



apa agência portuguesa
do ambiente

Departamento de Emergências e Proteção Radiológica
Divisão de Planeamento e Proteção Ambiental

Orientação DEPR-DPA-OCVDR-01
Orientação para comunicação de valores de dose
resultantes da exposição ao radão

FICHA TÉCNICA

Referência: DEPR-DPA-OCVDR-01

Título: Orientação para comunicação de valores de dose resultantes da exposição ao radão

Autor: Agência Portuguesa do Ambiente
Rua da Murgueira, nº 9 - Zambujal - Alfragide, 2610-124 Amadora
www.apambiente.pt

Coordenação: Departamento de Emergências e Proteção Radiológica
Divisão de Planeamento e Proteção Ambiental

Revisões do documento

Nº Versão	Data	Principais alterações
0	11/01/2022	Entrada em vigor do documento.

Resumo: O presente documento sumariza o conjunto de requisitos técnicos e de requisitos de comunicação dos resultados de valores de dose resultantes da exposição a radão. Este documento tem como principais referências o Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro e a orientação internacional ICRP65. Os aspetos abordados neste documento dividem-se entre os critérios para a monitorização de diagnóstico e de eficácia de radão por detetores passivos no ar no interior de edifícios e as orientações referentes aos prazos e elementos necessários para comunicação dos valores de dose resultantes da exposição ao radão.

Summary: This document summarizes a set of technical requirements and reporting requirements for dose values resulting from radon exposure. This document has as its main references the Decree-Law nº. 108/2018 3rd of December and the international guidance ICRP65. The aspects covered in this document are divided between the criteria for diagnostic and efficacy monitoring of radon in the indoor air by passive detectors and guidance concerning the timelines and elements required for reporting dose values resulting from radon exposure.

NOTA PRÉVIA

O quadro legal nacional em matéria de proteção radiológica encontra-se estabelecido no Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro, tendo sido estruturado de forma a ser complementado com regulamentação específica, a emitir pela autoridade competente, Agência Portuguesa do Ambiente, IP.

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

LEGISLAÇÃO	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
REGULAMENTAÇÃO	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. Conteúdo

1.	Conteúdo	4
2.	Âmbito	4
3.	Aspetos genéricos	4
4.	Definições	5
5.	Procedimentos de amostragem e processamento	6
6.	Requisitos técnicos	6
7.	Comunicação e conservação de resultados	8
8.	Anexo	10

2. Âmbito

Esta orientação aplica-se às entidades empregadoras e aos prestadores de serviços no âmbito da monitorização de exposição dos trabalhadores devido ao radão nos locais de trabalho, complementando os requisitos constantes do Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro ¹.

3. Aspetos genéricos

- 3.1. Sem prejuízo das disposições constantes do Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro, a presente orientação destina-se a definir os requisitos técnicos referentes à determinação da concentração de radão e dos correspondentes valores de dose individuais.
- 3.2. Esta orientação destina-se ainda a definir os requisitos de comunicação dos resultados da concentração de radão e dos correspondentes valores de dose individuais de acordo com o artigo 147.º do mesmo diploma.
- 3.3. A comunicação referida no ponto anterior deverá ser realizada pela entidade empregadora.
- 3.4. A APA mantém atualizadas e divulga na sua página oficial de internet, a lista dos prestadores de serviços que declararam o compromisso de cumprimento do "Guia para a prestação de serviços na medição de radão por detetores passivos no ar interior de edifícios"²;

¹ Decreto-Lei nº 108/2018 de 3 de dezembro <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/108/2018/12/03/p/dre/pt/html>

² APA, 2021. Guia para a prestação de serviços na medição de radão por detetores passivos no ar interior de edifícios <https://apambiente.pt/prevencao-e-gestao-de-riscos/locais-de-trabalho>

4. Definições

- Atividade (A) - quantidade de um radionuclídeo num determinado estado energético e num dado momento; é o quociente entre dN por dt , onde dN é o valor esperado do número de transformações nucleares a partir desse estado energético no intervalo de tempo dt . A unidade de atividade é o becquerel (Bq);
- Becquerel (símbolo Bq) – Unidade da quantidade ou atividade de um radionuclídeo. Descreve a taxa em que ocorrem as desintegrações. 1 Bq = 1 desintegração por segundo;
- Becquerel por metro cúbico de ar (símbolo Bq/m³) – Quantidade de um radionuclídeo em cada metro cúbico de ar. Frequentemente chamada de concentração de atividade;
- Concentração média anual de atividade de radão – Estimativa do valor anual da atividade de radão por unidade de volume de ar, expressa como Bq/m³ (becquerels por metro cúbico);
- Detetor de radão – Dispositivo de medição para determinar a concentração de radão no ar;
- Dose efetiva (E) – Soma das doses equivalentes ponderadas em todos os tecidos e órgãos do corpo e resultantes de exposição interna e externa. É definida pela fórmula:

$$E = \sum_T w_T H_T(\tau) = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

em que:

$D_{T,R}$ é a dose absorvida média no tecido ou órgão T, em resultado da radiação R,

w_R é o fator de ponderação da radiação, e

w_T é o fator de ponderação tecidular para o tecido ou órgão T.

Os valores de w_T e w_R são definidos em portaria do membro do Governo responsável pela área governativa da autoridade competente, sob proposta da autoridade competente;

- Empregador - a pessoa singular ou coletiva com um ou mais trabalhadores ao seu serviço e responsável pela empresa ou estabelecimento ou, quando se trate de organismos sem fins lucrativos, que detenha competência para a contratação de trabalhadores;
- Exposição – Ato de expor ou o facto de estar exposto a radiações ionizantes emitidas fora do corpo humano (exposição externa) ou dentro do corpo humano (exposição interna);
- Exposição ao radão – Exposição ao radionuclídeo Rn-222 e sua descendência, conforme pertinente;
- Local de trabalho - o lugar em que o trabalhador se encontra ou de onde ou para onde deva dirigir-se em virtude do seu trabalho, no qual esteja direta ou indiretamente sujeito ao controlo do empregador;

- Nível de referência – O nível da dose efetiva, ou da dose equivalente ou da concentração de atividade acima do qual, numa situação de exposição de emergência ou numa situação de exposição existente, se considera inadequado permitir a exposição dos membros do público como consequência dessa situação de exposição, ainda que não se trate de um limite que não possa ser ultrapassado;
- Radão – O radionuclídeo Rn-222 e sua descendência, conforme pertinente;
- Relatório de ensaio – Documento com a descrição dos ensaios efetuados, com o registo da data, a identificação do requerente e do laboratório, das especificações técnicas de medida e dos resultados obtidos;
- Sievert (Sv) – Designação especial da unidade de dose equivalente ou de dose efetiva. Um sievert equivale a um joule por quilograma: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$. (mSv – millisievert);

5. Procedimentos de amostragem e processamento

Como descrito no documento “Gestão da exposição ao radão nos locais de trabalho - Guia para empregadores”³.

6. Requisitos técnicos

6.1. O relatório de ensaio para a determinação da concentração média de atividade em radão no interior de edifícios por detetores passivos deve conter a seguinte informação:

- Método de análise;
- Identificação do detetor;
- Data de início do ensaio;
- Data de fim do ensaio;
- Validade do detetor;
- Tipo de detetor usado;
- Identificação do laboratório onde foi analisado o detetor;
- Identificação do número do certificado de acreditação do laboratório;
- Identificação do Requisitante do ensaio;
- Identificação do local onde decorreu o ensaio (morada e zona do edifício);
- Resultado do ensaio em Bq/m^3 e incerteza associada.

6.2. O sistema de medida deverá obedecer aos critérios definidos no documento “Guia para a prestação de serviços na medição de radão por detetores passivos no ar interior de edifícios”.

³APA, 2021. Gestão da exposição ao radão nos locais de trabalho - Guia para empregadores. <https://apambiente.pt/prevencao-e-gestao-de-riscos/locais-de-trabalho>

6.3. O método de cálculo da dose efetiva é efetuado recorrendo à fórmula da figura 1. A dose efetiva resulta da multiplicação do coeficiente de conversão de dose (mSv/Bq.h.m^{-3}) pela concentração da atividade de radão (Bq/m^3) e pelo tempo de exposição (horas/ano).

$$\text{Dose Efetiva} = \text{Coeficiente de conversão de dose} \times \text{Concentração da atividade de radão} \times \text{tempo}$$

Figura 1 – Fórmula para a determinação da dose efetiva devido à exposição ao radão para alguns locais de trabalho.

A tabela 1 mostra um exemplo de cálculo da dose efetiva para locais de trabalho aplicando o coeficiente de dose, para o tempo padrão gasto no local de trabalho de 2000 horas anuais, para o valor de referência nacional de concentração de radão. Assumiu-se o fator de equilíbrio de 0,4 entre o radão e seus produtos de decaimento radioativo de vida curta para um ambiente interior normal⁴. Em casos especiais, nomeadamente minas e grutas turísticas, a APA reserva-se no direito de solicitar o cálculo do fator de equilíbrio baseado na medida do radão e dos seus descendentes. O coeficiente de conversão de dose calcula-se a partir do coeficiente de dose com o respetivo fator de equilíbrio. O valor do coeficiente de dose é baseado no ICRP 65 (ICRP 1993⁵).

Tabela 1 - Exemplo do cálculo da dose efetiva para locais de trabalho e habitações aplicando os respetivos coeficientes de dose.

	Concentração da Atividade de Radão (Bq/m^3)	Coeficiente de Dose (mSv/Bq.h.m^{-3})	Fator de Equilíbrio	Coeficiente de Conversão (mSv/Bq.h.m^{-3})	Tempo (h/ano)	Dose Efetiva (mSv/ano)
Trabalhador A	300	$7,8 \times 10^{-6}$	0,4	$3,12 \times 10^{-6}$	2000	1,9

Para trabalhadores que exerçam a sua atividade profissional em vários locais, procede-se à soma das doses efetivas calculadas para cada local de trabalho.

6.4. O formulário de comunicação, em anexo a este documento, contém os seguintes elementos:

- Planta do edifício ou edifícios onde os trabalhadores exercem a sua atividade.
- Identificação da zona ou zonas do local de trabalho com a indicação das respetivas concentrações de radão.
- Identificação das situações de exposição dos trabalhadores indicando o número de horas anuais passadas nessa zona ou zonas do local de trabalho e a dose efetiva por cada trabalhador.

⁴ UNITED NATIONS, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report Vol. 1, Annex B: Exposures from Natural Radiation Sources, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2000).

⁵ ICRP, 1993. Protection against radon-222 at home and at work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP 23 (2).

- Identificação das soluções de remediação adotadas acompanhadas de uma breve descrição, caso tenham sido implementadas (e.g. número de ventiladores, potência dos ventiladores, tipo de membrana, etc.).

7. Comunicação e conservação de resultados

- 7.1. Os resultados dos valores medidos em termos de concentração da atividade de radão e os valores de dose individual calculados são mantidos pela entidade empregadora, incluindo o detalhe dos cálculos. No caso de trabalhadores externos são mantidos pela entidade empregadora a quem os trabalhadores externos estão afetos.
- 7.2. A entidade empregadora deverá preencher o formulário de notificação que se encontra no ponto 8.
- 7.3. O formulário de notificação e a planta do edifício devem ser comunicados pela entidade empregadora ao registo central de doses com periodicidade anual para o endereço de correio eletrónico registocentraldoses@apambiente.pt
- 7.4. Para efeitos do disposto, devem ser conservadas as seguintes informações relativas aos trabalhadores expostos:
 - 7.4.1. Os resultados da monitorização do local de trabalho utilizados para a avaliação das doses individuais.
 - 7.4.2. Um registo das exposições medidas ou estimadas, conforme o caso, das doses individuais, nos termos dos artigos 91.º, 147.º e do Decreto-Lei nº 108/2018;
- 7.5. As avaliações das doses efetuadas na sequência do controlo do local de trabalho são disponibilizadas pela entidade empregadora:
 - Aos respetivos trabalhadores;
 - Ao responsável pelo Serviço de SST no âmbito do processo de avaliação de risco ocupacional e que estabelece as necessárias medidas de prevenção e proteção (controlo/gestão do risco). 6
 - Ao registo central de doses com periodicidade anual para o endereço de correio eletrónico registocentraldoses@apambiente.pt.

⁶ Ao abrigo do Regime Jurídico aprovado pela Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, na sua atual redação.

7.6. A informação referida anteriormente deve ser conservada durante todo o período da vida laboral que implique exposição a radiações ionizantes e, posteriormente, até o trabalhador exposto completar 75 anos de idade ou até à data em que os teria completado, e, de qualquer modo, por um período nunca inferior a 40 anos a contar da conclusão da atividade profissional que implicou a sua exposição.

8. Anexo

Formulário de notificação

1. Identificação da entidade empregadora

Nome ou designação social

Morada

Telefone

Endereço eletrónico

Número de identificação fiscal

2. Identificação do local com valor de concentração de radão

Identificação do detetor (código laboratorial)	Tipo de detetor	Morada Localidade e Código Postal	Data de início de exposição (dd/mm/aaaa)	Data de fim de exposição (dd/mm/aaaa)	Resultado Bq/m ³	Piso (...,-1, 0, 1, ...)	Identificação do local de colocação ⁷	Tipo de medição (primeira, após remediação)

3. Identificação de situação de exposição do(s) trabalhador(es)

Trabalhador 1 ⁸	Dose efetiva (mSv/ano)	
	Local A ⁹ (morada)	
	Horas anuais no local A	
	Concentração no local A (Bq/m ³)	
	Local B (morada)	
	Horas anuais no local B	
Trabalhador 2	Dose efetiva (mSv/ano)	
	Local A (morada)	
	Horas anuais no local A	
	Concentração no local A (Bq/m ³)	
	Local B (morada)	
	Horas anuais no local B	
	Concentração no local B (Bq/m ³)	

⁷ Como definido na planta do edifício, a anexar à comunicação.

⁸ Replicar para todos os trabalhadores.

⁹ Replicar para todos os locais afetos a cada trabalhador.

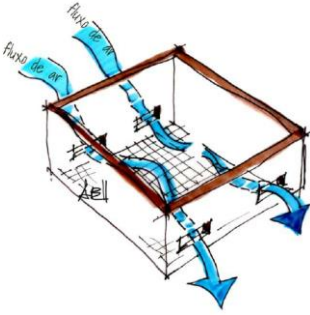
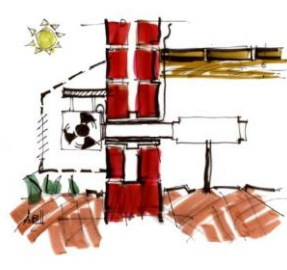
4. Planta do edifício

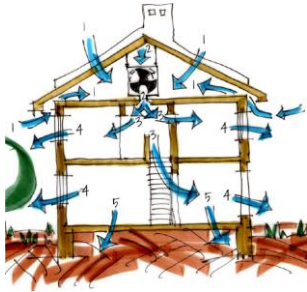

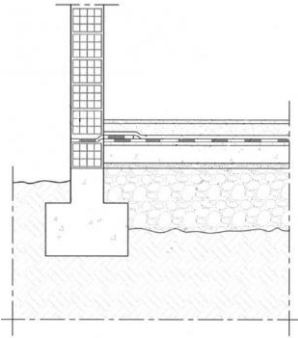
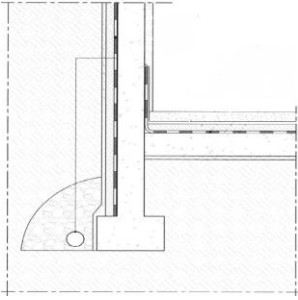
Planta do edifício ou edifícios onde os trabalhadores exercem a sua atividade com a indicação da escala, da morada e com a localização dos pontos de amostragem.

Submeter esta informação eletronicamente, em formato PDF conforme indicado no ponto 7.

5. Técnicas de remediação

Utilizar a última coluna da tabela para assinalar a técnica ou técnicas instaladas e incluir um pequeno resumo sobre a sua instalação.

Técnica	Exemplo	Descrição (a preencher pela entidade empregadora)
Melhoria da ventilação natural por baixo do pavimento térreo junto ao terreno		
Melhoria da ventilação mecânica por baixo do pavimento térreo junto ao terreno		

<p>Pressurização positiva no interior do edifício</p>		
<p>Despressurização do terreno sob o pavimento térreo</p>		
<p>Membranas ou filmes contra o radão sobre pavimentos</p>		
<p>Membranas e filmes contra o radão em paredes</p>		

Outro	Qual?	
-------	-------	--