

A QAI segundo a EN 13779

Importância de uma boa filtragem na prevenção
de doenças transmitidas por via aérea

Eng.º Victor Monteiro
Vogal da CT 178 ONS/CATIM (IPQ)
Porto, 7 de Novembro de 2009



Plano

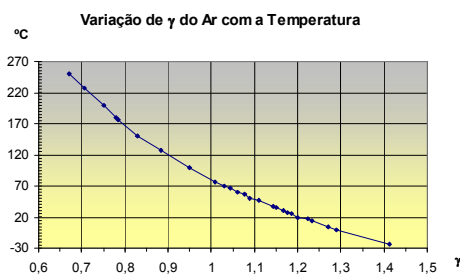
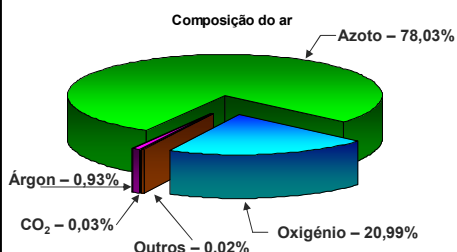
1. Introdução
2. EN 13779: Conceitos e definições de QAI
3. Classificação dos diversos tipos de ar
4. Microrganismos: - classificação e fontes
5. Principais doenças transmitidas pelo ar (via aérea)
6. Classificações dos filtros – EN 779
7. Caudais de ar novo recomendados
8. Selecção dos filtros em função do ar exterior
9. Importância da formação: – os TIM2/TQAI
10. Planos de Manutenção Preventiva, PMP
11. Conclusões

[1 - Introdução]

- A QAI, abreviatura da **Qualidade de Ar Interior**, é uma necessidade e um imperativo para qualquer ambiente em que se trabalhe ou descanse.
- Sem uma boa QAI será provável o aparecimento de doenças do foro respiratório.
- A EN 13779:2007 é uma boa ferramenta de trabalho para qualquer técnico de ventilação e, especialmente, para os TQAI.

[1 - Introdução]

- **Matéria-prima: o ar**



Densidade: 20°C – $\gamma = 1,20 \text{ kg/m}^3$ a 75°C – $\gamma = 1,00 \text{ kg/m}^3$ (-20%)

2 - EN 13 779: Conceitos e definições de QAI

- A norma europeia EN 13779 fornece a orientação para projectista, proprietários e utilizadores de AVAC a fim se conseguir um ambiente interior confortável e saudável em todas as estações com *custos de instalação e funcionamento* aceitáveis.
- A norma centra-se sobre os sistemas, aspectos e aplicações-tipo, ou seja:
 - nos aspectos importantes a conseguir e manter um *bom desempenho energético* nos sistemas sem impacto negativo na qualidade do ambiente interno.
 - nos parâmetros relevantes para o ambiente interior.
 - nas definições dos pressupostos de desempenho do projecto que vier a ser realizado.

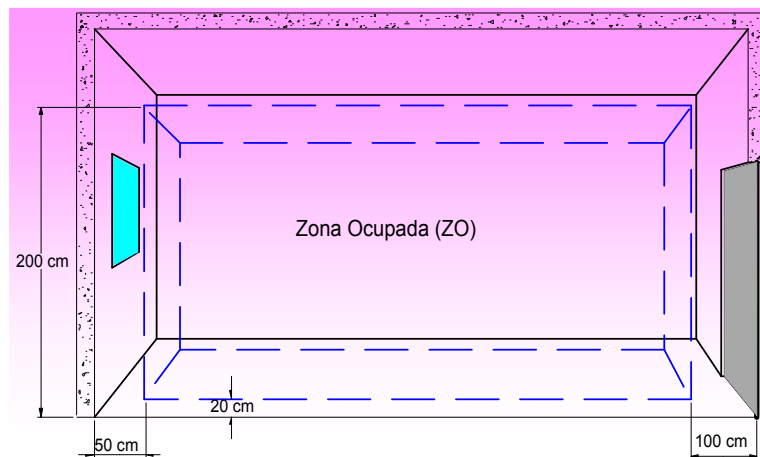
2 - EN 13 779: Conceitos e definições de QAI

Definições e conceitos mais importantes:

- Sistema de condicionamento de ar
- **Zona ocupada, ZO**
- **Eficiência de ventilação**
- **Tipos de ar**
- Potência específica do ventilador, SFP
- Sistema de ventilação

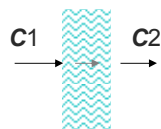
2 - EN 13 779: Conceitos e definições de QAI

■ Conceito de **Zona ocupada, ZO**



EN 13 779: Conceitos e definições de QAI

■ Conceito de **Eficiência de Filtragem**



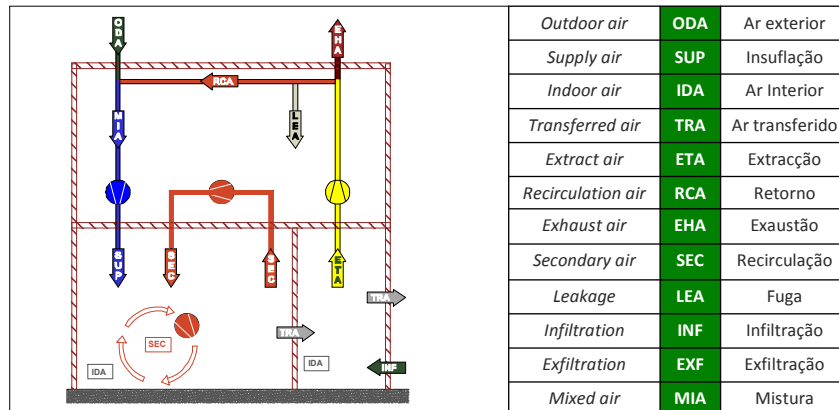
$$\varepsilon_f = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

Conceito de **Eficiência de Ventilação**

$$\varepsilon_v = \frac{C_{ETA} - C_{SUP}}{C_{IDA} - C_{SUP}} \times 100\%$$

2 - EN 13 779: Conceitos e definições de QAI

Tipos de ar:



3 - Classificação dos diversos tipos de ar

AR INTERIOR (cor)	QUALIDADE	l/s.pessoa	ΔCO_2 (ppm)	Decipol
IDA 1	Óptima	20	350	0,8
IDA 2	Boa	12,5	500	1,2
IDA 3	Média	8	800	2,0
IDA 4	Baixa	5	1200	3,0
Decipol – é a contaminação causada por uma pessoa padrão (1 olf). Caudal de ar novo (ODA1) 10l/s				
AR EXTERIOR (cor)	CONCENTRAÇÃO			
	Partículas	Contaminantes		
ODA 1	Sólidas (temporariamente)	Não		
ODA 2	Alta	Não		
ODA 3	Não	Alta		
ODA 4	Alta	Alta		
ODA 5	Muito alta	Muito alta		
ΔCO_2 (ppm) = $(C_{\text{int}} - C_{\text{ext}}) \times V$, em que $C_{\text{ext}} \approx 400$ ppm				

3 - Classificação dos diversos tipos de ar

Metodologia da Selecção do Ar de Recirculação

AR EXTRACÇÃO (cor)	GRAU DE POLUIÇÃO	
	Poluição	Reutilização
ETA 1	Baixa (sem fumo)	Adequado para RCA e TRA
ETA 2	Moderada (não é permitido fumar)	Utilizado com TRA em I.S. e garagens
ETA 3	Alta (I.S., locais de fumadores)	Não adequado para RCA nem TRA - (EHA)
ETA 4	Muito alta (ar de cozinhas, parq. est.º)	Não adequado para RCA nem TRA - (EHA)

3 - Classificação dos diversos tipos de ar

Classificação do Ar de Exaustão e Insuflação

AR EXAUSTÃO (cor)	GRAU DE POLUIÇÃO
EHA 1	Baixa (sem fumo)
EHA 2	Moderada (não é permitido fumar)
EHA 3	Alta (Instalações Sanitárias e locais de fumadores)
EHA 4	Muito alta (Exaustão de cozinhas, ventilação de parques estacionamento)
AR INSUFLAÇÃO (cor)	DESCRIÇÃO
SUP 1	Só ar exterior – ODA
SUP 2	Mistura de ar exterior e retorno – ODA + RCA

4 – Microrganismos: - classificações de fontes

- Os **micróbios** são organismos de dimensão microscópica – **microrganismos** – omnipresentes na Natureza, que podem ser a causa de transmissão de doenças ao homem, aos animais ou às plantas. Além dos micróbios, outros microrganismos conhecidos são:
 - ⊗ **as bactérias, os fungos e os vírus**
 - ⊗ **os parasitas (protozoários)**
 - ⊗ **os bioaerossóis**

4 – Microrganismos: - classificações de fontes

- Os principais focos de contaminação biológica, no ar interior dos edifícios, são:
 - os **pólenes**, as **bactérias**, os **fungos** e os **esporos** contidos no ar exterior;
 - **os sistemas de filtração** de ar (colmatados);
 - **fontes externas**;
 - **águas estagnadas** dos sistemas de refrigeração com manutenção deficiente, provenientes das torres de arrefecimento – *Legionella* e **aerossóis**;
 - humidificadores que utilizem água recirculada;
 - **atenuadores acústicos** e outros **materiais porosos** instalados em condutas;
 - **ar recirculado** em excesso.

4 – Microrganismos: - classificações de fontes

MICROORGANISMO	DESIGNAÇÃO	FONTES		
Bactérias	<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram(+)	Interior	
	<i>Staphylococcus epidermis</i>		Interior (pessoas)	
	<i>Micrococcus spp</i>			
	<i>Bacillus subtilis</i>			
	<i>Staphylococcus spp</i>	Gram(-)		Exterior
	<i>Pseudomonas spp</i>			
	<i>Bacillus spp</i>			
	<i>Bactérias entéricas</i>			
	<i>Legionella spp</i>			
Fungos	<i>Penicillium spp</i>	Gram(+)	Exterior, mas são a fonte mais comum de contaminação interior	
	<i>Aspergillus sp</i>	Gram(-)		

4 – Microrganismos: - classificações de fontes



Staphylococcus
Bactéria Gram(+)



Bactéria da Tuberculose
Bactéria Gram(-)



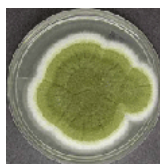
Salmonella
Bactéria Gram(-)



Ácaros



Legionella Pneumophyla
Bactéria Gram(-)



Fungos

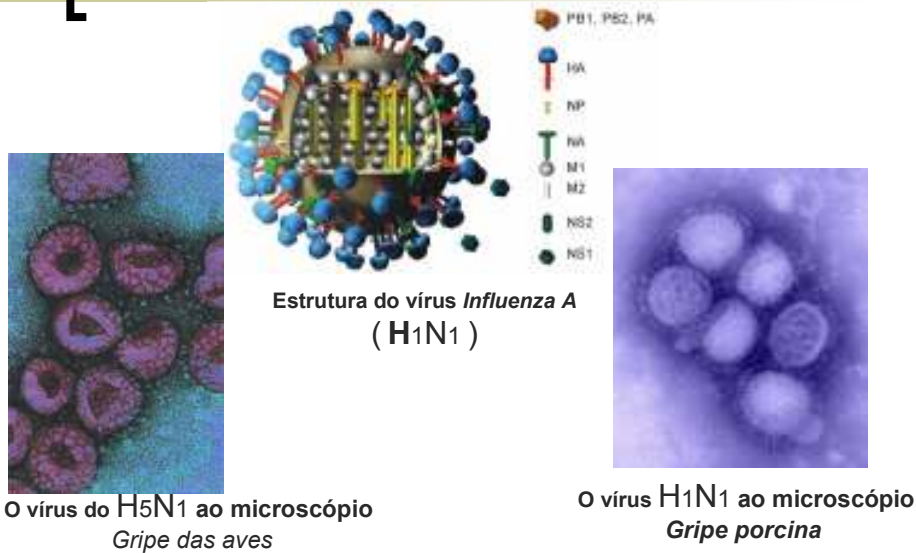


Polén Alergêneo



Espóros (Fungo)
Mofa

4 – Microrganismos: - vírus *Influenza A*

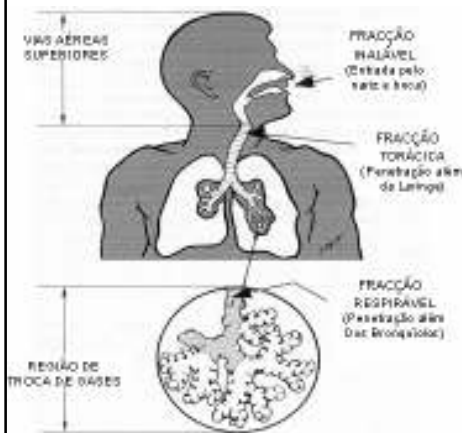


5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea

- **Efeitos dos microrganismos na saúde humana:**
Sem a ventilação adequada, os microrganismos farão sentir os seus efeitos funestos na saúde dos ocupantes, provocando:
 - irritação nos olhos, nariz, garganta e pele;
 - reacções alérgicas, sob a forma de rinite, sinusite e asma;
 - reacções tóxicas, provocadas pelas micotoxinas, endotoxinas e exotoxinas;
 - infecções graves, do foro pulmonar, como a doença do legionário, tuberculose, pneumonias e criptocose¹.

¹ Doença cuja origem se deve aos excrementos dos pássaros

5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea



Os **bioaerossóis** têm diversos tamanhos. Alguns, inalados e respirados pelos seres humanos, podem provocar doenças letais. Os **níveis de penetração** dos bioaerossóis no sistema respiratório observam-se na figura e podem ser:

- **Inaláveis** ($> 5 \mu\text{m}$)
- **respiráveis** ($0,5 \mu\text{m}$ a $5 \mu\text{m}$).

5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea

■ Condições para a proliferação dos microrganismos:

Para que os microrganismos possam proliferar nos ambientes interiores, necessitam das seguintes condições:

☀ **uma fonte de microrganismos** (interna ou externa):

- ocupantes e respectivas actividades
 - materiais de construção/acabamentos, mobiliário
 - sistemas de AVAC
 - ar insuflado ----- externa
- } **internas**

☀ **a existência de água – factor crítico** ($\text{HR} > 70\%$)

☀ **a existência de nutrientes**

☀ **temperatura adequada**

5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea

■ Concentrações máximas de referência (RSECE):

Concentrações de Poluentes

Concentrações de Fungos e Bactérias

PARÂMETRO	Concentração máx. de referência		MICROORGANISMO	Concentração máxima de referência
	mg/m ³	ppm		
Partículas suspensas no ar (PM ₁₀)	0,15		Bactérias (colheitas de ar)	500 UFC/m ³ de ar
Dióxido de carbono (CO ₂)	1800	1000	Fungos (colheitas de ar)	500 UFC/m ³ de ar
Monóxido de carbono (CO)	12,50	10,90	<i>Legionella</i> sp (colheitas de água)	100 UFC/l de água
Ozono (O ₃)	0,20	0,10	Nota: - Nas análises, será importante compará-las com as concentrações exteriores de bactérias e fungos e as espécies de fungos presentes.	
Formaldeído	0,10	0,08		
Compostos orgânicos voláteis, COV	0,60	0,29		

5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea

Principais doenças transmitidas pelo ar

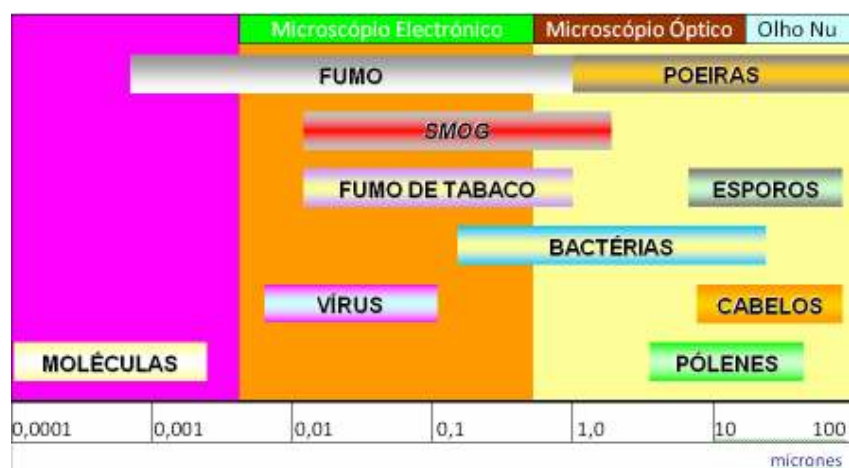
NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM
Bactérias	
<i>Legionella spp</i>	Doença do legionário (<i>legionelose</i>)
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Meningite, pneumonia, bronquite, otite e sinusite
Esporos de fungos	
<i>Mucor ramosissimus</i>	Infecções do trato respiratório, cérebro, olhos, pulmões e pele
Vírus	
<i>Influenzavirus</i>	Constipação, resfriado e gripe
<i>Orthopoxvirus</i>	Varíola

5 – Doenças transmitidas pelo ar – via aérea

- Os **Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos, (HAP)**, são outros dos poluentes não contemplados no RSECE mas, durante a exposição das pessoas, contribuem para o aumento do risco de contraírem doenças profissionais – poluentes **carcinogénicos**.
- Desenvolvem-se durante as **operações de cocção** e, sem uma **boa exaustão**, colocam os profissionais de cozinha em risco elevado. Entre outros **HAP**, destacam-se:
 - o **benzopireno** (FTE =1)
 - o benzeno
 - os aldeídos de cadeia curta
 - o acetaldeído (etanol)
 - o ciclopentano
 - a acroleína, etc.

6 - Classificações dos filtros – EN 779

Dimensões comparativas das partículas



6 - Classificações dos filtros – EN 779

NORMA EN 779			
GRUPO	CLASSIFICAÇÃO		RENDIMENTO
Pré-Filtros	EN 779	EUROVENT	Retenção média A_m [%] (Pó sintético)
G Filtros de Pó Grosso Partículas $\geq 10\mu\text{m}$ $\Delta P_{\text{final}} < 250 \text{ Pa}$	G1	EU1	< 65
	G2	EU2	65 - 80
	G3	EU3	80 - 90
	G4	EU4	> 90
Filtros Finos			Eficiência média E_m [%] (Partículas de $0,4\mu\text{m}$)
F Filtros de Pó Fino Partículas $\geq 1\mu\text{m}$ $\Delta P_{\text{final}} < 450 \text{ Pa}$	F5	EU5	40 - 60
	F6	EU6	60 - 80
	F7	EU7	80 - 90
	F8	EU8	90 - 95
	F9	EU9	> 95







6 - Classificações dos filtros – EN 779

Características Técnicas dos Filtros Finos, **F**

PARÂMETROS	UNIDADES	F5 – F9
Eficiência média E_m	%	40 – 99
Velocidade frontal	m/s	2,5 – 3,3
Perda de carga inicial, Δp_i	Pa	80 – 150
Perda de carga final, Δp_f	Pa	450
Espessura do filtro fino	mm	Variável

6 - Classificações dos filtros – EN 779

Tipologia e formato dos filtros de ar

PRÉ-FILTROS			FILTROS DE MÉDIA E ALTA EFICÁCIA	FILTROS ABSOLUTOS	CARVÃO ACTIVADO
G1 – G4			F5 – F9	H10 – H14	FG ^(*)
					
Mantas Filtrantes	Filtros Planos	Superfície Quebrada	Bolsa e Compactos	Pregados e Separadores de Alumínio	Placas e Caixas

^(*) Filtro para gases

7 - Caudais de ar novo recomendados

Caudais mínimos de ar novo recomendados pela EN 13779

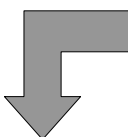
CATEGORIA	UNIDADES	TAXA DE AR NOVO POR PESSOA			
		ZONAS DE NÃO FUMADORES		ZONAS DE FUMADORES	
		Valores típicos	Aconselhados	Valores típicos	Aconselhados
IDA 1	l/s.pessoa	>15	20	>30	40
IDA 2		10 – 15	12,5	20 – 30	25
IDA 3		6 – 10	8	12 – 20	16
IDA 4		< 6	5	< 12	10

7 - Caudais de ar novo recomendados

Taxa de ocupação humana do espaço em função da utilização

TIPO DE UTILIZAÇÃO	Área Mínima Ocupada [m ² /pessoa]
Escritório em <i>open plan office</i>	12,0
Pequenos escritórios	10,0
Sala de reuniões	3,0
Escritório de armazéns	4,0
Salas de aula	2,5
Hospital (enfermaria)	10
Quartos de hotel	10
Salas de refeições - Restaurante	1,5

8 - Selecção dos filtros em função do ar exterior

	ODA 1	Ar puro, temporariamente com poeiras (por ex. pólenes)			
	ODA 2	Ar exterior com altas concentrações de partículas e/ou poluentes gasosos			
	ODA 3	Ar exterior com concentrações muito altas de partículas e/ou poluentes gasosos			
AR INTERIOR	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4	
ODA 1	F9	F8	F7	F5	
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6	
ODA 3	F7 + FG + F9	F7 + FG + F9	F5 + F7	F5 + F6	

COMO REGRA:

ADMISSÃO:	F5/F7 + F5/F9 ⇒ Filtros tipo G – foram banidos
INSUFLAÇÃO:	F8/F9 – cidade rural/ambiente urbano F9 – ambiente urbano + tráfego

9 – Importância da formação os TIM2/TQAI

- A existência de um sistema de **certificação de competências** na área energética vai contribuir, decisivamente para a QUALIDADE, PRODUTIVIDADE, TRANSPARÊNCIA E IGUALDADE CONCORRENCIAL.
- Com a formação certificada dos TIM2-3/TQAI muitos dos problemas técnico-funcionais e a não observância dos regulamentos, normas, “regras e boas práticas da arte” tenderão a acabar.
- Só com a dignificação profissional, responsabilização técnica e social será possível INOVAR e EVOLUIR.
- O projecto de ventilação é **obrigatório**.

9 – Importância da formação os TIM2(3)/TQAI e os TRF

- Com um **projecto** e a intervenção de um **TIM2/TQAI nada disto** seria possível!



9 – Importância da formação os TIM2(3)/TQAI e os TRF

Pirâmide de competências



10 – Plano de manutenção preventiva, PMP

- Obrigatório com a entrega do *Manual de Funcionamento e Uso*
- Preço do PMP - custo anual
- Definição das obrigações e responsabilidades mútuas (entidade contratante e contratada)
- Obrigações profissionais – competências
- Garantias: bom funcionamento e monitorização da instalação, mão-de-obra e materiais de durabilidade temporal (consumíveis).

[11 – Conclusões]

- A **EN 13779** é uma “boa ferramenta” para definir e classificar a obtenção de uma boa QAI, nos edifícios, em geral.
- Na generalidade dos casos, **não é necessário** recorrer a filtros HEPA e ULPA.
- A utilização de **filtros do tipo G** deverá ser restrita (só em casos muito excepcionais, como pré-filtros).
- É necessário conhecer a classificação os filtros **segundo a EN 779** para as situações gerais e a EN 1822 para aplicações específicas (salas brancas, cinzentas, microelectrónicas, indústria alimentar e farmacêutica).
- O estudo e interpretação da norma é **obrigatória** para se obter uma **boa QAI**.

[Obrigado pela Vossa atenção]

