



VENTILAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Conceção e Dimensionamento

**VASCO PEIXOTO DE FREITAS
MANUEL PINTO**



AUTORES

Vasco Peixoto de Freitas

Manuel Pinto

TÍTULO

VENTILAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Conceção e Dimensionamento

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

Tel: 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA

Engebook – Conteúdos de Engenharia

DISTRIBUIÇÃO

Booki – Conteúdos Especializados

Tel. 220 104 872 · info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN

Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt

IMPRESSÃO

Setembro, 2023

DEPÓSITO LEGAL

512481/23



A cópia ilegal viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2023 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

697 Aquecimento, ventilação e condicionamento de ar em edificações

ISBN

Papel: 9789899101661

Ebook: 9789899101678

Catálogo da publicação

Família: Refrigeração/AVAC

Subfamília: Refrigeração/AVAC

Índice

Prefácio de Vítor Abrantes.....	XI
Prefácio de João Viegas.....	XIII
Agradecimentos	XV
1. Introdução	17
1.1. Enquadramento e objetivos	19
1.2. Estrutura da publicação e sua consulta.....	23
2. Qualidade do ar interior em edifícios de habitação	27
2.1. Qualidade do ar interior	29
2.1.1. Qualidade do ar em edifícios habitacionais	29
2.1.2. Poluentes do ar interior.....	31
2.2. Conforto térmico.....	37
2.2.1. Condições de conforto.....	37
2.2.2. Desconforto local.....	42
2.2.3. Modelos adaptativos.....	44
2.2.4. Ventilação noturna.....	46
2.3. Humidade e ventilação	48
2.4. Energia e ventilação	54
2.5. Síntese crítica.....	56
2.6. Referências bibliográficas.....	58
3. Mecanismos da ventilação natural e quantificação de caudais	63
3.1. Mecanismos da ventilação natural.....	65
3.1.1. Efeito de chaminé	65

3.1.2.	Ação do vento.....	67
3.1.2.1.	Valores tabelados de Cp.....	69
3.1.2.2.	Valores calculados de Cp.....	70
3.1.2.3.	Valores medidos de Cp.....	71
3.1.2.4.	Velocidade média do vento.....	72
3.1.3.	Efeitos combinados.....	74
3.1.4.	Escoamento por aberturas.....	76
3.2.	Modelos simplificados de quantificação de caudais.....	79
3.2.1.	Quantificação do caudal de ventilação – compartimento com uma só fachada.....	80
3.2.1.1.	Ventilação devida à ação do vento – uma abertura.....	80
3.2.1.2.	Ventilação devida ao efeito de chaminé – uma abertura.....	80
3.2.1.3.	Ventilação devida ao efeito de chaminé – duas aberturas.....	81
3.2.2.	Quantificação do caudal de ventilação – compartimento com duas fachadas diametralmente opostas.....	82
3.2.2.1.	Ventilação devida à ação do vento.....	82
3.2.2.2.	Ventilação devida ao efeito de chaminé.....	83
3.2.2.3.	Ventilação devida à ação do vento e do efeito de chaminé.....	84
3.2.3.	Exemplos de aplicação.....	85
3.3.	Modelos avançados de quantificação de caudais.....	88
3.3.1.	Modelos monozona.....	88
3.3.2.	Modelos multizona.....	93
3.3.3.	Outros modelos.....	96
3.4.	Síntese crítica.....	96
3.5.	Referências bibliográficas.....	98

4. Medição dos caudais de ventilação e permeabilidade da envolvente101

4.1.	Métodos de medição de caudais para apoio a estudos de ventilação.....	103
4.2.	Determinação dos caudais de ventilação – Método do gás traçador..	104
4.2.1.	Considerações gerais.....	104
4.2.2.	Técnica do declive.....	107
4.2.2.1.	Metodologia.....	107
4.2.2.2.	Exemplo de aplicação.....	111
4.2.3.	Técnica PFT.....	113
4.2.3.1.	Metodologia.....	113
4.2.3.2.	Exemplo de aplicação.....	116

4.3.	Determinação da permeabilidade da envolvente – Método da porta ventiladora.....	119
4.3.1.	Metodologia.....	119
4.3.2.	Exemplos de aplicação	122
4.4.	Síntese crítica.....	124
4.5.	Referências bibliográficas.....	125
5.	Sistemas de ventilação em edifícios de habitação em Portugal.....	129
5.1.	Exigências de ventilação.....	131
5.2.	Sistemas de ventilação em edifícios de habitação.....	138
5.2.1.	Evolução dos sistemas em Portugal.....	138
5.2.2.	Descrição dos sistemas correntemente utilizados em Portugal.....	140
5.2.2.1.	Sistemas de ventilação natural/mista.....	140
5.2.2.2.	Sistemas de ventilação mecânica.....	141
5.2.2.3.	Sistemas de ventilação híbridos.....	143
5.2.2.4.	Análise comparativa dos sistemas mais frequentes.....	143
5.3.	Conceção e dimensionamento de sistemas de ventilação em habitações.....	145
5.3.1.	Princípios gerais de conceção.....	145
5.3.2.	Dimensionamento de sistemas de ventilação natural/mista.....	149
5.3.2.1.	Considerações gerais.....	149
5.3.2.2.	Aberturas de admissão de ar.....	151
5.3.2.3.	Passagens de ar interior.....	153
5.3.2.4.	Aberturas de extração de ar.....	155
5.3.2.5.	Ventilação separada de compartimentos da habitação.....	157
5.3.3.	Disposições construtivas.....	161
5.3.3.1.	Considerações gerais.....	161
5.3.3.2.	Dispositivos de admissão de ar.....	163
5.3.3.3.	Dispositivos de passagem de ar.....	163
5.3.3.4.	Dispositivos de extração de ar.....	163
5.3.3.5.	Conduitas de exaustão.....	165
5.3.3.6.	Ventiladores estáticos.....	167
5.3.3.7.	Características das saídas das condutas nas coberturas.....	170
5.3.4.	Exigências acústicas.....	170
5.4.	Síntese crítica.....	173
5.5.	Referências bibliográficas.....	175

6.	Ventilação natural de espaços complementares.....	181
6.1.	Ventilação das comunicações comuns interiores em edifícios multifamiliares	183
6.1.1.	Ventilação natural das comunicações verticais	183
6.1.2.	Ventilação natural das comunicações horizontais.....	185
6.2.	Desenfumagem natural em parques de estacionamento cobertos de edifícios multifamiliares.....	188
6.3.	Ventilação de arrumos no desvão da cobertura.....	190
6.4.	Ventilação do desvão sanitário e da cobertura.....	193
6.5.	Referências bibliográficas.....	194
7.	Projeto de ventilação – Exemplos de reabilitação de edifícios.....	197
7.1.	Sistemas de ventilação – Reabilitação.....	199
7.2.	Projetos de ventilação.....	201
7.2.1.	Aspetos gerais.....	201
7.2.2.	Memória Descritiva.....	202
7.2.3.	Condições Técnicas Especiais.....	202
7.2.4.	Mapa de Trabalhos e Quantidades.....	202
7.2.5.	Peças desenhadas.....	203
7.3.	Reabilitação de moradia unifamiliar – exemplo 1.....	203
7.3.1.	Descrição do edifício.....	203
7.3.2.	Conceção.....	205
7.3.2.1.	Princípio geral do sistema de ventilação	205
7.3.2.2.	Descrição do sistema de ventilação adotado.....	205
7.3.3.	Dimensionamento.....	206
7.3.3.1.	Dispositivos de admissão de ar.....	208
7.3.3.2.	Dispositivos de extração de ar.....	209
7.3.3.3.	Dispositivos de passagem de ar	212
7.3.3.4.	Casa das máquinas.....	212
7.3.4.	Especificação – Condições Técnicas Especiais.....	212
7.3.4.1.	Aberturas de admissão de ar.....	212
7.3.4.2.	Aberturas de extração de ar, condutas e ventiladores estáticos das instalações sanitárias.....	213
7.3.4.3.	Grelha autorregulável de compensação.....	213
7.3.4.4.	Ventilador mecânico.....	214
7.3.4.5.	Recuperador de calor.....	214
7.3.5.	Pormenorização.....	215

7.3.6. Mapa de Trabalhos e Quantidades	215
7.3.7. Plano de Manutenção	215
7.3.8. Análise de desempenho.....	217
7.4. Reabilitação de edifício de habitação social – exemplo 2.....	219
7.4.1. Descrição do conjunto habitacional.....	219
7.4.2. Sistema de ventilação proposto.....	220
8. Conclusão.....	225
ANEXO 1 – Terminologia.....	CCXXXI
ANEXO 2 – Documentos normativos e regulamentares	CCXXXIX
ANEXO 3 – Análise estatística da velocidade do vento: rumo e velocidade média nas principais cidades de Portugal Continental.....	CCLI
ANEXO 4 – Instituições com capacidade de efetuar medições <i>in situ</i>	CCLIII

1.2. Estrutura da publicação e sua consulta

O livro encontra-se dividido em oito capítulos e anexos. O leitor poderá procurar a informação que deseja consultar, com base no esquema da Figura 1.1., dada a dificuldade de leitura integral de uma publicação essencialmente técnica.

No capítulo 2 avaliam-se os poluentes, as condições de conforto, o risco higrotérmico e a eficiência energética, por forma a poderem ser tidas em consideração as implicações dos caudais de ventilação na promoção da qualidade do ambiente interior. A informação contida neste capítulo evidencia que equipamentos e materiais de revestimento em conjugação com a atividade humana, associada a reduzidos caudais de ventilação, levam a que correntemente a qualidade do ar interior seja inferior à do ar exterior, o que gera desconforto e pode originar diversos problemas de saúde. A sensação de conforto higrotérmico depende de vários fatores individuais e ambientais, sendo os modelos adaptativos de conforto térmico muito adequados para as condições de ventilação predominantemente natural na grande maioria das nossas habitações. A ventilação noturna permite reduções significativas nos valores de temperatura do ar interior durante o dia na estação de arrefecimento, contribuindo para minorar o desconforto térmico de verão. Devem ser dimensionados e garantidos caudais de ventilação geral e permanente que permitam assegurar que a humidade relativa nos espaços interiores esteja compreendida entre os limites recomendados. A regulamentação técnica atual aceita que o valor de R_{ph} mínimo na estação de aquecimento seja de 0,5 renovações horárias, tendo a adoção de caudais de ventilação tão reduzidos promovido a ocorrência de condensações e a degradação da qualidade do ar interior em edifícios sem aquecimento ou com aquecimento intermitente.

O capítulo 3 mostra a importância de compreender os mecanismos de ventilação natural, que consistem em ações aleatórias de difícil quantificação prática. O efeito de chaminé depende do gradiente de temperatura e da altura entre aberturas, sendo os gradientes de pressão criados por este mecanismo reduzidos. Por outro lado, a ação do vento é condicionada, nomeadamente pela geometria do edifício, pela morfologia do terreno e dos edifícios vizinhos, tendo os procedimentos de cálculo destes sido sumariamente descritos neste

Quadro 2.3.

Valores recomendados para a humidade relativa no interior das habitações

Fonte	HR _{ambiente}
CEN TR 14788 [2.2.]	30 a 70%
The Building Regulations 2010, F1 [2.8.]	mês ≤ 65% semana ≤ 75% dia ≤ 85%
EN 15251 [2.9.]	25 a 60%

Quadro 2.4.

Libertação de CO₂ gerado pelo metabolismo humano e aparelhos de combustão (adaptado de [2.2.], [2.5.] e [2.6.]

Tipo de ocupante/Atividade		CO ₂ [L/h]
Adultos	Atividade	18
	Repouso	12
Crianças	Atividade	12
	Repouso	8
Aquecimento com aparelhos de combustão	Gás natural	97 (por kW)
	GPL	119 (por kW)

Quadro 2.5.

Lista das principais substâncias poluentes no interior das habitações, suas fontes, respetivas concentrações típicas e limiares de proteção (adaptado de [2.4.] e [2.12.]

Poluente	Fonte de poluição	Concentração típica interior	Concentração típica exterior	Limiar de proteção
Partículas em suspensão (PM _{2,5})	Fogões, lareiras, fumo do tabaco, cozinhar	7 – 10 µg/m ³	< 10 µg/m ³	25 µg/m ³
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COV)	Produtos da combustão, produtos de limpeza, solventes, materiais de construção e tintas	Diferente para cada COV (2 a 5 vezes a concentração exterior)	Variável	600 µg/m ³
Formaldeído (CH ₂ O)	Isolantes térmicos, colas, derivados da madeira	-	-	0,08 ppm
Radão (Rn)	Solos e materiais de construção, especialmente graníticos ou basálticos	48 Bq/m ³	148 Bq/m ³	350 Bq/m ³ (*)
Contaminantes biológicos	Humanos, animais de estimação, insetos, plantas, fungos e ar condicionado	-	-	Variável

(*) Portaria n.º 138-G/2021

Quadro 2.10.
Estimativa do caudal e taxa de ventilação através de uma janela aberta

U_{met} [m/s]	t_{ext} [°C]	t_{int} [°C]	A_{jan} [m²]	$v_{jan}^{(1)}$ [m/s]	R_{jan} [-]	q_{jan} [m³/h]	R_{ph} [h⁻¹]
1,39	18	23	1,0	0,018	79%	190	6,35
1,39	18	25	1,0	0,025	79%	225	7,51
1,39	20	23	1,0	0,011	86%	160	5,34
1,39	20	25	1,0	0,018	86%	207	6,90
1,39	22	23	1,0	0,004	86%	93	3,09
1,39	22	25	1,0	0,011	86%	160	5,34
3,60	18	23	1,0	0,018	59%	142	4,72
3,60	18	25	1,0	0,025	59%	167	5,58
3,60	20	23	1,0	0,013	64%	132	4,41
3,60	20	25	1,0	0,018	64%	154	5,13
3,60	22	23	1,0	0,013	64%	132	4,41
3,60	22	25	1,0	0,013	64%	132	4,41

Nota:

(1) Velocidade do fluxo de escoamento ao nível da janela.

Como conclusão geral da análise do Quadro 2.10, pode referir-se que R_{ph} é maior para maiores diferenças de temperatura, pelo que o efeito de chaminé é predominante.

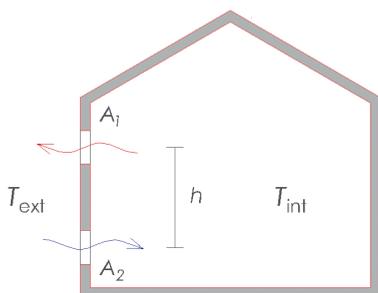
2.3. Humidade e ventilação

A humidade relativa do ar interior pode influenciar diretamente o conforto dos ocupantes e o risco de ocorrência de condensações. Assim, enquanto os baixos valores de humidade relativa podem provocar sensações de secura, irritação na pele e nas membranas mucosas, infeções das vias respiratórias ou desconforto no contacto com alguns materiais devido à geração de eletricidade estática, os valores altos de humidade relativa podem também originar desconforto, inibindo a transpiração através da pele e levando ao desenvolvimento de bolores e ácaros causadores de alergias e irritações.

Apresentam-se no Quadro 2.11, os valores limite de humidade relativa a partir dos quais haverá o risco de desenvolvimento de fungos.

Figura 3.12.

Ventilação devida ao efeito de chaminé de um compartimento com duas aberturas numa única fachada



312

3.2.2. Quantificação do caudal de ventilação – compartimento com duas fachadas diametralmente opostas

A ventilação cruzada, com recurso a aberturas em fachadas opostas, permite o varrimento de todo o espaço pelo caudal de renovação do ar interior, possibilitando assim uma ventilação mais eficaz. No entanto, a velocidade do ar nos compartimentos de uma habitação terá de ser limitada superiormente para evitar situações de desconforto térmico.

3.2.2.1. Ventilação devida à ação do vento

O caudal de ventilação devido à ação do vento para aberturas dispostas em fachadas diametralmente opostas (Figura 3.13.), pode ser obtido através da equação (3.11):

$$q_v = 3600 C_d \cdot A_v \cdot u_{ref} \cdot (\Delta C_p)^{0.5} \quad (3.11)$$

em que:

- q_v : caudal devido à ação do vento [m^3/h]
 - C_d : coeficiente de descarga (correntemente, $C_d \approx 0,6$) [-]
 - A_v : área equivalente devida à ação do vento [m^2]
- $$\frac{1}{A_v^2} = \frac{1}{(A_1 + A_2)^2} + \frac{1}{(A_3 + A_4)^2}$$

Medição dos caudais de ventilação e permeabilidade da envolvente

4.1. Métodos de medição de caudais para apoio a estudos de ventilação

Neste capítulo são descritos os principais métodos de medição usados para determinar os caudais de ventilação e a permeabilidade da envolvente, designadamente: o método do "gás traçador" (técnicas do declive e PFT) e o método da porta ventiladora [4.1]. Estes métodos de medição podem servir para avaliar se numa determinada habitação os valores preconizados em projeto para os caudais de ventilação ou permeabilidade da envolvente estão efetivamente a verificar-se.

A permeabilidade ao ar dos componentes (vãos envidraçados e portas) tem de ser tida em consideração, quer ao nível das exigências quer do desempenho, e encontra-se definida na NP 4517 [4.2] e explicitada no Quadro 4.1. As classes dependem da região (A ou B), da rugosidade do terreno, da exposição das fachadas e da cota da janela. Os fabricantes devem evidenciar o desempenho dos seus componentes, através de ensaios em laboratório, e os projetistas devem especificar claramente o que pretendem do ponto de vista da permeabilidade ao ar.

Tendo em conta o valor medido de n_{50} , obtém-se a seguinte estimativa para $R_{ph - infiltrações}$ [4.25]:

$$R_{ph, \text{ média anual}} = \frac{n_{50}}{N} \quad (4.6)$$

em que:

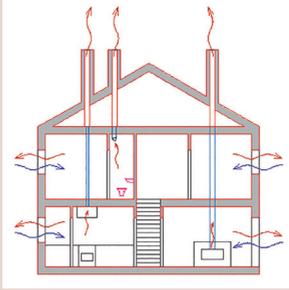
- $R_{ph, \text{ média anual}}$: renovação horária média anual devida à permeabilidade da envolvente [h^{-1}]
- n_{50} : renovação horária obtida através do ensaio de pressurização a 50 Pa [h^{-1}]
- N : constante que depende do clima local e do tipo e implantação do edifício, que na prática corrente assume o valor 20

Várias medições foram realizadas em Portugal de n_{50} as quais conduziram a valores dispersos e diferenciados quando se trata de moradias e apartamentos. Por questões energéticas e para habitações com sistemas de ventilação natural, a NP 1037-1 [4.3.] preconiza que a permeabilidade ao ar da envolvente dos edifícios sujeita a uma diferença de pressão de 50 Pa (n_{50} ; valor médio entre os ensaios de pressão e depressão), não deve ser superior à indicada no Quadro 4.8.

Nos ensaios a diferença de pressão deve situar-se entre os 10 e os 60 Pa, com incrementos entre 5 e 10 Pa e com medição no mínimo de 5 pontos [4.24.], [4.26.]. Por outro lado, não se medem caudais para diferenças de pressão inferiores a 10 Pa de forma a minimizar a influência criada pelo vento e pelo diferencial térmico aquando da realização dos ensaios. Para condições climáticas normais a pressão induzida pelo efeito combinado das diferenças de temperatura e do vento anda na ordem de ± 10 Pa [4.4.].

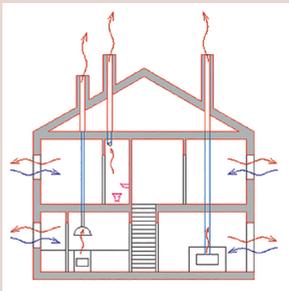
Os ensaios sofrem a influência das condições atmosféricas exteriores, sendo somente recomendável efetuá-los quando o produto da diferença de temperatura entre o exterior e o interior pela altura média da fração for menor ou igual que $200 \text{ m}\cdot\text{°C}$ [4.24.] e a velocidade do vento seja menor que 6 m/s [4.26.]. Para equipamentos correntes, a incerteza na determinação dos vários parâmetros que se podem obter com este ensaio situa-se, na maior parte dos casos, abaixo de 10% [4.26.].

Ventilação natural (até aos anos 60)



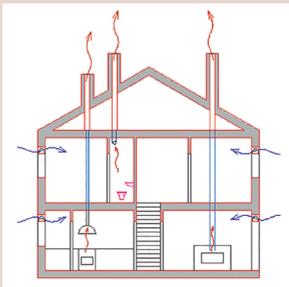
- As entradas de ar realizam-se através da permeabilidade da envolvente e pela abertura das janelas.
- As saídas de ar ocorrem através de aberturas e/ou condutas existentes em compartimentos de serviço.
- Na cozinha normalmente existia uma conduta de captação de fumos.

Ventilação mista (a partir dos anos 70)



- Ventilação semelhante à anterior mas com a incorporação de ventilador mecânico intermitente nas cozinhas.

Ventilação mista (atualmente)



- Combina a ventilação natural com a extração intermitente na cozinha.
- Os compartimentos principais (quartos e salas) começam a dispor de aberturas autorreguláveis nas fachadas para entrada de ar.
- Os compartimentos de serviço (instalações sanitárias) possuem grelhas associadas a condutas para exaustão natural.

Figura 5.42.
Configuração de diversas cúpulas individuais e coletivas de proteção das condutas de exaustão de ar ao nível das coberturas, em que a geometria, funcionalidades e risco de infiltrações não está assegurada



a) Não funcional, risco de infiltrações



b) Geometria inadequada, não funcional



c) Geometria inadequada, não funcional



d) Geometria inadequada, não funcional, risco de infiltrações



e) Geometria adequada, não funcional



f) Geometria inadequada, risco de infiltrações

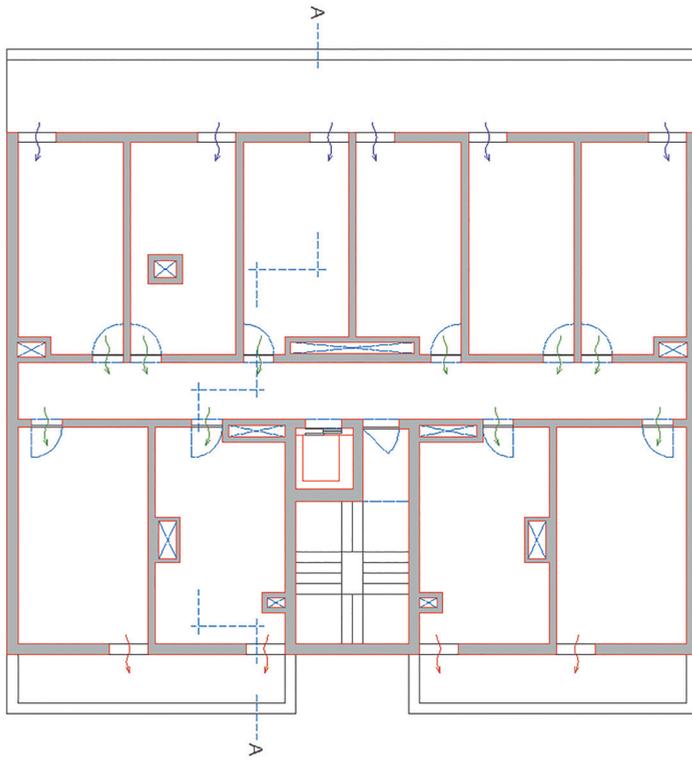


g) Geometria inadequada, não funcional

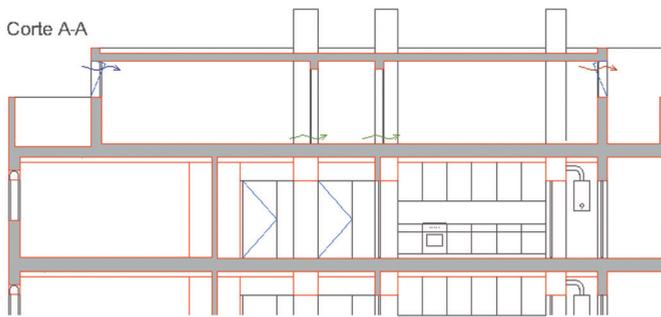


h) Geometria inadequada, não funcional, risco de infiltrações

5.42.



a) Planta



b) Corte

Figura 6.8. Esquema de ventilação de arrumos sob a cobertura evidenciando a disposição das aberturas de admissão e exaustão de ar assegurando a ventilação transversal através dos arrumos

6.8.

- plana recomendar-se-ia extração mecânica pelo potencial da ventilação natural ser muito reduzido;
- face à dimensão das aberturas de passagem de ar nos quartos, é aceitável usar valores inferiores aos estipulados na NP 1037-1 pelo facto das portas estarem frequentemente entreabertas. Nas instalações sanitárias procurou-se aproveitar a parte superior do aro das portas para complementar a área de ventilação;
 - no nosso clima e perante hábitos pouco persistentes de aquecimento ambiente, levando a pequenos diferenciais de temperatura entre o exterior e interior, a ação do vento revela-se mais importante que a ação térmica na ventilação das instalações sanitárias. Assim, é muito importante que se assegure que ocorre uma depressão no interior da conduta sob a ação do vento, daí a importância do ventilador estático.

7.4. Reabilitação de edifício de habitação social – exemplo 2

7.4.1. Descrição do conjunto habitacional

Na reabilitação de edifícios de habitação social é de crucial importância propor um conjunto de melhorias do sistema de ventilação visando assegurar um equilíbrio entre a qualidade do ar, as condensações superficiais e o conforto/eficiência energética.

O conjunto habitacional é constituído por vários blocos que incluem diferentes tipologias, apresentando-se na Figura 7.12. o alçado principal de um dos blocos e na Figura 7.13. a planta de um apartamento de tipologia T3, que serve de exemplo para o projeto de ventilação de uma prumada.

O bloco é composto por rés do chão e 3 pisos habitacionais, sendo a cave semienterrada (Figura 7.14.). Trata-se de uma construção do final da década de 70 do século XX com cobertura inclinada, em desvão acessível, e entradas comuns em contacto direto com o exterior que se pretendem encerrar neste projeto, o que tem condicionantes no seu sistema de ventilação.



a) antes da reabilitação



b) depois da reabilitação

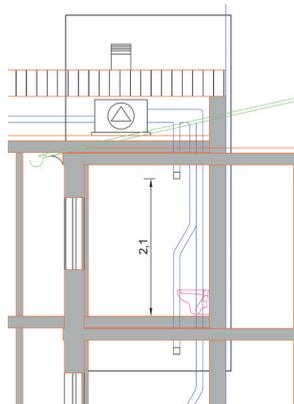
715.

Figura 7.15.
Secagem da roupa no exterior com integração arquitetônica



716.

Figura 7.16.
Admissão de ar aos quartos e salas.



717.

Figura 7.17.
Ventilação mecânica das instalações sanitárias interiores

VENTILAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Conceção e Dimensionamento

VASCO PEIXOTO DE FREITAS
MANUEL PINTO

Sobre a obra

A ventilação dos edifícios é absolutamente essencial para assegurar a qualidade do ar interior e a saúde dos ocupantes. A insuficiência de caudais potencia o risco de condensações e o desenvolvimento de bolores, bem como uma maior concentração de poluentes no interior dos edifícios. Este livro, que tem um carácter teórico e prático, procura contribuir para a conceção e dimensionamento de sistemas de ventilação de edifícios de habitação, o que constitui um exercício complexo e exige aos intervenientes um conhecimento multidisciplinar sem o qual não é possível implementar as melhores soluções. Deseja-se que seja útil para engenheiros e arquitetos e também possa ser um vetor de sensibilização dos profissionais que trabalham nesta área.

Sobre os autores

Vasco Peixoto de Freitas

Professor Catedrático (Construções) do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP e Diretor do Laboratório de Física e Tecnologia das Construções. Membro da unidade de I&D CONSTRUCT. Regente das unidades curriculares Física das Construções, Térmica de Edifícios e Patologia e Reabilitação de Edifícios. Orientou cerca de duas dezenas de teses de doutoramento e coordenou ou participou em mais de uma dezena de projetos de investigação. É autor ou coautor de cerca de 400 publicações científicas e pedagógicas. Membro Conselheiro da Ordem dos Engenheiros. Como consultor e projetista é autor de mais de 1000 estudos e projetos nos seguintes domínios: Comportamento Higrotérmico; Patologia e Reabilitação; Ventilação Natural e Comportamento Térmico.

Manuel Pinto

Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu - ESTGV. Doutor em Engenharia Civil pela FEUP. Diretor do Laboratório de Física das Construções da ESTGV. Membro da unidade de I&D CONSTRUCT. Regente das unidades curriculares Física das Construções, Qualidade e Sustentabilidade na Construção, Edificações e Patologia e Reabilitação de Edifícios. É autor ou coautor de publicações científicas nos domínios da higrotérmica, ventilação de edifícios de habitação e patologia e reabilitação de edifícios. Integra o Reviewer Board de revistas indexadas na base Scopus. Membro Sênior da Ordem dos Engenheiros. Participa, como vogal, na Comissão CT 178 - Ventilação de edifícios com aparelhos a gás, desde setembro de 2000.

Apoio

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO


instituto da construção

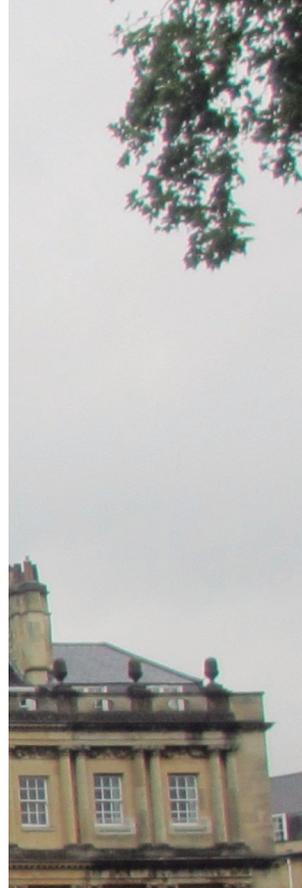
Também disponível em formato e-book



ISBN: 978-989-910-166-1



9 789899 101661
www.engebook.pt



engebook