

Prevenção e remediação - Técnicas disponíveis



Carlos Martins
engenharia@edm.pt

PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC

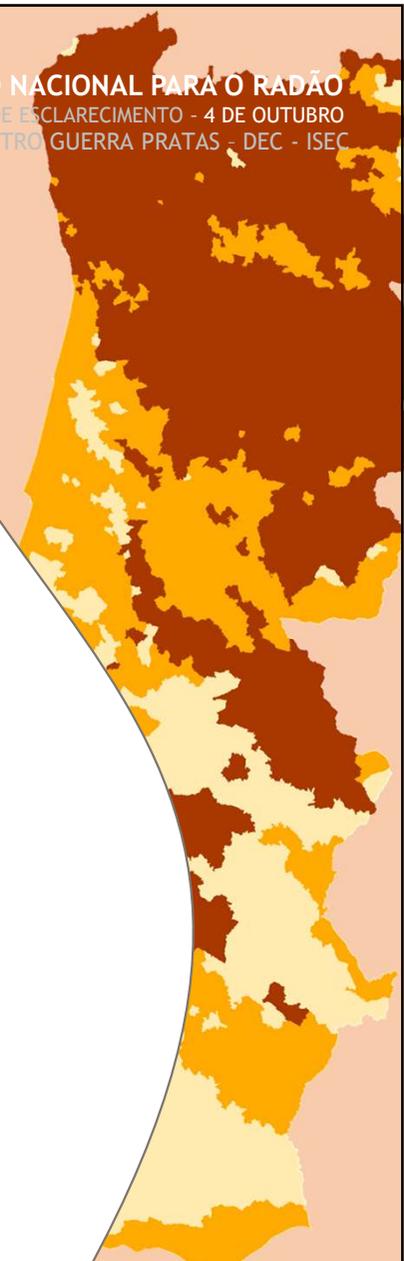


apa Agência Portuguesa
do Ambiente

n
**Instituto Superior
de Engenharia**
Politécnico de Coimbra

edm
Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA

PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO (REMEDIAÇÃO) DA ADMISSÃO DE RADÃO PARA O INTERIOR DE EDIFÍCIOS



O **Radão** é um gás radioativo de origem natural, incolor e inodoro representa a maior fonte de exposição à radiação ionizante da população mundial e constitui por isso um grave problema de saúde pública

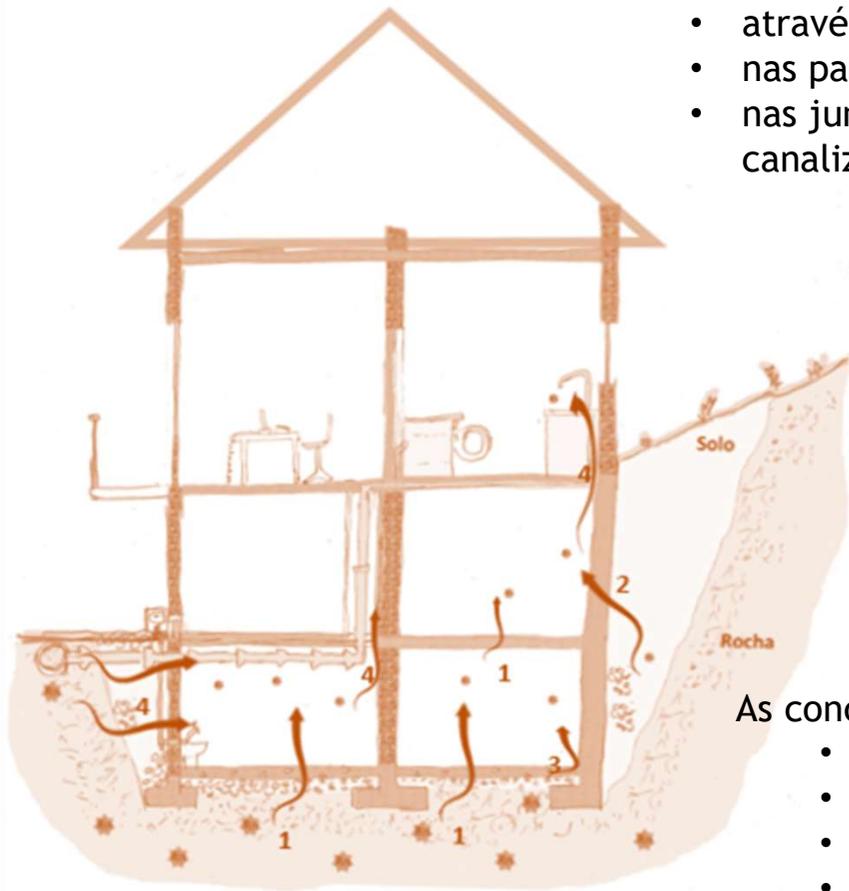
O **Decreto-Lei n.º 108/2018** estabelece o regime jurídico da proteção radiológica (transpondo a Diretiva 2013/59/Euratom)

enquadra e estabelece os níveis de concentração que não devem exceder os **300 Bq/m³**
em habitações e outros edifícios com altos fatores de ocupação

Cabe-nos implementar as soluções técnicas de proteção, controle, mitigação e dissipação de gás **Radão**

O Radão entra para o interior dos edifícios vindo do solo,

- através de fissuras e fendas no pavimento,
- nas paredes enterradas,
- nas juntas entre o chão e a parede e pela canalização mal/não isolada.



diferenças de temperatura entre interior do edifício (em geral mais quente) e o solo (em geral mais frio)

Pode acumular-se no interior e atingir valores elevados.

As concentrações elevadas dependem:

- do tipo e características do solo envolvente e de fundação,
- do tipo de construção,
- dos materiais de construção,
- ventilação natural vs eficiência energética,
- da água proveniente de furos, (água subterrânea em contacto com filões de urânio)
- dos hábitos de vida/uso do edifício.

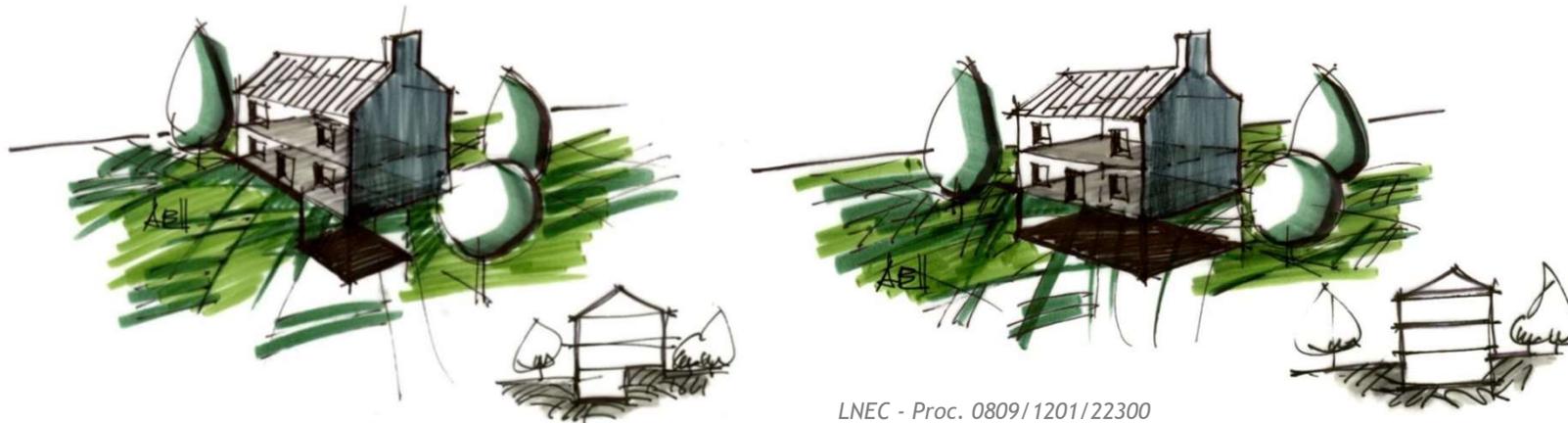
Antes do projeto de execução

(quer seja edificação nova ou remediação de edificação existente)

a escolha das soluções construtivas ou instalações a adotar para prevenir a passagem do radão para o seu interior devem ter por base:

- estudos para avaliar o local de implantação do edifício,
- estudos para avaliar a área circundante

**Estudos geológicos ou geotécnicos,
Caracterização de águas freáticas e superficiais,
Características dos edifícios confinantes (caso existam),
Realizar medições de exalação ao radão no solo**



LNEC - Proc. 0809/1201/22300

De forma a garantir que os níveis de concentração se mantêm reduzidos e inferiores ao nível de referência nacional, devem ser consideradas medidas de proteção tanto na construção de novos edifícios (medidas preventivas) como nos edifícios existentes (medidas corretivas ou de remediação).

Princípios básicos gerais:

- a) dar primazia a soluções de construção em lajes maciças ou aligeiradas e tetos falsos em placas de gesso cartonado (conseguem criar uma caixa de ar estanque ao ar),
- b) selagem e vedação completa das juntas resultantes das aberturas criadas no pavimento para passagem de cabos ou tubagens,
- c) aplicar (geo)membranas (betuminosas ou sintéticas) de impermeabilização em fundações, pavimentos térreos e paredes enterradas, com dupla função 1) reduzir o fluxo de radão para o interior do edifício e 2) reduzir a ascensão capilar da água do terreno,
- d) zonas de comunicação interiores entre pisos serem complementadas com portas com baixa permeabilidade ao ar, de modo a criar uma barreira à passagem de radão,
- e) evitar-se a utilização massiva de materiais de construção com atividade radioativa intrínseca, em particular o granito,

A redução da concentração de radão é, muitas vezes, alcançada pela combinação de diversas estratégias

Medidas de Prevenção:

- Vedação com aplicação de membranas prefabricadas
- Despressurização do terreno
- Ventilação natural
- Soluções de ventilação mecânica

Medidas de Remediação:

- Melhoria da ventilação natural por baixo do pavimento térreo junto ao terreno
- Melhoria da ventilação mecânica por baixo do pavimento térreo junto ao terreno
- Pressurização positiva no interior do edifício
- Despressurização do terreno sob o pavimento térreo
- Membranas ou filmes contra o radão sobre pavimentos
- Membranas e filmes contra o radão em paredes

As medidas de prevenção e remediação distinguem-se entre as que utilizam métodos mecânicos para a ventilação e/ou despressurização (**medidas ativas**) e as que utilizam ventilação natural (**medidas passivas**).

Para saber mais

[Relatório LNEC sobre medidas de remediação](#)
[Relatório LNEC sobre medidas de prevenção](#)
[Perguntas frequentes e contactos](#)

<https://apambiente.pt/prevencao-e-gestao-de-riscos/prevencao-e-remediacao>

PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO (REMEDIACÃO) DA ADMISSÃO DE RADÃO PARA O INTERIOR DE EDIFÍCIOS

CASOS PRÁTICOS

Mina da Urgeiriça

“... a mais importante mina de urânio da Europa...”

1912 - registada por investidores Franceses para produção de concentrado de Rádio

1926 - interrupção na produção

1929 - Companhia Portuguesa de Radium (CPR) assume o controlo

1944 - retoma da exploração para produção de concentrado de Urânio

1950 - expansão e construção das estruturas mineiras

1962 - Junta de Energia Nuclear (JEN) assume o controlo

1977 - Empresa Nacional de Urânio (ENU) assume a gestão

1991 - fim da atividade mineira



60 ha
dimensão

2 km
extensão de exploração

550 m
profundidade

19

níveis de galerias
(30m entre níveis)

6 poços

Poço de Sta. Bárbara

± 4500 ton

óxido de urânio

(25% Urgeiriça + 75% 66 minas da região)

Complexo Mineiro

40

edifícios apoio direto à exploração

136

edifícios de apoio e habitacionais



Recuperação Ambiental

2001 - 2005

Estudos base de caracterização,
Estudos Diretores e Ensaíos

2008 - 2013

1ª Fase do Estudo de Caracterização do
Parque Habitacional

2017 - 2018

2ª Fase do Estudo de Caracterização do
Parque Habitacional

- Confinamento técnico de resíduos
- Gestão de efluentes
- Preservação de património
- Descontaminar edificado existente
- Resolução de problemas de segurança
- Integração paisagística

2005 - 2020

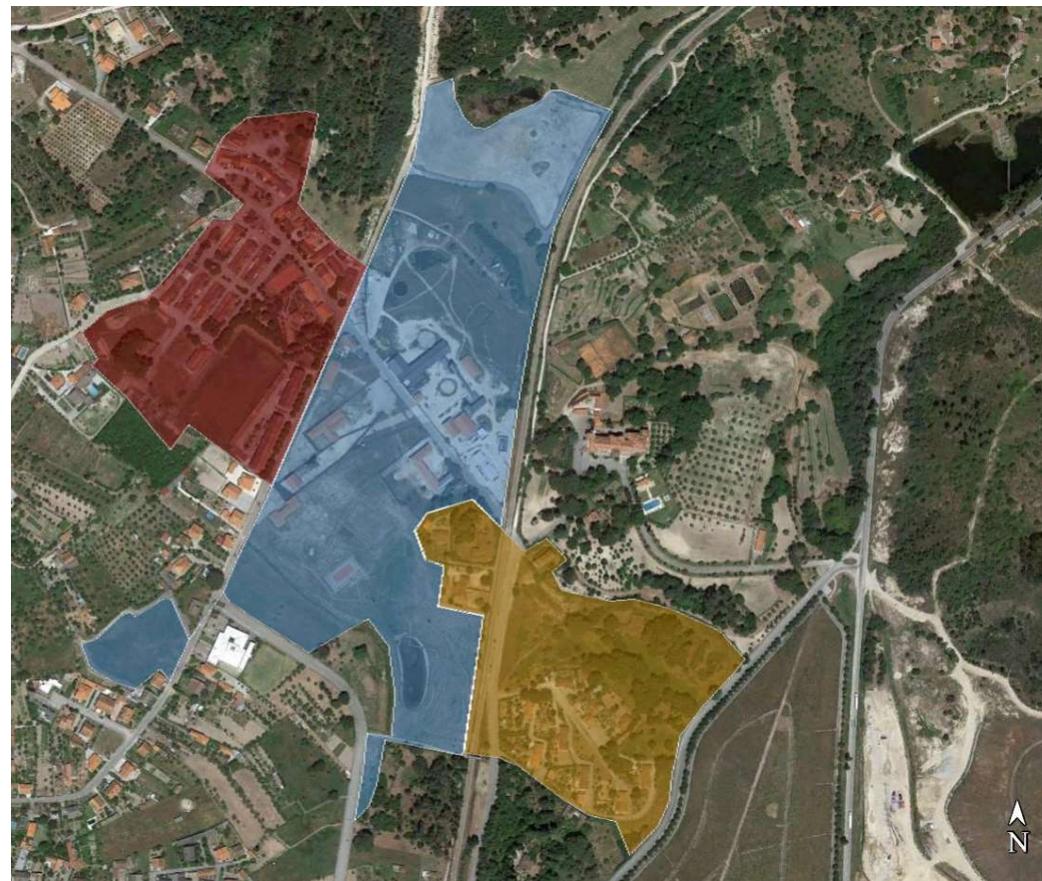
Recuperação Ambiental da Antiga Área
Mineira da Urgeiriça

2015 - 2016

1ª Fase da Descontaminação e
reabilitação do parque urbano

2019 - 2023

2ª Fase da Descontaminação e
reabilitação do parque urbano



Verificação da radiação externa
 $0,17 < \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1} < 0,19$ (fundo natural)
Concentrações do gás radão
 $< 300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$
Verificação de radiometria de superfície
 $< 250 \text{ cps}$

CARACTERIZAÇÃO RADIOLÓGICA
Concentração de gás Radão ²²² no interior da edificação
Radiometria de superfície no interior da edificação
Radiação externa no interior da edificação
Radiação externa nos logradouros

edm

Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA

PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC

DESCONTAMINAÇÃO QUÍMICA, RADIOLÓGICA, REABILITAÇÃO E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

40

edifícios de apoio direto à exploração
CARACTERIZADOS

26

DEMOLIDOS

14

INTERVENIONADOS

DESCONTAMINAÇÃO RADIOLÓGICA, REABILITAÇÃO E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

136

edifícios de apoio e habitacionais

127

CARACTERIZADOS

(Laboratório de Radioatividade Natural da Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra)

86

IDENTIFICADOS PARA INTERVENÇÃO

65

INTERVENÇÕES COMPLETAS

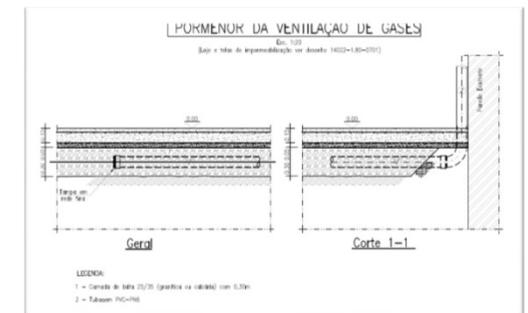
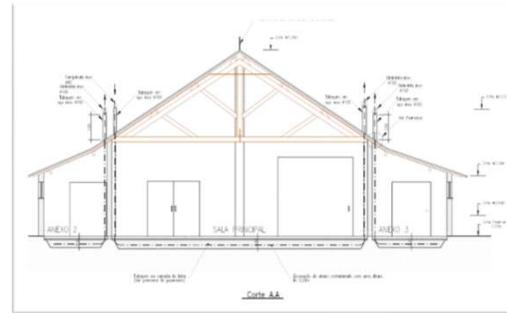
21

INTERVENÇÕES VENTILAÇÃO



Medidas de Prevenção:

- Vedação com aplicação de membranas prefabricadas
- Despressurização do terreno
- Ventilação natural
- Soluções de ventilação mecânica



Escavação e substituição de solos até uma profundidade mínima de 0,30m



Rede de ventilação e extracção de gás



Camada de protecção para aplicação de tela



Aplicação de membranas prefabricadas em toda a área do pavimento



Ligação cuidada aos elementos estruturais e filme plástico de protecção superior das membranas prefabricadas



Execução de pavimento de revestimento superior final



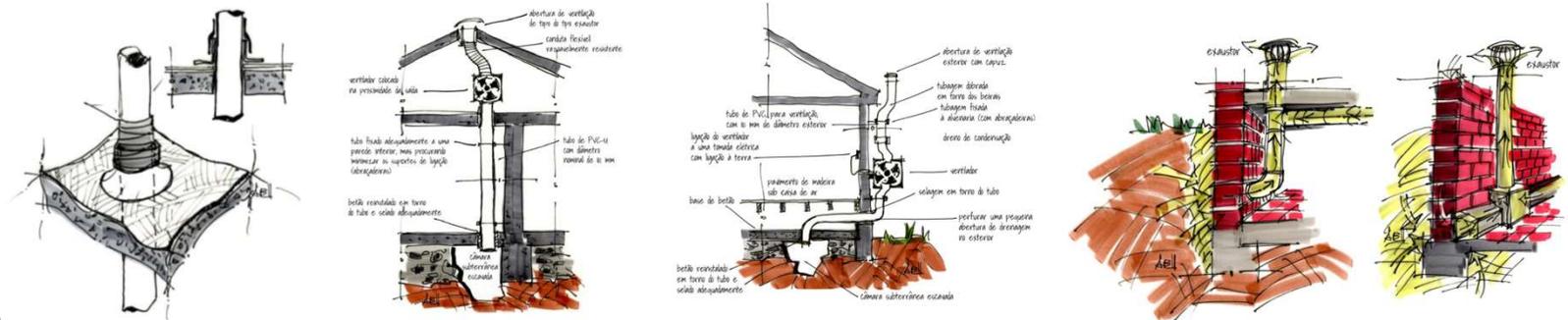
Pavimento de revestimento superior final



Prumada de extracção de ar do sistema de ventilação do pavimento

IMPORTANTE

- Suporte inicial sólido de caracterização dos solos
- Apoio especializado para escolha das soluções
- Acompanhamento dedicado na pormenorização e execução



LNCC - Proc. 0809/1201/22300

NOTA: Ventilação natural

É adequada para níveis de radão até 400-500 Bq/m³ (eventualmente 700 Bq/m³, em certos casos) a ventilação natural das habitações deve ser realizada de acordo com a norma portuguesa NP 1037-1 (IPQ, 2015).

Medidas de Remediação:

- Melhoria da ventilação natural por baixo do pavimento térreo junto ao terreno
- Melhoria da ventilação mecânica por baixo do pavimento térreo junto ao terreno
- Pressurização positiva no interior do edifício
- Despressurização do terreno sob o pavimento térreo
- Membranas ou filmes contra o radão sobre pavimentos
- Membranas e filmes contra o radão em paredes

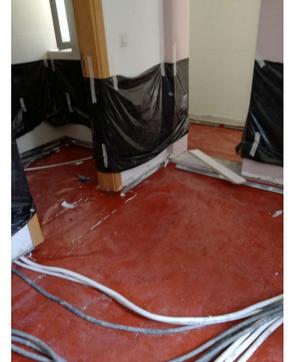


Técnica	Taxa típica de redução de radão	Comentários
Aspiração/despressurização ativa sob a laje térrea	50 a 99 %	Funciona melhor se o ar puder fluir facilmente nos materiais sob a laje.
Aspiração passiva sob a laje térrea	30 a 70 %	Pode ser mais eficaz em climas frios; não é tão eficaz como a depressurização ativa sob a laje.
Aspiração através de conduta perfurada (drenos sob a laje térrea)	50 a 99 %	Pode funcionar em sistemas de drenagem de águas pluviais.
Despressurização em paredes com tijolos ou blocos perfurados	50 a 99 %	Somente em edifícios com estes elementos nas paredes; requer vedação das maiores aberturas.
Despressurização através de câmara de infiltração de água construído sob a laje térrea	50 a 99 %	Funciona melhor se o ar fluir facilmente para a câmara.
Despressurização sob membrana barreira contra o radão em devão sanitário	50 a 99 %	Em climas frios origina menos perda de calor do que a ventilação natural.
Ventilação natural em devão sanitário	0 a 50 %	Realça-se para esta técnica a grande variabilidade dos custos para a implementar
Selagem das aberturas, fendas e fissuras de entrada do radão	Consultar comentários	Normalmente usado apenas em conjunto com outras técnicas; exige materiais e instalação adequados.
Pressurização da habitação ou da cave	50 a 99 %	Funciona melhor em caves de pequena dimensão, isoladas do exterior e dos pisos superiores. Existe o risco de escoamento de poluentes para os pisos superiores.
Ventilação natural	Variável/Temporária	Perda significativa do ar aquecido ou arrefecido, se não houver isolamento térmico adequado; os custos operacionais dependem das taxas de utilização e do caudal de ventilação.
Ventilador com recuperador de calor (VRC)	Variável (consultar comentários)	Uso limitado; eficácia dependente da concentração de radão existente ou pela quantidade de ar para ventilação disponível para diluição através da técnica VRC. Mais bem aplicado em áreas de espaço limitado, como embasamentos.



edm
Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA

PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC



edm
Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA

PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC



Trabalhos de remoção de aterro sanitário subterrâneo



Trabalhos de remoção de fundações existentes



Fundações com estrutura ventilada após a remoção das fundações existentes



Trabalhos de remoção de aterro sanitário subterrâneo



Trabalhos de remoção de fundações existentes



Fundações com estrutura ventilada após a remoção das fundações existentes



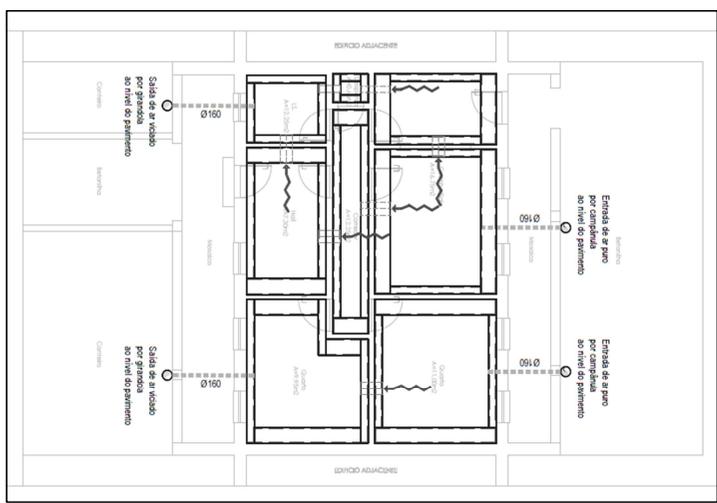
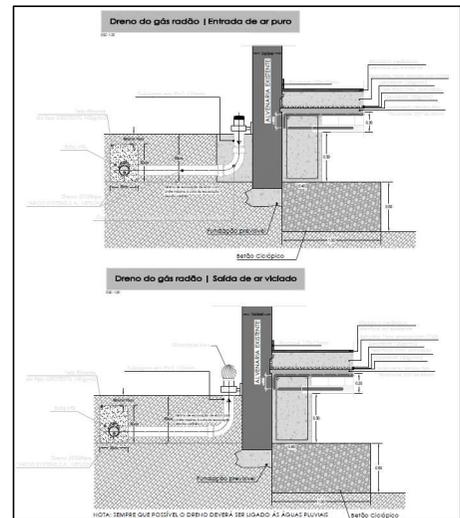
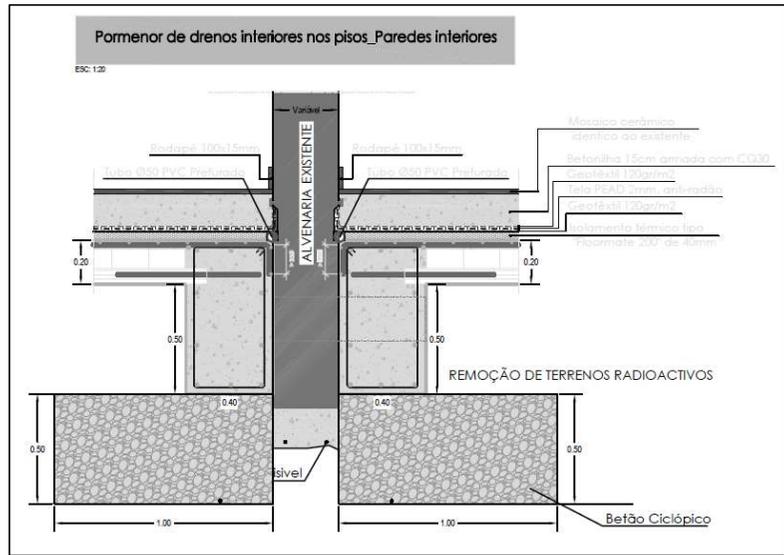
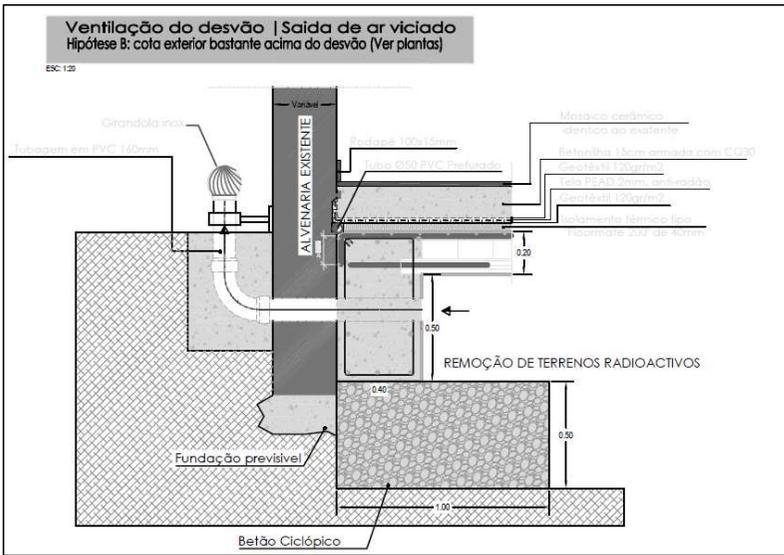
Acima da laje estrutural de pavimento: a) sistema de ventilação admissão, b) Φ 50mm



Sistema de ventilação exterior - sistema de ventilação "drenagem" Φ 110 mm

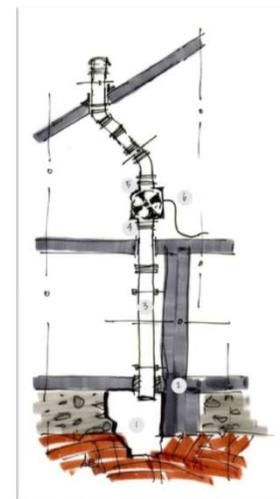
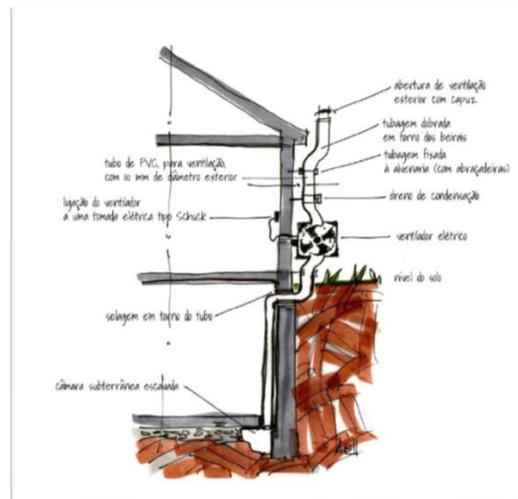
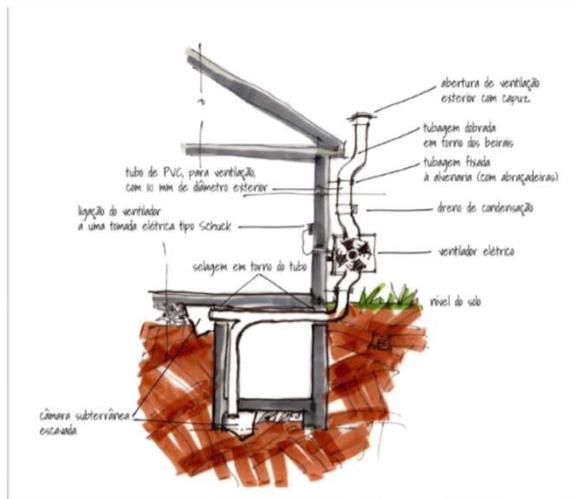
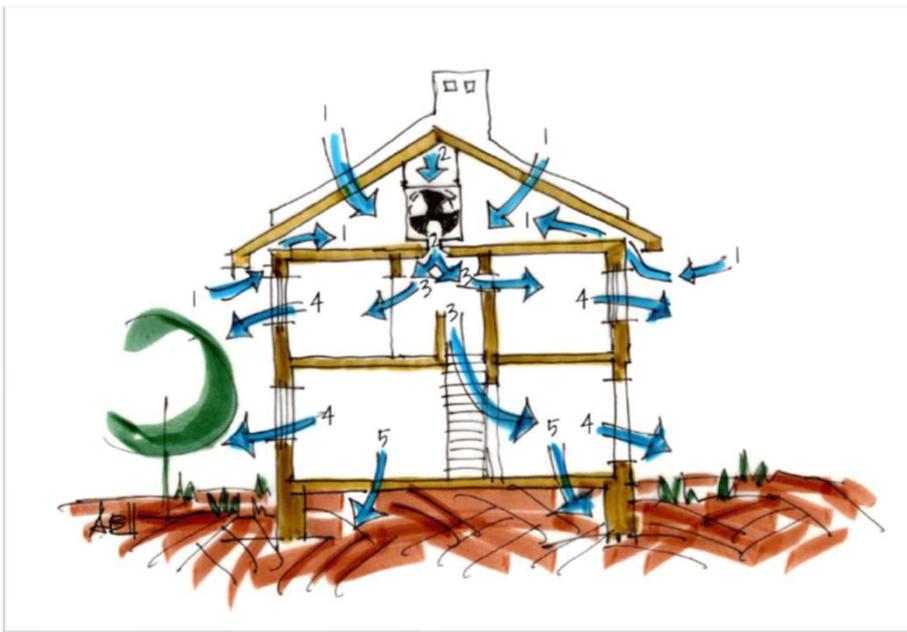


Abaixo da laje estrutural de pavimento sistema de ventilação natural admissão Φ 200mm

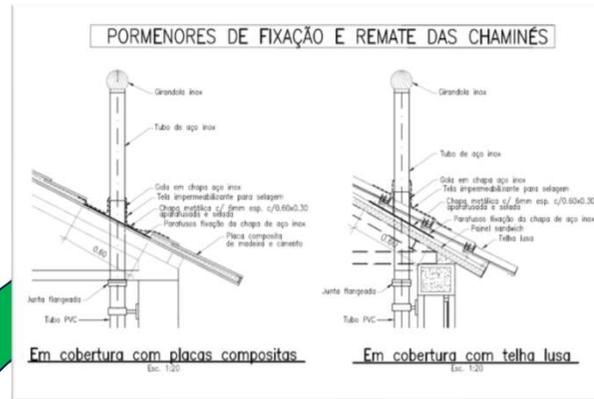


Sistemas de ventilação dupla → utilização de gradientes térmicos e pressão atmosférica

LNEC - Proc. 0809 / 1201 / 22300



Avaliação e caracterização da área de implantação e/ou do edificado existente



Pormenorização cuidada e dedicada das soluções técnicas de prevenção ou remediação

Escolha de soluções e materiais ponderada, com acompanhamento dos fabricantes

Ficha técnica

MONARFLEX® RMB 350

Aplicação:

A membrana MONARFLEX® RMB 350 é uma barreira de Radão e de humidade para ser utilizada sobre a base de casas e edifícios.

Propriedades:

A membrana MONARFLEX® RMB 350 é uma barreira de humidade de quatro camadas com duas camadas de filme soprado laminadas em conjunto com uma forte rede de reforço.

Informação do Produto		MONARFLEX® RMB 350		
Camada Superior	Camada de LDPE de 100 micron vermelho com UV e HDPE 150 mic			
Camada e Revestimento	Camada preta de LDPE com HDPE 12x12 mm poliéster			
Reforço	multifilamento 1100 dtex			
Lado inferior	Camada de LDPE preto de 100 microns com HDPE			
Cor	Vermelho / Preto			
Aplicação	150 mm sobrepostas e seladas com fita de butil de dupla face			
Unidade	UNI	Valor	Tolerância	Método
Comprimento	m	25	+1%-0%	EN 1848-2
Largura	m	2,00 e 4,00	±2%	EN 1848-2
Espessura	mm	0,35	±10%	EN 1849-2
Peso	kg/m ²	350	±5%	EN 1849-2
Retilidade	Pass / Fail	Pass		EN 1848-2
Defeitos Visíveis	Visível	Defeitos não Visíveis		EN 1850-2
Resistência à tração	N/50 mm	DM: > 420		EN 12311-1
		DC: > 12		
Alongamento	0%	DM: > 12		EN 12311-1
		DC: > 12		
Transmitância de Radão	10 ⁻⁸ m/s	<20		Teste Interno SP
Permeabilidade ao Radão	10 ⁻¹² m ² /s	<10		Teste Interno SP
Valor SD	m	232	±50	EN 1931
Transmissão de vapor de água	kg/(m ² .s.Pa)	8,43x10 ⁻¹¹		
		±5, 13x10 ⁻¹⁴		EN 1931

*Avaliação contínua das medidas adotadas e otimização do funcionamento

K 125 EC alleo
Article number: 18996
Variant: 230V 1-50/60Hz

Description

- EC motor, high level of efficiency
- 100% speed controllability
- Integrated motor protection
- Fanblade anti-vibration bracket

EC technology is intelligent technology. Using integral electronic control which eliminates the slip losses in the motor and ensures that the fan blade always runs at optimal load. This guarantees that the proportion of energy utilized effectively is many times higher and the energy saving considerably lower compared with AC motors. EC fans are suitable for their economical use of energy and excellent noise level. They can be varied in speed to match the airflow demand, and operate at high efficiency levels. The most recent design in our series technology.

Technical parameters

Nominal data	230 V	230 V/50 Hz	230 V/60 Hz	230 V/50 Hz	230 V/60 Hz
Voltage (nominal)	230 V				
Frequency	50/60 Hz				
Phase(s)	1~				
Rated power	83 W				
Rated current	0,475 A				
Supply speed	0,258 m/s				
Air flow	max 482 m ³ /h				
Temperature of transport air	max 80 °C				
Max temperature of transport air, when speed controlled	80 °C				

Dimension



PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC



PLANO NACIONAL PARA O RADÃO
SESSÃO DE ESCLARECIMENTO - 4 DE OUTUBRO
ANFITEATRO GUERRA PRATAS - DEC - ISEC

Obrigado



EDM - EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A.

R. Sampaio e Pina 1 - 3º Dtº, 1070-248 Lisboa, PORTUGAL

Tel: (+351) 213 859 121 - Fax: (+351) 213 804 420 - www.edm.pt - Email: edm.mineira@edm.pt