



Departamento de Emergências e Proteção Radiológica  
Divisão de Autorização e Segurança Nuclear

## **Orientação DEPR\_DAN\_06**

Requisitos técnicos para a prestação de serviços de dosimetria individual e  
de área

## FICHA TÉCNICA

**Referência:** DEPR\_DAN\_O6

**Título:** Requisitos técnicos para a prestação de serviços de dosimetria individual e de área

**Autor:** Agência Portuguesa do Ambiente

Rua da Murgueira, 9 - Zambujal – Alfragide, 2610-124 Amadora

[www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)

**Coordenação:** Departamento de Emergências e Proteção Radiológica | Divisão de Autorização e Segurança Nuclear

**Revisão:** 0

**Documento de aprovação:** I004762-202503-DEPR.DAN

**Data de publicação:** 24-03-2025

**Resumo:** O presente documento sumariza o conjunto de requisitos de técnicos para os prestadores de serviços de dosimetria da radiação externa, individual e de área. Este documento tem como principais referências o Decreto-Lei nº 108/2018 na sua redação atual e a norma internacional IEC 62387:2020. Os aspetos abordados neste documento dividem-se entre os critérios de aceitabilidade do sistema de medida e as orientações referentes aos prazos e elementos necessários para comunicação dos valores de dose medidos.

**Summary:** This document summarises the technical requirements for providers of external radiation dosimetry services, both individual and area. The main references for this document are Decree-Law No. 108/2018 in its current wording and the international standard IEC 62387:2020. The aspects covered in this document are divided between the criteria for the acceptability of the measurement system and the guidelines regarding the deadlines and elements necessary for reporting the measured dose values.

### NOTA PRÉVIA

O quadro legal nacional em matéria de proteção radiológica encontra-se estabelecido no Decreto-Lei nº 108/2018, na sua redação atual, tendo sido estruturado de forma a ser complementado com regulamentação específica, a emitir pela autoridade competente, Agência Portuguesa do Ambiente.

O quadro seguinte sumariza a sequência hierárquica desta regulamentação e a sua relação com a legislação de base:

<b>LEGISLAÇÃO</b>	Decretos-lei	Emitido pelo Governo	Cumprimento obrigatório, sujeito a contraordenações
	Portarias e despachos	Emitidos pelo Governo, conforme especificado em lei ou decreto-lei	Cumprimento obrigatório, sujeito a contraordenações
<b>REGULAMENTAÇÃO</b>	Regulamentos	Emitido pela Autoridade Competente	Especificação da forma de cumprimento dos requisitos específicos previstos na legislação
	Orientações	Emitido pela Autoridade Competente	Informação e interpretação sobre a forma de cumprimento dos requisitos específicos previstos na legislação

# 1. Âmbito

1. A presente Orientação aplica-se aos prestadores de serviços de dosimetria da radiação externa, individual e de área, complementando os requisitos constantes do Decreto-Lei nº 108/2018 na sua redação atual.

# 2. Conteúdo

1. Âmbito.....	4
2. Conteúdo.....	4
3. Enquadramento.....	5
4. Definições.....	5
5. Grandezas operacionais .....	6
6. Reconhecimento de prestadores de serviços de dosimetria.....	7
7. Condições técnicas para irradiação de dosímetros.....	7
7.1. Fantasmas para irradiação .....	7
7.2. Geometria de irradiação .....	7
7.3. Campos de radiação de referência .....	7
8. Requisitos técnicos.....	8
8.1. Desvio ao valor convencionado verdadeiro.....	8
8.2. Exercícios de intercomparação laboratorial .....	8
8.3. Situações excecionais.....	8
8.4. Características do sistema de medida.....	9
9. Comunicação e conservação de resultados .....	9
9.1. Conservação dos resultados .....	9
9.2. Comunicação dos resultados .....	9
9.2.1. Comunicação de doses altas.....	10
9.2.2. Leitura extraordinária de dosímetro.....	10
10. Execução da dosimetria .....	10
10.1. Utilização de dosímetros de corpo inteiro.....	10
10.2. Utilização de dosímetros de extremidades.....	11
10.3. Utilização de dosímetros em campos heterogêneos.....	11
10.3.1. Utilização de anteparo de proteção .....	11
11. Referências.....	12

### 3. Enquadramento

2. Sem prejuízo das disposições constantes do Decreto-Lei nº 108/2018, na sua redação atual, as empresas prestadoras de serviços de proteção radiológica deverão assegurar, de acordo com o artigo 168.º do mesmo diploma, o cumprimento dos requisitos técnicos aprovados pela autoridade competente.
3. Esta Orientação destina-se a definir os requisitos técnicos para a prestação da valência descrita na alínea c) do n.º 2 do artigo 163.º do Decreto-Lei nº 108/2018, dosimetria individual e de área.
4. Os requisitos complementares para o registo e comunicação dos resultados ao Registo Central de Doses, sem prejuízo do disposto no artigo 75.º do Decreto-Lei nº 108/2018, encontram-se estabelecidos na orientação DAN\_O9.

### 4. Definições

5. Dose efetiva  $E$  - a soma das doses equivalentes ponderadas em todos os tecidos e órgãos do corpo e resultantes de exposição interna e externa, de acordo com a equação definida no Decreto-Lei nº 108/2018.
6. Dose efetiva comprometida  $E(\tau)$  - a soma das doses equivalentes comprometidas nos diversos tecidos ou órgãos  $H(\tau)$  na sequência de uma incorporação, sendo cada uma delas multiplicada pelo fator de ponderação tecidular adequado, de acordo com a equação definida no Decreto-Lei nº 108/2018.
7. Dose equivalente  $H_T$  - a dose absorvida no tecido ou órgão  $T$ , ponderada em função do tipo e qualidade da radiação, de acordo com a equação definida no Decreto-Lei nº 108/2018.
8. Dose equivalente comprometida  $H_T(\tau)$  - integral, em função do tempo do débito de dose equivalente (no tecido ou órgão  $T$ ) que é recebida por um indivíduo em resultado de uma incorporação, de acordo com a equação definida no Decreto-Lei nº 108/2018.
9. Equivalente de dose ambiente  $H^*(d)$  — equivalente de dose num ponto de um campo de radiação que seria produzido pelo campo expandido e alinhado correspondente na esfera ICRU a uma profundidade  $d$  no raio oposto ao sentido do campo alinhado. A designação específica da unidade de equivalente de dose ambiente é o Sievert (Sv).
10. Equivalente de dose direcional  $H'(d, \Omega)$  — equivalente de dose num ponto de um campo de radiação que seria produzido pelo campo expandido correspondente na esfera ICRU a uma profundidade  $d$  num raio numa direção específica  $\Omega$ . A designação específica da unidade de equivalente de dose direcional é o Sievert (Sv).
11. Equivalente de dose individual  $H_p(d)$ : o equivalente de dose em tecidos moles, a uma profundidade  $d$ , abaixo de um ponto específico do corpo. A designação específica da unidade de equivalente de dose individual é o Sievert (Sv).
12. Esfera ICRU: corpo criado pela Comissão Internacional das Unidades e Medidas de Radiação (ICRU) para representar o corpo humano no que diz respeito à absorção de energia das radiações ionizantes e que consiste numa esfera de um material equivalente a tecido, com 30 cm de diâmetro, uma densidade de  $1\text{ g cm}^{-3}$  e uma massa composta por 76,2 % de oxigénio, 11,1 % de carbono, 10,1 % de hidrogénio e 2,6 % de azoto.

13. Campo expandido e alinhado: um campo de radiação cuja fluência e respectivas distribuições direcional e energética são iguais às do campo expandido, mas de fluência unidirecional.
14. Campo expandido: um campo derivado do campo real cuja fluência e respectivas distribuições direcional e energética têm os mesmos valores através do volume considerado que no campo real no ponto de referência.
15. Fading: diferença relativa entre o valor medido e o valor de referência em função do lapso de tempo entre a irradiação e a avaliação, em percentagem do valor de referência (%/mês).
16. Fluência  $\phi$  — num ponto do campo é o quociente  $dN$  por  $da$ , em que  $dN$  é o número de partículas que penetra numa esfera centrada nesse ponto, de secção  $da$ :

$$\phi = \frac{dN}{da}$$

17. Kerma: num ponto da matéria, é a soma das energias cinéticas das partículas ionizantes carregadas libertadas pelas partículas ionizantes não carregadas, por unidade de massa da matéria (*Kinetic energy released in material*) (J/Kg, Gy).

## 5. Grandezas operacionais

18. As grandezas operacionais para determinação da exposição a radiação externa, utilizadas em monitorização individual e de área, para fins de proteção contra radiações são:
  - a. Monitorização individual: equivalente de dose individual  $H_p(d)$ , onde  $d$  corresponde à profundidade em milímetros no corpo;
  - b. Monitorização de área: Equivalente de dose ambiente  $H^*(d)$  e equivalente de dose direcional  $H(d, \Omega)$ , onde  $d$  corresponde à profundidade em milímetros abaixo da superfície da esfera ICRU no ponto A e  $\Omega$  corresponde ao ângulo de incidência;
  - c. Recomendam-se, para uma radiação fortemente penetrante, uma profundidade de 10 mm e, para uma radiação fracamente penetrante, uma profundidade de 0,07 mm para a pele e de 3 mm para o cristalino.
19. As grandezas operacionais utilizadas na dosimetria individual são deduzidas, mediante recurso aos coeficientes de conversão adequados e definidos nas publicações ICRP 74, ISO 4037-3 e ISO 8529-3, a partir das seguintes grandezas de medida:
  - d. Kerma no ar ( $K_a$ ) para os fotões;
  - e. Dose absorvida no ar ( $D_a$ ) ou fluência ( $\phi$ ) para eletrões;
  - f. Fluência ( $\phi$ ) para neutrões.

## 6. Reconhecimento de prestadores de serviços de dosimetria

20. O reconhecimento da valência de dosimetria individual e de área é concedido à entidade que, para além de obedecer aos requisitos gerais, satisfaça os seguintes requisitos específicos:
- g. O responsável técnico do serviço de dosimetria, para além de satisfazer os requisitos gerais, previstos no artigo 169.º do Decreto-Lei nº 108/2018, deve possuir, preferencialmente, seis meses de experiência na técnica de medida, a comprovar com o envio de declaração da entidade patronal. Devem ainda ser cumpridos os requisitos de pessoal dispostos na norma ISO 17025:2018;
  - h. O sistema de dosimetria deve obedecer aos critérios técnicos definidos na secção 8 desta orientação.

## 7. Condições técnicas para irradiação de dosímetros

### 7.1. Fantasmas para irradiação

21. O fantoma de irradiação para a dosimetria individual de corpo inteiro consiste num recipiente de polimetilmetacrilato (PMMA) em forma de paralelepípedo de dimensões 30 cm x 30 cm x 15 cm. A espessura da parede é de 2,5 mm para a face central e 10 mm para as outras faces. O recipiente deve estar cheio de água.
22. O fantoma de irradiação para dosimetria de extremidades consiste num tubo em PMMA de diâmetro de 19 mm e com comprimento de 300 mm;

### 7.2. Geometria de irradiação

23. Geometria de irradiação para fótons e neutrões: o campo de irradiação deve ser centrado no fantoma e perpendicular à sua face de entrada. O ponto de referência é o centro de medida do dosímetro. A distância entre a fonte e o fantoma deve ser de pelo menos 2 m. O campo de radiação deve cobrir completamente o fantoma.
24. Geometria de irradiação para radiação beta: o campo de irradiação deve ser centrado no fantoma e perpendicular à sua face de entrada. O ponto de referência é o centro de medida do dosímetro. A distância entre a fonte e o fantoma deve ser de pelo menos 20 cm e no máximo 50 cm. O campo de radiação deve cobrir completamente o fantoma.

### 7.3. Campos de radiação de referência

25. Os campos de radiação de referência devem corresponder ao definido nas normas ISO 4037 (feixes de fótons), ISO 8529-3 (feixes de neutrões) e ISO 6980 (feixes de radiação beta).
26. A irradiação de dosímetros em condições de referência, para efeitos de calibração dos sistemas de medida, deverá obedecer aos critérios definidos anteriormente nesta secção do documento, para uma dose situada entre 2mSv e 10 mSv, e para os campos de irradiação:

- a. Para fótons: fonte de cézio-137;
- b. Para elétrons: fonte de estrôncio-90/ítrio-90;
- c. Para neutrões: fonte de amerício-241/berílio-241.

## 8. Requisitos técnicos

### 8.1. Desvio ao valor convencional verdadeiro

27. O desvio  $R$  do valor da dose determinado nas condições de rotina,  $H_m$ , relativamente ao valor de referência,  $H_t$ , da grandeza operacional deve situar-se, para os fótons, nos limites fixados pelas curvas trompeta definidas na norma ISO 14146:2024. Deste modo, para fótons com energia média superior a 10 keV e para betas com energia superior 0,2 MeV, o valor de  $R$  deverá situar-se dentro dos limites definidos pela seguinte equação:

$$0,71 \cdot \left( 1 - \frac{2 \cdot \frac{H_0}{1,33}}{\frac{H_0}{1,33} + H_t} \right) \leq R \leq 1,67 \cdot \left( 1 + \frac{H_0}{4 \cdot H_0 + H_t} \right),$$

sendo  $R = \frac{H_m}{H_t}$  e  $H_0$  o valor correspondente ao limite de deteção

28. Para efeitos de calibração do sistema de medida o valor  $R$  definido anteriormente não deve ser superior a  $\pm 10\%$ . No caso da condição anterior não se verificar, o laboratório averiguar a razão do desvio e efetuar uma nova calibração do sistema de dosimetria.

### 8.2. Exercícios de intercomparação laboratorial

29. Quando se efetuarem medidas no âmbito de exercícios de intercomparação laboratorial a resposta de medida deverá situar-se dentro dos limites definidos em 8.1. A frequência de participação em exercícios de intercomparação corresponde à exigida pelo referencial normativo para a acreditação de laboratórios de ensaio, ISO 17025:2018.

### 8.3. Situações excecionais

30. Para dosímetros utilizados num campo de radiação conhecido significativamente diferente do campo de referência, a APA poderá autorizar a aplicação de um fator de correção relativamente às condições de referência.

31. O pedido de autorização para aplicação de um fator de correção deve ser solicitado previamente à disponibilização dos dosímetros aos respetivos trabalhadores.

32. Para estas as situações excecionais, não previstas e que representam um desvio às características do sistema de media, o laboratório de dosimetria deverá remeter o pedido à APA, para radiacao@apambiente.pt, apresentando a fundamentação técnica do pedido, o período para o qual será aplicada a correção e quais os trabalhadores expostos no âmbito do pedido.

## 8.4. Características do sistema de medida

33. O sistema de medida deverá obedecer aos critérios definidos na norma IEC 62387:2020, determinados de acordo com o método e intervalos de aceitação estabelecidos no mesmo documento, sendo de carácter obrigatório o teste às seguintes características do sistema de medida:
- a) Limite de deteção;
  - b) Linearidade;
  - c) Dependência energética para o intervalo de 20 keV a 5 MeV;
  - d) Dependência angular para variação até  $\pm 90^\circ$ ;
  - e) Reprodutibilidade;
  - f) Perda de informação em função do tempo de exposição.
34. A entidade deverá manter em arquivo a descrição e apreciação crítica do método e resultados das características do sistema de medida referidas no ponto anterior, em conformidade com o estabelecido no respetivo procedimento de reconhecimento prévio de entidades prestadoras de serviços na área da proteção radiológica, nos termos do artigo 163º do Decreto-Lei nº 108/2018.
35. O domínio de medida deverá corresponder aos limites mínimo e máximo da linearidade.

## 9. Comunicação e conservação de resultados

### 9.1. Conservação dos resultados

36. Os resultados da monitorização individual de cada trabalhador exposto, assim como, as informações acessórias referentes ao titular e às tipologias das práticas, são mantidas pelo laboratório de dosimetria por um período nunca inferior a 10 anos.

### 9.2. Comunicação dos resultados

37. Os registos da monitorização individual de cada trabalhador, incluindo as informações sobre os titulares e as tipologias de práticas, ou das avaliações das doses efetuadas na sequência do controlo do local de trabalho, são disponibilizados pelo laboratório de dosimetria a:
- i. Titulares das práticas como entidades contratantes do serviço de dosimetria individual ou de área, com a mesma periodicidade da monitorização dos trabalhadores e respeitando os seguintes prazos:
    - a) No caso da monitorização com frequência mensal os resultados devem ser comunicados até 15 dias úteis após a receção do dosímetro para avaliação.
    - b) No caso da monitorização com frequência trimestral os resultados devem ser comunicados até 20 dias úteis após a receção do dosímetro para avaliação.
  - ii. Registo Central de Doses com periodicidade trimestral através da plataforma disponibilizada para o efeito em <https://siradr.cd.apambiente.pt/> e de acordo com a Orientação DAN\_09.

## 9.2.1. Comunicação de doses altas

38. Se o valor de  $H_p(10)$  ou  $H_p(3)$  para um período de monitorização ultrapassa 2 mSv ou se o valor de  $H_p(0.07)$  ultrapassa o valor de 50 mSv, o serviço de dosimetria deve comunicar estes valores à APA, no prazo máximo de 10 dias úteis após a receção do dosímetro.
39. Quando o serviço de dosimetria suspeitar que foi ultrapassado um dos limites de dose estabelecidos nos artigos 67.º e 68.º do DL 108:2018, deve o mesmo comunicar esse resultado, no prazo de vinte e quatro horas, à APA.

## 9.2.2. Leitura extraordinária de dosímetro

40. Se o titular suspeitar de uma exposição excessiva de um trabalhador, poderá este remeter o dosímetro para avaliação extraordinária da dose, previamente à conclusão do período de monitorização em curso. O serviço de dosimetria individual deverá proceder à determinação do valor de dose e comunicar o mesmo ao titular no prazo de 3 dias úteis.
41. O titular, juntamente com o serviço de dosimetria individual, deverá garantir que é disponibilizado ao trabalhador um dosímetro de substituição, garantindo a continuidade da monitorização individual.
42. O valor de dose aferido nesse período de controlo deverá considerar o somatório dos valores de dose medidos com recurso a diferentes dosímetros no mesmo período de controlo.

# 10. Execução da dosimetria

43. Os serviços de dosimetria prestados pelas empresas reconhecidas aos titulares devem assegurar o cumprimento dos critérios definidos na presente secção.
44. Os desvios aos critérios definidos nesta secção devem ser previamente aprovados pela APA. O pedido de autorização para a execução de dosimetria que apresente desvios aos critérios definidos nesta secção deve ser remetido previamente à disponibilização dos dosímetros aos respetivos trabalhadores.
45. Para estas situações excecionais, o laboratório de dosimetria deverá remeter um pedido à APA, para [radiacao@apambiente.pt](mailto:radiacao@apambiente.pt), apresentando a fundamentação técnica do pedido, o período para o qual será aplicado e quais os trabalhadores expostos no âmbito do pedido.

## 10.1. Utilização de dosímetros de corpo inteiro

46. As instruções para utilização de dosímetros de corpo inteiro fornecidos pela empresa de dosimetria reconhecida devem obedecer às seguintes linhas orientadoras:
  - a) O dosímetro individual de corpo inteiro para a determinação do equivalente de dose individual,  $H_p(d)$ , utilizado no âmbito do estabelecido no Artigo 74.º do Decreto-Lei nº 108/2018, deverá ser colocado ao nível do tronco, sobre o peito ou sobre o abdómen.
  - b) No caso de mulheres grávidas, o dosímetro individual de corpo inteiro deverá ser colocado ao nível do abdómen.

## 10.2. Utilização de dosímetros de extremidades

47. Nas práticas onde seja previsível que o trabalhador exposto possa receber doses superiores a 3/10 do limite anual para as extremidades, definido no Artigo 67.º do Decreto-Lei nº 108/2018, é aconselhada a utilização adicional de dosímetros de extremidades.
48. Constituem exemplos destas situações os casos onde as extremidades possam ser expostas ao feixe de radiação ou onde ocorra a manipulação de fontes radioativas, como por exemplo, em radiologia de intervenção ou em medicina nuclear.
49. O dosímetro de extremidades deverá ser fornecido com instruções para ser utilizado, na medida do possível, no local onde se espera que a dose seja mais elevada.
50. Nas situações em que mais de um dosímetro de extremidades é utilizado no mesmo período de monitorização e em simultâneo, o valor a reportar como valor de dose deverá corresponder ao valor mais elevado medido, reservando a comunicação dos valores detalhados para o titular, no caso de este o solicitar.

## 10.3. Utilização de dosímetros em campos heterogéneos

51. Nos casos em que, devido à heterogeneidade do campo de radiações, o valor indicado por um único dosímetro individual não é representativo da exposição da exposição total do trabalhador, recomenda-se a utilização de vários dosímetros.
52. Nestas situações, a empresa de dosimetria reconhecida deve articular com o Delegado da Proteção Radiológica (DPR) do titular ou da entidade empregadora do trabalhador para que este possa ter a informação necessária para determinar a dose efetiva com base nas doses parciais, nos termos determinados no método aprovado pela autoridade competente no âmbito da autorização da prática.

### 10.3.1. Utilização de anteparo de proteção

53. Em situações onde seja utilizado um anteparo de proteção, como por exemplo, um avental de chumbo e colar protetor de tiroide, o dosímetro individual e corpo inteiro deverá ser colocado sob o anteparo de proteção. A APA poderá exigir, em sede de pedido de licenciamento ou registo, que dois dosímetros sejam utilizados sempre que a execução da prática implique doses elevadas sem anteparo de proteção.
54. Nestes casos devem ser seguidas as seguintes instruções:
  - a. O segundo dosímetro deve ser colocado sobre esse anteparo e estar devidamente assinalado.
  - b. A dose individual total com dois dosímetros deve ser calculada de acordo com as equações apresentadas de seguida:

- i.  $H_{total}(10) = H_{sob}(10) + a \times H_{sobre}(10)$

- ii.  $H_{total}(0,07) = H_{sob}(0,07) + a \times H_{sobre}(0,07)$

Onde  $H_{sob}$  representa a dose indicada pelo dosímetro colocado sob o anteparo de proteção e  $H_{sobre}$  a do dosímetro colocado sobre o mesmo. A variável  $a$  terá o valor de 0,1 quando o anteparo de proteção não protege a tiroide e de 0,05 quando esta está protegida.

55. O laboratório de dosimetria deverá comunicar ao RCD apenas o valor de  $H_{total}$ , reservando a comunicação dos valores detalhados para o titular, no caso de este o solicitar.

## 11. Referências

1. Decreto-Lei n.º 108/2018, de 3 de Dezembro.
2. IEC 62387:2020, *Radiation protection instrumentation - Dosimetry systems with integrating passive detectors for individual, workplace and environmental monitoring of photon and beta radiation*.
3. ISO 4037:2019, *Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy*.
4. ISO 8529-3:2023, *Neutron reference radiation fields*.
5. ISO 6980-1:2023, *Nuclear energy — Reference beta-particle radiation*.