

# **Qualidade do Ar Interior em Edifícios**

---

Eng.<sup>as</sup> Dília Jardim, Ana Roque de Oliveira, Ana Morais

Lisboa, 19 de Fevereiro de 2009

**Lisboa e-nova Ponto de Encontro**

# Âmbito da Apresentação

---

- Contexto Regulamentar
- Qualidade do Ar Interior (QAI) e Certificação de Edifícios
- Agentes do RSECE
- Requisitos de QAI
- Auditorias QAI e Certificado
- Conclusões/Oportunidades

## Contexto Regulamentar

Directiva 2002/91/CE, 16 de Dezembro  
Desempenho Energético dos Edifícios

Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do  
Ar Interior (QAI) nos Edifícios

**SCE** (Decreto Lei 78/2006 de 4 de Abril)

Decreto-Lei 79/2006, 4 de Abril  
Regulamento dos Sistemas  
Energéticos de Climatização em  
Edifícios (**RSECE**)

Decreto-Lei 80/2006, 4 de Abril  
Regulamento das Características de  
Comportamento Térmico dos  
Edifícios (**RCCTE**)

### Requisitos QAI

caudais de ar novo, velocidade do ar,  
concentrações de poluentes, condições  
de higiene dos sistemas de climatização

### Requisitos de conforto térmico

temperatura, humidade

## Principais Entidades Envolvidas (RSECE)

---

Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG):

- Supervisão SCE – Energia

Agência Portuguesa do Ambiente (APA):

- Supervisão SCE – Qualidade do Ar Interior (QAI)

Agência para a Energia (ADENE):

- Gestão SCE – Processo Certificação, Informação, Peritos Qualificados, Credenciação de Técnicos

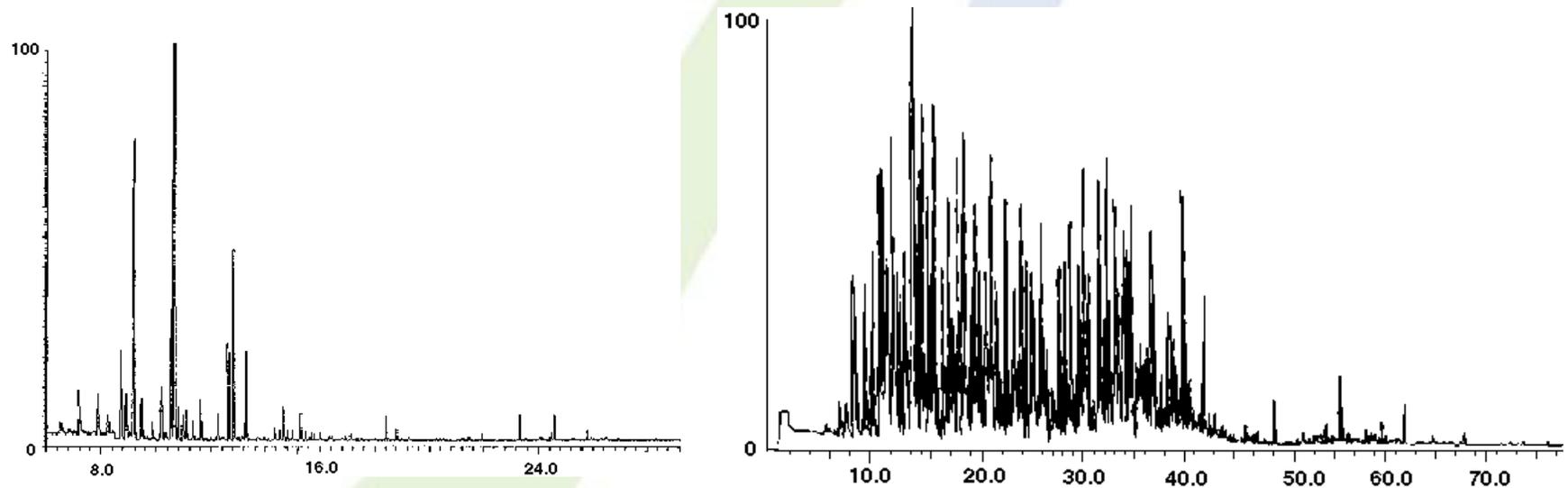
# O que é a Qualidade do Ar Interior?

---

- QAI pode ser definida como o grau de cumprimento dos requisitos de saúde (poluentes) e de conforto (temperatura, humidade, odores, fluxos de ar, etc) + componente de percepção de QAI
- 1 a 2 litros de água/dia vs 12000 a 15000 litros de ar/dia
- 90% tempo vivido em espaços interiores
- Grande **exposição** a poluentes no interior dos edifícios

# Ar Exterior e Ar Interior

Número e concentração de poluentes no exterior/interior dos edifícios  
(Exemplo: Compostos Orgânicos Voláteis)



Fonte: John J. Manura (SIS) and Thomas Hartman (CAFT - Rutgers University)

## Reactividade e persistência

			Reactividade	Persistência
<b>Partículas Suspensas</b>	<b>(PM10)</b>		<b>(-)</b>	<b>+</b>
<b>Aerossóis</b>			<b>+</b>	<b>--</b>
<b>Dióxido de Carbono</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>		<b>-</b>	<b>++</b>
<b>Ozono</b>	<b>O<sub>3</sub></b>		<b>+++</b>	<b>-</b>
<b>Monóxido de Carbono</b>	<b>CO</b>		<b>+++</b>	<b>-</b>
<b>Formaldeído</b>			<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Compostos Orgânicos Voláteis</b>	<b>(Totais)</b>		<b>-</b>	<b>++</b>
<b>Radão</b>			<b>-</b>	<b>+</b>

# Edifícios versus QAI



# Exemplos

**Formaldeído** – têxteis, desinfetantes, produtos madeira, isolantes, pinturas, adesivos, tabaco: irritação olhos, problemas respiratórios

**Monóxido de carbono** – contaminação exterior, tabaco: efeitos agudos, pode ser fatal

**Dióxido de azoto** – contaminação exterior: problemas respiratórios

**Benzeno** – produtos madeira, fumo tabaco, contaminação exterior : cancerígeno

**Naftaleno** – fumo tabaco, naftalina: irritante olhos, sistema respiratório

**Radão** (gás radioactivo) – zonas graníticas: aumenta risco cancro pulmão

**Ozono** - contaminação exterior, fotocopiadoras: problemas respiratórios

**Partículas** - contaminação exterior, AVAC, tabaco, papel: problemas respiratórios

**Dióxido Carbono** - contaminação exterior, ocupantes, tabaco: afecta sistema nervoso central, sistema cardiovascular, ossos

**Bactérias, fungos, Legionella** – AVAC, materiais construção e decoração, alcatifa, ocupantes: alergias, infecções

**Etc, etc, etc...**

### 1) Incomodativos:

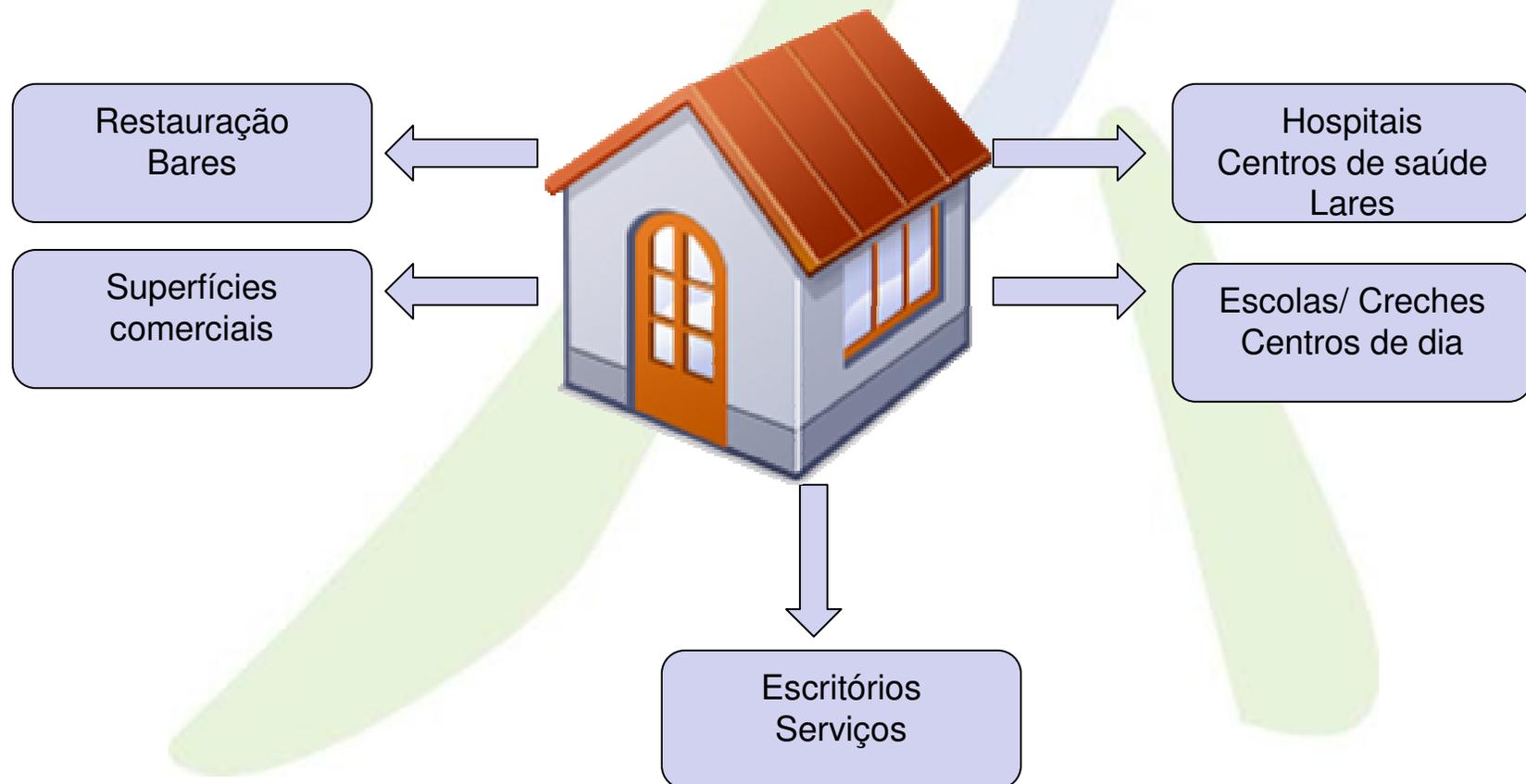
- odores desagradáveis
- reacções de irritação: olhos, nariz, garganta, boca

### 2) Exposição a agentes patogénicos:

- efeitos agudos: imediatos
- efeitos prolongados: reacções alérgicas e infecciosas, cancro do pulmão

# Edifícios versus QAI

Funções do edifício  $\neq$  tempos de exposição

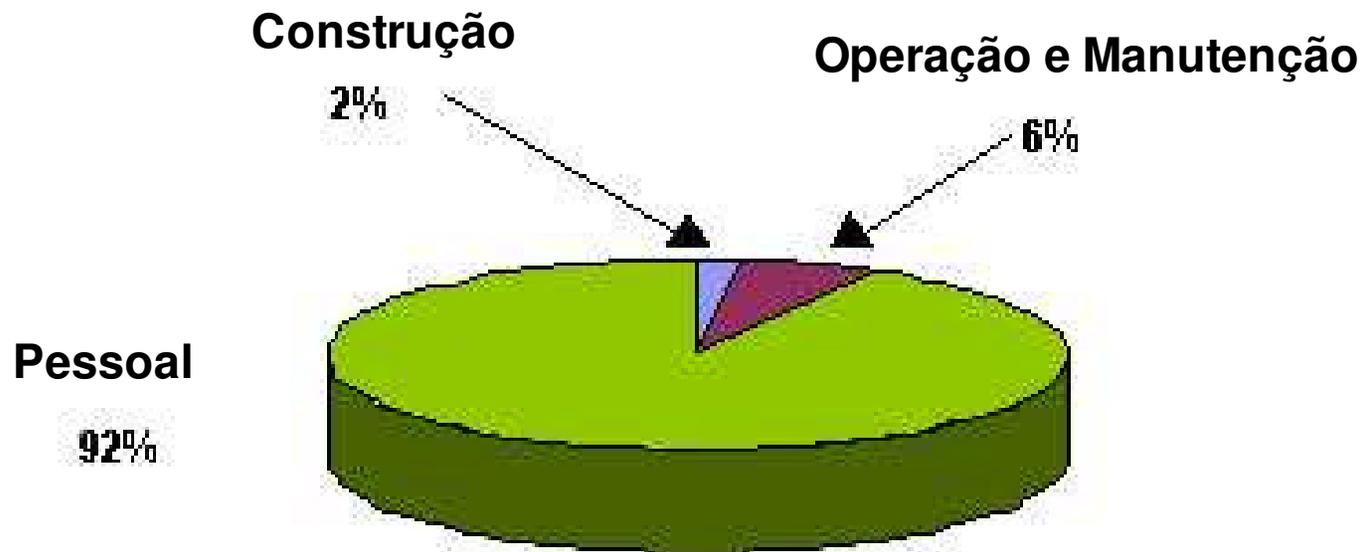


# Articulação QAI / eficiência energética

---

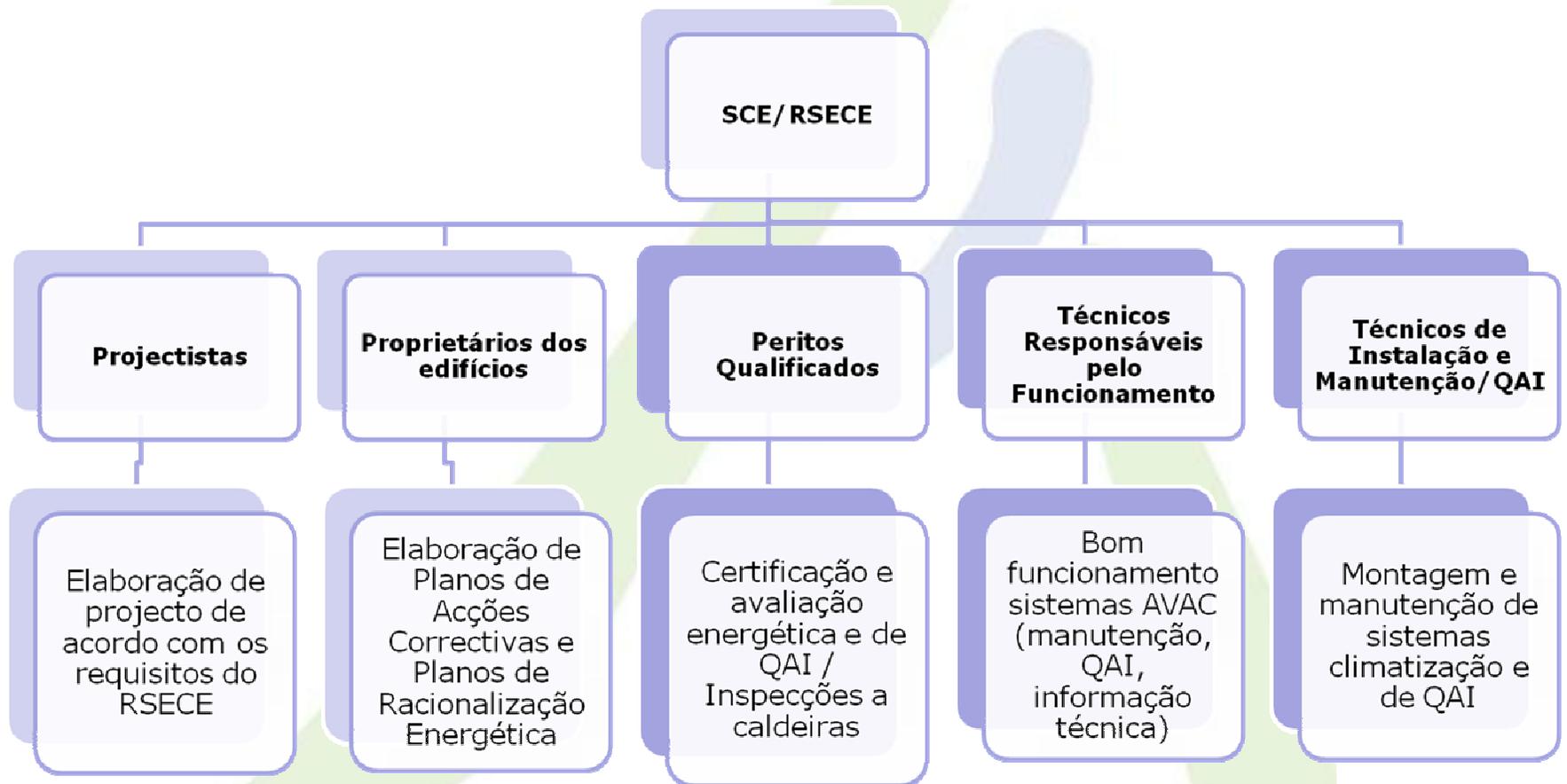
- Eficiência Energética
  - Redução do consumo energético (emissões de CO2)
  - Redução da factura e dependência energética
- Qualidade do Ar Interior
  - Benefícios de saúde e bem-estar dos ocupantes
  - Menores custos de saúde
  - Maior produtividade
  - Manutenção dos sistemas de climatização

# Custo Médio de um Edifício ao longo de 30 anos



Fonte: US DOE Center of Excellence for Sustainable Development

# Agentes/Avaliações de QAI no âmbito do RSECE

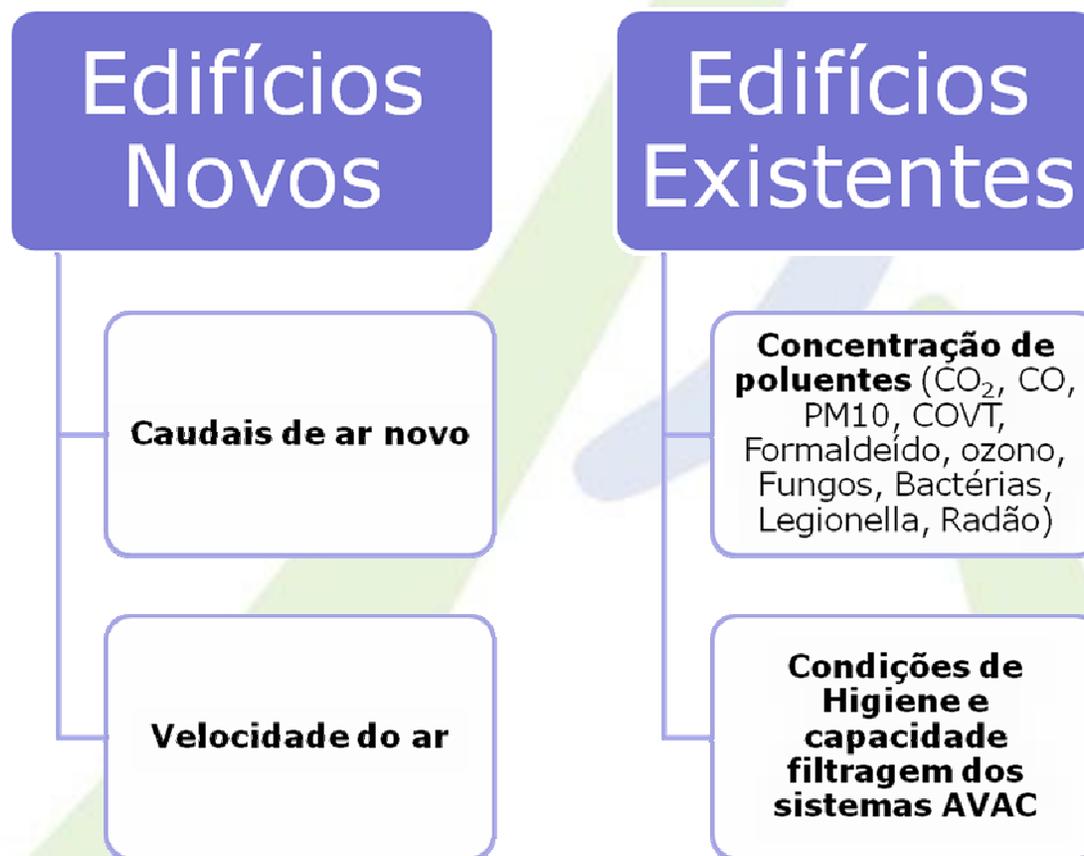


# Âmbito de Aplicação do RSECE

---

- **Grandes Edifícios de Serviços** (>1000m<sup>2</sup> ou >500m<sup>2</sup>, dependendo do tipo de actividade): edifícios novos e existentes, grandes renovações
- **Pequenos Edifícios de Serviços com Sistemas AVAC P>25kW**: edifícios novos e existentes, grandes renovações
- **Edifícios de Habitação com Sistemas AVAC P>25kW**: edifícios novos e grandes renovações
- **Edifícios de Serviços e de Habitação com Novos Sistemas AVAC (P >25kW)**: edifícios novos e existentes, grandes renovações
- **Edifícios existentes** aquando da celebração de **contratos** de venda e de locação, incluindo o arrendamento

# Requisitos QAI do RSECE – Edifícios de Serviços



# Requisitos para Manutenção da QAI

---

- Velocidade do ar interior inferior a 0,2 m/s
  - Conforto térmico
  - Evitar dispersão de partículas
- Taxas de renovação de ar
  - Caudais mínimos de ar novo por espaço, em função da sua utilização e do tipo de fontes poluentes nele existentes

# Requisitos para Manutenção da QAI

## Taxas de Renovação de Ar

Tipo de Actividade		Caudais mínimos de ar novo		
		[m <sup>3</sup> /(h.ocupante)]	[m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]	
Residencial	Salas de estar e quartos	30		
Tipo de Actividade	Caudais mínimos de ar novo	m <sup>3</sup> /(h.ocupante)	m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )	5
				5
				10
				5
				35
				35
Residencial	Salas de estar e quartos	30		5
Comercial	Salas de espera	30		5
	Lojas de comércio		5	35
	Áreas de armazenamento		5	10
	Vestiários		10	5
	Supermercados	30	5	20
(...)	(...)	(...)	(...)	20
				15
				15
Escolas	Elevadores			15
	Salas de aula	30		
	Laboratórios	35		
	Auditórios	30		
	Bibliotecas	30		
Hospitais	Bares	35		
	Quartos	45		
	Áreas de recuperação	30		
	Áreas de terapia	30		

Para espaços de tipologias não indicadas na lista, são usadas as tipologias mais parecidas

# Requisitos para Manutenção da QAI

## Concentrações Máximas de Referência

### ANEXO VII

#### Concentrações máximas de referência de poluentes no interior dos edifícios existentes

[Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)]

Parâmetros	Concentração máxima de referência (mg/m <sup>3</sup> )
Partículas em suspensão (PM10)	0,15
Dióxido de carbono	1800
Monóxido de carbono	12,5
Ozono	0,2
Formaldeído	0,1
Compostos orgânicos voláteis totais	0,6

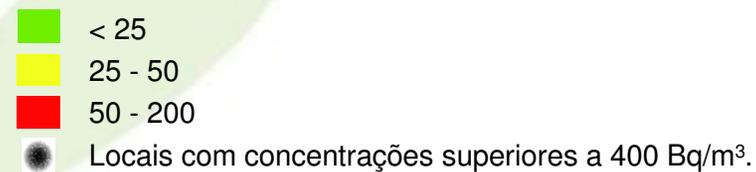
#### Concentrações máximas de referência [RSECE, Art. 29, números 8 e 9]

Parâmetros	Concentração máxima de referência
Bactérias	500 UFC/m <sup>3</sup> (valor máximo)
Fungos	500 UFC/m <sup>3</sup> (valor máximo)
Radão	400 Bq/m <sup>3</sup>
Legionella	100 UFC/L (valor máximo)

UFC = Unidades Formadoras de Colónias

# Requisitos para Manutenção da QAI

- Radão deve ser medido nas zonas graníticas



# Requisitos para Manutenção da QAI

---

- Condições de higiene
  - Sistemas construídos e mantidos em condições de higiene que garantam QAI

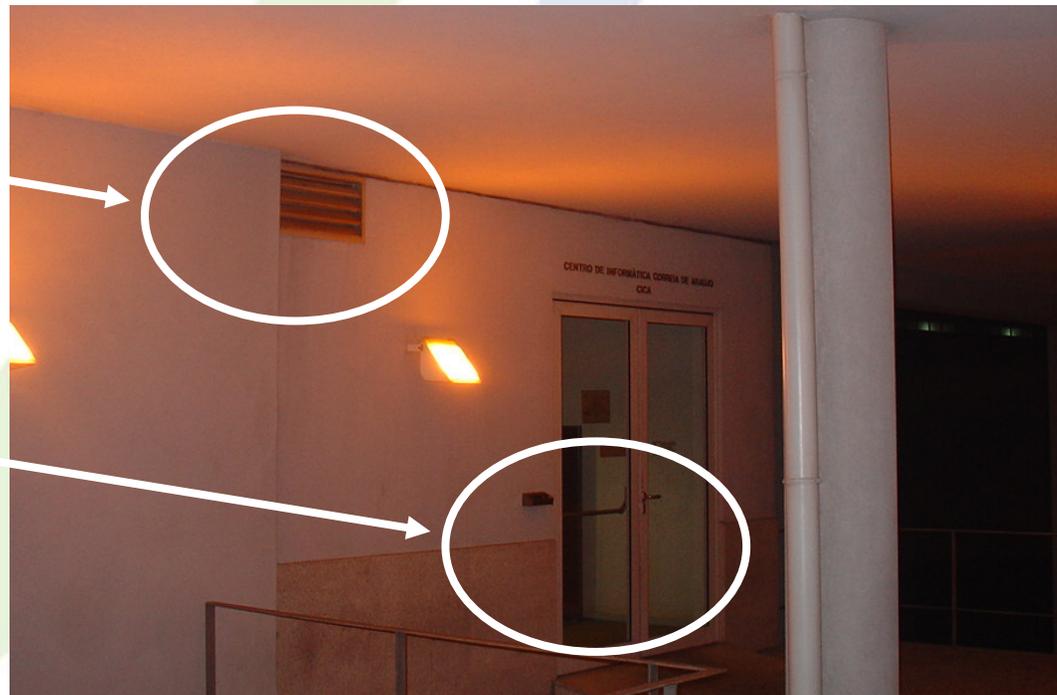


# Captação de Ar Novo

---

Grelha de insuflação

Zona de fumadores



# Auditoria QAI

---

Fase 1. Auditoria QAI aos Edifícios Novos, para obter Licença ou Autorização de Construção e Emissão da Declaração de Conformidade Regulamentar

Fase 2. Auditoria QAI aos Edifícios Novos, no final da sua construção, para obter Licença ou Autorização de Utilização e Certificado QAI

Fase 3. Auditorias Periódicas QAI aos Edifícios Existentes, durante o seu funcionamento para obter Certificado QAI (celebração de novo contrato de venda, locação ou arrendamento)

# Periodicidade das Auditorias QAI

---

A periodicidade das auditorias da QAI é definida conforme a tipologia dos edifícios:

- de **2 em 2 anos** no caso de edifícios ou locais que funcionem como estabelecimentos de ensino ou de qualquer tipo de formação, desportivos e centros de lazer, creches, infantários ou instituições e estabelecimentos para permanência de crianças, centros de idosos, lares e equiparados, hospitais, clínicas e similares.
- de **3 em 3 anos** no caso de edifícios ou locais que alberguem actividades comerciais, de serviços, de turismo, de transportes, de actividades culturais, escritórios e similares
- de **6 em 6 anos** os restantes edifícios

# Metodologias para Auditorias Periódicas QAI

---

- Nota Técnica em preparação pelo SCE
  - ✓ Preparação e Planeamento da Auditoria à QAI
  - ✓ Poluentes a medir
  - ✓ Métodos de medição
  - ✓ Amostragem e medição
  - ✓ Tratamento de resultados
  - ✓ Critérios de conformidade
  - ✓ Registo de resultados no certificado
  - ✓ Avaliação das condições higiénicas e da capacidade de filtração do sistema AVAC
  - ✓ Plano de acções correctivas
  - ✓ Relatório síntese

# Planos de Acções Correctivas de QAI

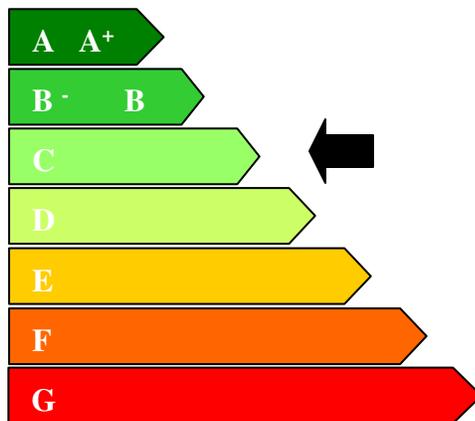
## Objectivo

- Corrigir situações de QAI deficiente resultantes de incumprimento regulamentar baseado na excedência das concentrações máximas de referência de poluentes no interior dos edifícios.

## Tipos de Intervenções

- **Controlo na fonte** (contaminantes identificados) - actividades, materiais, equipamentos
- **Ventilação** (subdimensionamento AVAC/contaminantes não identificados) - diluição, controlo de pressão, distribuição do ar
- **Limpeza do ar** (combinada com controlo na fonte ou ventilação, excepto se contaminação exterior) - equipamentos limpeza do ar
- **Controlo da exposição** (gestão de actividades) - ocupação, actividades

# Certificado (SCE)



## 2. Qualidade do Ar Interior (QAI)

O presente imóvel cumpre com os requisitos aplicáveis estabelecidos no D.L. 79/2006 de 4 de Abril relativamente à qualidade do ar interior. Conforme aplicáveis, esses requisitos visam, através da verificação das condições de projecto ou da realização de auditorias periódicas, assegurar que o edifício ou fracção autónoma dispõe de condições adequadas para que as concentrações de poluentes no ar interior sejam inferiores às concentração máximas de referência, salvaguardando assim a saúde dos seus ocupantes.

O presente imóvel foi sujeito a uma auditoria à qualidade do ar interior onde foram detectados valores de concentração de um ou mais poluentes acima do respectivo valor máximo de referência definido no Anexo VII do D.L. 79/2006 de 4 de Abril, pelo que, conforme previsto no referido Decreto-Lei, o edifício ou fracção autónoma está sujeito a um Plano de Acções Correctivas da QAI a implementar pelo proprietário.

### **EDIFÍCIO OU FRACÇÃO SUJEITO A UM PLANO DE ACÇÕES CORRECTIVAS DA QAI** **A CONCLUIR ATÉ**

O Plano de Acções Correctivas da Qualidade do Ar Interior (PACQAI) é um conjunto de medidas destinadas a atingir, dentro de um edifício ou fracção autónoma, concentrações de poluentes abaixo das concentrações máximas de referência previstos no RSECE, por forma a garantir a higiene do espaço em causa e a salvaguardar a saúde dos seus ocupantes. A elaboração do PACQAI é responsabilidade do proprietário no momento da auditoria, tendo sido aprovado pelo Instituto do Ambiente. É da responsabilidade do proprietário a implementação do plano até ao prazo indicado, bem como a posterior demonstração, mediante nova auditoria no prazo de 30 dias, que o edifício ou fracção autónoma passou a cumprir com as concentrações máximas de referência. Consulte o PACQAI para mais informações sobre as medidas previstas, custos envolvidos e resultados esperados.

# Certificado (SCE)

## 13. Concentrações dos principais poluentes no ar interior (medidos em auditoria)

Principais resultados e conclusões relevantes da última auditoria realizada à Qualidade do Ar interior		Data da auditoria
▪		
▪		
Valores verificados em auditoria para os principais parâmetros e poluentes	Concentração medida	Concentração máxima de referência
▪ Partículas suspensas no ar com diâmetro inferior a 10 microns (PM <sub>10</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	0,15 mg/m <sup>3</sup>
▪ Dióxido de carbono	mg/m <sup>3</sup>	1800 mg/m <sup>3</sup>
▪ Monóxido de carbono	mg/m <sup>3</sup>	12,5 mg/m <sup>3</sup>
▪ Ozono	mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>
▪ Formaldeído	mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>
▪ Compostos Orgânicos Voláteis Totais	mg/m <sup>3</sup>	0,6 mg/m <sup>3</sup>
▪ Microrganismos – bactérias	UFC/m <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
▪ Microrganismos – fungos	UFC/m <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
▪ Legionella	UFC/l	100 UFC/l
▪ Radão	Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Sugestões de medidas de melhoria associadas</b>		
Proposta n		
Proposta n		

# Certificado (SCE)

## 15. Técnicos responsáveis

### TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DE CLIMATIZAÇÃO E PELA QAI

Nome do técnico			
Ordem / Cédula Prof. / Nº registo		Nº de inscrição	

### TÉCNICO DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Nome do técnico			
Ordem / Cédula Prof. / Nº registo		Nº de inscrição	
Empresa		Nº registo IMOPPI	

### TÉCNICO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR

Nome do técnico			
Ordem / Cédula Prof. / Nº registo		Nº de inscrição	
Empresa		Nº registo IMOPPI	

## Oportunidades no âmbito da QAI

---

- Promoção da saúde pública e da construção sustentável
- Integração e articulação dos aspectos de QAI com energia e materiais/produtos
- Informação ao público/ocupantes dos edifícios
- Verificação do funcionamento dos sistemas de climatização, bem como da manutenção da QAI
- Certificação de técnicos de climatização/Peritos Qualificados - desenvolvimento e harmonização de metodologias

## Oportunidades no âmbito da QAI (continuação)

---

- Desenvolvimento e harmonização de metodologias e políticas de QAI ao nível nacional e Europeu
- Criação de uma base de dados nacional sobre QAI e edifícios (tipologias/actividades)

- **Agência Portuguesa do Ambiente (APA)**

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

- **Direcção Geral na Energia e Geologia (DGEG)**

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

- **Agência Para a Energia (ADENE)**

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