial relativo a unidades ETI de pessoal não docente, decorrentes da lei de bases do financiamento do ensino superior.