

EDIFÍCIOS SAUDÁVEIS
CONSULTORES

CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS

E

Certificação Ambiental de Edifícios

Curso de Formação:

Planeamento Urbano e Reabilitação Urbana na Dimensão do Desempenho Energético-Ambiental da Cidade





Certificação Ambiental de Edifícios

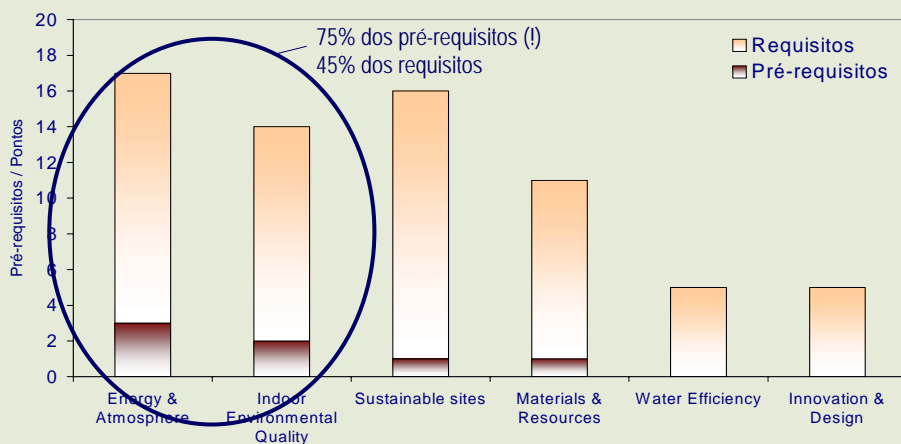
- Assunto multidisciplinar e complexo... mas cuja relevância tem vindo a motivar o desenvolvimento de ferramentas para suportar a definição de estratégias de intervenção:
 - USGBC ("United States Green Building Council"):
 - LEED ("Leadership in Energy and Environmental Design")
 - BRE ("British Research Establishment"):
 - BREEAM ("British Research Establishment Environmental Assessment Method")
 - iiSBE ("International Initiative for a Sustainable Built Environment")
 - GBTOOL ("Green Building Tool")
 - Japan Sustainable Building Consortium
 - CABSEE ("Comprehensive Assessment System for Building Environment and Energy Conservation")

Certificação Ambiental de Edifícios

- A certificação de um edifício implica (pela generalidade das metodologias descritas):
 - o respeito integral por um conjunto de pré-requisitos;
 - a obtenção de um número mínimo de créditos, correspondendo cada crédito ao respeito por um requisito.
- São reconhecidos diferentes níveis de qualidade ambiental, dependendo do número de créditos recolhidos (obviamente que o mérito ambiental só será reconhecido se forem respeitados todos os pré-requisitos).

Certificação Ambiental de Edifícios

- LEED (a título de exemplo):

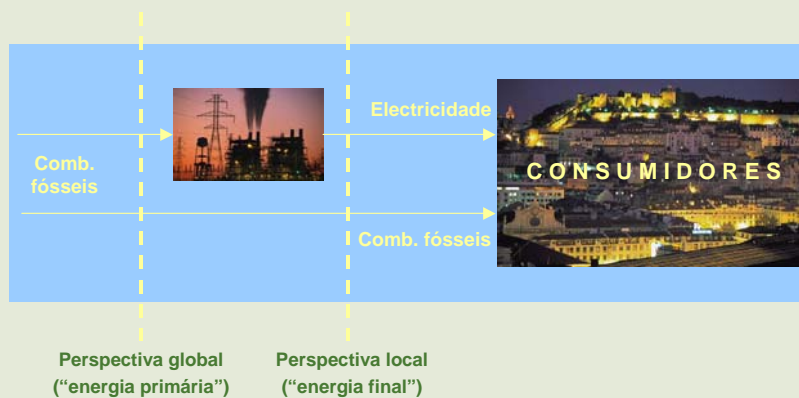


Certificação Ambiental de Edifícios

- O assunto no seu todo é complexo e multidisciplinar mas parece não restarem quaisquer dúvidas de que a qualidade do ambiente interior e a energia são componentes absolutamente fundamentais da sustentabilidade;

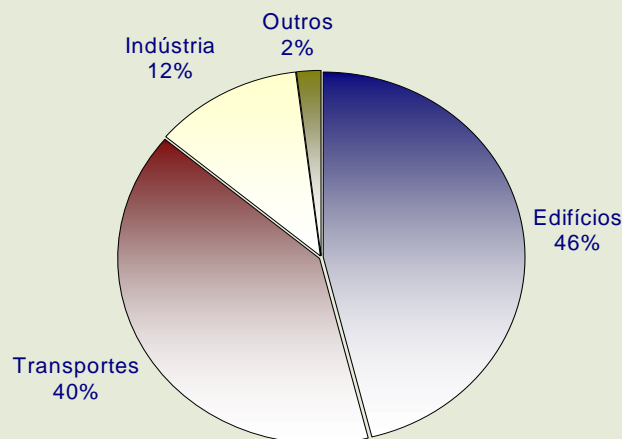
Sustentabilidade no edificado

- Utilização de energia nos edifícios:
 - DGGE (2002): 22% do consumo de energia final em Portugal...



Sustentabilidade no edificado

- Utilização de energia nos edifícios (Matriz energética de Lisboa):

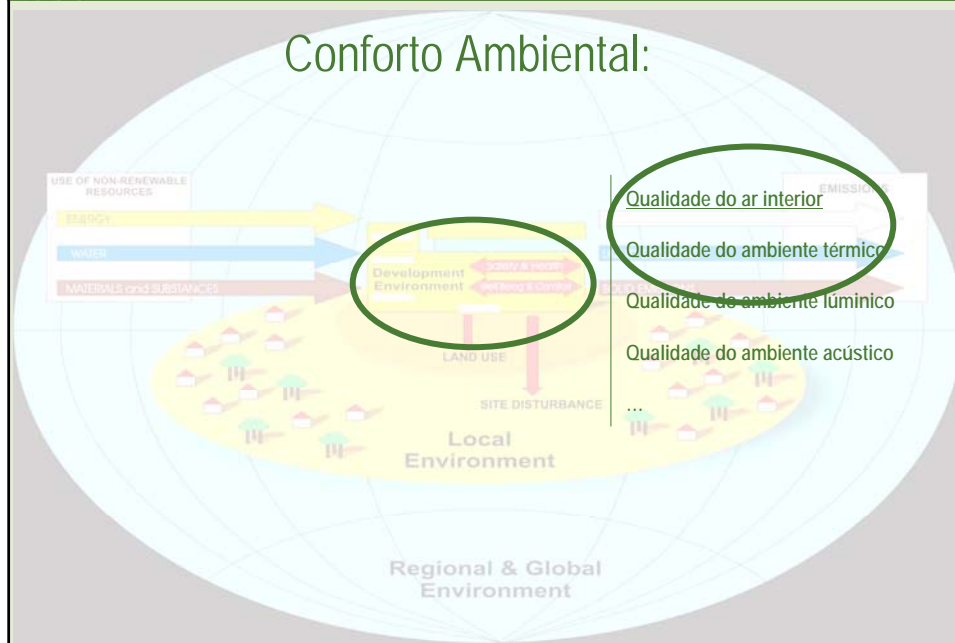


Certificação Ambiental de Edifícios

Os consumos energéticos associados aos edifícios são de facto relevantes e têm de ser controlados **mas atenção**:

- O controlo de consumos tem mesmo que passar pela eficiência ...
- não se podem repetir erros do passado, procurando reduzir consumos à custa da qualidade dos serviços energéticos (recorde-se o que aconteceu na década de 70, quando em virtude das primeiras crises do petróleo, a necessidade de reduzir consumos energéticos conduziu a reduções nas taxas de ventilação dos edifícios que levaram ao aparecimento dos "primeiros" casos de "Síndrome do Edifício Doente"...)

Conforto Ambiental:



Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- O conforto térmico implica:
 - neutralidade térmica (manutenção do corpo a uma temperatura constante não implica qualquer tipo de esforço consciente);
 - ausência de condições locais de desconforto.
- Para que o nosso corpo possa manter uma temperatura constante é necessário que o calor gerado seja idêntico ao calor dissipado;
- Calor gerado depende da nossa actividade:
 - dormir: 70 W
 - sentados num auditório: 100 W
 - andar: 270 W
 - correr: 1.000 W

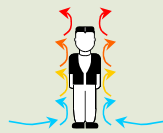
Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Calor dissipado por 4 mecanismos:
 - convecção (natural ou forçada);
 - radiação
 - transpiração
 - respiração

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Situação típica:
 - roupa de Verão;
 - actividade metabólica reduzida (ex.: sentados a ler);
 - velocidade do ar reduzida (ausência de vento)
 - temperatura do ar = 25 °C;
 - temperatura das superfícies = 25 °C;
 - humidade relativa = 50%

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico



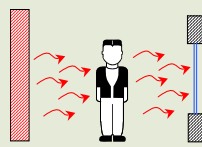
35%

Convecção natural



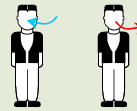
20%

Transpiração



35%

Radiação

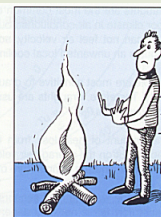


10%

Respiração

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Condições de desconforto locais:
 - correntes de ar (laminares / turbulentas);
 - assimetrias radiantes;
 - gradientes verticais de temperatura;
 - contacto directo com superfícies quentes ou frias



Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Quantificação:
 - sempre baseada na percentagem estatística de pessoas a satisfazer (PPD).
- Abordagem tradicional ("Fanger"):
- Conforto adaptativo ("De Deer"):

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

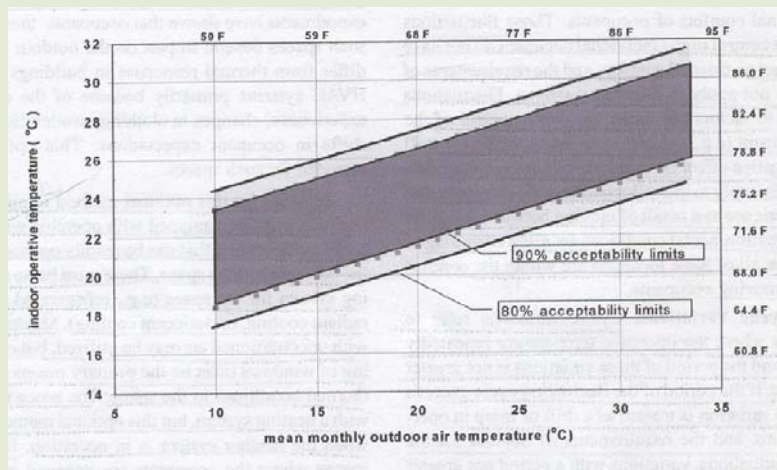
Temperatura Operativa Óptimas e Aceitáveis* ("Fanger")

Estação	Vestuário típico		Temperatura operativa óptima	Gama aceitável [10% descontentes]
	Descrição	Quant. [clo]		
Inverno	Calças grossas, camisa de manga comprida e camisola de malha	0,9	22,0	20,0 – 23,5
Verão	Calças leves e camisa de manga curta	0,5	24,5	23,0 – 26,0
	Fato de banho	0,05	27,0	26,0 – 29,0

* Velocidade do ar inferior a 0,15 m/s, humidade relativa = 50% e actividade metabólica de 1,2 met (escritório)

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

Temperatura Operativa Óptimas e Aceitáveis* (“Adaptativo”)



Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Para reflectir:
 - um sistema de aquecimento radiante permite economizar até 10-20% de energia face a um sistema convencional;
 - numa sauna (Tar = 80 - 90°C; HR = 20-30%) quando se “atira” água para o “forno” a temperatura do ar diminui mas a sensação de calor aumenta;
 - numa piscina o controlo da humidade relativa é fundamental: um excesso de humidade é perigoso porque pode originar condensações corrosivas mas um ar demasiado seco é extremamente desconfortável !
 - uma ventoinha em funcionamento aquece ligeiramente o ambiente mas pode constituir um meio eficaz de aumentar o conforto térmico durante o Verão !
 - um edifício mal isolado ou com painéis envidraçados muito extensos e de má qualidade dificilmente pode ser confortável durante o Inverno, mesmo que se aqueça muito o ar !
 - uma lareira em funcionamento pode ser extremamente confortável para quem está sentado “perto” do fogo mas ser motivo de desconforto para quem se senta “longe” !

Conforto Ambiental: Ambiente Térmico

- Para reflectir:
 - um sistema de aquecimento radiante permite economizar até 10-20% de energia face a um sistema convencional;
 - numa sauna (Tar = 80 - 90°C; HR = 20-30%) quando se "atira" água para o "forno" a temperatura do ar diminui mas a sensação de calor aumenta;
 - numa piscina o controlo da humidade relativa é fundamental: um excesso de humidade é perigoso porque pode originar condensações corrosivas mas um ar demasiado seco é extremamente desconfortável !
 - uma ventoinha em funcionamento aquece ligeiramente o ambiente mas pode constituir um meio eficaz de aumentar o conforto térmico durante o Verão !
 - um edifício mal isolado ou com painéis envidraçados muito extensos e de má qualidade dificilmente pode ser confortável durante o Inverno, mesmo que se aqueça muito o ar !
 - uma lareira em funcionamento pode ser extremamente confortável para quem está sentado "perto" do fogo mas ser motivo de desconforto para quem se senta "longe" !

Conforto Ambiental: Qualidade do Ar Interior

Preocupação antiga ...



J. Braga 1943
Painel de Azulejos do Jardim de Infância do Centro Social da Foz do Douro
(Jardim do Passeio Alegre – Porto)

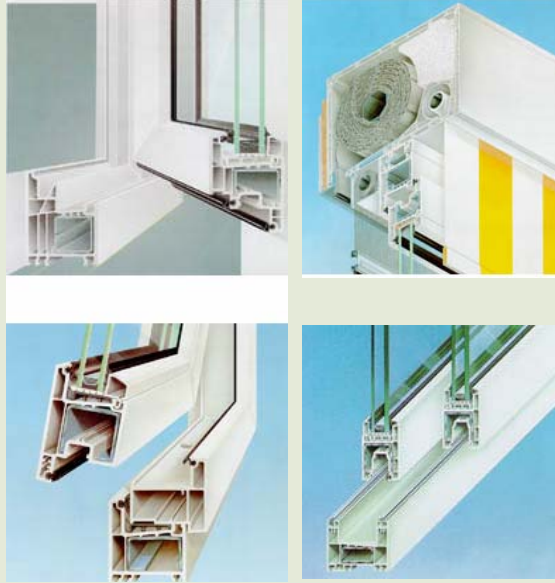
o aumento do tempo de permanência no interior de edifícios, que nas sociedades desenvolvidas atinge já os 90% do nosso tempo de vida (habitação, escola, trabalho, lazer...)



a cada vez maior densidade de ocupação e de equipamentos;



os níveis de estanqueidade das caixilharias modernas (nos últimos 30 anos a taxa de ventilação natural – infiltrações – dos edifícios diminuíram cerca de 10 vezes, de 2 – 3 renovações por hora para 0,2 a 0,3 renovações por hora...)



a generalização e dependência de sistemas de ar condicionado complexos que integram zonas inacessíveis para inspeção e limpeza, que nem sempre são concebidos, instalados e operados da forma mais adequada...



o recurso, de uma forma extensiva e sem qualquer controlo, a materiais de revestimento sintéticos que utilizam ou incorporam, na sua produção, substâncias químicas cujos efeitos sobre a saúde são pouco conhecidos...



tornam esta preocupação particularmente actual...

In "Revista Climatização"
Setembro/
Outubro de 2001

Legionella
"ataca" em Portugal

In "Público"
Terça, 21 de
Agosto de 2001

Doença do legionário
de novo em Espanha

In "Jornal de Notícias"
Quinta, 12 de
Julho de 2001

Pior epidemia
na história
de Espanha

Surto galopante de legionela em Múrcia.
Existem quase 500 casos de pneumonia

In "Jornal de Notícias"
Quarta, 15 de
Novembro de 2000

O número
17
pessoas

foram hospitalizadas, ontem, em Barcelona, com a doença do legionário. Dois dos pacientes estão em estado grave.

In "Público"
Segunda, 6 de Abril
de 1998

A Torre está doente?

In "Público"
Quarta, 9 de Novembro
de 1993

LISBOA
Ar viciado na Faculdade de Ciências origina queixas por problemas de saúde
A síndrome do edifício doente



- **Síndroma do Edifício Doente** (Sick Building Syndrome, SBS):
 - “...quando alguns dos seus ocupantes são afectados por sintomas vários ao nível dos órgãos superficiais (pele, olhos, garganta, ...) cuja causa directa não é identificável e que desaparecem ou diminuem de intensidade quando esses ocupantes passam algum tempo fora do edifício.”
- **Doenças relacionáveis com o Edifício** (Building Related Illness, BRI):
 - “... Quando alguns dos seus ocupantes são afectados por sintomas cuja causa directa é perfeitamente identificável (ex.: doença do legionário).”

Contaminação química

- Compostos orgânicos voláteis;
- Formaldeído;
- Monóxido de carbono;
- Dióxido de carbono
- Ozono;
- Óxidos de azoto;
- Óxidos de enxofre
- Radon;
- ...

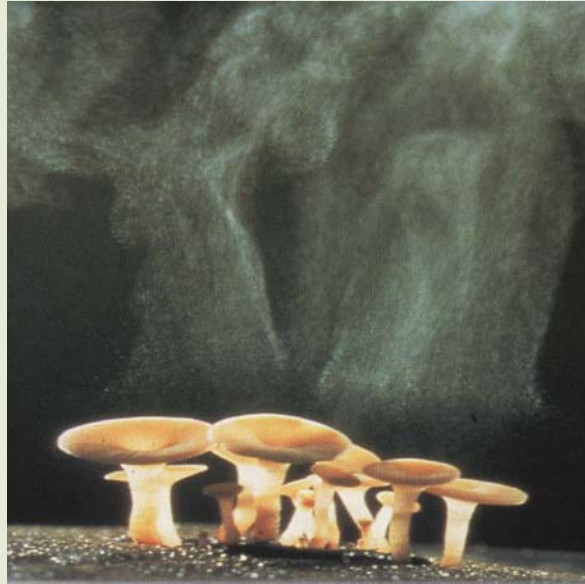


Ocupação, processos, materiais de revestimento, ar exterior, ...

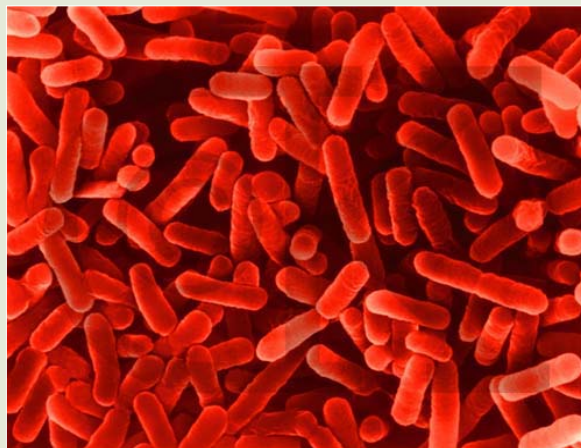
Contaminação microbiológica
(fungos)



Contaminação microbiológica
(fungos)



Contaminação microbiológica
(bactérias)



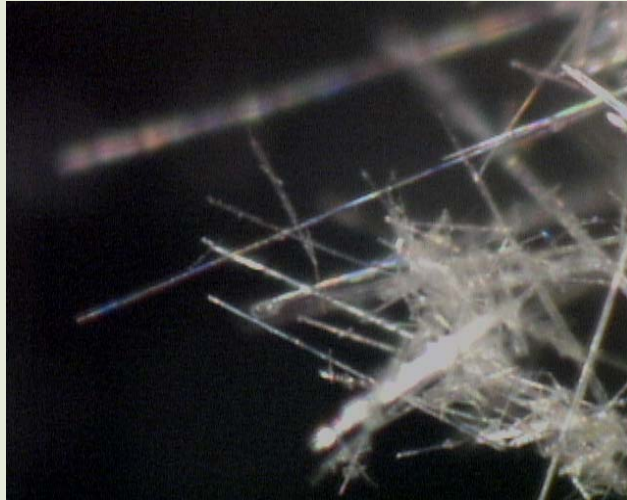
Contaminação biológica
(ácaros)



Contaminação física
(partículas)

T h o r a c i c	Extra Thoracic	9-10 μm
	Tracheo- bronchial	5.8-9 μm
		4.7-5.8 μm
	Alveolar	3.3-4.7 μm
	(Respirable)	2.1-3.3 μm
		0.3-2.1 μm

Contaminação física
(fibras – MMF)



Contaminação física
(fibras – MMF)



Níveis de Referência

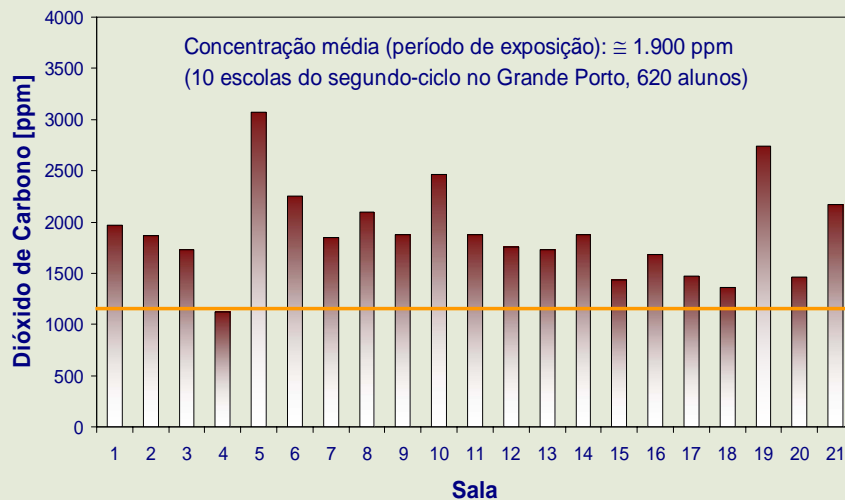
- A legislação nacional (Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril) define valores limite para alguns dos poluentes típicos do ar interior
(Compostos Orgânicos Voláteis, Formaldeído, Ozono, Dióxido e Monóxido de Carbono, Radão, Fungos, Bactérias)
- Importa no entanto ter sempre presente o racional que está por detrás dos indicadores propostos (para evitar interpretações radicais e desajustadas...)
- ... até porque subsistem inconsistências entre várias fontes reconhecidas (ASHRAE, CIBSE, WHO, VDI, USEPA, ...);

Níveis de Referência

- Tomemos como exemplo o dióxido de carbono:
 - nas concentrações típicas do ambiente interior em edifícios não constitui qualquer ameaça para a saúde, bem-estar ou conforto;
 - o limite definido pela ASHRAE (700 ppm acima da concentração no exterior em espaços cuja principal fonte de CO₂ seja a ocupação humana) teve como racional a vontade de garantir que 80% dos ocupantes “não adaptados” (recém-chegados) a um determinado espaço não manifestem qualquer desconforto sensorial em relação à qualidade do ar;

Níveis de Referência

- Tomemos como exemplo o dióxido de carbono:



Estratégias de Controlo da Qualidade do Ar Interior

- Strategies to achieve an high level of indoor air quality must include (by order of priority):
 - “*Source control*” (avoid entrance and generation of pollutants inside the building);
 - “*Local exhaust*” (whenever intense and localised contamination occurs – e.g., kitchen – avoid dispersion of pollutants inside the building by local exhaust systems – e.g., hotte);
 - “*Dilution*” (dilution of indoor pollutants by means of supplying outdoor non-polluted air and exhausting indoor contaminated air – ventilation);
 - “*Removal*” (filtration of indoor contaminants, only to be used when outdoor air can not be treated in order to become non-polluted or when this treatment is too expensive);
 - “*Control of air flow direction*” (to avoid the contamination of low polluted areas by air transfer from “moderate or high polluted areas”).

Controlo na Fonte

- Fontes de poluição no ambiente interior:
 - Ar exterior (!);
 - Sistema de ventilação (!);
 - Materiais de revestimento e mobiliário;
 - Actividades e processos (ex.: fumar);
 - Ocupação.

Controlo na Fonte

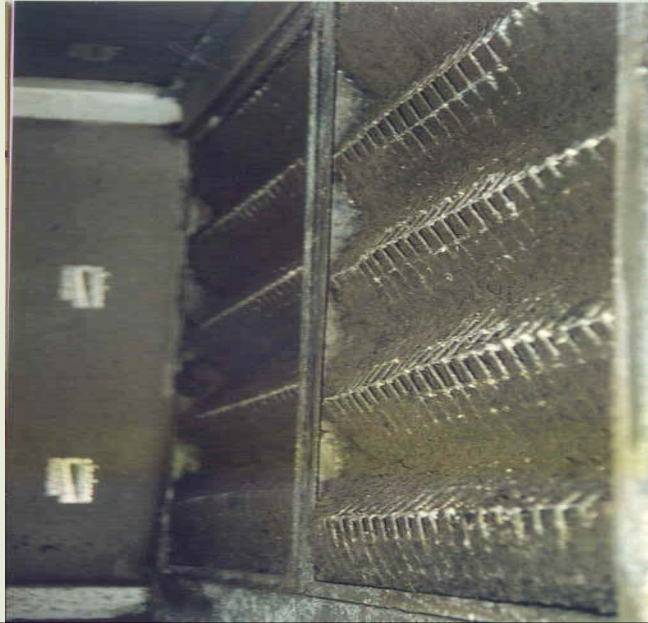
- Avaliação das condições de qualidade do ar exterior (para definir localização das tomadas de ar exterior e estratégia de filtragem);
- Definição de estratégia de filtragem adequada;
- Definição do "lay-out" de tomadas de ar exterior e de possíveis fontes de contaminação (exaustões, chaminés, ...);
- Definição de níveis mínimos de qualidade ao nível das unidades de tratamento de ar (ex.: espaçamento entre alhetas das baterias e especificação detalhada de tabuleiros de condensados);
- Definição de níveis mínimos de qualidade relativamente ao sistema de condutas (ex.: intervalos para inspecção, tipos de superfícies, etc.);

Controlo na Fonte

- Minimização / contenção dos processos “não indispensáveis” e geradores de poluição ambiental (ex.: fumo do tabaco, especialmente em edifícios com níveis de ocupação elevados e com sistemas de tratamento de ar não especificamente projectados para lidar com o fumo do tabaco...);
- Selecção de materiais com baixa emissão (colas, vedantes, tintas, vernizes, ceras, derivados de madeira, têxteis, isolamentos térmicos e acústicos aplicados no interior, ...).

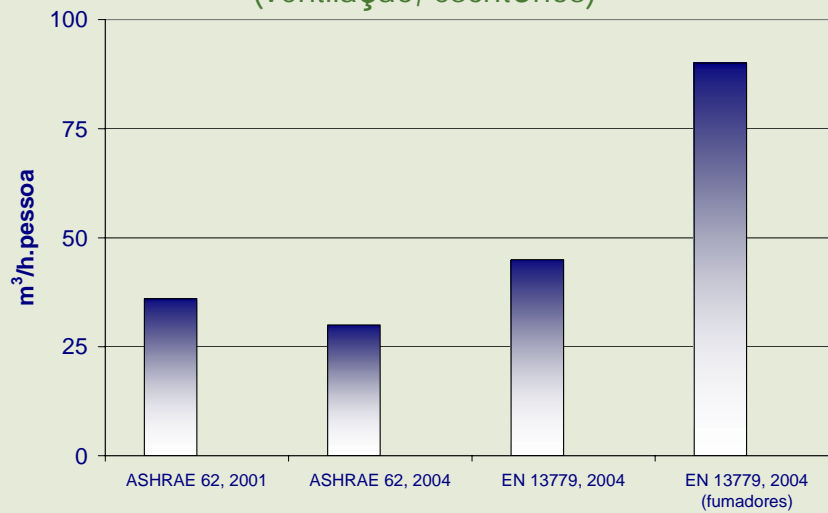








Diluição (ventilação, escritórios)



Conclusões

- A ambição de construir edifícios com "*boa qualidade do ar interior*" ou "*energeticamente eficientes*" deve ser substituída pela ambição de construir edifícios ambientalmente relevantes – "sustentáveis" (embora a eficiência energética e a qualidade do ar interior sejam componentes incontornáveis no percurso para a sustentabilidade);

Conclusões

- A “pressão” para a eficiência energética, absolutamente incontornável no contexto de recursos ambientais limitados que hoje conhecemos (quer como fontes quer como reservatórios), torna ainda mais crítica a preocupação com a qualidade do ar interior (uma vez que determinadas actuações no sentido da eficiência podem penalizar a qualidade do ar interior);
- Para além da “pressão” para a eficiência energética, existem outros factores que fazem com que a preocupação com a qualidade do ar interior tenha ganho relevo nos últimos anos (tempo de permanência, densidade de utilização, estanqueidade, materiais sintéticos, dependência total em relação a sistemas de climatização, ...)

Conclusões

- Apesar da inegável existência de alguma instabilidade, quer ao nível dos valores limite para os poluentes no ambiente interior, quer ao nível dos valores limite para os caudais de diluição, é possível chegar a um quadro de consenso e boas práticas que garanta, na generalidade dos casos, uma boa qualidade do ar interior;
- Sabendo que os custos ligados à remuneração dos recursos humanos são tipicamente cerca de 100 vezes superiores aos custos de operação e manutenção, é fácil acreditar que pequenas perdas de produtividade ligadas à má qualidade do ambiente interior originam custos muito mais elevados do que a prevenção / correcção dessas situações;

Conclusões

- E no entanto, em pleno século XXI, a qualidade do ar interior continua a ser, em muitos casos, um parente pobre no projecto e própria operação dos edifícios;
- Registe-se no entanto a introdução de legislação relativa a este assunto, iniciativa louvável pela relevância do tema e pelo seu pioneirismo.

