

Sistemas de ventilação natural/mistos em edifícios de habitação – Implicações construtivas

Vasco Peixoto de Freitas

Professor Catedrático, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, DEC, Laboratório de Física das Construções – LFC

vpfreita@fe.up.pt

Manuel Pinto

Professor Adjunto, Instituto Politécnico de Viseu – IPV, Escola Superior de Tecnologia de Viseu – ESTV

mpinto@dcivil.estv.ipv.pt

Ana Sofia Guimarães

Assistente Estagiária, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, DEC, Laboratório de Física das Construções – LFC

anasofia@fe.up.pt

Resumo

A eficiência energética dos edifícios é uma preocupação comum dos países da União Europeia tendo em atenção os compromissos do protocolo de Quioto, a dependência energética da Europa e o carácter limitado dos combustíveis fósseis. Caminha-se para a limitação dos consumos de energia e para a certificação energética de todos os edifícios ou fracções.

A ventilação, se por um lado constitui uma parcela significativa das perdas térmicas, no período de Inverno, o que conduz a uma necessidade de minimizar os caudais, por outro, é absolutamente necessária para assegurar caudais que garantam a qualidade do ar interior, a segurança dos utilizadores e o controlo dos riscos de condensações. A prática construtiva corrente tem evoluído no sentido de se melhorar a permeabilidade ao ar das caixilharias e da instalação de dispositivos nas cozinhas e instalações sanitárias que, muitas vezes, não garantem o número mínimo de renovações de ar necessárias.

Nesta comunicação pretende-se reflectir sobre as exigências de conforto higrotérmico e sua ligação com a ventilação, bem como sobre as implicações construtivas da implementação de sistemas de ventilação natural/mistos em edifícios de habitação.

Palavras Chave: Higrotérmica, ventilação, disposições construtivas

1. Introdução

Os sistemas de ventilação assumem uma grande importância na definição das condições higrotérmicas e na qualidade do ar interior dos edifícios. São absolutamente necessários para a remoção dos poluentes e da humidade produzida pela utilização dos edifícios e para garantir os níveis de oxigénio necessários ao metabolismo humano e aos aparelhos de combustão. De acordo com estudos publicados na Europa o processo de ventilação representa cerca de 33% do consumo de energia na climatização de edifícios, pelo que numa perspectiva meramente energética poderemos ser erradamente conduzidos para um número de renovações horárias muito baixo.

Diversos países dispõem de normalização sobre os caudais de ventilação a adoptar em edifícios de habitação que podem variar de 0,3 a 1,0 renovações horárias globais. A realidade climática portuguesa é favorável, pelo facto da temperatura média do mês mais frio ser da ordem de +10 °C, para a faixa litoral mais populosa, o que permite considerar valores de renovações horárias de 0,7 a 0,8, sem que as perdas de energia pelo processo de ventilação sejam inaceitáveis.

As estratégias de ventilação podem variar. As mais simples correspondem a um sistema que garanta um caudal permanente assegurado por dispositivos naturais sem o recurso a sistemas mecânicos, que consomem energia e produzem ruído. No entanto, sabemos que a organização social da família hoje não permite efectuar a ventilação como no passado, pela abertura das janelas por um período curto durante a manhã. A família está muito tempo ausente da casa e este princípio de ventilação não garante um caudal permanente.

Qual deve ser então o princípio de ventilação a adoptar?

Excluindo os sistemas de ventilação mecânica de caudal variável que permitem otimizar a qualidade do ar interior e a conservação de energia, consideramos que os sistemas de ventilação natural/mistos, baseados no princípio da ventilação geral e permanente, podem constituir soluções de grande interesse. Com o objectivo de caracterizar experimentalmente o funcionamento destes sistemas o Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC têm desenvolvido um estudo experimental sobre edifícios de habitação desocupados e ocupados, localizados no grande Porto, de modo a ser possível definir regras de concepção e dispor de metodologias de quantificação do desempenho destes sistemas (Manuel Pinto e Vasco P. Freitas, 2006).

O dimensionamento na construção deve ser exigencial, por isso faz todo o sentido associar o processo de ventilação com as exigências de carácter higrotérmico apresentadas no capítulo seguinte. O objecto central desta comunicação é o de reflectir sobre os princípios de concepção dos sistemas de ventilação mista dos edifícios de habitação, de modo a que os mesmos satisfaçam as exigências de conforto e segurança na utilização, bem como sobre as dificuldades de implementação na construção dos vários dispositivos associados aos sistemas de ventilação.

2. Exigências de conforto higrotérmico

O conforto higrotérmico dos edifícios depende de múltiplos parâmetros, nomeadamente da temperatura, da humidade relativa, da velocidade do ar, do caudal de ventilação e da ausência de condensações superficiais.

2.1. Temperatura e Humidade relativa

As características do ar interior são muito relevantes para o conforto, a saúde e a produtividade. Esta afirmação é sustentada por investigadores, de que se cita a título de exemplo (Fang et al, 1998 e Fanger 1970). A necessidade de um bom ambiente é evidente para uma sociedade saudável, produtiva e próspera, dado que as pessoas passam 80 a 90% das suas vidas no interior dos edifícios.

No Quadro 2.1 apresentam-se os limites de variação dos parâmetros de conforto, segundo a norma ASHRAE 55: 2004. Os valores aplicam-se para actividade sedentária e vestuário típico entre 0,5 e 0,7 clo. A assimetria da temperatura radiante pode resultar, nomeadamente, de um tecto frio ou parede fria.

Quadro 2.1 — Conforto térmico local.

Correntes de ar	Diferença de temperatura do ar na vertical	Pavimento quente ou frio	Assimetria de radiação Parede fria
< 0,12 m/s	< 3°C	19 a 29°C	< 10°C

Embora a formulação destas exigências seja clara e simples, para o conjunto do edifício, como as transportar para os elementos da envolvente? Certamente não haverá uma combinação única dos elementos da envolvente, o que exige a elaboração de um projecto seguindo metodologias e critérios que permitem atingir estes objectos, o que infelizmente não tem ocorrido.

A humidade relativa no interior das habitações depende não só da temperatura interior e exterior, mas também do vapor de água produzido pelos ocupantes, da inércia higroscópica e do caudal de ventilação.

O aparecimento de fungos nos elementos construtivos é a patologia que mais facilmente indica que a humidade relativa do ar interior é demasiado elevada ou a temperatura superficial da envolvente é muito baixa, por falta de isolamento térmico. Sempre que ocorrem condensações as superfícies ficam danificadas, afecta-se o bem-estar psicológico dos utilizadores, odores desagradáveis são libertados e a própria saúde pode ser afectada pela libertação dos poros.

Deve salientar-se que a produção de vapor de água por dia para uma habitação, com uma ocupação de dois adultos e duas crianças, pode estar compreendida ente 12 e 14 kg/dia de acordo com (Raatschen,1991) – Quadro 2.2. No Quadro 2.3 apresentam-se valores estimados para a produção de vapor de acordo com a Norma BS5925 (1991).

Quadro 2.2 — Estimativa de produção de vapor em edifícios.

Fonte de vapor		Valor (g/h)
Metabolismo Humano	Actividade reduzida	30 – 60
	Actividade intermédia	120 – 200
	Actividade elevada	200 – 300
Higiene	Banho	≈ 700
	Duche	≈ 2600
Cozinha		600 – 1500
Plantas em vasos		5 – 20
Secagem de roupa (4,5 kg)	Após centrifugação	50 – 200
	Sem centrifugação	100 – 500

Quadro 2.3 — Estimativa da produção de vapor em actividades domésticas.

Actividade	Vapor de água (g/dia)
Cozinhar a electricidade	2000
Cozinhar a gás	3000
Lavagem de loiça	400
Banho (por pessoa)	200
Lavagem de roupa	500
Secagem de roupa no interior de um compartimento (por pessoa)	1500

Ao contrário da temperatura, não existem valores claramente estabelecidos para as condições ideais de humidade relativa interior. Sugerem-se valores mínimos da ordem dos 35% e valores máximos da ordem dos 75%. Na Figura 2.1 apresenta-se os valores de conforto para a temperatura e para a humidade relativa, segundo a ANSI/ASHRAE 55 e ISO 7730.

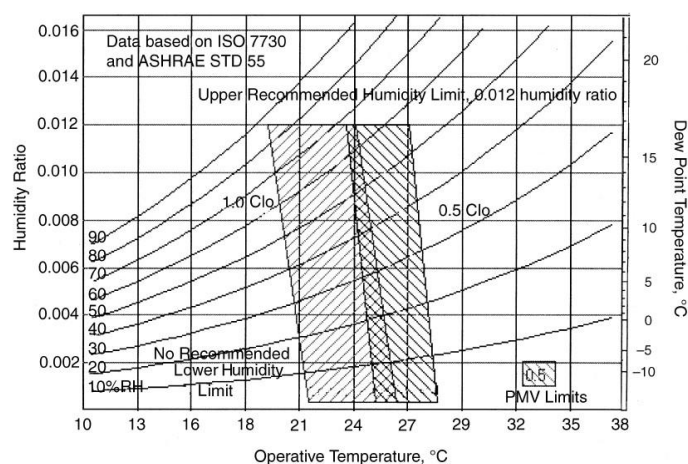


Figura 2.1 — Condições de conforto higrótérmico segundo a ASHRAE e ISO 7730.

Como se evidencia na figura anterior a ANSI/ASHRAE 55 recomenda um teor máximo de vapor de água máximo de 12 g/kg.

Estudos elaborados por autores canadianos e finlandeses propõem que, por razões de saúde, a humidade relativa deve estar compreendida entre 30 e 55%, como se evidencia na Figura 2.2.

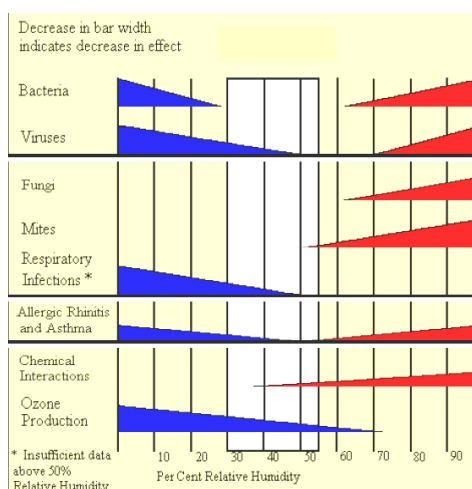


Figura 2.2 — O efeito da humidade relativa na saúde (Simonson, Salonvaara & Ojanen – 2001).

Serão estes valores da humidade relativa interior facilmente atingíveis nos edifícios correntes em Portugal? A resposta é claramente não quando se sabe que a temperatura de Inverno de um edifício típico de habitação sem aquecimento, no Norte de Portugal, pode estar compreendida entre 13 e 15°C, o que conduz a humidades relativas de mais do que 80%. É fundamental aquecer os edifícios para temperaturas da ordem de 20°C e simultaneamente instalar sistemas de ventilação permanentes para se transportar para o exterior os mais de 10 kg de vapor de água produzidos diariamente.

Embora não se tenha utilizado na prática, sabe-se da importância da inércia higroscópica no controlo dos picos da humidade relativa interior, que poderá originar variações de cerca de -10% a -15%. Será desejável que no futuro se utilizem modelos de previsão dos picos da humidade relativa, para os vários compartimentos (Nuno Ramos e Vasco Peixoto de Freitas; 2006), de forma a dimensionar a capacidade de adsorção mínima dos revestimentos.

2.2. Ventilação

A ventilação, em edifícios de habitação, deve ser geral e permanente, isto é, deve abranger todos os espaços da habitação e ocorrer durante as 24 horas do dia. No entanto, qual o tipo de ventilação mais adequada à situação Portuguesa: ventilação natural, ventilação mecânica ou ventilação mista? Quais os caudais de ventilação mais adequados? Será que os caudais especificados no dimensionamento dos sistemas de ventilação se verificam na prática? Quais os dispositivos a aplicar? Qual o caudal que é extraído efectivamente em média por um exaustor da cozinha? Qual a influência de isolar as tubagens de extracção por tiragem térmica? Qual o efeito de colocação de ventiladores estáticos? Qual a influência da perda de cargas das grelhas de extracção?

Algumas destas questões permanecem ainda sem resposta. Na subsecção §3 procuramos reflectir sobre estes problemas.

Na primavera de 2000 (Manuel Pinto e Vasco P. de Freitas; 2002) efectuaram um inquérito para avaliar a forma como estavam a ser executados os sistemas de ventilação dos edifícios de habitação, em construção no Norte de Portugal, abrangendo 2693 dos quais 93% correspondiam a edifícios de habitação colectiva, com tipologias predominantes do tipo T2 e T3. As conclusões desse inquérito foram as seguintes:

- Não existia a preocupação em dotar os fogos de dispositivos específicos para a admissão de ar aos quartos e salas, menos de 20% referiam a implementação de grelhas – Figura 2.3;
- Em cerca de 60% das instalações sanitárias e 80% das cozinhas a extracção de ar era realizada mecanicamente, em regime contínuo ou intermitente – Figura 2.3;
- A colocação de ventiladores estáticos e o isolamento térmico das condutas de extracção por tiragem térmica não era preocupação.

Nestas circunstâncias admite-se que grande parte dos edifícios de habitação, recentemente construídos, não cumprem as taxas de renovação horárias recomendadas, pelo que é essencial o desenvolvimento de projecto de ventilação em edifícios de habitação.

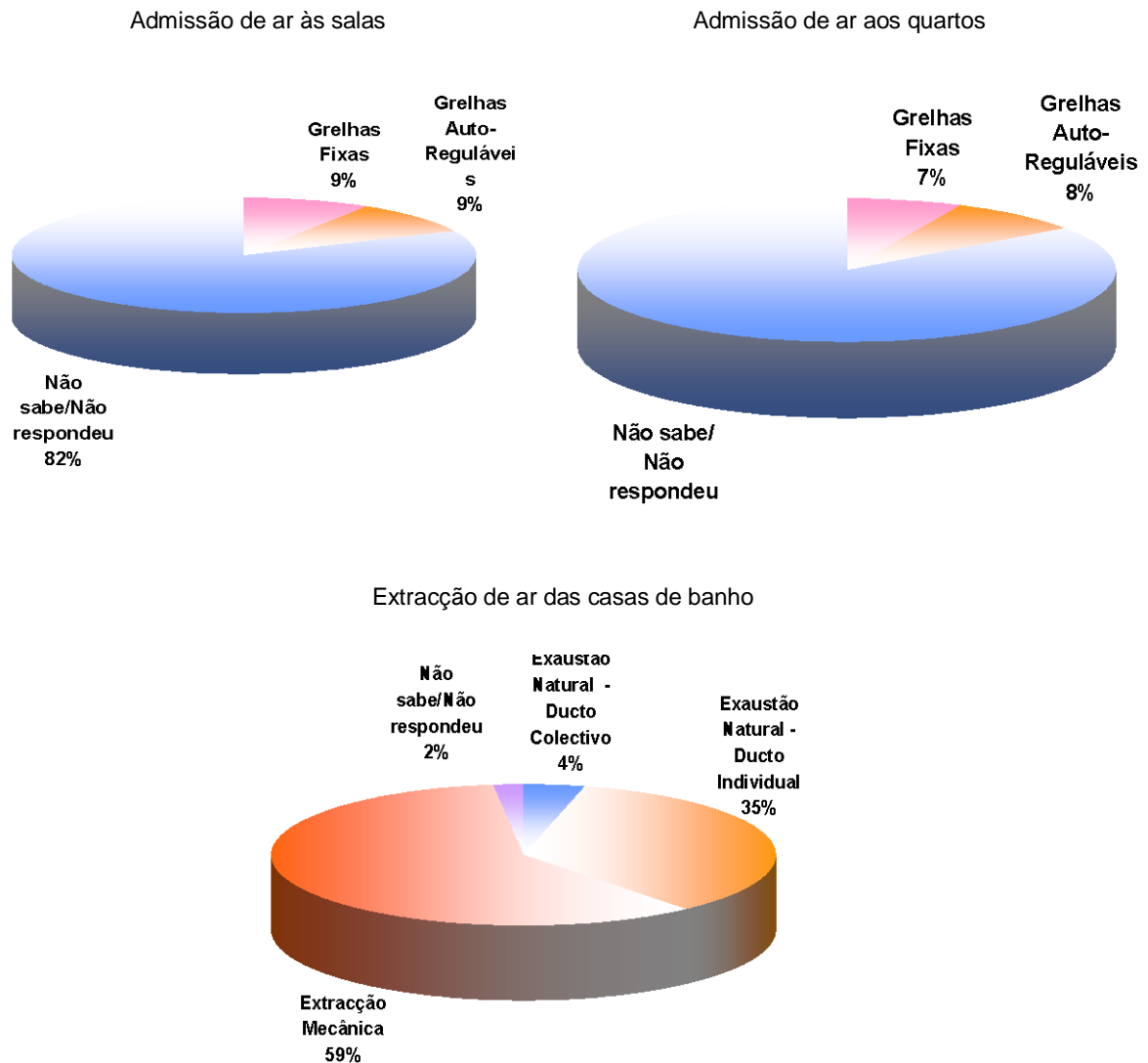


Figura 2.3 — Resultados do inquérito.

2.3. Ventilação e Condensações

O reforço do nível de isolamento térmico vai agravar consideravelmente os problemas das condensações internas. Embora exista a norma EN ISO 13788 (2001), que define o procedimento de cálculo, engenheiros civis e arquitectos não a aplicam. Estas condensações não têm uma ligação directa com o processo de ventilação, pelo que não serão analisadas neste artigo.

No que se refere às condensações superficiais, exige-se a utilização de metodologias de cálculo e o dimensionamento das soluções. É imprescindível, no período de Inverno, garantir uma ventilação geral e permanente dos edifícios qualquer que seja a zona climática em que o edifício se localiza. A ventilação deve ser geral e permanente, isto é, a entrada de ar deve fazer-se pelos compartimentos principais (sala e quartos) e a saída de ar pelos compartimentos de serviço (cozinhas, instalações sanitárias e despensas).

Pode-se estabelecer um critério de ventilação de forma a evitar que a humidade interior ultrapasse um dado valor de referência.

$$RPH \geq \frac{W}{V \times (U_i - U_e)} \quad (1)$$

Em que:

- RPH – número de renovações horárias
- V – Volume, m³
- W – produção de vapor, g/kg
- U_x – Humidade absoluta exterior ou interior, g/kg

No Inverno, se a temperatura média semanal exterior for de 9°C e a humidade relativa da ordem de 85% a pressões de vapor de água é de 1000 Pa (6 g/kg). Quando a temperatura interior é em média de 13° a 15°C é extremamente difícil apenas com a ventilação solucionar o problema de condensações – (Figura 2.4). Neste caso a expressão anterior conduz a valores de caudal de ventilação não aceitáveis.

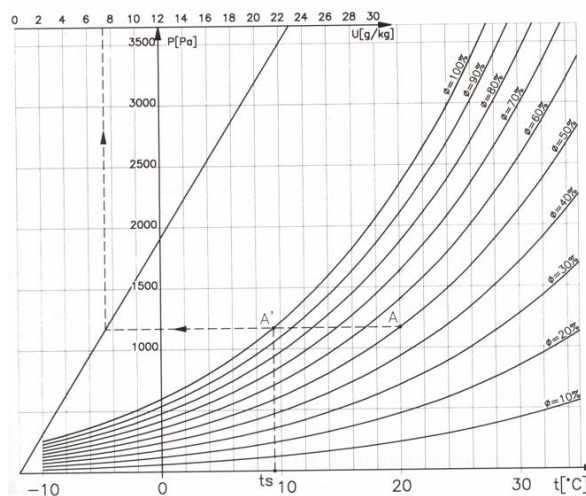


Figura 2.4 — Diagrama psicrométrico.

Pode, no entanto, dizer-se que para habitações com temperatura média interior superior a 18°C os valores de 0,7 a 0,8 renovações por hora (permanente) são adequados.

Para além do dimensionamento do caudal de ventilação é necessário assegurar o isolamento térmico da envolvente de forma a aumentar a temperatura superficial. Tendo por base a fórmula seguinte pode calcular-se a temperatura superficial dos elementos da envolvente.

$$\theta_{si} = \theta_i - U * R_{si} (\theta_i - \theta_e) \quad (2)$$

Em que:

- θ_{si} - Temperatura superficial interior (°C);
- θ_i e θ_e - Temperatura interior e exterior (°C), respectivamente;
- U - Coeficiente de transmissão térmica (W/m² °C);
- R_{si} - Resistência superficial interior (m² °C/W).

Conhecida a humidade relativa interior imposta pelo processo de ventilação e a temperatura interior pode estimar-se os valores de U a partir dos quais passam a existir condensações superficiais.

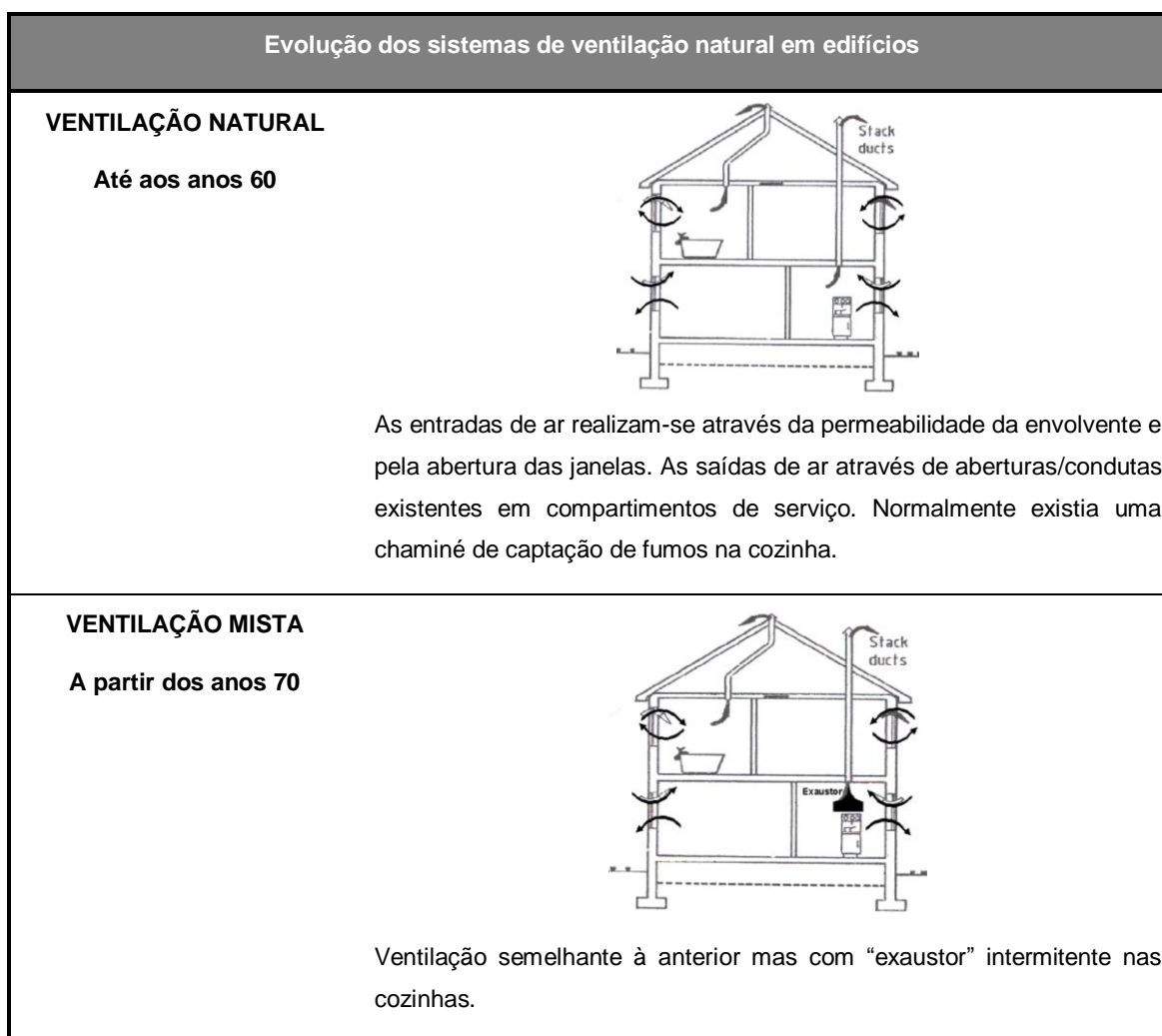
3. Sistemas de ventilação

3.1. A evolução dos sistemas de ventilação natural

Até aos anos 60, em Portugal, a ventilação era predominantemente natural, realizada através da permeabilidade da caixilharia e da caixa de estore e da extracção natural nas cozinhas e instalações sanitárias. O número de renovações horárias era bastante elevado em dias em que a velocidade do vento era maior.

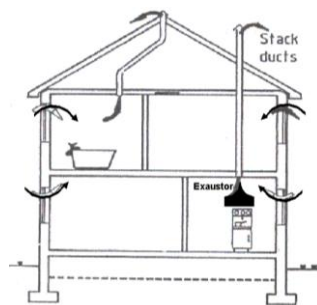
Progressivamente foi-se generalizando a aplicação de “exaustor” sobre o fogão em substituição da captação de fumos tradicional. O “exaustor” tem um funcionamento intermitente, sendo o caudal próximo de zero quando não está em funcionamento. Nas instalações sanitárias a extracção natural continua a ser frequentemente usada. Caminhamos de um sistema natural de ventilação para um sistema misto, com predomínio da ventilação natural.

O novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios – RCCTE (DL 80/2006), exige que no seu processo de verificação e na certificação energética se considere um número mínimo de renovações por hora de 0,6 RPH. Caso se considere um sistema de ventilação exclusivamente natural pode seguir-se a metodologia proposta pela NP1037 – 1. Na prática, no sector residencial, não há exclusivamente ventilação natural pelo facto do “exaustor” estar quase sempre presente, isto é, estamos em presença de sistemas de ventilação mistos (Figura 3.1).



VENTILAÇÃO MISTA

Actualmente



Combina a ventilação natural com a exaustão intermitente na cozinha. Os compartimentos principais (quartos e salas) começam a dispor de aberturas auto-reguláveis nas fachadas para entradas de ar e os compartimentos de serviço (instalações sanitárias) têm grelhas associadas a condutas para extracção natural.

Figura 3.1 — Evolução dos sistemas de ventilação natural.

Como dimensionar todos os dispositivos dos sistemas mistos e quais as dificuldades de implementação?

Procurando satisfazer um número de renovações horárias de 0,7 a 0,8 vamos definir um conjunto de recomendações, com base na experiência adquirida na investigação desenvolvida no LFC – FEUP.

3.2. Concepção de sistemas de ventilação mistos

Tendo por base a norma NP 1037 deve seguir-se os seguintes princípios:

- O sistema de ventilação natural/misto das habitações deve ser geral e permanente, ou seja, devem existir aberturas permanentes auto-reguláveis para admissão de ar aos quartos e salas, por outro lado todos os compartimentos de serviço devem dispor de extracções cujo somatório dos caudais em jogo seja da ordem de 0,7 a 0,8 renovações por hora (global).
- Este sistema deve funcionar na estação de aquecimento, independentemente da abertura de janelas;
- Na estação de arrefecimento, a ventilação por tiragem térmica é muito reduzida, pelo que será necessário abrir as janelas que devem, preferencialmente, estar situadas em fachadas opostas de modo a aproveitar o mais possível os diferenciais de pressão originados pelo vento;
- A permeabilidade ao ar das janelas e das portas deve ser criteriosamente controlada, conforme a classe de exposição ao vento;
- Não é permitida a coexistência de exaustores e aparelhos de combustão do tipo B (esquentadores e caldeiras), sendo assim recomenda-se a localização deste em compartimento separado (lavandaria) com ventilação separada (Figura 3.2);
- Deve ser assegurada a coordenação do projecto de ventilação com o projecto de Arquitectura e com os outros projectos de especialidades de Engenharia, relativos ao edifício em estudo.

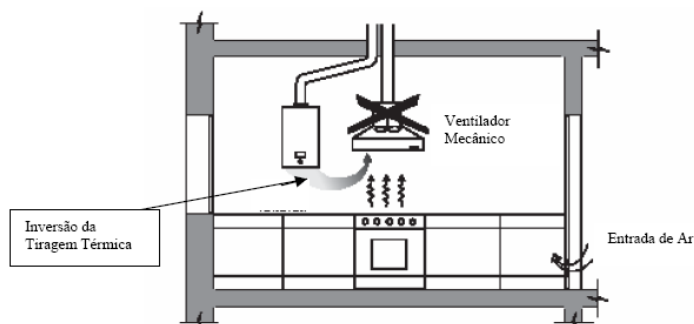


Figura 3.2 — Incompatibilidade na instalação de exaustão mecânica e aparelhos do tipo B no mesmo compartimento.

3.3. Implicações construtivas da implementação dos dispositivos de ventilação

— Dispositivos de entrada de ar

Na fachada de cada compartimento principal deverão ser instalados dispositivos (grelhas) auto-reguláveis, dimensionados para o caudal de projecto (diferencial de pressão de 20 Pa). Quando o diferencial de pressão for de 200 Pa o caudal não pode ser superior a 1,5 vezes o valor de projecto. Por outro lado, deve exigir-se a esse dispositivo um nível de isolamento acústico superior a 35db, em qualquer frequência, e a estanquidade à água mesmo para a pressão do vento em dias de intempéries.

Quanto às caixilharias deve exigir-se que apresentem a menor permeabilidade possível (Classe 3 e ou Classe 4). As caixas de estore, caso existam, devem ser objecto de tratamento acústico e de permeabilidade ao ar.

As entradas de ar nos quartos deverão ser escolhidas de forma a minimizar o risco de desconforto. Isto significa que devem ser preferencialmente colocadas a um nível elevado (Figura 3.3) quando não há sistemas de aquecimento. Nas Figura 3.4 a Figura 3.8 mostram-se possíveis localizações desses dispositivos (caixilharia, caixa de estore, padieira ou parede).

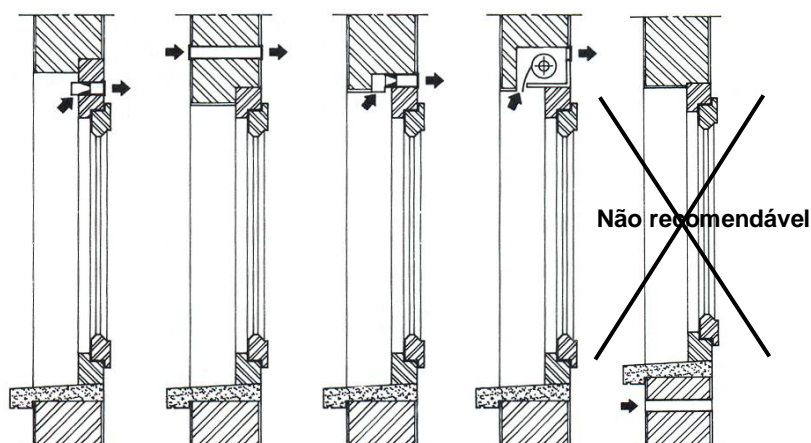


Figura 3.3 — Aberturas de admissão de ar – posicionamento (Adaptado de J. VIEGAS; 2001).

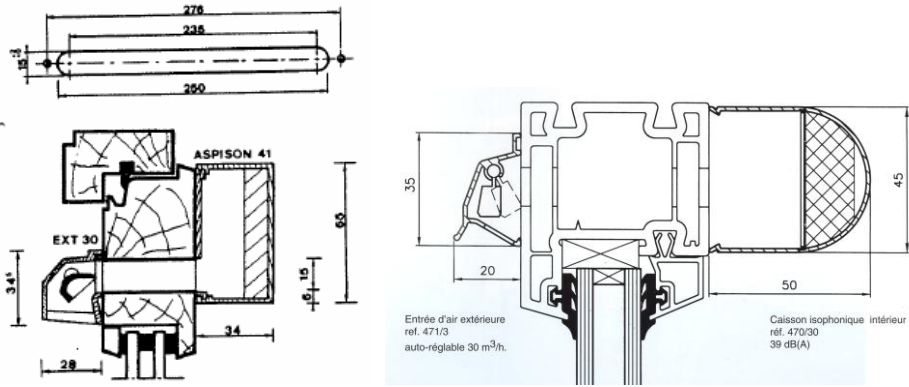


Figura 3.4 — Grelha de admissão de ar aplicada na caixilharia (Catálogo comercial).

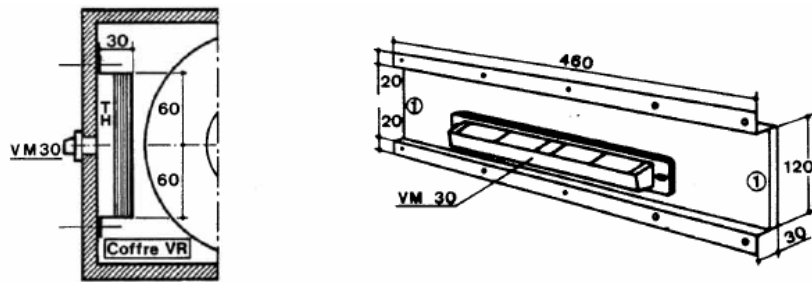


Figura 3.5 — Grelha de admissão de ar aplicada na caixa de estore (Catálogo comercial).

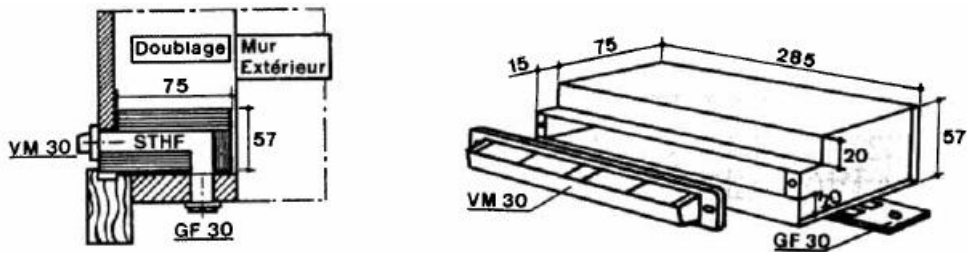


Figura 3.6 — Grelha de admissão de ar aplicada na padieira (Catálogo comercial).

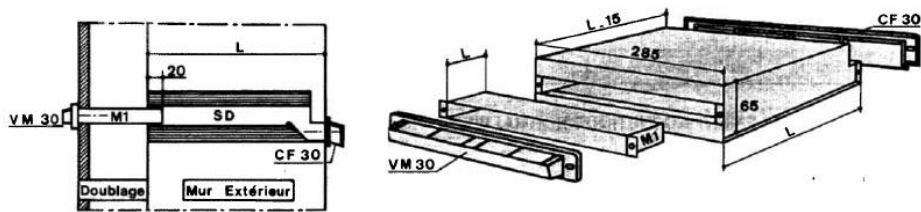


Figura 3.7 — Grelha de admissão de ar aplicada na parede (Catálogo comercial).

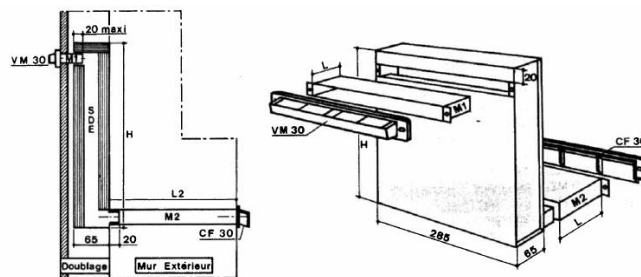


Figura 3.8 — Grelha de admissão de ar aplicada na parede com isolamento acústico reforçado (Catálogo comercial).

Nas Figura 3.9 e Figura 3.10 apresentam-se gráficos que permitem, para uma determinada grelha, avaliar o caudal e o isolamento acústico. Os fabricantes devem evidenciar o desempenho dos componentes que comercializam.

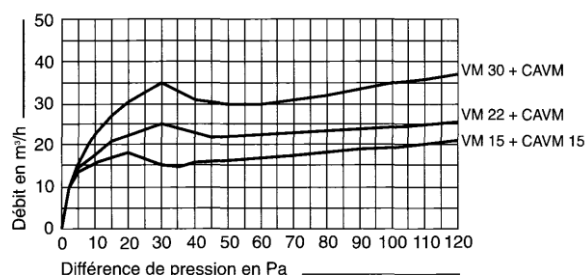


Figura 3.9 — Caudais de uma grelha auto-regulável em função da diferença de pressão em Pa (Catálogo comercial).

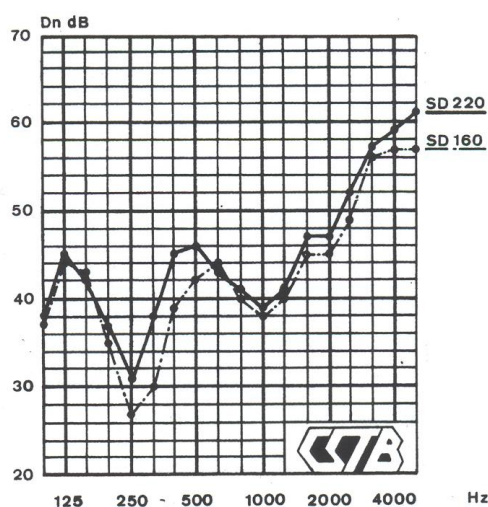


Figura 3.10 — Isolamento acústico de uma grelha auto-regulável (Catálogo comercial).

— Dispositivos internos de passagem de ar

Como materializar a abertura para a passagem de ar nas portas interiores?

Os valores definidos Quadro 3.1 para a área útil da passagem de ar entre compartimentos, em função dos caudais, são significativos pelo que deve reflectir-se sobre as implicações construtivas. A observação de edifícios de habitação concluídos mostrou que muito raramente são cumpridos os valores proposto no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 — Área das aberturas das passagens entre compartimentos.

Área útil (cm ²)	Caudal-Tipo do compartimento principal (m ³ /h)
100	Até 30
200	De 30 até 90

Para os quartos e salas, em alternativa às folgas nas portas que muitas vezes não são implementadas com as secções necessárias, pode justificar-se estudar aberturas sobre a porta, de mais fácil ocultação, tendo em atenção a dificuldade arquitectónica em colocar grelhas nas portas.

Quanto às portas das instalações sanitárias e cozinhas é imprescindível equacionar-se a colocação de grelhas que assegurem a área útil necessária.

— **Permeabilidade da porta de entrada**

A permeabilidade ao ar das portas de patamar não deve exceder o valor de 12 m³/(h.m²) para uma diferença de pressão de 100 Pa. (NP1037-1)

— **Dispositivos de extracção de ar**

Cada compartimento de serviço deverá apresentar, pelo menos, um dispositivo de extracção de ar. Estes dispositivos deverão ser colocados geralmente a um nível elevado. Na cozinha o ventilador deve naturalmente ser localizado sobre o fogão, enquanto as aberturas de extracção de ar das instalações sanitárias devem estar localizadas 2,10 m, pelo menos, acima do pavimento e tão distantes quanto possível da porta de acesso a esses compartimentos. As perdas de carga nestas grelhas não devem exceder 3 Pa, nomeadamente nos últimos 5 pisos.

Quadro 3.2 — Áreas úteis das grelhas das aberturas de exaustão de ar.

Área útil (cm ²)	Caudal-Tipo do compartimento principal (m ³ /h)
40 (80)	30
80 (110)	60

Nota: () Área útil para condutas individuais do último piso.

Na prática, é habitual encontrar áreas úteis bem menores das que as especificadas no Quadro 3.2. Esta situação deve-se à necessidade de ajustar a secção da tubagem de extracção com a secção nominal da grelha, que muitas vezes exige um acessório de transição que não é aplicado. Refira-se ainda que a distância do eixo da tubagem à face interior do acabamento não é suficiente para a colocação desse acessório de transição.

O isolamento das tubagens individuais de extracção natural permite conservar o gradiente térmico em toda a altura de forma a não reduzir o caudal. A colocação de uma coquilha de lã mineral, com cerca de 30 mm de espessura, é conveniente, bem como é vantajoso colocar ventiladores estáticos na extremidade das tubagens.

A geometria da tubagem, nomeadamente a ausência de curvas ou acessórios que possam introduzir perdas de carga, bem como a cota superior da tubagem de extracção face a obstáculos é decisiva para que não se criem pressões que possam anular o efeito da tiragem térmica (NP1037-1).

Nas cozinhas o extractor deve apresentar um motor de velocidade variável, com um caudal mínimo constante de 60 m³/h e um caudal máximo dependente da tipologia da habitação. Para ser regulável pelo utilizador deve ser colocado um ventilador por fracção. Esta opção é de difícil execução, por exigir múltiplos equipamentos em edifícios com um número de pisos elevados.

Por questões acústicas deve o ventilador ser colocado na cobertura e ser dimensionado face a vibrações e ao ruído aéreo.

O equilíbrio entre a admissão e a exaustão nas cozinhas exige a colocação de uma grelha específica regulável na envolvente exterior da cozinha. Esta grelha só deverá entrar em funcionamento para os caudais de ponta/máximos (durante a confecção das refeições), de modo a não interferir com os fluxos normais da ventilação.

A arquitectura procura encontrar soluções para que as chaminés tirem o partido estético desejável, mas não é aceitável a colocação de elementos que perturbem a extracção. Este problema tem de ser resolvido não havendo procedimentos qualitativos que permitam orientar o dimensionamento arquitectónico, só ensaios em laboratório permitirão validar as soluções.

— Lareiras de fogo aberto

A primeira questão que deve colocar-se é se pode ou não instalar-se lareiras de fogo aberto em fracções de um edifício de habitação colectiva garantido um funcionamento adequado. Mesmo que se utilize um sistema misto é difícil garantir que não haja inversão de fluxos, quando o ventilador da cozinha está em pleno funcionamento com condições exteriores desfavoráveis.

A recomendação é clara: não devem ser instalados lareiras de fogo aberto. No entanto, caso se opte pela sua instalação deve atender-se ao seguinte (Figura 3.11):

1. Instalar uma conduta de extracção individual, que deve ser convenientemente isolada (NP1037-1). As paredes das condutas devem possuir uma resistência térmica suficiente para que o seu arrefecimento não inverta ou diminua a tiragem, especialmente quando são incorporadas nas paredes exteriores ou caixas de escadas e nos troços que atravessam os desvãos das coberturas e que delas emergem. Nestes troços, em zonas frias, a resistência térmica deve ser de pelo menos $0,5 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$;
2. Instalar um dispositivo de alimentação de ar à lareira, que não possa ser influenciado pela pressão do vento;
3. A porta da sala deve apresentar uma permeabilidade ao ar reduzida.

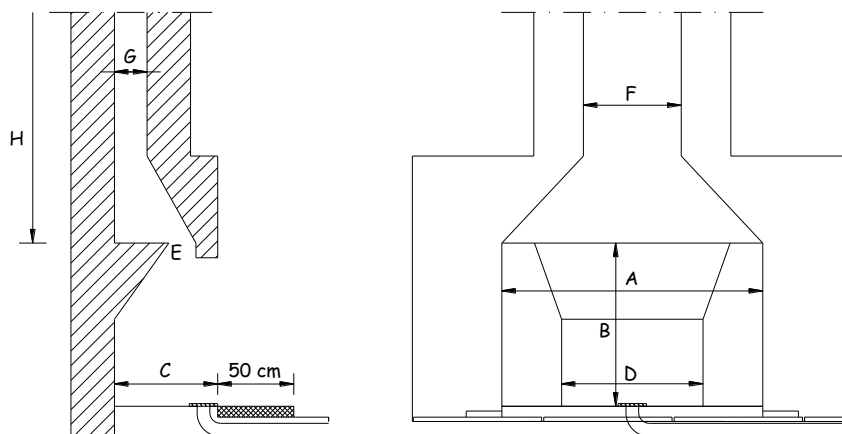


Figura 3.11 — A admissão de ar às lareiras è imprescindível (Adaptado de J. VIEGAS; 2001).

— Extracção conjunta de ar e gases de combustão nas cozinhas

Não é objecto desta comunicação avaliar as implicações construtivas da extracção dos gases de combustão nas cozinhas. No entanto, será interessante salientar que preferencialmente os aparelhos de combustão para produção de água quente sanitária e aquecimento central deveriam ser instalados num local exterior ao espaço aquecido com um sistema de ventilação próprio, por exemplo nas lavandarias. Na impossibilidade de adopção desta estratégia recomenda-se a instalação de condutas separadas, para o fogão (extracção natural preferencialmente individual) e para os aparelhos de combustão do tipo B. Deve ainda equacionar-se a admissão de ar à cozinha regulável.

4. Conclusão

O projecto de ventilação, que não faz parte da prática corrente de projecto, é indispensável para uma melhoria da qualidade da construção e do conforto higrotérmico no interior dos edifícios de habitação.

A solidez do conhecimento em física das construções é atingida quando se dispõe de modelos de utilização universal, pela comunidade técnica, de forma a ser possível dimensionar as soluções. Consideramos que esse patamar não foi ainda atingido, mas pode desde já apresentar-se um conjunto de recomendações:

- 1- Para a realidade climática portuguesa o equilíbrio entre a eficiência energética, a qualidade do ar e o risco de condensação exigirá um número de 0,7 a 0,8 renovações por hora;
- 2- Nas Figura 2.1 e Figura 2.2 apresentam-se valores ideais para a humidade relativa interior, fortemente dependente do sistema de ventilação;
- 3- A ventilação deve ser geral e permanente, muito embora essa estratégia ainda não seja seguida em muitos edifícios, de acordo com um inquérito efectuado em 2000;
- 4- Sistemas de ventilação natural ou ventilação mecânica podem ser utilizados. Os sistemas de ventilação mecânica exigem consumo de energia, um tratamento do ruído produzido, mas permitem um melhor controlo dos caudais em jogo, sendo os mais adequados para edifícios em altura;
- 5- Os sistemas de ventilação exclusivamente naturais praticamente não são utilizados face à popularidade da instalação dos “exaustores” que, de uma forma geral, constituem uma perturbação no processo de ventilação pelo seu funcionamento intermitente;
- 6- A ventilação natural evoluiu de sistemas naturais de extracção para sistemas mistos, cujo funcionamento pode ser optimizado;
- 7- A admissão de ar aos quartos e salas tornou-se imprescindível, devendo ser realizada por grelhas auto-reguláveis. Cabe aos fabricantes evidenciar os caudais em função da pressão, o isolamento acústico e a estanquidade à água;
- 8- Exige-se uma nova atitude face aos dispositivos de passagem de ar entre compartimentos, assegurando as perdas de carga e as áreas necessárias;
- 9- Na extracção natural de ar das instalações sanitárias deve garantir-se as secções das grelhas, a perda de carga máxima admissível, uma adequada pormenorização da ligação grelha/tubagem, o isolamento da tubagem, a instalação de condutas individuais e a instalação de ventiladores estáticos;
- 10- Nas cozinhas é recomendável a instalação de um ventilador individual, de velocidade variável, com um caudal mínimo constante, associado a grelha regulável de admissão de ar. Devem colocar-se os dispositivos de combustão do tipo B no exterior;
- 11- Não se recomenda a instalação de lareiras de fogo aberto, em edifícios de habitação colectiva;
- 12- O processo de ventilação influencia decisivamente o comportamento higrotérmico dos edifícios, a qualidade do ar interior e o consumo de energia.

5. Referências bibliográficas

1. MANUEL PINTO E VASCO PEIXOTO DE FREITAS (2006) – Measurements of Air Change Rates using the PFT Technique in Residential Buildings in Northern Portugal, 27th AIVC Conference, Lyon, France, 2006.
2. FANG, L., CLAUSEN, G. AND FANGER, P.O. (1998) Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality. *Indoor Air*, 8, 80-90.
3. FANGER, P. (1970) *Thermal Comfort*, Danish Technical Press.
4. ANSI/ASHRAE 55 , Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Ansi/Ashrae Standard 55-2004, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA, 2004.
5. RAATSCHEN, W., ERHORN, H., HERBAK, Z. (1991) Boundary conditions. IEA Annex XIV "Condensation and Energy" Sourcebook.
6. ISO 7730 (2005) – Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal confort criteria.
7. BS5925 (1991), Code of Practice for Design of Buildings. Ventilation Principles and Designing for Natural Ventilation, BS 5925, British Standards Institution, London, 1991.
8. SIMONSON, C. J., SALONVAARA, M. AND OJANEN, T. (2001) Improving in-door climate and comfort with wooden structures. VTT Publications. Espoo, VTT.
9. NUNO M. M. RAMOS, VASCO P. DE FREITAS (2006) – "Análise do Impacto das Práticas Construtivas Actuais nos Níveis de Humidade do Ar Interior". 2º Encontro sobre patologia e reabilitação de edifícios – PATORREB 2006, Vol. 1, pp. 359-368. Porto, FEUP, 20 e 21 de Março.
10. MANUEL PINTO E VASCO P. DE FREITAS (2002) – Characterization of natural ventilation systems in residential buildings in Portugal. The importance of standardization, 30.º Congresso IAHS, Coimbra, 2002.
11. EN ISO 13788 (2001) – Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface humidity and interstitial condensation – Calculation Methods.
12. RCCTE (DL80/2006) – Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios.
13. I.P.Q.-Instituto Português da Qualidade (2002). Ventilação e Evacuação dos Produtos da Combustão dos Locais com Aparelhos a Gás – Norma Portuguesa NP 1037-1. Portugal, Instituto Português da Qualidade
14. Viegas, J. (2001). Ventilação Natural de Edifícios de Habitação. Lisboa, Portugal, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
15. Centre d'Assistance Technique et de Documentation (CATED) – Produits pour la ventilation, Catalogue des produits du bâtiment, Paris, 1991.