

The background of the cover is a solid light orange color. It is decorated with several abstract geometric elements in black and a darker orange. In the top left, there is a large black semi-circle with a series of thin, vertical orange lines radiating from its top edge. To its right is a horizontal orange band containing a series of black horizontal lines. Below these, on the left, is a black square with a series of thin, vertical orange lines. To its right is a large black triangle pointing right, with a series of horizontal orange lines passing through it. At the bottom left, there is a black square with a series of thin, horizontal orange lines. To its right is a large orange square containing a black semi-circle with a series of diagonal orange lines radiating from its top edge.

Manual de Boas Práticas

**MITIGAÇÃO DO RISCO
DE EXPOSIÇÃO AO GÁS
RADÃO EM AMBIENTES
INTERIORES**

2023

Ficha Técnica

Título:

Mitigação do Risco de Exposição ao Gás Radão em Ambientes Interiores

Autores:

Sérgio Lopes e António Curado

Design:

Ana Filomena Curralo e Inês Freitas

Publicado por:

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Ano de Publicação:

2023

ISBN:

978-989-9141-07-0

DOI:

10.57910/ipvc-tech-zp28-mw91

Código do Projeto:

NORTE- 01- 0145- FEDER- 000043

Região de Intervenção:

Norte

Apoio Financeiro:

NORTE 2020 - FE

ÍNDICE

01

O Que é o Gás Radão?

Pág. 1 à 6

04

**Regras de Boas Práticas para
a mitigação do Gás Radão**

Pág. 10 à 11

02

Como entra em Edifícios?

Pág. 7 à 8

05

Conclusão

Pág. 12 à 13

03

**Enquadramento regulamentar
e legislação aplicável**

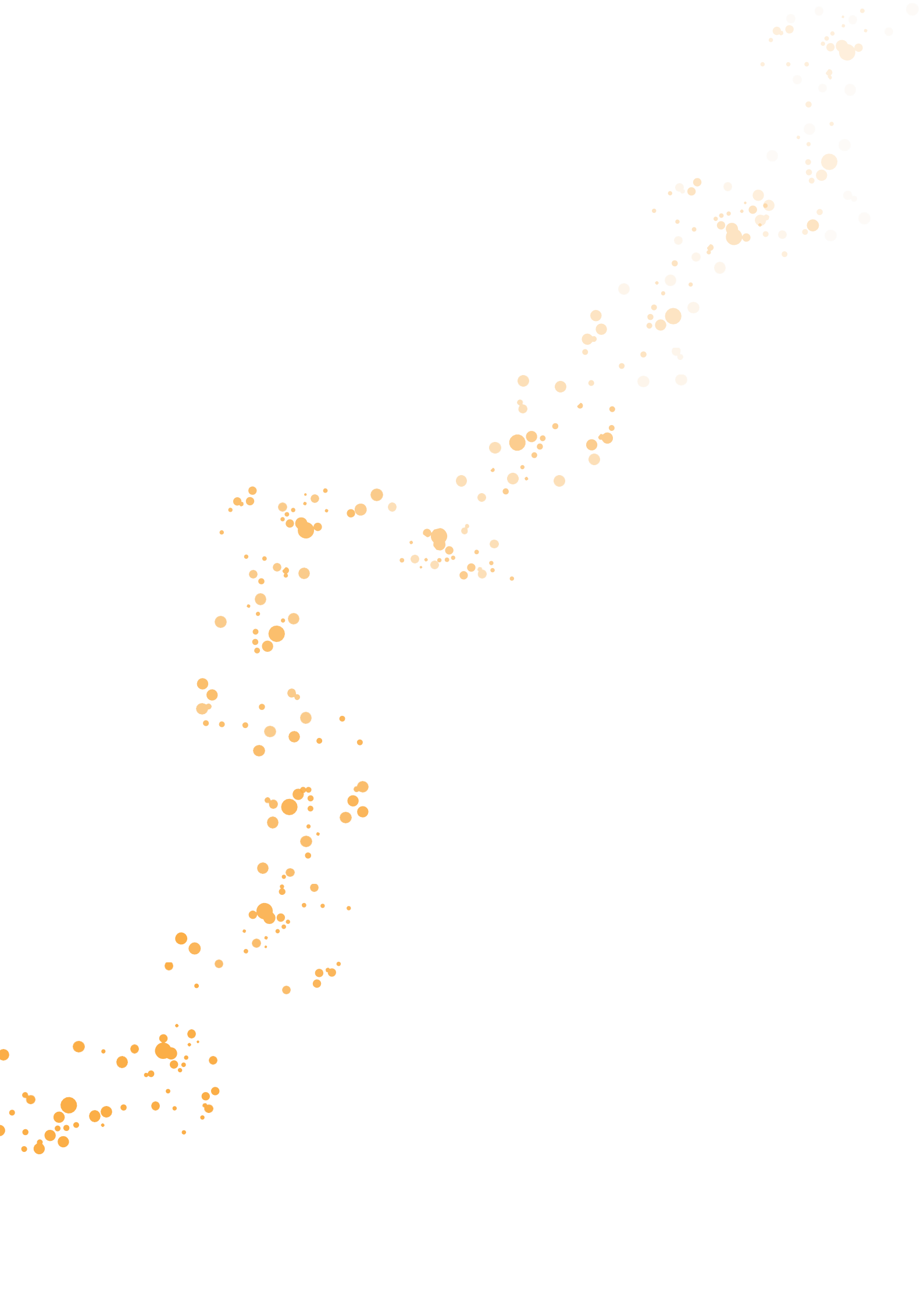
Pág. 9

06

Bibliografia

Pág. 14





01

O QUE É O GÁS RADÃO ?

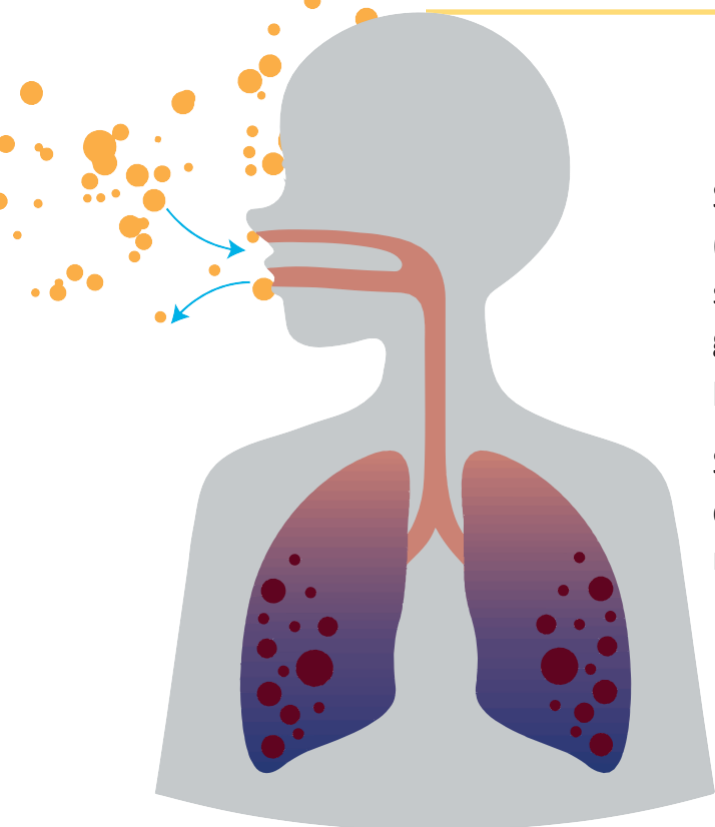
É um gás natural radioativo que pode acumular-se em ambientes interiores, como casas, escolas e locais de trabalho [1].

Como não tem cor, cheiro ou sabor, não se dá por ele e, por isso, torna-se importante efetuar medições para se poder avaliar a sua presença e respetiva concentração no ar ambiente [2].



Encontra-se nos solos graníticos da região, assim como na água, e entra nos edifícios através de fissuras no pavimento e dos materiais de construção [2].

O período de vida do radão é superior a 3 dias (cerca de 3,825 dias), sendo o tempo suficiente para migrar das rochas para a atmosfera [2].



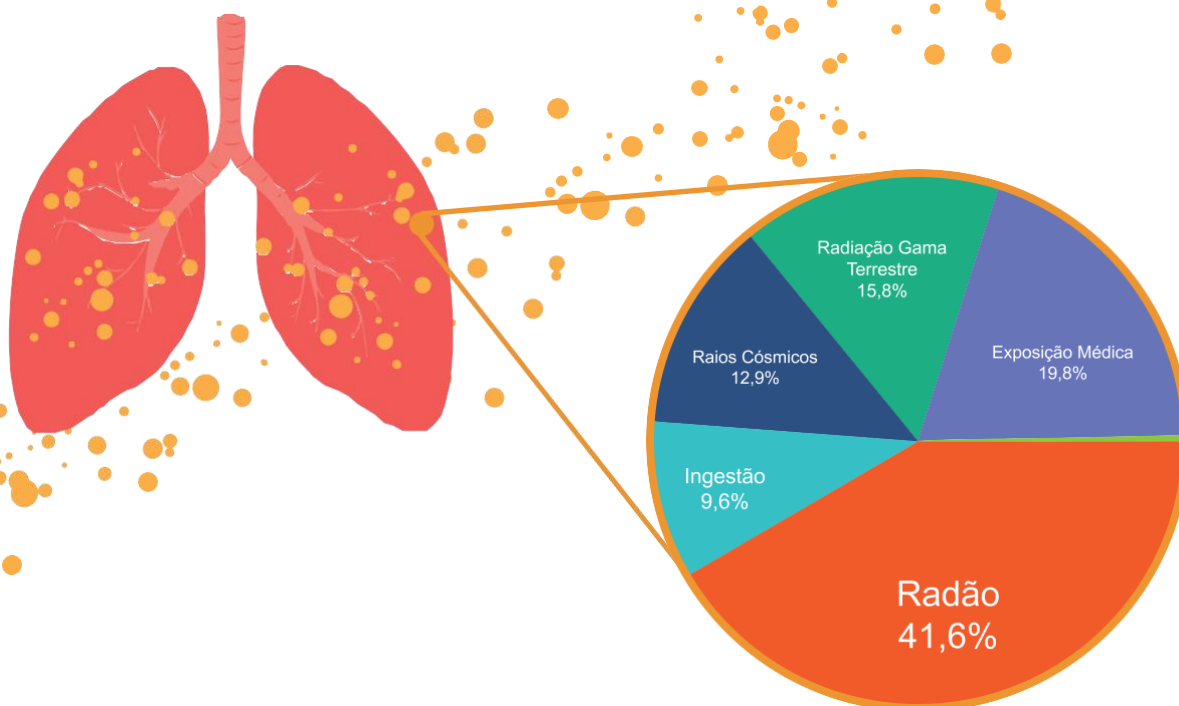
Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a exposição prolongada ao gás radão, que se acumula no interior das habitações, é um dos grandes fatores para o surgimento de cancro do pulmão [3].

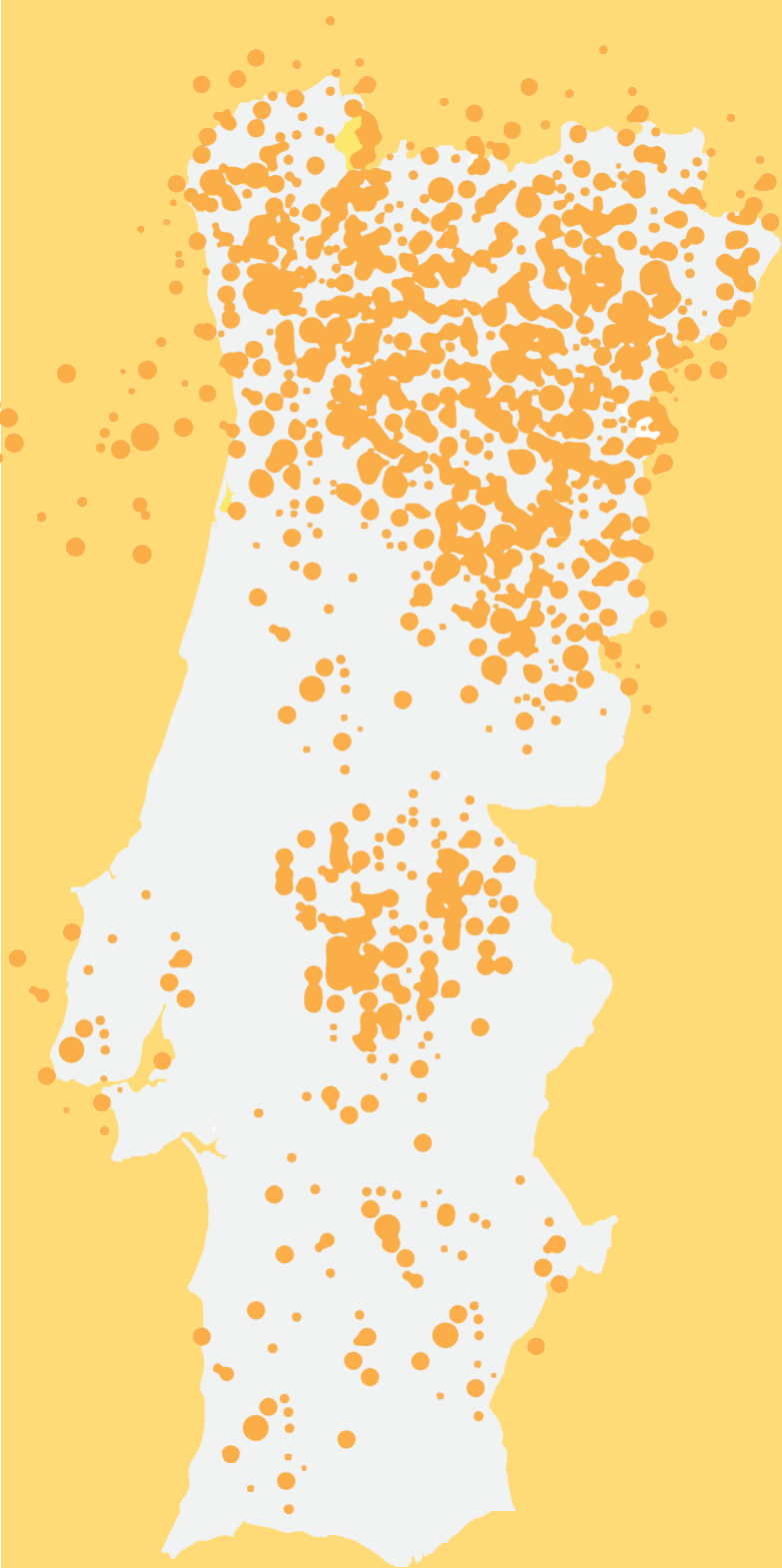
Sendo a incidência da mortalidade em Portugal desconhecida, estima-se que 20 000 mortes/ano nos EUA seja devido à inalação de gás radão [4].

Tendo como base de análise os resultados conhecidos, a OMS propõe um nível de referência de 100 Bq.m^3 para minimizar os riscos na saúde devido à exposição do gás radão em ambiente interior. No entanto, caso este valor não possa ser atingido, o valor de referência não deverá ser superior a 300 Bq.m^3 [3].



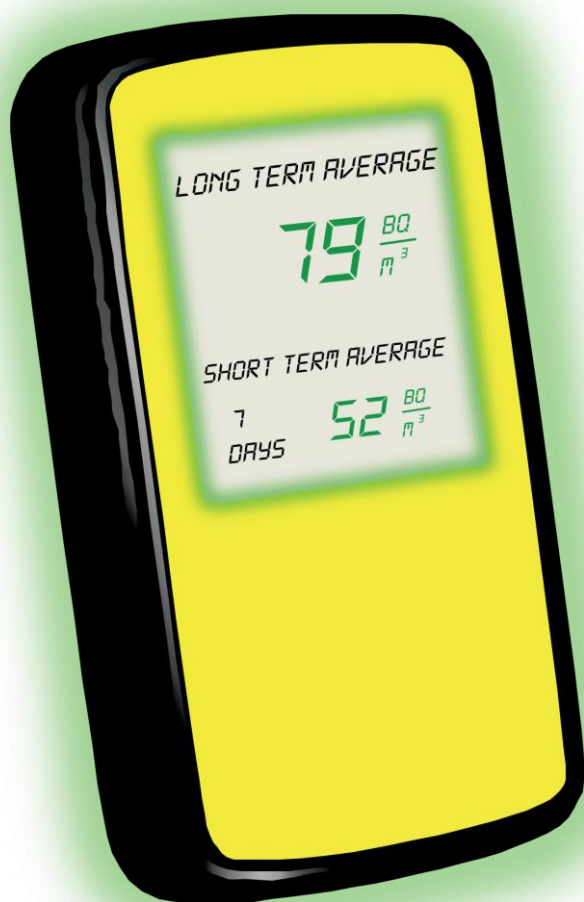
A inalação do gás radão é a maior fonte de exposição à radiação ionizante da população mundial contribuindo com mais de 40% para a dose efetiva [3].





Em 2020 foi realizado um levantamento nacional em que o objetivo da campanha de monitorização foi a obtenção de dados para a produção de um mapa de suscetibilidade de exposição ao radão, com os níveis médios de radão para determinada zona, de acordo com a legislação nacional [5] [6].

O mapa apontado não pode ser utilizado para estimar a concentração de gás radão num determinado edifício, devendo ser considerado para avaliar o risco potencial de uma determinada região para exposição a concentrações mais elevadas de gás radão nos edifícios [5] [6].



O radão é radiativo e por ser uma radiação ionizante, não se pode medir diretamente. Os resultados são produzidos através da interação da radiação com o meio sensível, que por consequência só é possível através da utilização de aparelhos específicos, efetuar este registo da concentração do gás radão [1] [2] [3].

A avaliação pode ocorrer num período de curto prazo considerando para o efeito um ciclo semanal de 7 dias, por exemplo, ou num período de longo prazo considerando um período mínimo de avaliação de 3 meses [1] [2] [3].

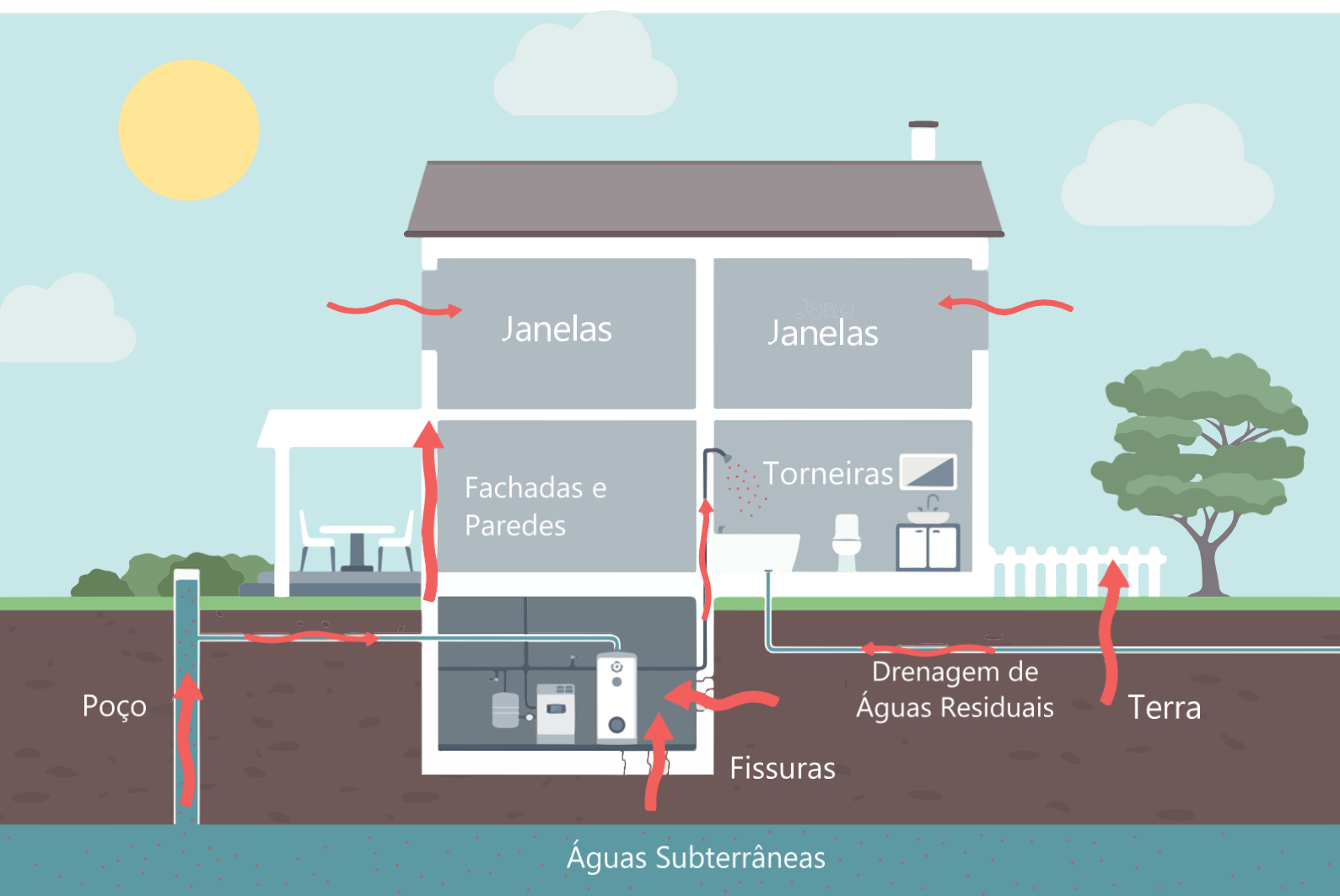


02

Como entra nos Edifícios?

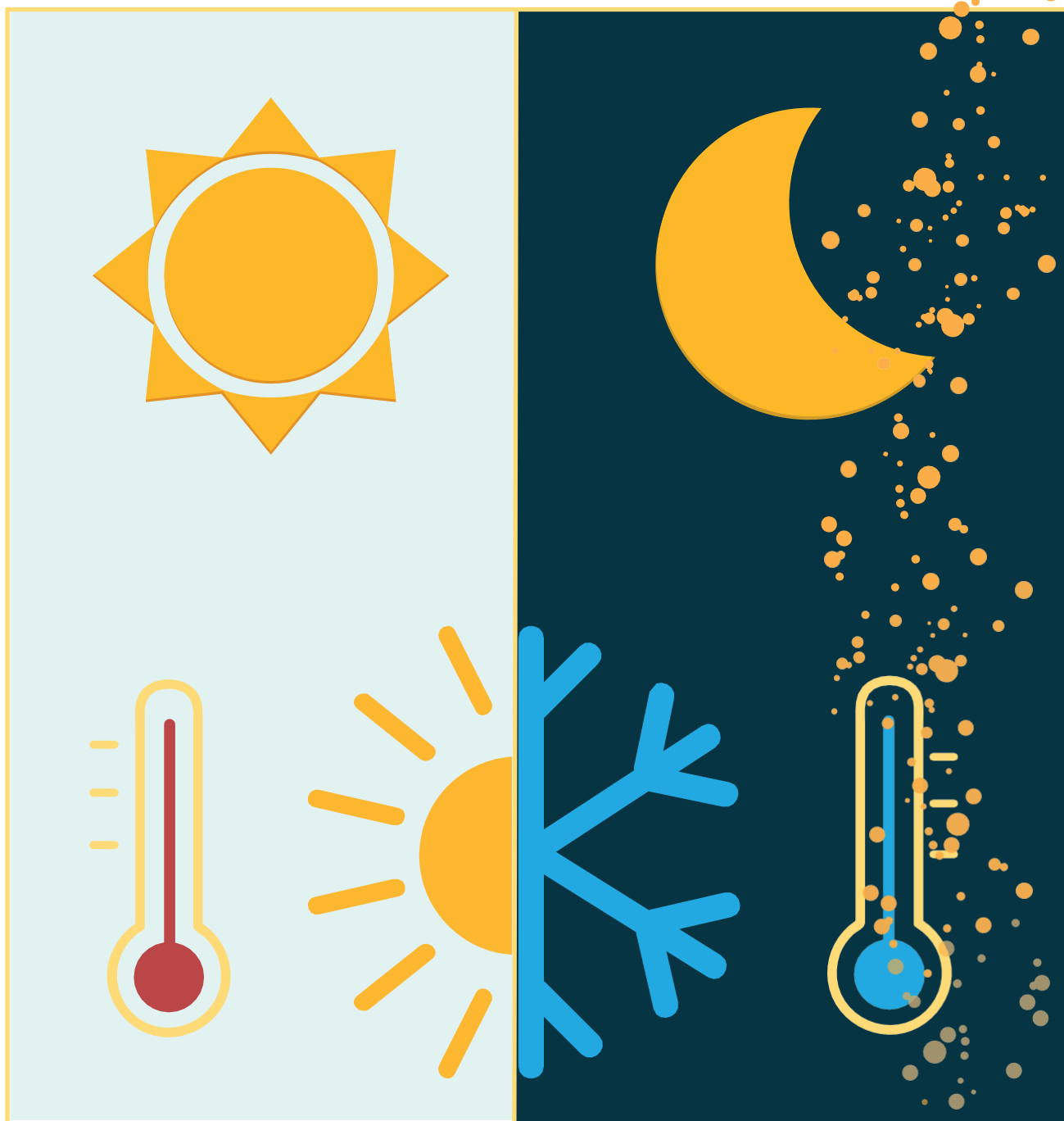
A entrada do gás radão nos edifícios dá-se preferencialmente pelas zonas de contacto com o solo, através das fissuras e fendas no pavimento e paredes ou juntas de canalizações mal vedadas, e por intermédio dos materiais de construção [7] [8].

As maiores concentrações de gás radão são detetadas nos pisos inferiores, isto é, mais próximos do solo, sendo este a principal fonte de emissão do referido gás [7] [8].



A concentração de gás radão nos edifícios não é constante, isto é, geralmente é mais elevado durante a noite e mais baixo durante o dia (variação diária) [7] [8].

O mesmo sucede em termos sazonais, mais elevado no período de Inverno e mais baixo no período de Verão [7] [8].



O valor aumenta quando o edifício está fechado, dada a ausência de renovação de ar por ventilação [9] [10].

03

Enquadramento regulamentar e legislação aplicável

A principal legislação aplicável por ordem cronológica de publicação é a seguinte:

1) Portaria 353-A/2013 de 4 de dezembro

A presente portaria estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação.

2) Decreto-Lei n.º 108/2018, de 3 de dezembro

Estabelece o regime jurídico da proteção radiológica, transpondo a Diretiva 2013/59/Euratom.

3) Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro

Procedeu à transposição da Diretiva (UE) 2018/844 e à transposição parcial da Diretiva (UE) 2019/944, que estabeleceu os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético. Esta legislação veio regular o Sistema de Certificação Energética de Edifícios, tendo determinado, em conjunto com a Portaria n.º 138-G/2021 de 1 de julho, que a regulamentou, os requisitos para a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços, identificando o radão como um dos poluentes físico-químicos com necessidade de monitorização.

4) Decreto-Lei n.º 108/2018, de 3 de dezembro

Estabelece o regime jurídico da proteção radiológica, transpondo a Diretiva 2013/59/Euratom.

5) Resolução do Conselho de Ministros n.º 150-A/2022 de 29 de dezembro

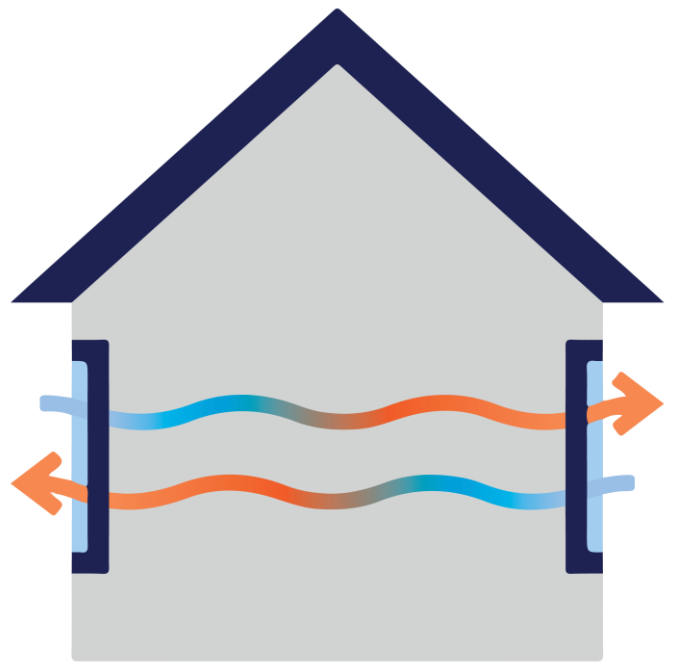
Aprova o Plano Nacional para o Radão.

04

Regras de Boas Práticas para a mitigação do Gás Radão

A renovação de ar no interior dos edifícios por ventilação natural, seja através abertura de janelas, ou por intermédio da aplicação de grelhas reguláveis ou não reguláveis nas fachadas dos edifícios, é uma medida de mitigação simples, económica e eficaz [7] [10].

As práticas de ventilação natural permitem diluir o gás acumulado no interior dos edifícios, e consequentemente reduzir o efeito do gás radão na saúde pública, podendo ser levada a cabo com a abertura programada de janelas e/ou portas para favorecer a renovação de ar. Em edifícios de serviços, a renovação de ar deve obedecer a um protocolo de ventilação, a implementar após o início de atividade do serviço em questão e durante os momentos de pausa de trabalho [7] [10].



Sempre que a ventilação natural não possa ser implementada tanto por questões construtivas, como por não possibilitar a obtenção de um caudal constante de renovação de ar, a aplicação de sistemas de ventilação mecânica com substituição do ar interior por ar novo captado no exterior constitui uma solução de mitigação de elevada eficácia, muito embora com custos de implementação mais elevados [7] [10].



De forma complementar às ações de ventilação, salientam-se um conjunto de boas práticas de mitigação da concentração do gás simples de implementar [7] [10].:

- | Reparar todas as fendas existentes no pavimento ou juntas de tubagens, de modo a impedir as entradas do radão do solo para a zona ocupacional;
- | Preenchimento de pequenas fendas ou fissuras em pavimentos com argamassa;
- | Criação de um plano para realização de medições anuais em todos os espaços renovados ou de risco limite/superior.
- | Estabelecer um plano de gestão da ocupação humana nos compartimentos de maior risco;
- | Intervenções de natureza construtiva e pela instalação de sistemas autónomos de ventilação nos compartimentos de maior risco;
- | Membranas ou filmes contra o radão sobre pavimentos e paredes;

IMPORTANTE

Antes de implementar as medidas preventivas e corretivas é necessário conhecer as concentrações de gás radão existentes no interior do edifício.

05

Conclusão

O radão é um gás nobre, radioativo, que tem origem na cadeia de decaimento do urânio e não pode ser detetado pelos sentidos, uma vez que é incolor e inodoro. Como não reage quimicamente, ao ser libertado espontaneamente dos maciços rochosos, onde é produzido, ou ao dissolver-se na água contida nos poros de materiais geológicos, mistura-se facilmente com o ar, degradando a sua qualidade. Nos solos e rochas, a distribuição do urânio e, conseqüentemente, do radão não é uniforme. As concentrações mais elevadas ocorrem, usualmente, em rochas graníticas (plutónicas) sendo mais baixas em rochas sedimentares como os calcários.

Em termos geológicos o Norte de Portugal pode ser caracterizado pela abundância de diversos tipos de granitos. Em alguns locais, a predominância de determinados minerais uraníferos e a existências de falhas podem ser responsáveis pela presença de uma quantidade de radiação natural dentro e fora de nossas casas. Se em ambientes exteriores não há qualquer problema devido à existência de uma baixa concentração deste tipo de gás, o mesmo não se pode dizer em ambientes interiores, onde devido a uma pobre ventilação, as concentrações do mesmo podem ser consideravelmente elevadas. Para além disso, na região do Minho, a construção granítica predomina em edifícios residenciais e não residenciais, sendo intrínseca à grande generalidade do património monumental classificado (solares, igrejas e casas senhoriais). Esta predominância de granito na construção apresenta um fator cumulativo quando consideramos a geologia da região no estudo desta problemática.

Segundo a OMS, a exposição prolongada a concentrações elevadas deste tipo de gás está diretamente relacionada com o aumento do risco do aparecimento de cancro do pulmão. Nesse sentido, é de vital importância a realização de um estudo alargado na região que permita medir e monitorizar a concentração do gás radão.

A qualidade do ar interior neste tipo de edifícios carece de análise específica tendo em vista poder salvaguardar a salubridade dos espaços e as condições de saúde dos seus ocupantes, tanto do ponto de vista da exposição a agentes biológicos causadores de potenciais riscos de alergias ou toxicidade, como da exposição ao gás radão, que segundo a OMS, é o segundo maior fator de risco associado ao cancro do pulmão, a seguir ao tabaco.

Para serem obtidos níveis de concentração tão reduzidos, há que monitorizar continuamente e de forma exaustiva os edifícios, particularmente os pior ventilados e com maior densidade de ocupação. Nesse sentido, após monitorização, será desejável adequar medidas de mitigação e controle da emissão do gás radão, sem colocar em causa a ocupação e o funcionamento dos edifícios.

É importante deixar claro que o gás radão não é de todo um elemento que impede a utilização permanente e exaustiva dos edifícios, no entanto a sua presença no interior dos espaços carece de análise e de uma consequente proposta de mitigação, quando necessário. O objetivo do estudo desenvolvido é consciencializar a sociedade civil para o problema, sem falsos alarmismos e numa perspetiva claramente formativa. O propósito é sempre apontar caminhos e soluções, evitando o recurso a sensacionalismos populistas que em nada contribuem para uma discussão séria sobre o assunto.

06

Bibliografia

[1] <https://apambiente.pt>

[2] ITN, I.T. Radão um Gás radiactivo de origem natural. Obtido de www.itn.pt/docum/relat/rad-ao/itn_gas_radao.pps

[3] UNSCEAR. (2008). Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report, Vol. I. United Nations Publication

[4] L.J.R. Nunes; A. Curado; L.C.C.d. Graça; S. Soares; S.I. Lopes, "Impacts of Indoor Radon on Health: A Comprehensive Review on Causes, Assessment and Remediation Strategies". Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 3929.

[5] L.J.R. Nunes, A. Curado, S.I. Lopes, "The Relationship between Radon and Geology: Sources, Transport and Indoor Accumulation". Appl. Sci. 2023, 13, 7460.

[6] A. Curado, S.I. Lopes, A. Antão, "On the relation of geology, natural ventilation and indoor radon concentration: the northern Portugal case study". Comunicações Geológicas, vol. 107, nº 1, pp. 31-41.

[7] L.J.R. Nunes, A. Curado, S.I. Lopes, "Indoor radon mitigation strategies: The Alto Minho region (Northern Portugal) practical case", Indoor and Built Environment. 2023;0(0). DOI: 10.1177/1420326X231194877

[8] A. Curado, J. P. Silva, S.I. Lopes, "Radon Risk Reduction in Public Buildings with Regular Occupancy: A Case Study in Minho Region, Portugal", IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science, Volume 503.

[9] A. Curado, J. P. Silva, S.I. Lopes, "Radon risk analysis in a set of public buildings in Minho region, Portugal: from short-term monitoring to radon risk assessment", Procedia Structural Integrity, Volume 22, 2019, Pages 386-392, ISSN 2452-3216. DOI: 10.1016/j.prostr.2020.01.048

[10] A. Curado, J. P. Silva, S.I. Lopes, "Radon Risk Management in public buildings in northwest Portugal: from short-term characterization to the design of specific mitigation actions", International Journal of Recent Technology and Engineering, Volume 8 (1), 2019, Pages 90-96, ISSN 2277-3878

Agradecimentos

Acknowledgements

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto TECH - Tecnologia, Ambiente, Criatividade e Saúde, Norte-01-0145-FEDER-000043, cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

This work is a result of the project TECH - Technology, Environment, Creativity and Health, Norte-01-0145-FEDER-000043, supported by Norte Portugal Regional Operational Program (NORTE 2020), under the PORTUGAL 2020 Partnership Agreement, through the European Regional Development Fund (ERDF).

