

## Secretaria-Geral

**Declaração de Retificação n.º 29/2018**

Nos termos das disposições da alínea *h*) do n.º 1 do artigo 4.º e do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 4/2012, de 16 de janeiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 41/2013, de 21 de março, declara-se que a Portaria n.º 229-A/2018, publicada no *Diário da República*, 1.ª série, n.º 156, 1.º suplemento, de 14 de agosto de 2018, saiu com as seguintes inexatidões que, mediante declaração da entidade emitente, assim se retificam:

1 — No n.º 10 do artigo 31.º onde se lê:

«10 — Aos alunos do 11.º ano é autorizada a realização de quaisquer provas de equivalência à frequência de disciplinas terminais, nesse ano de escolaridade, não sujeitas a exame final nacional.»

deve ler-se:

«10 — Aos alunos do 11.º ano é autorizada a realização de quaisquer provas de equivalência à frequência de disciplinas terminais nesse ano de escolaridade.»

2 — No n.º 11 do artigo 37.º onde se lê:

«11 — Para efeitos do n.º 8 a classificação anual de frequência a atribuir a cada disciplina é a seguinte:»

deve ler-se:

«11 — Para efeitos do n.º 9 a classificação anual de frequência a atribuir a cada disciplina é a seguinte:»

3 — No n.º 15 do artigo 37.º onde se lê:

«15 — Se a classificação interna final, calculada nos termos do artigo 10.º for inferior a 10 valores, esta não é considerada para efeitos da classificação final da disciplina.»

deve ler-se:

«15 — A classificação anual de frequência, calculada nos termos do n.º 11, é considerada para efeitos de classificação final da disciplina.»

Secretaria-Geral, 27 de agosto de 2018. — A Secretária-Geral Adjunta, *Catarina Romão Gonçalves*.

111621915

**ECONOMIA****Portaria n.º 247/2018**

de 4 de setembro

O controlo metroológico dos métodos e instrumentos de medição obedece ao regime geral constante do

Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de setembro, às disposições regulamentares gerais constantes do Regulamento Geral do Controlo Metroológico, aprovado pela Portaria n.º 962/90, de 9 de outubro, e ainda às disposições constantes das portarias específicas de cada instrumento de medição.

No caso dos instrumentos de medição de radiações ionizantes é aplicável a Portaria n.º 1106/2009, de 24 de setembro, cuja aplicação prática revelou a existência de algumas lacunas, designadamente ao nível do âmbito dos instrumentos por ela abrangidos, bem como das grandezas e tipos de feixes de radiação ali previstos.

Assim, para além da atualização ao que vem sendo indicado nas Recomendações da Organização Internacional de Metrologia Legal, bem como em outras normas internacionais aplicáveis, através do presente regulamento são atualizadas as regras do controlo metroológico aplicáveis aos instrumentos de medição de radiações ionizantes, bem como aos dispositivos complementares associados destinados ao registo dos resultados das medições, o que permite alargar o âmbito de aplicação a novos instrumentos, a novas grandezas e a mais tipos de feixes de radiação, tornando, desse modo, possível a realização de avaliações com recurso a mais características de desempenho o que constitui um inegável e importante desenvolvimento técnico no domínio das radiações ionizantes.

Assim:

Ao abrigo do disposto no n.º 1 do artigo 1.º e no artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de setembro, conjugados com o disposto no n.º 1.2 do Regulamento Geral do Controlo Metroológico anexo à Portaria n.º 962/90, de 9 de outubro:

Manda o Governo, pela Secretária de Estado da Indústria, o seguinte:

1.º É aprovado o Regulamento do Controlo Metroológico dos Instrumentos de Medição de Radiações Ionizantes anexo à presente portaria e que dela faz parte integrante.

2.º Com a entrada em vigor do presente diploma é revogada a Portaria n.º 1106/2009, de 24 de setembro.

3.º A presente portaria entra em vigor no dia seguinte à sua publicação no *Diário da República*.

A Secretária de Estado da Indústria, *Ana Teresa Cunha de Pinho Tavares Lehmann*, em 24 de agosto de 2018.

## ANEXO

REGULAMENTO DO CONTROLO METROLÓGICO DOS INSTRUMENTOS  
DE MEDIÇÃO DE RADIAÇÕES IONIZANTES

## Artigo 1.º

## Âmbito de aplicação

1. O presente Regulamento aplica-se aos instrumentos de medição de radiações ionizantes e aos dispositivos complementares associados para registar os resultados das medições, a utilizar nos termos da legislação aplicável.
2. Para efeitos do presente Regulamento, são consideradas as diferentes categorias de instrumentos de medição de radiação alfa, beta, gama, raios X e neutrões, para os seguintes fins:

- a) Radioterapia e outras aplicações;
- b) Braquiterapia;
- c) Medicina nuclear;
- d) Radiodiagnóstico;
- e) Proteção radiológica.

## Artigo 2.º

## Definições

Para além das definições adotadas no Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM), são ainda adotadas, para efeitos do presente Regulamento, as seguintes definições:

- a) **Calibrador de radionuclídeos:** instrumento para medição da atividade de uma amostra radioativa;
- b) **Câmara de ionização:** detetor de radiação ionizante que consiste numa câmara cheia com gás (ar) no qual um campo elétrico, insuficiente para produzir multiplicação iónica no gás, proporciona nos eletrodos a recolha de cargas associadas aos iões e aos eletrões produzidos pela radiação ionizante no volume de medição;
- c) **Característica de desempenho:** uma das grandezas utilizadas para definir o desempenho de um instrumento;
- d) **Coefficiente de calibração de uma câmara de ionização:** coeficiente que converte o valor indicado pelo sistema de medição, corrigido para as condições de referência, para o valor convencional na posição do ponto de referência da câmara de ionização;
- e) **Coefficiente de variação:** razão entre o desvio padrão da distribuição e o valor médio de uma série de  $n$  medições;
- f) **Débito de equivalente de dose ambiente,  $\dot{H}^*(10)$ :** quociente de  $dH^*(10)$  por  $dt$ , onde  $dH^*(10)$  é o incremento de equivalente de dose ambiente no intervalo de tempo  $dt$ . A unidade de débito de equivalente de dose ambiente é o sievert por segundo (Sv/s) ( $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ );
- g) **Débito de equivalente de dose direcional,  $\dot{H}^p(0,07, \Omega)$ :** quociente de  $dH^p(0,07, \Omega)$  por  $dt$ , onde  $dH^p(0,07, \Omega)$  é o incremento de equivalente de dose direcional no intervalo de tempo  $dt$ . A unidade de débito de equivalente de dose direcional é o sievert por segundo (Sv/s);
- h) **Débito de equivalente de dose individual,  $\dot{H}_p(d)$ :** quociente de  $dH_p(d)$  por  $dt$ , onde  $dH_p(d)$  é o incremento de equivalente de dose individual à profundidade ( $d$ ) em tecido mole no intervalo de tempo  $dt$ . A unidade de débito de equivalente de dose individual é o sievert por segundo (Sv/s) e ( $d$ ) corresponde à profundidade 0,07 mm ou 10 mm;
- i) **Débito de kerma no ar ( $\dot{K}$ ):** quociente de  $dK$  por  $dt$ , onde  $dK$  é o incremento de kerma no ar no intervalo de tempo  $dt$ . A unidade de débito de kerma no ar é o gray por segundo (Gy/s) onde  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ ;
- j) **Débito de kerma no ar de referência:** Débito de kerma no ar no espaço livre (no vácuo) devido aos fótons de energia superior a uma energia mínima, geralmente 5 keV, à distância de 1 m;
- k) **Débito de produto kerma-área ( $\dot{P}_{KA}$ ):** quociente de  $dK \cdot A$  por  $dt$ , onde  $dK \cdot A$  é o incremento do produto kerma-área no intervalo de tempo  $dt$ . A unidade de débito de produto kerma-área é o gray multiplicado por metro quadrado e dividido por segundo ( $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ );
- l) **Dose absorvida na água:** quociente de  $d\bar{\epsilon}$  por  $d\bar{m}$  onde  $d\bar{\epsilon}$  é a energia média cedida pela radiação ionizante à massa  $d\bar{m}$  de água. A unidade de dose absorvida na água é o gray (Gy);

- m) **Dosímetro**: equipamento para a medição de kerma no ar, dose absorvida na água ou os débitos correspondentes, em feixes de fótons como os usados na radioterapia ou em outras aplicações onde se utilizem feixes de radiação de elevada intensidade; ou equipamento para a medição de kerma no ar, produto kerma no ar e comprimento, produto kerma no ar e área ou os correspondentes débitos, no feixe de uma máquina de raios X como os utilizados em radiodiagnóstico;
- n) **Eficiência do instrumento** (monitores de contaminação superficial): de acordo com as condições especificadas pelo fabricante (área sensível do detetor, área sensível da fonte e distância entre a fonte e o detetor), a eficiência do detetor utilizado conjuntamente com o equipamento de medição e registo é a razão entre o número de partículas detetadas (por exemplo, contagens por unidade de tempo, corrigidas para o fundo radioativo) e o número de partículas do mesmo tipo, emitidas pela fonte de radiação no mesmo intervalo de tempo (débito de emissão superficial convencional verdadeira);
- o) **Equivalente de dose ambiente,  $H^*(10)$** : equivalente de dose num ponto no campo de radiação originado pelo respetivo campo expandido e alinhado na esfera da Comissão Internacional das Unidades e Medidas de Radiação (doravante ICRU) à profundidade de 10 mm, no raio, no sentido oposto à direção do campo alinhado. A unidade é o sievert (Sv);
- p) **Equivalente de dose direcional,  $H'(0,07, \Omega)$** : equivalente de dose num ponto no campo de radiação originado pelo respetivo campo expandido numa esfera ICRU à profundidade de 0,07 mm, no raio, numa direção específica  $\Omega$ . A unidade é o sievert (Sv);
- q) **Equivalente de dose individual,  $H_p(d)$** : equivalente de dose no tecido mole a uma profundidade ( $d$ ), correspondendo a 0,07 mm ou 10 mm, sobre um ponto específico do corpo humano. A unidade é o sievert (Sv);
- r) **Erro intrínseco relativo**: razão entre o erro intrínseco e o valor convencional verdadeiro;
- s) **Erro intrínseco**: desvio do valor medido (corrigido às condições de referência) ao valor convencional verdadeiro em condições de teste padrão;
- t) **Erro Máximo Admissível**: valor extremo do erro de medição, com respeito a um valor de referência conhecido, admitido por especificações ou regulamentos para uma dada medição, instrumento de medição ou sistema de medição.
- u) **Exatidão**: Grau de concordância entre o valor medido e o valor verdadeiro de uma mensuranda.
- v) **Fator de radionuclídeo**: fator, dependente do radionuclídeo em medição, pelo qual deve ser multiplicada a resposta do sistema de modo a obter o valor correto da atividade de uma amostra radioativa que foi colocada no calibrador de radionuclídeos;
- w) **Fator de calibração**: quociente do valor convencional verdadeiro de uma grandeza pelo valor indicado da mesma grandeza por um instrumento em teste.
- x) **Intensidade de kerma no ar**: produto de débito de kerma no ar em vácuo devido aos fótons de energia superior a uma energia mínima, geralmente 5 keV, e o quadrado da distância do ponto de calibração ao centro da fonte ao longo da mediatriz.
- y) **kerma no ar ( $K$ )**: quociente de  $dE_{tr}$  por  $dm$ , onde  $dE_{tr}$  é a soma das energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas libertadas numa massa de ar  $dm$  pelas partículas ionizantes não carregadas. A unidade de kerma no ar é o gray (Gy);
- z) **Limites de variação**: a variação máxima do desempenho de uma característica  $y$ . Se os limites de variação são descritos como  $\pm L\%$ , a variação  $\frac{\Delta y}{y}$ , expressa em percentagem, deve permanecer no intervalo de  $-L\%$  a  $+L\%$ ;
- aa) **Medicina nuclear**: utilização de fontes radioativas não seladas para fins terapêuticos, de diagnóstico ou investigação biomédica;
- bb) **Monitor de Proteção Radiológica**: instrumento para medição das grandezas operacionais da proteção radiológica, instrumento para medição das grandezas dosimétricas para fins de proteção radiológica e instrumento para medição da atividade por unidade de área para fins de avaliação de contaminações radioativas;
- cc) **Pico Prático de Tensão (PPT),  $\hat{U}$** : é definido como:

$$\hat{U} = \frac{\int_{U_{min}}^{U_{max}} p(U) \cdot w(U) \cdot U dU}{\int_{U_{min}}^{U_{max}} p(U) \cdot w(U) \cdot dU}$$

$$\text{com } \int_{U_{\min}}^{U_{\max}} p(U) \cdot dU = 1$$

onde  $p(U)$  é a função distribuição para a tensão elétrica  $U$  e  $w(U)$  é um fator de ponderação.  $U_{\max}$  e  $U_{\min}$  são os valores limite da tensão elétrica no intervalo. A unidade da grandeza Pico Prático de Tensão é o volt (V);

- dd) **Produto kerma no ar-área ( $P_{KA}$ ):** produto da área de uma secção eficaz de um feixe de radiação e o valor médio do kerma na secção considerada sendo ambas as grandezas medidas à mesma distância do foco da ampola de raios X. A unidade do produto kerma no ar-área é o gray multiplicado por metro quadrado ( $\text{Gy} \cdot \text{m}^2$ );
- ee) **Produto kerma no ar-comprimento ( $P_{KL}$ ):** integral indefinido do produto kerma no ar pelo comprimento elementar ao longo de uma reta que passe através da secção eficaz do varrimento dos raios X de um tomógrafo computadorizado. A unidade do produto kerma no ar-comprimento é o gray multiplicado por metro ( $\text{Gy} \cdot \text{m}$ );
- ff) **Proteção radiológica:** proteção das pessoas contra os efeitos nocivos da exposição às radiações ionizantes, assim como os meios para alcançar esse objetivo;
- gg) **Radiação ionizante:** transferência de energia sob a forma de partículas ou ondas eletromagnéticas com um comprimento de onda igual ou inferior a 100 nm ou uma frequência igual ou superior a  $3 \times 10^{15}$  Hz e capazes de produzir direta ou indiretamente iões;
- hh) **Radiodiagnóstico:** diagnóstico médico usando radiação ionizante;
- ii) **Radioterapia:** consiste na utilização de radiação ionizante para o tratamento de doenças, principalmente do foro oncológico; a radioterapia pode ser externa, em que é utilizada uma fonte de radiação externa ao corpo, ou interna, situação em que é introduzida no corpo, temporária ou permanentemente, uma fonte radioativa selada; a radioterapia interna é denominada braquiterapia;
- jj) **Resposta:** razão, em condições específicas, entre o valor da grandeza medido pelo equipamento e o valor convencional verdadeiro dessa grandeza;
- kk) **Repetibilidade:** quociente do desvio padrão obtido de medições sucessivas pelo valor médio medido pelo equipamento em teste;
- ll) **Valor Convencional Verdadeiro:** valor utilizado em vez do Valor Verdadeiro, em calibração ou na determinação do desempenho de um instrumento, uma vez que, na prática o Valor Verdadeiro é desconhecido. O Valor Convencional Verdadeiro é usualmente o valor determinado por um instrumento padrão com que o equipamento em teste é comparado;
- mm) **Valor Verdadeiro:** O valor de uma grandeza física a ser medida por um instrumento;
- nn) **Variação:** Diferença relativa,  $\frac{\Delta y}{y}$ , entre os valores de uma característica de desempenho  $y$ , quando uma grandeza de influência (ou um parâmetro do instrumento) toma sucessivamente dois valores específicos e as outras grandezas de influência se mantêm constantes aos valores de teste padrão.

### Artigo 3.º

#### Requisitos dos instrumentos

Os instrumentos de medição das radiações ionizantes devem cumprir os requisitos metrológicos e técnicos definidos nas seguintes normas IEC:

- a) No caso dos instrumentos dedicados à Radioterapia, a IEC 60731;
- b) No caso dos instrumentos dedicados à Braquiterapia, a IEC 62467;
- c) No caso dos instrumentos dedicados à Medicina Nuclear, a IEC 61145;
- d) No caso dos instrumentos dedicados ao Radiodiagnóstico, a IEC 61676 e a IEC 60580;
- e) No caso dos instrumentos dedicados à Proteção Radiológica, a IEC 61674, a IEC 60325, a IEC 60532, a IEC 60846, a IEC 61005, a IEC 61098 e a IEC 61526.

### Artigo 4.º

#### Controlo metrológico

1. O controlo metrológico dos instrumentos de medição de radiações ionizantes compreende as operações de primeira verificação, de verificação periódica, de verificação extraordinária.
2. A primeira verificação é efetuada antes da colocação do equipamento em serviço e após a sua reparação, sendo que nestes casos se dispensa a verificação periódica nesse ano.

3. A verificação periódica dos instrumentos de medição de radiações ionizantes é bienal.
4. A verificação extraordinária dos instrumentos de medição de radiações ionizantes compreende os ensaios da verificação periódica.
5. O controlo metrológico é da competência do Instituto Português da Qualidade, I. P. (IPQ), podendo ser delegado nos termos da alínea c) do n.º 1 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de setembro.

#### Artigo 5.º

##### **Erros máximos admissíveis**

Os valores dos erros máximos admissíveis aplicados aos ensaios realizados no âmbito das operações de controlo metrológico referidas no artigo 4.º constam do Anexo n.º 1 ao presente Regulamento, que dele faz parte integrante.

#### Artigo 6.º

##### **Inscrições e Marcações**

1. Os instrumentos de medição de radiações ionizantes devem apresentar, de forma visível e legível, as indicações seguintes, inscritas em local a definir para cada modelo:

- a) Tipo de instrumento e classe/categoria;
- b) Marca;
- c) Modelo;
- d) Número de série;
- e) Nome do fabricante ou do importador;
- f) Intervalo de medição;
- g) Resolução do dispositivo afixador.

2. Para além das indicações referidas no número anterior devem, ainda, apresentar os selos de marcação correspondentes à última verificação metrológica efetuada.

#### Artigo 7.º

##### **Disposição transitória**

Os instrumentos de medição de radiações ionizantes em serviço até à data da publicação do presente Regulamento, podem permanecer em utilização enquanto estiverem em bom estado de conservação e para os quais os ensaios de controlo metrológico não excedam os erros máximos admissíveis previstos no artigo 5.º

#### Artigo 8.º

##### **Disposição final**

Aos instrumentos de medição de radiações ionizantes abrangidos pelo presente regulamento aplicam-se, após colocação em serviço, as disposições do Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de setembro e da Portaria n.º 962/90, de 9 de outubro, em tudo o que não contrarie o disposto no Decreto-Lei n.º 145/2009, de 17 de junho.

#### ANEXO N.º 1

(a que se refere o artigo 5.º do Regulamento do Controlo Metrológico dos Instrumentos de Medição de Radiações Ionizantes)

### **DEFINIÇÃO DA CATEGORIA E CLASSE DO INSTRUMENTO**

#### CAPÍTULO 1

##### **RADIOTERAPIA E OUTRAS APLICAÇÕES**

De acordo com a norma IEC 60731, os dosímetros de radioterapia ou dosímetros similares mas cuja aplicação seja outra, são classificados em classe de referência e classe de rotina. A avaliação da sua conformidade metrológica

consiste na determinação da característica de desempenho, designada por *repetibilidade da medição*, obtida através da calibração do dosímetro.

Os Erros Máximos Admissíveis (EMA) a que esta característica de desempenho deve obedecer são os descritos na Tabela n.º 1.

TABELA N.º 1

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho, *repetibilidade de medição*

Tipo	Característica de desempenho	Classe	EMA
Dosímetro	Repetibilidade	Referência	$\pm 0,25 \%$
		Rotina	$\pm 0,5 \%$

## CAPÍTULO 2

**BRAQUITERAPIA**

As características das câmaras de ionização, tipo poço, usadas para a determinação das grandezas utilizadas em braquiterapia, intensidade de kerma no ar, dose absorvida na água ou débito de kerma no ar de referência, em campos de radiação beta ou gama, são definidas na norma IEC 62467-1.

A avaliação da sua conformidade metrológica consiste na determinação da característica de desempenho designada por *repetibilidade*, determinada pelo *coeficiente de variação*, obtido através da calibração para a fonte radioativa em teste. Os Erros Máximos Admissíveis a que esta característica de desempenho deve obedecer são os descritos na Tabela n.º 2.

TABELA N.º 2

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho, *coeficiente de variação*

Grandeza	Característica de desempenho	EMA
Intensidade de kerma no ar, dose absorvida na água ou débito de kerma no ar de referência	Coeficiente de variação	$\pm 1 \%$

## CAPÍTULO 3

**MEDICINA NUCLEAR**

De acordo com a norma IEC 61145, os instrumentos de medição da atividade de uma amostra radioativa, com aplicação em Medicina Nuclear, são constituídos por câmaras de ionização. A aplicação da norma contempla os casos em que essas câmaras de ionização são do tipo poço.

A avaliação da sua conformidade metrológica, que neste caso específico será realizada através da determinação das características de desempenho, designadas por *exatidão* e *reprodutibilidade* é obtida através da calibração para cada um dos radionuclídeos em teste.

Os Erros Máximos Admissíveis a que estas características de desempenho devem obedecer são os descritos na Tabela n.º 3.

TABELA N.º 3

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho, *exatidão e reprodutibilidade*

Grandeza	Característica de desempenho	EMA
Atividade	Exatidão	$\pm 10 \%$
	Reprodutibilidade	$\pm 5 \%$

CAPÍTULO 4  
RADIODIAGNÓSTICO

De acordo com as normas IEC 60580 e IEC 61674, a verificação metrológica de dosímetros com aplicação em radiodiagnóstico compreende a determinação das características de desempenho designadas por *resposta*, *erro intrínseco relativo* e *coeficiente de variação*.

De acordo com a norma IEC 61676, para instrumentos utilizados em medições não invasivas da tensão da ampola de raios X, a grandeza a ser medida é o *pico prático de tensão*.

Os Erros Máximos Admissíveis a que estas características de desempenho devem obedecer são os descritos nas Tabelas n.º 4, n.º 5 e n.º 6.

TABELA N.º 4

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho, *resposta*

Grandeza	Intervalo de medição	EMA
kerma no ar, $K$ Débito de kerma no ar, $\dot{K}$ Produto kerma no ar-comprimento, $P_{KL}$	Todo o intervalo de medição	$\frac{R_{max} - R_{min}}{R_{max} + R_{min}} \leq 0,02$
$R_{max}$ – Resposta máxima em todo o intervalo de medição da grandeza débito de kerma no ar		
$R_{min}$ – Resposta mínima em todo o intervalo de medição da grandeza débito de kerma no ar		

TABELA N.º 5

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho, *erro intrínseco relativo*

Grandeza	Intervalo de medição	EMA
Produto kerma no ar-área, $P_{KA}$	$P_{KA} < 10,0 \mu\text{Gy} \times \text{m}^2$	$\pm (10 \% + 1 \text{ dígito})$
	$P_{KA} \geq 10,0 \mu\text{Gy} \times \text{m}^2$	$\pm 10 \%$
Débito de produto kerma no ar-área, $\dot{P}_{KA}$	$\dot{P}_{KA} < 1,0 \mu\text{Gy} \times (\text{m}^2/\text{s})$	$\pm (10 \% + 1 \text{ dígito})$
	$\dot{P}_{KA} \geq 1,0 \mu\text{Gy} \times (\text{m}^2/\text{s})$	$\pm 10 \%$
Pico Prático de Tensão		
Instrumentos utilizados em medições não invasivas de tensão em tubos de raio-X	$< 50 \text{ kV}$	$\pm 1 \text{ kV}$
	$> 50 \text{ kV}$	$\pm 2 \%$

TABELA N.º 6

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho, *coeficiente de variação*

Grandeza	Intervalo de medição	EMA
Kerma no ar, $K$		
Feixes não atenuados	$K < 1000 \mu\text{Gy}$	$\pm (0,1667 \times (16 - 0,01 K)) \%$
	$K \geq 1000 \mu\text{Gy}$	$\pm 1 \%$
Feixes atenuados	$K < 10 \mu\text{Gy}$	$\pm (0,1667 \times (16 - K)) \%$
	$K \geq 10 \mu\text{Gy}$	$\pm 1 \%$

Grandeza	Intervalo de medição	EMA
Débito de kerma no ar, $\dot{K}$		
Feixes não atenuados	$\dot{K} < 100 \mu\text{Gy/s}$	$\pm (1,11 \times (4,7 - 0,02 \times \dot{K}))\%$
	$\dot{K} \geq 100 \mu\text{Gy/s}$	$\pm 3\%$
Feixes atenuados	$\dot{K} < 1 \mu\text{Gy/s}$	$\pm (1,11 \times (4,7 - 2 \times \dot{K}))\%$
	$\dot{K} \geq 1 \mu\text{Gy/s}$	$\pm 3\%$
Produto kerma no ar-comprimento, $P_{KL}$		
Feixes não atenuados	Especificação do fabricante	$\pm 1\%$
Feixes atenuados		
Produto kerma no ar-área, $P_{KA}$		
	$P_{KA} < 10,0 \mu\text{Gy} \times \text{m}^2$	$\pm 5\%$
	$P_{KA} \geq 10,0 \mu\text{Gy} \times \text{m}^2$	$\pm 2\%$
Débito de produto kerma no ar-área, $\dot{P}_{KA}$		
	$\dot{P}_{KA} < 1,0 \mu\text{Gy} \times (\text{m}^2/\text{s})$	$\pm 5\%$
	$\dot{P}_{KA} \geq 1,0 \mu\text{Gy} \times (\text{m}^2/\text{s})$	$\pm 2\%$

## CAPÍTULO 5

### PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

De acordo com as normas IEC 61526, IEC 60846, IEC 60532, IEC61005, IEC 60325 e IEC 61098, a verificação metrológica de instrumentos com aplicação em proteção radiológica compreende a determinação das características de desempenho, designadas por *resposta*, *coeficiente de variação*, *exatidão*, *erro intrínseco relativo* e *eficiência*.

Assim, consoante os casos, na verificação metrológica de instrumentos de proteção radiológica, a característica de desempenho avaliada é:

- Nos monitores individuais de leitura direta, a *resposta*, o *coeficiente de variação*, a *sobrecarga* e a *exatidão* do alarme;
- Nos monitores portáteis de área, a *resposta*, o *coeficiente de variação*, a *sobrecarga* e a *exatidão* do alarme;
- Nos monitores fixos de área, a *resposta*, o *coeficiente de variação* e a *exatidão* do alarme;
- Nos monitores portáteis de área para neutrões, o *erro intrínseco relativo* e o *coeficiente de variação*;
- Nos monitores portáteis de contaminação, a *resposta* e o *coeficiente de variação*;
- Nos monitores fixos de contaminação de pés e mãos, a *resposta*.

As características de desempenho e os Erros Máximos Admissíveis estão estabelecidos nas Tabelas n.º 7 até à n.º 18, inclusive.

TABELA N.º 7

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta relativa* e *coeficiente de variação*:

Monitores individuais de leitura direta da grandeza equivalente de dose individual  $H_p(10)$  para radiação X e gama e  $H_p(0,07)$  para radiação X, gama e beta e respetivos débitos

Grandeza	Intervalo de variação da grandeza		EMA	
	$H_p(0,07)$	$H_p(10)$	$H_p(0,07)$	$H_p(10)$
Resposta relativa:				
Equivalente de dose individual	1 mSv a 10 Sv	100 $\mu\text{Sv}$ a 1 Sv	(-17 a + 25) %	
Débito de equivalente de dose individual	5 $\mu\text{Sv/h}$ a 1 Sv/h	0,5 $\mu\text{Sv/h}$ a 1 Sv/h		



Grandeza	Intervalo de variação da grandeza		EMA	
	$H_p(0,07)$	$H_p(10)$	$H_p(0,07)$	$H_p(10)$
Coeficiente de Variação:				
Equivalente de dose individual	$H_0 \leq H < 11 H_0$		$\pm (16 - H / (H_0)) \%$	
	$H \geq 11 H_0$		$\pm 5 \%$	
Débito de equivalente de dose individual	$\dot{H} < 100 \mu\text{Sv/h}$	$\dot{H} < 10 \mu\text{Sv/h}$	$\pm 20 \%$	
	$100 \mu\text{Sv/h} \leq \dot{H} < 600 \mu\text{Sv/h}$	$10 \mu\text{Sv/h} \leq \dot{H} < 60 \mu\text{Sv/h}$	$\pm (21 - \dot{H} / (100 \mu\text{Sv/h})) \%$	$\pm (21 - \dot{H} / (10 \mu\text{Sv/h})) \%$
	$\dot{H} \geq 600 \mu\text{Sv/h}$	$\dot{H} \geq 60 \mu\text{Sv/h}$	$\pm 15 \%$	
<p><math>H_0</math> – Valor mínimo de equivalente de dose individual em todo o intervalo de medição</p> <p><math>H</math> – Valor convencional verdadeiro de equivalente de dose individual</p> <p><math>\dot{H}</math> – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose individual</p>				

TABELA N.º 8

Sobrecarga e exatidão do alarme dos monitores individuais de leitura direta da grandeza equivalente de dose individual  $H_p(10)$  para radiação X e gama e  $H_p(0,07)$  para radiação X, gama e beta e respetivos débitos

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza
Sobrecarga (Indicação de sobrecarga para valores elevados)	10 vezes o máximo da escala para débitos de dose inferiores a 10 Sv/h
Exatidão do alarme:	
Equivalente de dose individual	$0,87 (1 - U_{rel}) \leq \frac{H_a}{H_{a,c}} \leq 1,18 (1 + U_{rel})$
Débito de equivalente de dose individual	$\dot{H} \leq (1 - 2 \times v_{max}) \times \dot{H}_a$ Alarme ativo não mais do que 5 % do tempo de ensaio
	$\dot{H} \geq (1 + 2 \times v_{max}) \times \dot{H}_a$ Alarme ativo pelo menos 95 % do tempo de ensaio
<p><math>H_a</math> – Valor de equivalente de dose individual definido para alarme</p> <p><math>\dot{H}_a</math> – Valor de débito de equivalente de dose individual definido para alarme</p> <p><math>H_{a,c}</math> – Valor convencional verdadeiro de equivalente de dose individual que aciona o alarme</p> <p><math>U_{rel}</math> – Incerteza relativa expandida (<math>k = 2</math>)</p> <p><math>\dot{H}</math> – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose individual</p> <p><math>v_{max}</math> – Valor máximo permitido para o coeficiente de variação do valor de débito de equivalente de dose individual definido para alarme</p>	

TABELA N.º 9

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta relativa e coeficiente de variação*. Monitores individuais de leitura direta da grandeza equivalente de dose individual  $H_p(10)$  para neutrões e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Resposta relativa:		
Equivalente de dose individual	100 $\mu$ Sv a 1 Sv	(-17 a + 25) %
Débito de equivalente de dose individual	5 $\mu$ Sv/h a 1 Sv/h	
Coeficiente de variação:		
Equivalente de dose individual	Todo o intervalo de medição	34,4 %
Débito de equivalente de dose individual para as funções de alarme	Todo o intervalo de medição	34,4 %
$H_0$ – Valor mínimo de equivalente de dose individual em todo o intervalo de medição $H$ – Valor convencional de equivalente de dose individual $\dot{H}$ – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose individual		

TABELA N.º 10

Sobrecarga e exatidão dos monitores individuais de leitura direta da grandeza equivalente de dose individual  $H_p(10)$  para neutrões e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza
Sobrecarga (Indicação de sobrecarga para valores elevados)	10 vezes o máximo da escala em teste
Exatidão do alarme:	
Equivalente de dose individual	$0,8 (1 - U_{rel}) \leq \frac{H_a}{H_{a,c}} \leq 1,2 (1 + U_{rel})$
Débito de equivalente de dose individual	
$\dot{H}$ – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose individual $H_a$ – Valor de equivalente de dose individual definido para alarme $\dot{H}_a$ – Valor de débito de equivalente de dose individual definido para alarme $H_{a,c}$ – Valor convencional verdadeiro de equivalente de dose individual que aciona o alarme $U_{rel}$ – Incerteza relativa expandida ( $k = 2$ ) $v_{max}$ – Valor máximo permitido para o coeficiente de variação do valor de débito de equivalente de dose individual definido para alarme	

TABELA N.º 11

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta relativa e coeficiente de variação*.  
Monitores portáteis de área da grandeza equivalente de dose ambiente,  $H^*(10)$  para radiação X, gama e beta e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Resposta relativa:		
Equivalente de dose ambiente e débito de equivalente de dose ambiente	Três ordens de grandeza incluindo 100 $\mu\text{Sv/h}$ e 100 $\mu\text{Sv}$	(-15 a + 22) %
Coeficiente de Variação:		
Equivalente de dose ambiente	$H = H_0$	$\pm 15 \%$
	$H_0 \leq H < 11 H_0$	$\pm (16 - H/H_0) \%$
	$H \geq 11 H_0$	$\pm 5 \%$
Débito de equivalente de dose ambiente	$\dot{H} < \dot{H}_0$	$\pm 15 \%$
	$\dot{H}_0 \leq \dot{H} < 11\dot{H}_0$	$\pm (16 - \dot{H}/\dot{H}_0) \%$
	$\dot{H} \geq 11\dot{H}_0$	$\pm 5 \%$
$H$ – Valor convencional verdadeiro de equivalente de dose ambiente $\dot{H}$ – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose ambiente $H_0$ – Valor mínimo de equivalente de dose ambiente em todo o intervalo de medição $\dot{H}_0$ – Valor mínimo de débito de equivalente de dose ambiente		

TABELA N.º 12

Sobrecarga e exatidão dos monitores portáteis de área para a grandeza equivalente de dose ambiente,  $H^*(10)$  para a radiação X, gama e beta e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza
Sobrecarga (Indicação de sobrecarga para valores elevados)	100 vezes o valor máximo da escala para todas as escalas até ao valor máximo de 0,1 Sv/h (inclusive) 10 vezes o valor máximo da escala ou 10 Sv/h (o maior valor entre eles) para as escalas com valores máximos de 0,1 Sv/h a 5 Sv/h (inclusive) 2 vezes o valor máximo para as escalas superiores a 5 Sv/h
Exatidão do alarme:	
Equivalente de dose ambiente	Sem ativação de alarme quando a dose é $0,8H_a$ Com ativação de alarme quando a dose é $1,2H_a$
Débito de equivalente de dose ambiente	Com um débito de equivalente de dose de $0,8\dot{H}_a$ , durante 10 min, o alarme não deve ser ativado mais de 10 % do tempo de duração do ensaio Com um débito de equivalente de dose de $1,2\dot{H}_a$ , durante 10 min, o alarme deve estar ativado mais de 90 % do tempo de duração do ensaio
$H_a$ – Valor de equivalente de dose ambiente definido para alarme $\dot{H}_a$ – Valor débito de equivalente de dose ambiente definido para alarme	

TABELA N.º 13

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta relativa e coeficiente de variação*. Monitores portáteis de área da grandeza equivalente de dose direcional,  $H'(0,07, \Omega)$  para a radiação X, gama e beta e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Resposta relativa:		
Equivalente de dose direcional e débito de equivalente de dose direcional	Três ordens de grandeza incluindo 100 $\mu$ Sv/h e 100 $\mu$ Sv	(-15 a + 22) %
Coeficiente de variação:		
Equivalente de dose direcional	$H = H_0$	$\pm 15 \%$
	$H_0 \leq H < 11 H_0$	$\pm (16 - H / H_0) \%$
	$H \geq 11 H_0$	$\pm 5 \%$
Débito de equivalente de dose direcional	$\dot{H} = \dot{H}_0$	$\pm 15 \%$
	$\dot{H}_0 \leq \dot{H} < 11 \dot{H}_0$	$\pm (16 - \dot{H} / \dot{H}_0) \%$
	$\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	$\pm 5 \%$
<p><math>H</math> – Valor convencional verdadeiro de equivalente de dose direcional  <math>\dot{H}</math> – Valor convencional verdadeiro de débito de equivalente de dose direcional  <math>H_0</math> – Valor mínimo de equivalente de dose direcional em todo o intervalo de medição  <math>\dot{H}_0</math> – Valor mínimo da escala de débito de equivalente de dose direcional</p>		

TABELA N.º 14

Sobrecarga e exatidão dos monitores portáteis de área para a grandeza equivalente dose direcional,  $H'(0,07, \Omega)$  para a radiação X, gama e beta e respetivo débito

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza
Sobrecarga (Indicação de sobrecarga para valores elevados)	100 vezes o valor máximo da escala para todas as escalas até ao valor máximo de 0,1 Sv/h 10 vezes o valor máximo da escala ou 10 Sv/h (o maior valor entre eles) para as escalas com valores máximos de 0,1 Sv/h a 5 Sv/h 2 vezes o valor máximo para as escalas superiores a 5 Sv/h
Exatidão do alarme:	
Equivalente de dose ambiente	Sem ativação de alarme quando a dose é $0,8H_a$ Com ativação de alarme quando a dose é $1,2H_a$
Débito de equivalente de dose ambiente	Com um débito de equivalente de dose de $0,8\dot{H}_a$ , durante 10 min, o alarme não deve ser ativado mais de 10 % do tempo de duração do ensaio Com um débito de equivalente de dose de $1,2\dot{H}_a$ , durante 10 min, o alarme deve estar ativado mais de 90 % do tempo de duração do ensaio
<p><math>H_a</math> – Valor de equivalente de dose direcional definido para alarme  <math>\dot{H}_a</math> – Valor de débito de equivalente de dose direcional definido para alarme</p>	

TABELA N.º 15

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta relativa, coeficiente de variação e exatidão* do alarme. Monitores fixos de área da grandeza equivalente de dose ambiente,  $H^*(10)$  para a radiação X e gama

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Resposta relativa:		
Equivalente de dose ambiente	Intervalo efetivo de medida	$\pm 30 \%$
Coeficiente de variação:		
Débito de equivalente de dose ambiente	Menor escala	$< 20 \%$
	Outras escalas	$< 10 \%$
Exatidão do alarme:		
Equivalente de dose ambiente	Menor e maior valor de alarme	Sem ativação de alarme quando o equivalente de dose ambiente é $0,9H_a$ Com ativação imediata de alarme quando o equivalente de dose ambiente é $2H_a$
$H_a$ – Valor de equivalente de dose ambiente definido para alarme		

TABELA N.º 16

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho, *erro intrínseco relativo e coeficiente de variação*: Monitores portáteis de área da grandeza equivalente de dose ambiente,  $H^*(10)$  para neutrões

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Erro intrínseco relativo:		
Equivalente de dose ambiente	Equipamento com escala linear: um ponto por cada escala, entre 50 % a 75 % do valor máximo da escala	$\pm 20 \%$
	Equipamento com escala logarítmica ou digital: um ponto por cada década	
Coeficiente de variação:		
Equivalente de dose ambiente	Entre $1/3$ e $1/2$ do máximo valor da menor escala (linear) ou década (escala logarítmica ou visor digital)	$< 20 \%$

TABELA N.º 17

Erros Máximos Admissíveis das características de desempenho *resposta e coeficiente de variação*: Monitores portáteis de contaminação da grandeza débito de emissão por unidade de superfície para a radiação alfa e beta

Característica de desempenho	Intervalo de variação da grandeza	EMA
Eficiência	Valor especificado pelo fabricante	$\pm 25 \%$
Coeficiente de variação	Radionuclídeos em teste	$< 20 \%$

TABELA N.º 18

Erros Máximos Admissíveis da característica de desempenho *variação da resposta*: Monitores fixos de contaminação de pés e mãos. Radiação alfa, beta e gama

<b>Característica de desempenho</b>	<b>Intervalo de variação da grandeza</b>	<b>EMA</b>
Varição da resposta com a posição da fonte	Valor especificado pelo fabricante	$\leq$ fator de 2

111608307