

# Ventilação natural em edifícios de habitação

João Carlos Viegas

# Introdução

- Porque há deficiências de ventilação?
  - Alterações na prática construtiva
  - Alterações comportamentais humanas

# Alterações na prática construtiva

- A crise do petróleo de 1973 acentuou a necessidade de promover a conservação de energia.
- Na construção das edificações foram desenvolvidas acções no sentido de reduzir a permeabilidade ao ar da envolvente
- A tendência consistiu na:
  - Redução da permeabilidade ao ar da envolvente
  - Não compensada pela admissão de ar novo



# Alterações comportamentais humanas

- Há algumas dezenas de anos a mulher mantinha-se em casa, permitindo o seu arejamento através da abertura das janelas.
- Actualmente, em muitas famílias ninguém fica em casa, sendo as janelas mantidas fechadas.

# Os problemas

- Os problemas devidos a deficiências de ventilação são:
  - Aumento da frequência de condensações, conduzindo ao aparecimento de fungos ou bolores
  - Deficiências de funcionamento nos aparelhos a gás.

# Condensações

- Nos anos 80 este problema foi encarado na regulamentação térmica de edifícios, que passou a impor a melhoria do desempenho térmico da envolvente.
- Todavia, esta acção não é suficiente para, por si só, resolver o problema, se o teor de humidade do ambiente interior for excessivamente elevado.
- É também necessário melhorar os sistemas de ventilação das habitações.

# Aparelhos a gás

- Existem importantes fontes de poluição do ambiente interior, tais como:
  - Aparelhos a gás do tipo A
  - Aparelhos a gás do tipo B, que requerem condições específicas para funcionarem em segurança.





# Aparelhos a gás

- Desde 1996 que se tornou obrigatório em Portugal o uso de um dispositivo de segurança nos aparelhos do tipo B.
- Este dispositivo corta a alimentação se a evacuação dos produtos da combustão for deficiente.

# Aparelhos a gás

- A frequente acção deste dispositivo mostra que muitos edifícios têm anomalias devidas a ventilação natural insuficiente.
  - Secção das condutas de evacuação insuficiente
  - Admissão de ar novo insuficiente

# Reabilitação e ventilação

- Construções existentes
  - Limitações na estrutura e disposição do edifício
  - Limitações na integração na envolvente exterior
- Impacte das acções de reabilitação na ventilação
  - Permeabilidade ao ar da envolvente
  - Utilização de materiais poluentes

# Reabilitação e ventilação

- Implementação dos sistemas de ventilação
  - Ventilação natural
  - Ventilação mecânica
  - Aparelhos a gás

# Necessidade de assegurar a ventilação

- Da utilização corrente das habitações resultam substâncias poluentes cuja remoção é necessária para a existência de um ambiente adequado à permanência dos ocupantes
- Actividades:
  - actividade fisiológica humana
  - uso de tabaco
  - combustão nos aparelhos a gás
  - preparação dos alimentos
  - lavagem e secagem de loiça e de roupa
  - utilização das instalações sanitárias

# Necessidade de assegurar a ventilação

## ■ Substâncias:

- vapor de água
  - desconforto
  - condensações
- monóxido de carbono
  - máximo de 50 ppm em 8 horas
  - máximo de 100 ppm em 20 minutos
  - máximo de 200 ppm em valores instantâneos
- dióxido de carbono
  - máximo de 5000 ppm em 8 horas
  - máximo de 500 ppm em permanência
- odores
  - uso do dióxido de carbono como indicador

# Necessidade de assegurar a ventilação

- Conforto térmico no período quente
  - actividade física dos ocupantes (metabolismo)
  - resistência térmica das roupas
  - temperatura do ar
  - temperatura das superfícies radiantes
  - velocidade do ar
  - pressão parcial do vapor de água

| Categorias | Percentagem de insatisfeitos   |                   |                                 |                     |                        |
|------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------|
|            | Estado térmico global do corpo | Desconforto local |                                 |                     |                        |
|            |                                | Correntes de ar   | Diferenças de temperatura do ar | Piso frio ou quente | Assimetria de radiação |
| A          | <6%                            | <15%              | <3%                             | <10%                | <5%                    |
| B          | <10%                           | <20%              | <5%                             | <10%                | <5%                    |
| C          | <15%                           | <25%              | <10%                            | <15%                | <10%                   |

Fonte: CR 1752:1998

# 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                  |

Origem: BS 5925: 1991



# Combustão

| Combustível | Vapor de água<br>[g/h por kW] | Dióxido de carbono<br>[L/s por kW] |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Gás natural | 150                           | 0,027                              |
| GPL         | 130                           | 0,033                              |
| Querosene   | 100                           | 0,034                              |
| Coque       | 30                            | 0,048                              |
| Antracite   | 10                            | 0,048                              |

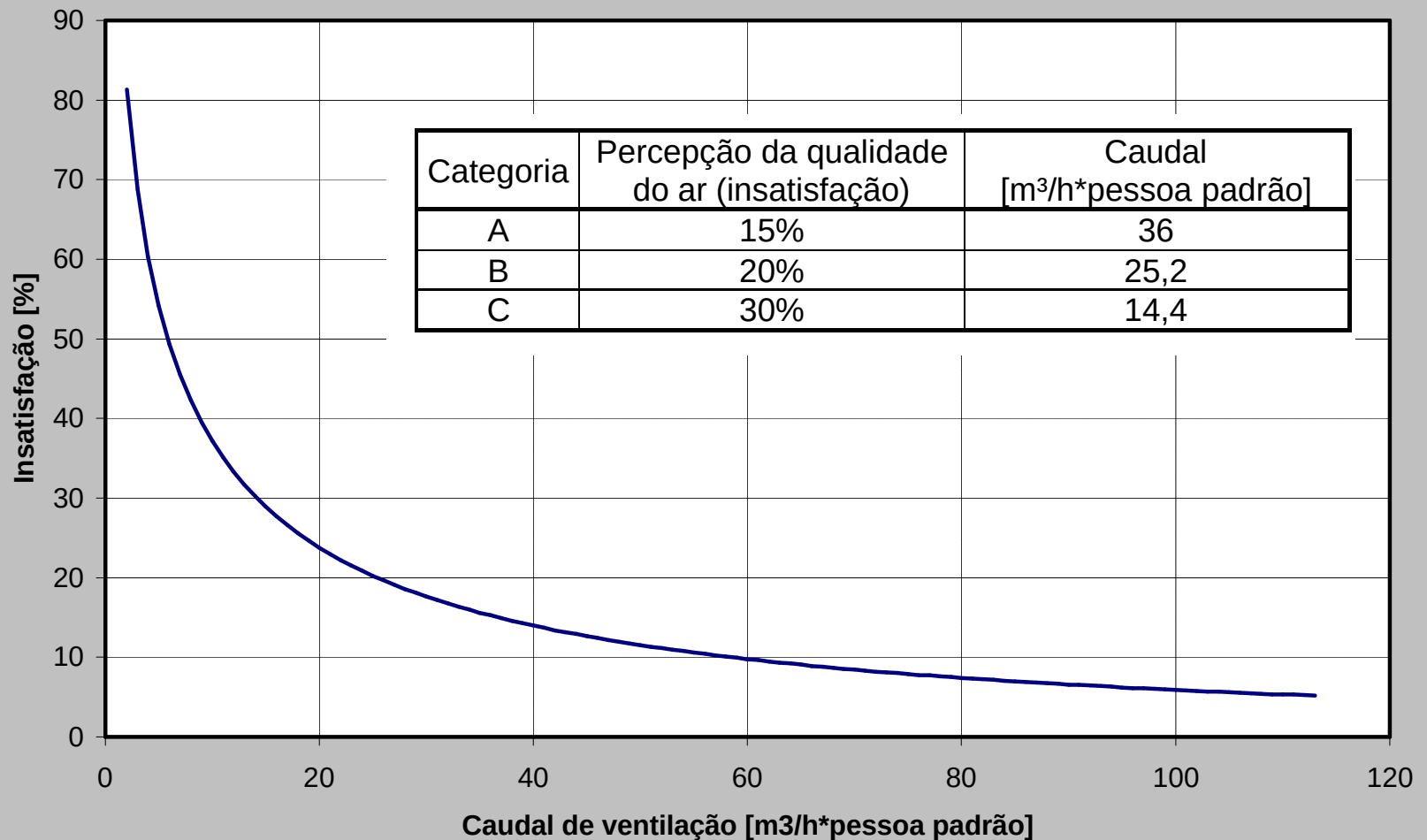
Origem: BS 5925: 1991

# Metabolismo humano

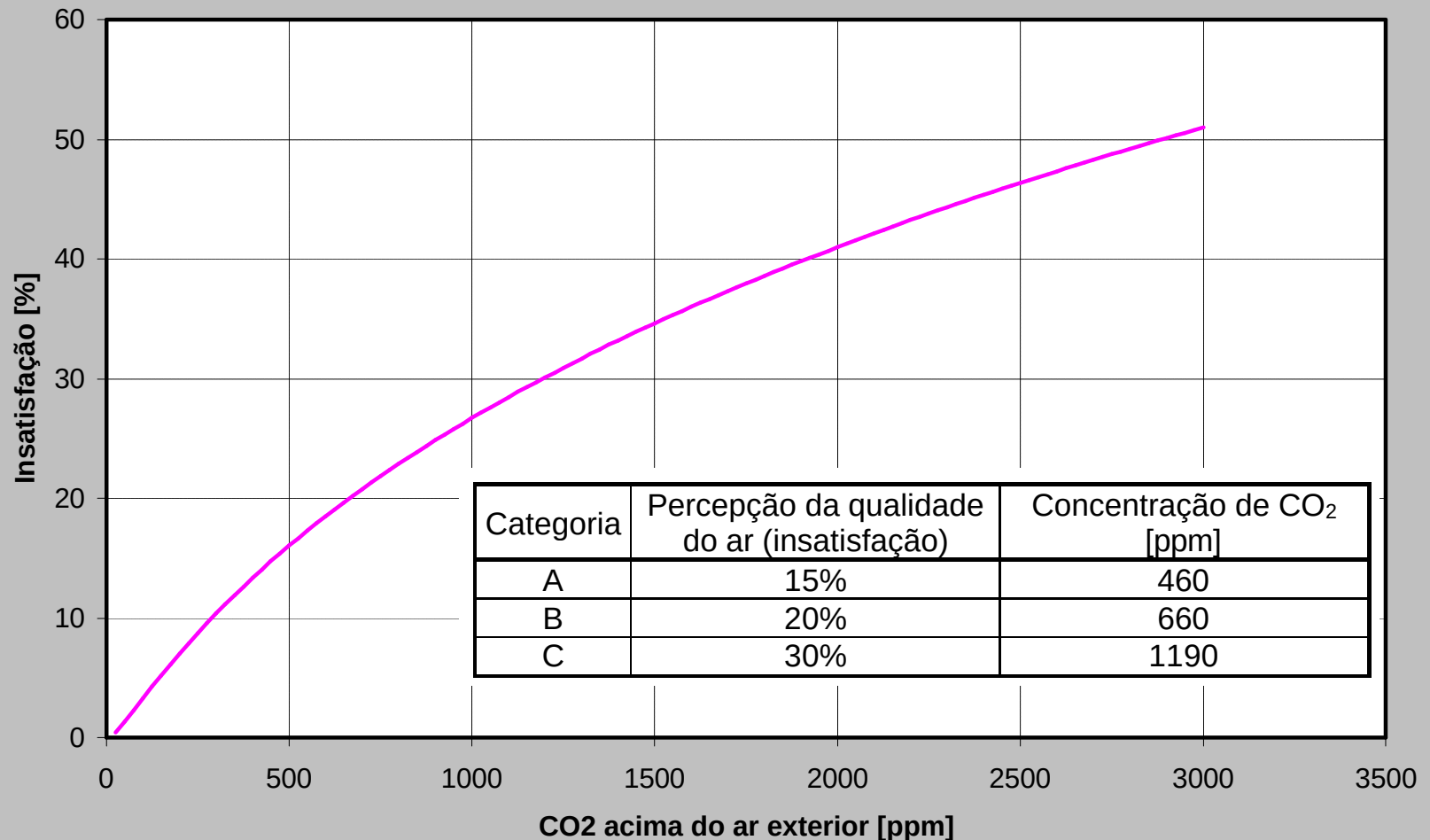
| Actividade            | Metabolismo [W] | Dióxido de carbono [L/s] | Vapor de água [g/h] |
|-----------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|
| Repouso               | 100             | 0,0040                   | 40                  |
| Trabalho leve         | 160 a 320       | 0,0064 a 0,0128          | 50                  |
| Trabalho moderado     | 320 a 480       | 0,0128 a 0,0192          | 50                  |
| Trabalho pesado       | 480 a 650       | 0,0192 a 0,0260          | 50                  |
| Trabalho muito pesado | 650 a 800       | 0,0260 a 0,0320          | 50                  |

Origem: BS 5925: 1991

# Percepção da qualidade do ar



# Uso do dióxido de carbono como indicador dos bioefluentes



# Necessidade de ventilação

- Habitação sem exaustão do aparelho do tipo B
    - potência nominal do aparelho - 23 kW
    - vapor de água nos prod. da comb. do GPL - aprox. 130g/kW
    - humidade esp. do ar exterior (20°C, 60% HR) - 0,0088 kg/kg
    - permeabilidade ao ar das janelas - 0,35 renovações/h
    - área da habitação - 100 m<sup>2</sup>
    - pé-direito - 2,5 m
- $$C_1 = \frac{q + Q \rho C_e}{Q \rho + q}$$
- hum. esp. ar int. - 0,0362 kg/kg
  - ar a 20°C, 100% HR  $\Rightarrow$  0,0148 kg/kg

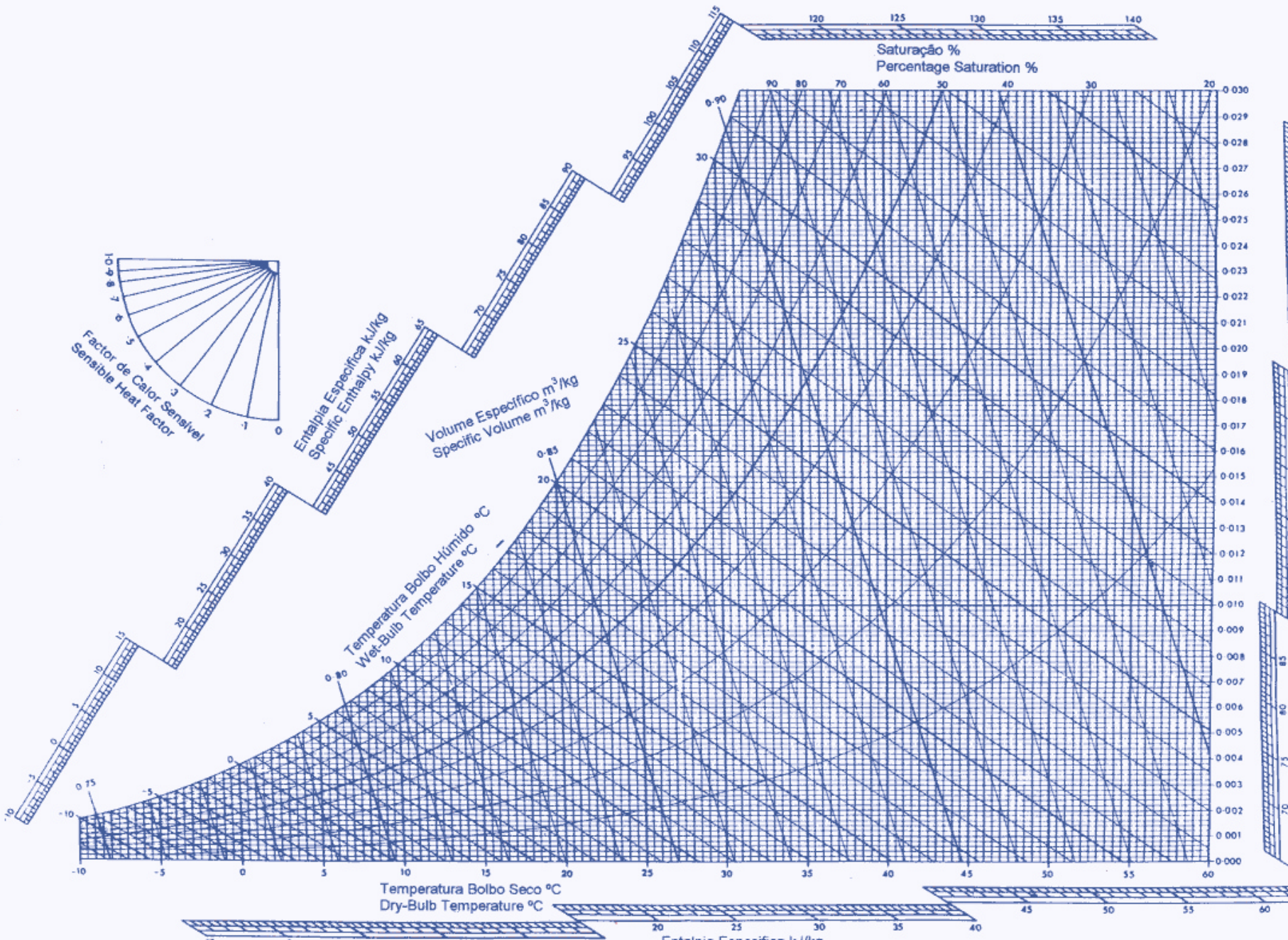




Table 1 — Design criteria for spaces in different types of buildings<sup>a)</sup>

| Type of building/<br>space         | Activity<br>met | Occupancy<br><br>person/ m <sup>2</sup> | Category | Operative<br>temperature <sup>b)</sup>  |                               | Maximum mean air<br>velocity             |                               | Sound<br>pressure<br><br>dB (A) | Ventilation<br>rate<br><br>l/s × m <sup>2</sup> | Additional<br>ventilation when<br>smoking is<br>allowed <sup>c)(d)</sup><br>l/s × m <sup>2</sup> |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------|-----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                 |                                         |          | Summer<br>(cooling<br>season)<br><br>°C | Winter<br>(heating<br>season) | Summer<br>(cooling<br>season)<br><br>m/s | Winter<br>(heating<br>season) |                                 |                                                 |                                                                                                  |
| Single office<br>(cellular office) | 1,2             | 0,1                                     | A        | 24,5 ± 1,0                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 30                              | 2,0                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 1,5                              | 22,0 ± 2,0                    | 0,22                                     | 0,18                          | 35                              | 1,4                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,0                    | 0,25                                     | 0,21                          | 40                              | 0,8                                             | —                                                                                                |
| Landscape office                   | 1,2             | 0,07                                    | A        | 24,5 ± 1,0                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 35                              | 1,7                                             | 0,7                                                                                              |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 1,5                              | 22,0 ± 2,0                    | 0,22                                     | 0,18                          | 40                              | 1,2                                             | 0,3                                                                                              |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,0                    | 0,25                                     | 0,21                          | 45                              | 0,7                                             | 0,3                                                                                              |
| Conference room                    | 1,2             | 0,5                                     | A        | 24,5 ± 1,0                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 30                              | 6,0                                             | 5,0                                                                                              |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 1,5                              | 22,0 ± 2,0                    | 0,22                                     | 0,18                          | 35                              | 4,2                                             | 3,6                                                                                              |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,0                    | 0,25                                     | 0,21                          | 40                              | 2,4                                             | 2,0                                                                                              |
| Auditorium                         | 1,2             | 1,5                                     | A        | 24,5 ± 1,0                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 30                              | 16 <sup>(e)</sup>                               | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 1,5                              | 22,0 ± 2,0                    | 0,22                                     | 0,18                          | 33                              | 11,2                                            | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,0                    | 0,25                                     | 0,21                          | 35                              | 6,4                                             | —                                                                                                |
| Cafeteria or<br>restaurant         | 1,2             | 0,7                                     | A        | 24,5 ± 1,0                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 35                              | 8,0                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 2,0                              | 22,0 ± 2,5                    | 0,22                                     | 0,18                          | 45                              | 5,6                                             | 5,0                                                                                              |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,5                    | 0,25                                     | 0,21                          | 50                              | 3,2                                             | 2,8                                                                                              |
| Classroom                          | 1,2             | 0,5                                     | A        | 24,5 ± 0,5                              | 22,0 ± 1,0                    | 0,18                                     | 0,15                          | 30                              | 6,0                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 24,5 ± 1,5                              | 22,0 ± 2,0                    | 0,22                                     | 0,18                          | 35                              | 4,2                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | C        | 24,5 ± 2,5                              | 22,0 ± 3,0                    | 0,25                                     | 0,21                          | 40                              | 2,4                                             | —                                                                                                |
| Kindergarten                       | 1,4             | 0,5                                     | A        | 23,5 ± 1,0                              | 20,0 ± 1,0                    | 0,16                                     | 0,13                          | 30                              | 7,1                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 23,5 ± 2,0                              | 20,0 ± 2,5                    | 0,20                                     | 0,16                          | 40                              | 4,9                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | C        | 23,5 ± 2,5                              | 20,0 ± 3,5                    | 0,24                                     | 0,19                          | 45                              | 2,8                                             | —                                                                                                |
| Department store                   | 1,6             | 0,15                                    | A        | 23,0 ± 1,0                              | 19,0 ± 1,5                    | 0,16                                     | 0,13                          | 40                              | 4,2                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | B        | 23,0 ± 2,0                              | 19,0 ± 3,0                    | 0,20                                     | 0,15                          | 45                              | 3,0                                             | —                                                                                                |
|                                    |                 |                                         | C        | 23,0 ± 3,0                              | 19,0 ± 4,0                    | 0,23                                     | 0,18                          | 50                              | 1,6                                             | —                                                                                                |

## NOTES

<sup>a)</sup> This table applies for the occupancy listed in the table and for a ventilation effectiveness of one.

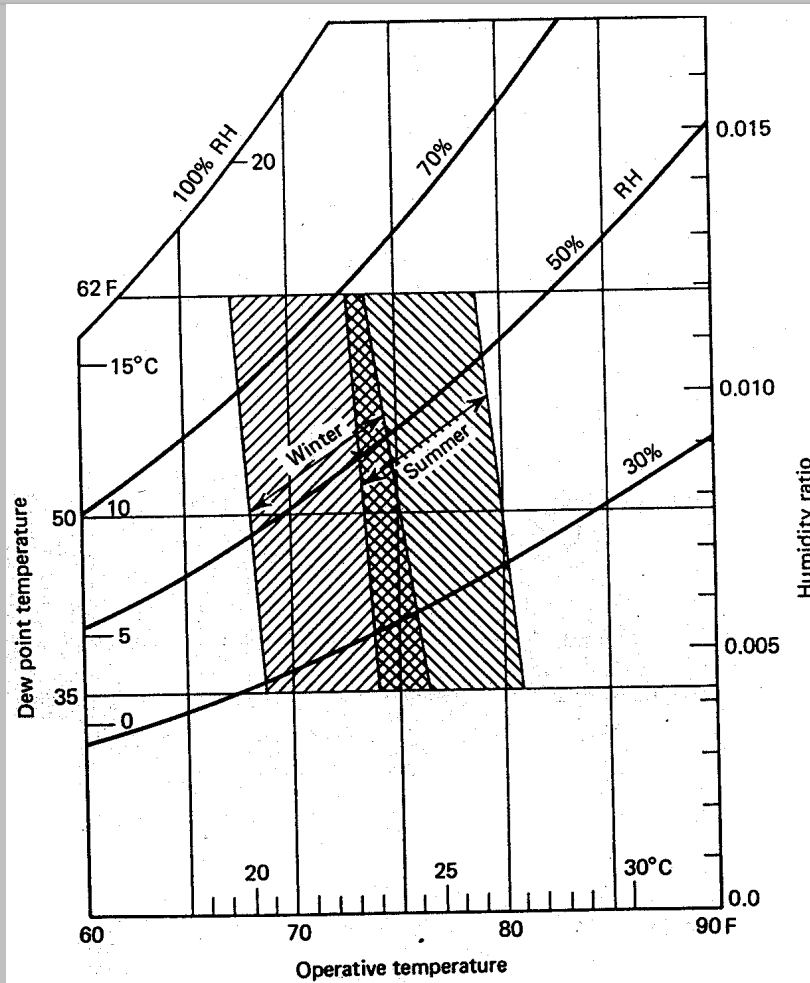
<sup>b)</sup> For many types of buildings and spaces with moderate heating or cooling loads the air temperature will be approximately equal to the operative temperature. For design, the upper end of the temperature range can be used during summer and the lower end during winter.

<sup>c)</sup> Additional ventilation required for comfort when 20 % of the occupants are smokers. The health risk of passive smoking shall be considered separately.

<sup>d)</sup> Where no value is listed, data from Table 2 may be used.

<sup>e)</sup> It may be difficult to meet the Category A draught criteria.

# Conforto térmico





# Necessidade de assegurar a ventilação

- Materiais, elementos e componentes da construção
  - formaldeído
    - Proveniente de aglomerados de madeira
    - Concentração média no ambiente interior varia entre 0,05 mg/m<sup>3</sup> e 0,1 mg/m<sup>3</sup>
    - Exposição individual diária pela respiração é cerca de 1 mg (respiração de 20 m<sup>3</sup>/dia de ar)
    - Fumo de cigarro tem entre 60 mg/m<sup>3</sup> e 130 mg/m<sup>3</sup>
      - 6 cigarros
      - espaço de 50 m<sup>3</sup>
      - 1 renovação/hora
      - resulta em 1,2 mg/m<sup>3</sup> durante 15 minutos
    - Exposição máxima de 0,1 mg/m<sup>3</sup> em 30 min

# Formaldeído

## ■ Contribuição dos ambientes para a exposição média

| Fonte                                      | mg/dia     |
|--------------------------------------------|------------|
| Ar                                         |            |
| Ar ambiente (10% do tempo)                 | 0,02       |
| Ar interior                                |            |
| Em casa (65% do tempo)                     |            |
| Convencional                               | 0,5 a 2,0  |
| Pré-fabricada (com aglomerados de madeira) | 1,0 a 10,0 |
| Local de trabalho (25% do tempo)           |            |
| Sem exposição ocupacional                  | 0,2 a 0,8  |
| Com 1 mg/m <sup>3</sup> de exposição       | 5          |
| Ambiente com fumo de cigarro               | 0,1 a 1,0  |
| Fumadores (20 cigarros/dia)                | 1,0        |

# Formaldeído

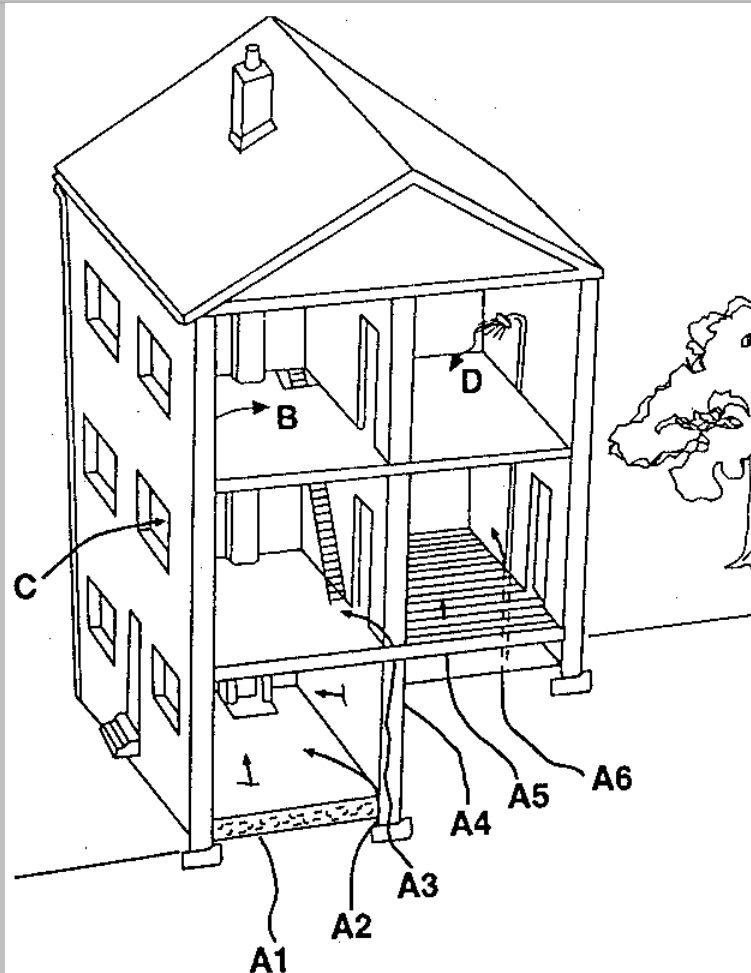
## ■ Efeitos nos humanos após exposição de curta duração

| Efeitos                                               | Concentração de formaldeído [mg/m <sup>3</sup> ] |                |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
|                                                       | Mediana estimada                                 | Gama reportada |
| Limite de detecção olfativa                           | 0,1                                              | 0,06 a 1,2     |
| Limite de irritação dos olhos                         | 0,5                                              | 0,01 a 1,9     |
| Limite de irritação da garganta                       | 0,6                                              | 0,1 a 3,1      |
| Sensação desagradável no nariz e nos olhos            | 3,1                                              | 2,5 a 3,7      |
| Tolerável durante 30 minutos (olhos a lacrimejar)     | 5,6                                              | 5 a 6,2        |
| Olhos a lacrimejar fortemente, perdura durante 1 hora | 17,8                                             | 12 a 25        |
| Perigo de vida, edema, inflamação, pneumonia          | 37,5                                             | 37 a 60        |
| Morte                                                 | 125                                              | 60 a 125       |

# Necessidade de assegurar a ventilação

- Materiais, elementos e componentes da construção
  - Radão
    - Fonte:
      - radão 222 - degradação radioactiva do urânio 238
      - radão 220 - degradação radioactiva do tório 232
    - Proveniente dos solos e dos materiais de construção
    - Substância radioactiva
    - Substância carcinogénica
    - Recomendação da WHO para edifícios
      - 100 Bq/m<sup>3</sup> EER (média anual) - considerar medidas curativas simples
      - 400 Bq/m<sup>3</sup> EER (média anual) - considerar medidas curativas imediatas

# Fontes típicas de radão



- A - Emanações dos solos
  - A1 - Fendas no piso
  - A2 - Juntas da construção
  - A3 - Fendas nas paredes
  - A4 - Fendas nas paredes da cave
  - A5 - Fendas no piso sobre a caixa de ar
  - A6 - Fendas em torno das canalizações
- B - Emanações dos materiais de construção
- C - Ar exterior
- D - Água

| Country / Region<br>(population size<br>in millions) | Number<br>of<br>houses<br>sampled | Period and<br>duration of<br>exposure                            | Sample<br>characteristics                                      | Reason conc. (Bq/m <sup>3</sup> )                               |                                  | Geom.<br>Std.<br>Dev. | Percent<br>over<br>200 Bq/m <sup>3</sup> | Percent<br>over<br>400 Bq/m <sup>3</sup> | References                                      |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                      |                                   |                                                                  |                                                                | Average                                                         | Geom.<br>Mean                    |                       |                                          |                                          |                                                 |
| Australia<br>(17.3)                                  | 3413                              | 1989-1990<br>1 year                                              | stratified random                                              | 11                                                              | 8                                | 2.1                   | < 0.1 %                                  | < 0.1 %                                  | Langroo et al. 1991                             |
| Belgium<br>(10.0)                                    | 300                               | 1984-1990<br>3 months to 1 year                                  | popul. based selected<br>acquaintances                         | 48                                                              | 37                               | 1.9                   | 1.7 %                                    | 0.3 %                                    | Poffijn 1993                                    |
| Canada<br>(study pop.=7.8)                           | 13457                             | summer 1977-1980<br>grab sampling                                | restricted to 19 major<br>urban areas,<br>excluding apartments | 33                                                              | 15                               | 3.6                   | 2.3 %                                    | 0.6 %                                    | McGregor et al. 1980<br>Lefebvre et al. 1984    |
| Czechoslovakia<br>(15.6)                             | 1200                              | 1982<br>RnD grab sampling                                        | -                                                              | 140                                                             | -                                | -                     | -                                        | -                                        | UNSCEAR 1993                                    |
| Denmark<br>(5.2)                                     | 496                               | 1985-1986<br>6 mo (1/2 houses in<br>winter, 1/2 in summer)       | random                                                         | 47 (dwelling aver.)<br>53 (population aver.)                    | 29                               | 2.2                   | 2.2 %                                    | < 0.4 %                                  | Ulbak et al. 1988                               |
| Finland<br>(5.0)                                     | 3074                              | 1990-1991<br>1 year                                              | random                                                         | 123                                                             | 84                               | 2.1                   | 12.3 %                                   | 3.6 %                                    | Castrén 1993                                    |
| France<br>(56.9)                                     | 1548<br>(ongoing)                 | 1982-1991<br>- 3 months<br>(using open alpha<br>track detectors) | biased<br>(not stratified)                                     | 85                                                              | 52                               | 2.3                   | 7.1 %                                    | 2.3 %                                    | Rannou et al. 1992                              |
| Germany<br>(77.4)                                    | a. 6000<br>b. 1500                | a. 1978-1983<br>3 months<br>b. 1991-1993<br>1 year               | random                                                         | 50                                                              | 40                               | -                     | 1.5-2.5 %                                | 0.5-1.0 %                                | a. Schmier and Wicke<br>1985<br>b. Lehmann 1993 |
| Greece<br>(10.2)                                     | 571                               | 1987-1994<br>6 months                                            | acquaintances                                                  | 92                                                              | 68                               | 2.9                   | 3.3 %                                    | 1.4 %                                    | Proukakis 1994                                  |
| Hungary<br>(10.6)                                    | 122                               | 1985-1987<br>~2.5 years                                          | preliminary survey                                             | 55                                                              | 42<br>(median)                   | -                     | -                                        | -                                        | Sztanyik and Nikl 1993                          |
| Ireland<br>(3.5)                                     | 1259                              | 1985-1989<br>6 months                                            | random                                                         | 60                                                              | 34                               | 2.5                   | 3.8 %                                    | 1.6 %                                    | McLaughlin and<br>Wasiolek 1988                 |
| Italy<br>(56.8)                                      | 4800                              | 1989-1993<br>1 year                                              | stratified random                                              | 77                                                              | -                                | -                     | 5 %                                      | 1 %                                      | Bohicchio et al.<br>1993, 1994                  |
| Japan<br>(123.9)                                     | 6300                              | 1985-1991<br>1 year                                              | random in a selected<br>group (high school<br>teachers)        | 29                                                              | 23<br>(median)                   | 1.6                   | < 0.4 %                                  | -                                        | Kobayashi et al. 1991                           |
| Luxembourg<br>(0.4)                                  | 2500                              | 1991                                                             | -                                                              | -                                                               | 65                               | -                     | -                                        | -                                        | UNSCEAR 1993                                    |
| Netherlands<br>(15.1)                                | ~1000                             | 1982-1984<br>1 year                                              | -                                                              | 29                                                              | 24<br>(median)                   | 1.6                   | -                                        | -                                        | Put et al. 1984, 1985<br>UNSCEAR 1993           |
| Norway<br>(4.2)                                      | 7525                              | 1987-1989<br>6 months (spreaded<br>over all seasons)             | random                                                         | 51 (uncorr.)<br>60 (corr. for exposure<br>period)               | 26<br>(uncorr.)<br>32<br>(corr.) | -                     | 3.7 % (uncorr.)<br>5 % (corr.)           | 1.5 % (corr.)                            | Strand et al. 1992<br>Strand 1993               |
| Portugal<br>(10.3)                                   | 4200                              | 1989-1990<br>1-3 months                                          | volunteers in a<br>selected group (high<br>school students)    | 81                                                              | 37                               | -                     | 8.6 %                                    | 2.6 %                                    | Faisca et al. 1992                              |
| Spain<br>(39.0)                                      | 1555-2000                         | winter of 1988-1989<br>grab sampling                             | random                                                         | 86                                                              | 41-43                            | 2.6-3.7               | -                                        | 4 %                                      | Quindos et al. 1991, b<br>UNSCEAR 1993          |
| Sweden<br>(8.4)                                      | 1360                              | 1991-1992<br>3 months in heating<br>season                       | random                                                         | 108                                                             | 56                               | -                     | 14-26 %                                  | 4.8-11 %                                 | Swedjemark et al. 1993                          |
| Switzerland<br>(6.6)                                 | 1540<br>(ongoing)                 | 1982-1990<br>- 3 month<br>(mainly in winter)                     | biased<br>(not stratified)                                     | 80<br>(corr. for sample bias)<br>70<br>(corr. for expo. period) | -                                | -                     | 5.0 %                                    | -                                        | Surbeck et al. 1991                             |
| UK<br>(57.0)                                         | 2093                              | 1986-1987<br>1 year                                              | random                                                         | 20.5 (corrected for the<br>pop. housing stock)                  | 15                               | 2.2                   | 0.5 %                                    | 0.2 %                                    | Wilson et al. 1988                              |
|                                                      |                                   | 1989-1990                                                        |                                                                |                                                                 | 25                               |                       |                                          |                                          | EPA 1992c                                       |

# Necessidade de assegurar a ventilação

- Assegurar ambiente adequado
  - à permanência das pessoas
  - à realização das diversas actividades
- Necessário proceder à exaustão dos poluentes e à admissão de ar limpo do exterior.
  - diferença de pressão gerada por acção do vento entre as fachadas dos edifícios
  - alteração da densidade do ar por acção da temperatura
    - aquecimento decorrente da actividade desenvolvida
    - ganhos solares através dos vãos envidraçados
    - funcionamento dos aparelhos de aquecimento
- Quando a temperatura é muito elevada intensificar a ventilação para evitar o aquecimento excessivo.

# Necessidade de assegurar a ventilação

- A ventilação deve ser controlada de forma a:
  - não gerar correntes de ar incómodas para os ocupantes
  - não incrementar, desnecessariamente, as perdas energéticas nos meses frios.
- A acção térmica só poderá promover uma ventilação eficaz quando a temperatura média no interior do edifício apresentar em relação à temperatura exterior um diferencial superior a 8 °C.
- Nos restantes períodos do ano admite-se que seja a acção do vento a garantir, em regra, a renovação do ar no interior dos edifícios.
- Não é possível assegurar, recorrendo exclusivamente a processos de ventilação natural, que a renovação de ar de projecto é cumprida num determinado instante.
- Pelo facto de as acções que promovem este tipo de ventilação não serem muitas vezes passíveis de controlo directo recomenda-se que, para situações particulares de ocupação ou para alguns locais enclausurados, o recurso a processos de ventilação mecânica.



# Comparação com CR 1752:1998

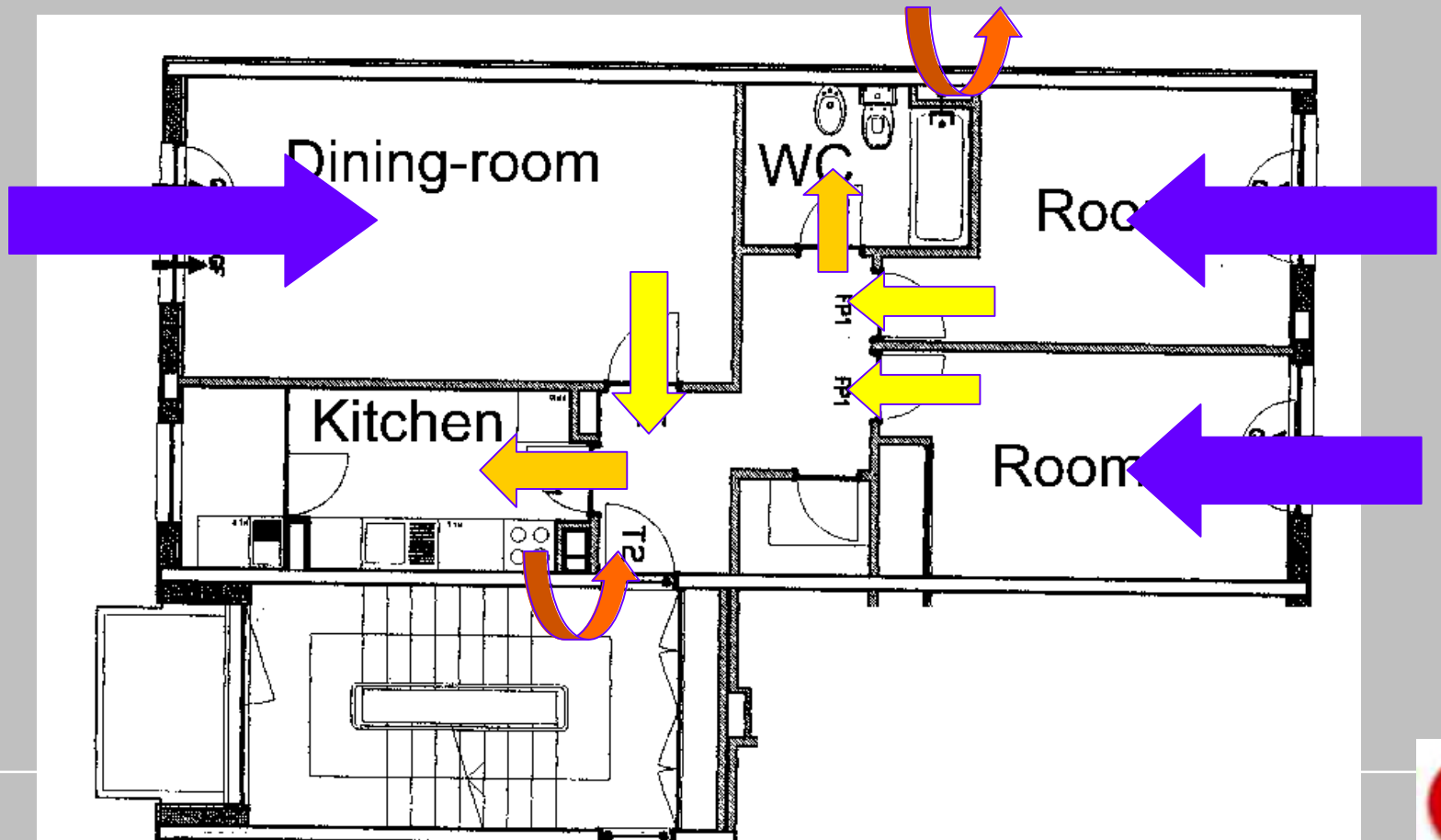
- Considerando:
  - Pé-direito de 2,4 m
  - 1 renovação /hora

| Categoria | Taxa de ventil.<br>[(l/s)*olf] | Area equivalente<br>[m²/olf] |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|
| A         | 10                             | 15                           |
| B         | 7                              | 10,5                         |
| C         | 4                              | 6                            |

# Comparação com CR 1752:1998

- Na construção corrente:
  - Os quartos têm 12 m<sup>2</sup> to 14 m<sup>2</sup> (correspondendo à categoria C para 2 pessoas)
  - Salas de jantar têm 20 m<sup>2</sup> to 30 m<sup>2</sup> (correspondendo à categoria C para 4/5 pessoas).
- Admite-se que, em geral, as taxas de ventilação previstas na NP 1037-1:2002 estão próximas da categoria C do CR 1752:1998.

# Estratégia da ventilação natural















# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Habitações. Generalidades

- A ventilação das habitações deve ser geral e permanente.
- Para o bom desempenho da ventilação natural há que prever aberturas:
  - através da envolvente do edifício
  - através dos limites internos dos espaços
  - funcionando em permanência
  - obstrução não admissível.
  - providas de dispositivos de regulação
  - não podem ser completamente fechadas



# Edifícios de habitação multifamiliares

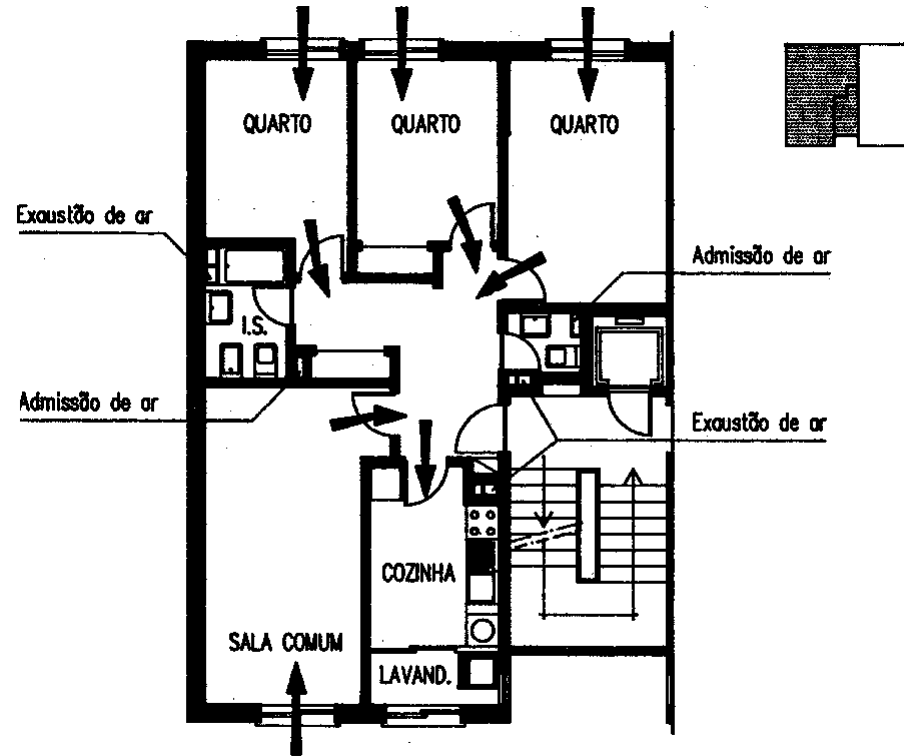
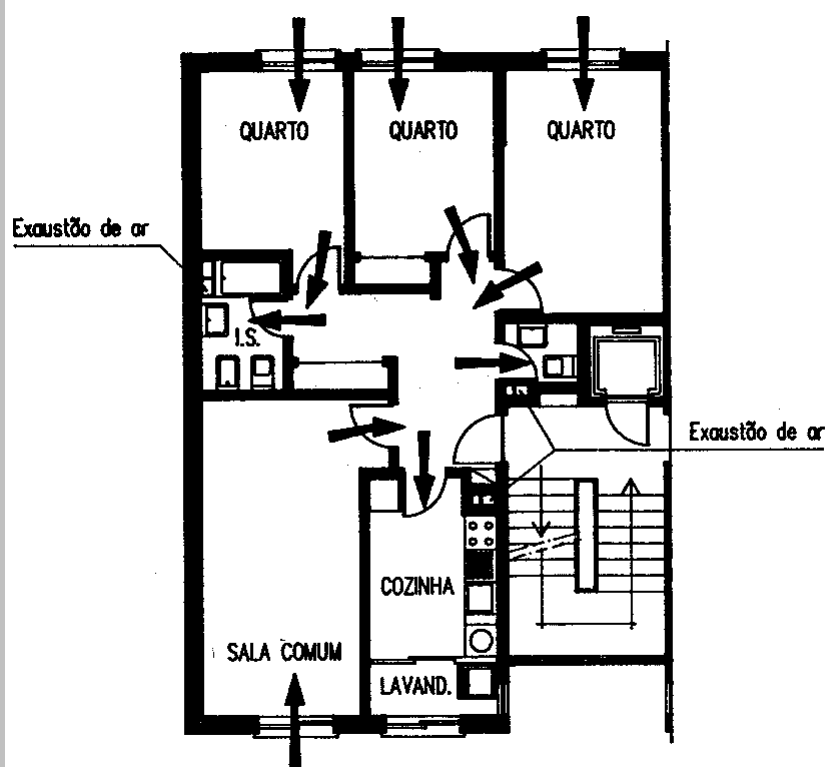
- **Habitações. Generalidades**
  - Permeabilidade ao ar da envolvente
    - existência de juntas ou de fendas
    - aberturas não adequadas para efeito de ventilação
      - infiltrações ou exfiltrações difíceis de controlar
      - podem induzir fluxos de ar parasitas
    - caudais a ser considerados.
  - Efeito térmico essencialmente limitado à estação fria:
    - ventilação em situação de Inverno
    - ventilação em situação de Verão

# Edifícios de habitação multifamiliares

- **Habitações. Esquemas de ventilação**
  - Ventilação conjunta de toda a habitação
    - A circulação de ar deve ser realizada:
      - dos compartimentos principais (quartos e salas)
      - para os compartimentos de serviço (cozinhas e instalações sanitárias).
  - Ventilação separada de sectores da habitação
    - Em cada sector da habitação devem ser previstas aberturas de ventilação (admissão e exaustão) independentes.
    - Os sectores são compartimentados de forma a que não haja interferência.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## Habitações. Esquemas de ventilação



# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Habitações. Situação de Inverno

- Caudal de ar em circulação:
  - uma renovação por hora do ar dos compartimentos principais
  - não menos do que quatro renovações por hora do ar dos compartimentos de serviço
- Quando os compartimentos de serviço não estão a ser utilizados é aceitável a redução para metade.
- Nas cozinhas, o caudal de ar não pode ser inferior ao necessário para o bom funcionamento dos aparelhos do tipo B.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Habitações. Situação de Inverno

- A exaustão dos produtos da combustão do gás pode ser realizada em simultaneidade com a exaustão do ar
  - uso simultâneo das condutas que servem as aberturas de saída de ar localizadas na embocadura das chaminés.
- Devem constituir um sector independente, os compartimentos com:
  - chaminés de fogo aberto
  - aparelhos de aquecimento do tipo ligado que utilizem combustíveis que queimam com produção significativa de fumos.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Habitações. Situação de Verão

- Nos compartimentos interiores dificilmente serão atingidos os valores dos caudais de ventilação previstos nesta Norma
- Os compartimentos principais são arejados por janelas:
  - deverão possuir vãos praticados nas paredes, em comunicação directa com o exterior.
- As cozinhas devem possuir:
  - condutas de exaustão dos produtos da combustão
  - vão em comunicação directa com o exterior.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Habitações. Situação de Verão

- As instalações sanitárias deverão possuir:
  - vãos em contacto directo com o exterior
  - ou condutas de exaustão.
- Os vãos da mesma habitação deverão ser localizados em fachadas de orientação diferente.
- A disposição dos compartimentos e a orientação das aberturas para o exterior devem estar coordenadas com a direcção do vento predominante.



# Edifícios de habitação multifamiliares

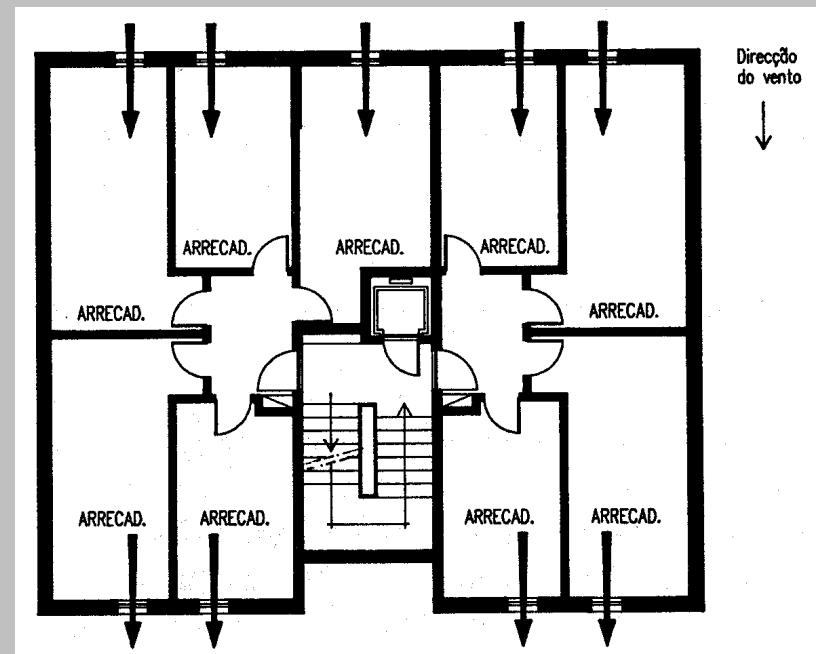
## ■ Arrecadações

- Devem ser ventiladas de forma a evitar a formação
  - de um ambiente agressivo para os bens aí guardados
  - de um ambiente inadequado para a visita dos residentes a esses espaços.
- Deve ser realizada por:
  - aberturas praticadas em fachadas de orientação diferente
  - condutas, quando as arrecadações não forem limitadas por paredes exteriores.
- O posicionamento das aberturas e das condutas deve ter em conta a direcção do vento predominante.
- Pode ser aceitável a combinação de aberturas de admissão praticadas em paredes de fachada e aberturas de exaustão nas coberturas.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Arrecadações

- A compartimentação interior não deve inibir o seu arejamento:
  - devem ser praticadas aberturas de admissão e de saída de ar
  - posicionamento coerente com a circulação de ar por acção do vento.
- É desaconselhado o aproveitamento de espaços total-mente enterrados para arrecadações.



# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Comunicações interiores

- A ventilação deve ser compatível com a sua desenfumagem.
- Deve ser respeitado o Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação (Dec.-Lei 64/90)
- Quando forem utilizados sistemas de desenfumagem activos, a ventilação em situação corrente também deve ser efectuada por meios mecânicos.
- Edifícios com altura de referência inferior ou igual a 9 m (4 pisos):
  - sempre que não existam portas de separação entre as comunicações horizontais interiores e as escadas
  - a ventilação pode ser conjunta
  - aberturas de admissão nos extremos das comunicações horizontais
  - aberturas permanentes no topo da caixa de escada.

# Edifícios de habitação multifamiliares

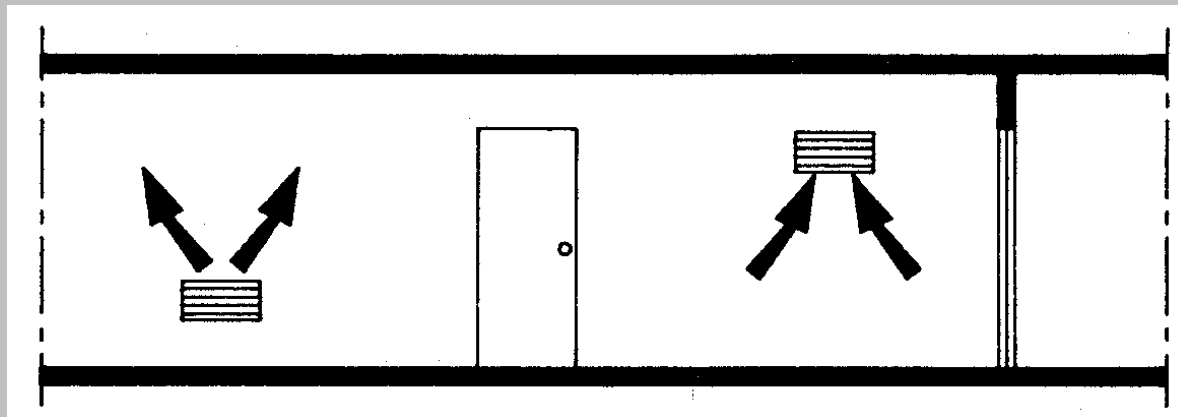
## ■ Comunicações interiores

- Edifícios com altura de referência entre 9 m e 28 m (entre 4 e 10 pisos):
  - uso de porta de fecho automático
  - ventilação separada dos espaços
  - ventilação das comunicações horizontais interiores realizada
    - por condutas colectivas com ramaís da altura de um piso
      - umas de admissão de ar exterior, com entrada de ar situada ao nível da base do edifício
      - outras de exaustão com rejeição por abertura situada ao nível da cobertura
    - quer por arejamento, através de aberturas permanentes

# Edifícios de habitação multifamiliares

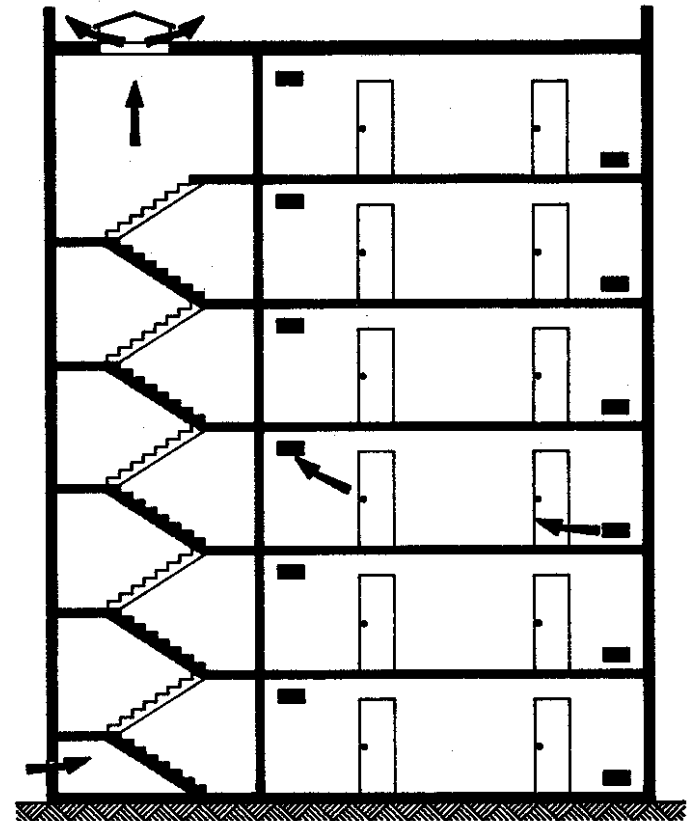
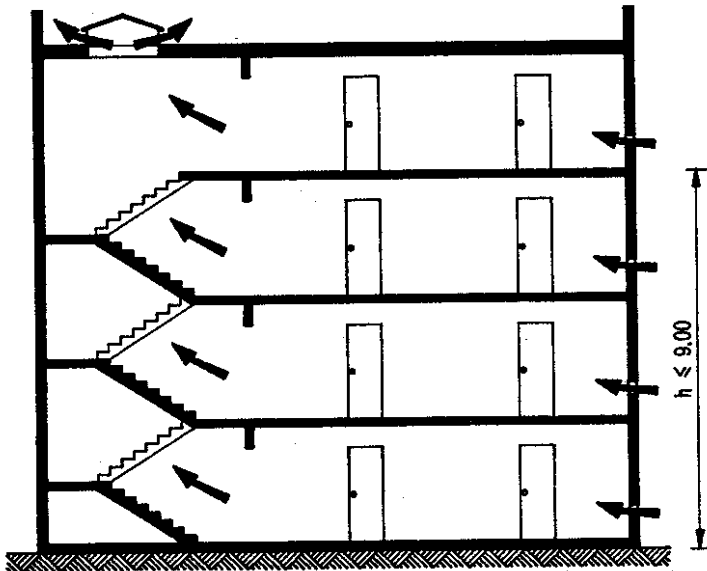
## ■ Comunicações interiores

- Edifícios com altura de referência entre 9 m e 28 m (entre 4 e 10 pisos):
  - ventilação das escadas interiores realizada quer
    - por arejamento, através de aberturas permanentes praticadas em cada piso
    - por tiragem térmica, através de aberturas permanentes situadas na base e no topo da caixa de escada



# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Comunicações interiores



# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Comunicações interiores

- Edifícios de altura de referência compreendida entre 28 m e 60 m (entre 10 e 21 pisos)
  - só admissível uso de sistemas de ventilação natural em
    - comunicações interiores quando são separadas entre si por uma câmara corta-fogo exterior
    - quando as comunicações horizontais interiores conduzem a escadas exteriores
    - ou quando as escadas interiores estão ligadas a comunicações horizontais exteriores.

# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Espaços para serviços

- A ventilação dos espaços para serviços técnicos ou para serviços comuns
  - aberturas
  - condutas
  - em comunicação com o exterior
  - em casos especiais em comunicação com espaços adjacentes interiores, devidamente ventilados.



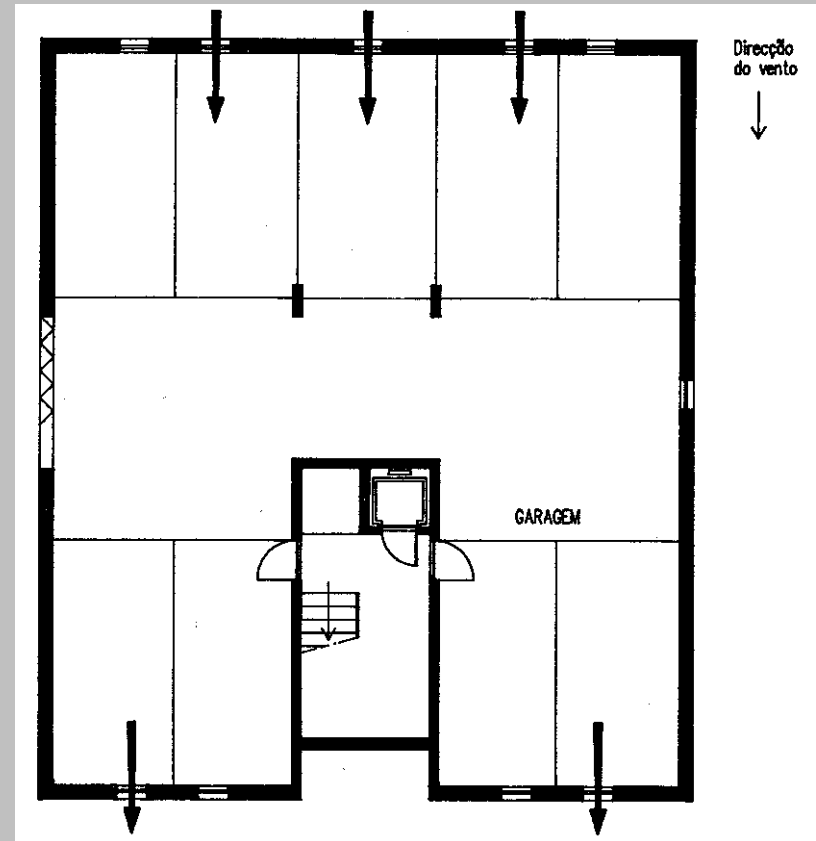
# Edifícios de habitação multifamiliares

## ■ Parques de estacionamento cobertos

- Deve ser respeitado o Regulamento de Segurança contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos (Dec.-Lei 66/95)
- Realizada por aberturas praticadas em fachadas de orientação diferente.
- O posicionamento das aberturas deve ter em conta a direcção do vento predominante.
- Pode ser aceitável a combinação de aberturas de admissão de ar praticadas em paredes de fachada e aberturas de exaustão nas coberturas.
- Os meios de ventilação devem ser compatíveis com os sistemas de desenfumagem em caso de incêndio.

# Edifícios de habitação multifamiliares

- Parques de estacionamento cobertos
  - Deve ser praticadas aberturas amplas na compartimentação interior.
  - Quando existir, a câmara corta-fogo deverá ter uma abertura permanente para o exterior.
    - se não for possível deverá usar-se ventilação mecânica



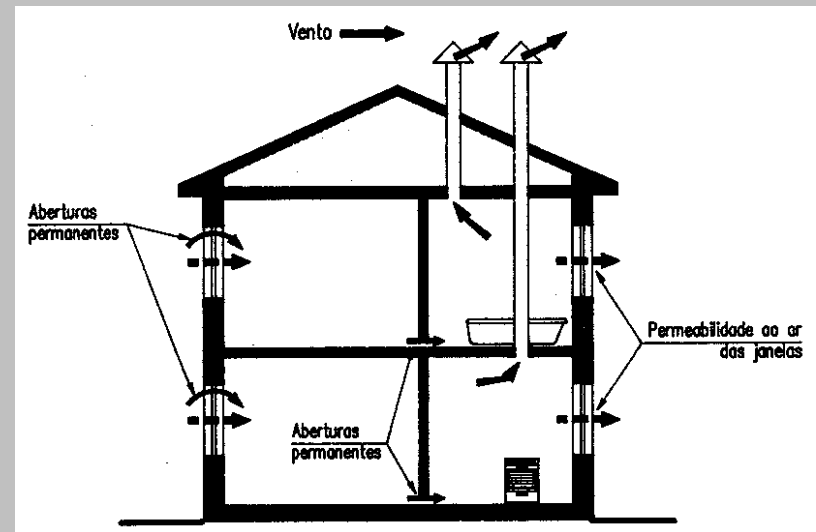
# Edifícios de habitação unifamiliares

## ■ Habitações. Situação de Inverno

- Admite-se a possibilidade dos compartimentos principais, em momentos de utilização mais intensa, serem ventilados por abertura das janelas:
  - pequena altura destes edifícios
  - reduzido efeito de chaminé
- Considerar, em regra, a ventilação conjunta da habitação.
- É recomendável a utilização de ventilação separada em:
  - instalações sanitárias interiores
  - cozinhas
  - compartimentos com chaminés de fogo aberto
  - compartimentos com aparelhos de aquecimento do tipo ligado que utilizam combustíveis que queimam com produção significativa de fumos.

# Edifícios de habitação unifamiliares

- Habitações. Situação de Inverno
  - As aberturas devem ter em conta a direcção do vento predominante.
  - Nos compartimentos de serviço, a exaustão deve ser realizada a partir destes compartimentos através de condutas com rejeição acima da cobertura.
  - A exaustão dos produtos da combustão pode ser realizada em simultaneidade com a exaustão do ar.



# Motivação

## Revisão da norma NP 1037-1974

## Aparelhos termodomésticos a gás. Instalação, evacuação dos produtos da combustão e ventilação

| NORMA PORTUGUESA DEFINITIVA                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | APARELHOS TERMODOMÉSTICOS A GÁS<br>Instalação, evacuação dos produtos de combustão e ventilação          | NP-1037<br>1974 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Aparelhos termodomésticos a gás. Instalação, evacuação dos produtos de combustão e ventilação                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                          |                 |
| 1 — OBJECTIVO                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                          |                 |
| A presente Norma destina-se a estabelecer a terminologia e as directivas que regem as condições de instalação, de evacuação dos produtos de combustão e de alimentação de ar comburentes relativas a aparelhos termodomésticos alimentados a gás, a montar em imóveis de habitação.                       |  |                                                                                                          |                 |
| 2 — CAMPO DE APLICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                          |                 |
| A presente Norma é aplicável a todos os aparelhos termodomésticos alimentados a gás cuja potência térmica nominal não exceda 69,4 kW (60 000 kcal/h), tendo em atenção que os aparelhos em causa devem, por sua vez, estar em conformidade com a norma portuguesa que especificamente lhes diga respeito. |  |                                                                                                          |                 |
| 3 — TERMINOLOGIA                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                          |                 |
| 3.1 — Ar viciado — Ar que, estando encerrado num local, se encontra mais ou menos carregado de produtos da respiração dos ocupantes, humidade e produtos da combustão dos aparelhos.                                                                                                                      |  |                                                                                                          |                 |
| 3.2 — Aparelhos de circuito estanque — Aparelhos previstos para serem montados em circuito estanque, isto é, sem qualquer comunicação permanente entre o recinto em que se efectua a combustão e a atmosfera do local em que estão instalados.                                                            |  |                                                                                                          |                 |
| O circuito estanque recebe o ar necessário à combustão e reenvia os gases provenientes da mesma para a atmosfera livre exterior ao edifício:                                                                                                                                                              |  |                                                                                                          |                 |
| a) quer por intermédio de uma «ventosa» que atravessa a parede exterior;                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                          |                 |
| b) quer por ligação a uma chaminé colectora, a qual serve exclusivamente os aparelhos que funcionam a gás, e destinada, simultaneamente, a conduzir o ar necessário à combustão e a evacuar os gases queimados (*).                                                                                       |  |                                                                                                          |                 |
| Todavia, estas duas últimas funções (condução do ar e evacuação dos produtos da combustão) podem ser asseguradas por duas chaminés diferentes.                                                                                                                                                            |  |                                                                                                          |                 |
| 3.3 — Aparelhos ligados — Aparelhos cujos produtos de combustão são evacuados para o exterior dos edifícios por intermédio de uma conduta de ligação a uma chaminé, a uma caixa ou a uma ventosa. Os aparelhos de circuito estanque constituem um caso particular dos aparelhos ligados.                  |  |                                                                                                          |                 |
| 3.4 — Aparelhos não ligados — Aparelhos que libertam os seus produtos de combustão na atmosfera do local em que estão instalados.                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                          |                 |
| 3.5 — Chaminé — Expressão geral que designa qualquer conjunto contínuo de elementos ociosos destinados à evacuação dos gases queimados ou do ar viciado.                                                                                                                                                  |  |                                                                                                          |                 |
| As chaminés são classificadas:                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                          |                 |
| 3.5.1 — Em função do número de locais que servem:                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                          |                 |
| 3.5.1.1 — Chaminé individual — Chaminé que serve apenas um compartimento de habitação.                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                          |                 |
| (*) Estas chaminés são do tipo SE-DUCT, ou utilizando outro processo equivalente, e devem ser calculadas em concordância com os princípios que informam os respectivos métodos.                                                                                                                           |  |                                                                                                          |                 |
| (Continua)                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                          |                 |
| Part. n.º 6617/6 de 1974-07-10                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Estimada pelo Conselho Técnico Português de Normalização de Aparelhos Termodomésticos e Instalação a Gás |                 |
| 1000 42 - 1974 - 12PCM - 1021                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | REPRODUÇÃO PROIBIDA                                                                                      |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Edição Maio 1975                                                                                         |                 |

# Novo quadro normativo

- Norma NP 1037 - Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás
  - Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural
  - Parte 2: Edifícios de habitação. Ventilação mecânica controlada
  - Parte 3: Volume dos locais e posicionamento dos aparelhos
  - Parte 4: Instalação e ventilação das cozinhas profissionais

# Generalidades

- Nos edifícios de habitação unifamiliares e nos pisos superiores dos edifícios multifamiliares as diferenças de pressão geradas por acção térmica são menos importantes do que no caso dos restantes pisos dos edifícios de habitação multifamiliares.

# Generalidades

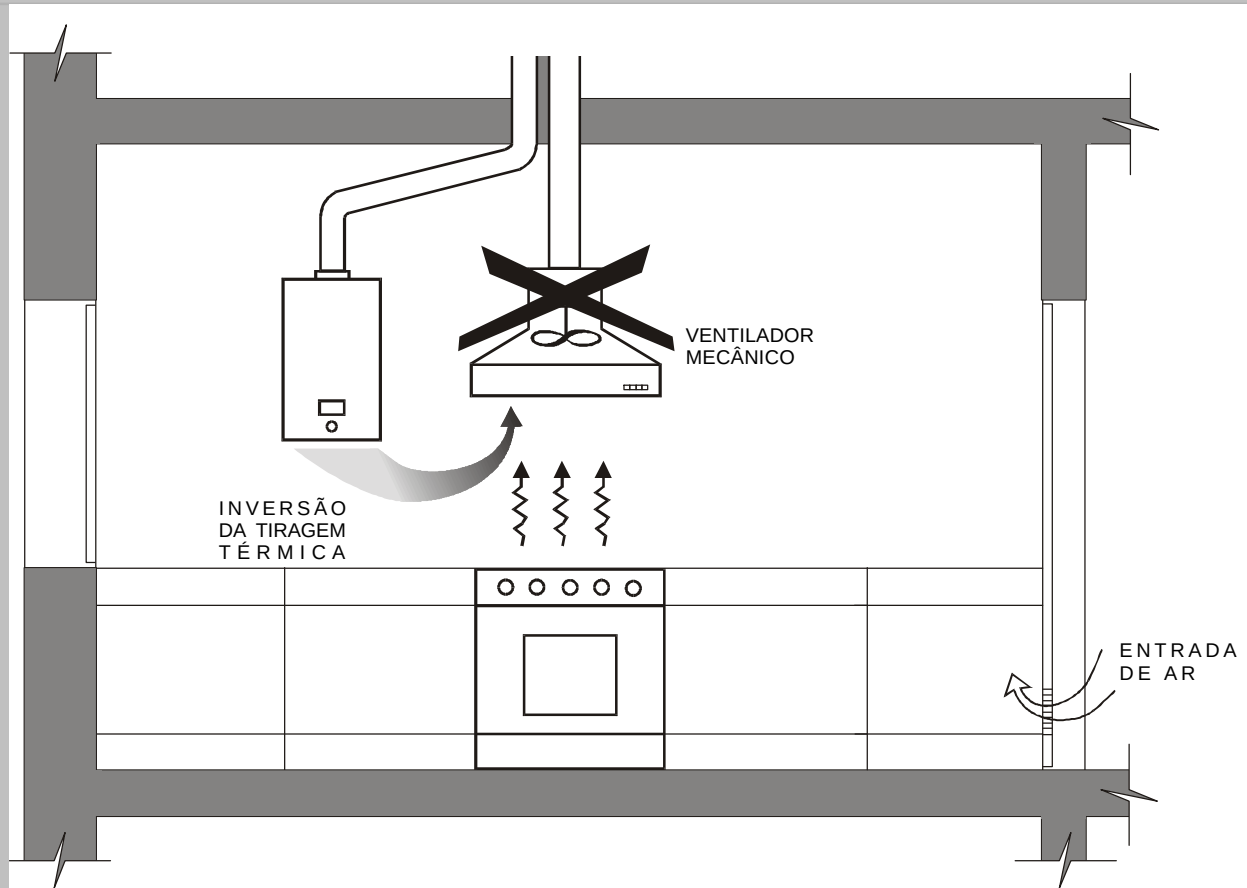
- Assim, é necessário considerar o vento como a acção mais importante na ventilação das habitações
- Implica a concepção da construção tendo em conta a direcção do vento predominante em cada local, que pode ser influenciada:
  - pela morfologia do terreno ou
  - por obstáculos nas proximidades.



# Generalidades

- A implementação de disposições construtivas conducentes a uma ventilação adequada pode ser **inviabilizada** pelo facto de outros projectos de especialidade do edifício não entrarem em linha de conta com essas disposições.
- Deve ser assegurada a **coordenação** entre os projectistas das diferentes especialidades.

# Generalidades



**Figura 1** - Impossibilidade de combinação de exaustão mecânica com ventilação natural

# Exigências de ventilação

## ■ Caudais-tipo

- Compartimentos de serviço em plena utilização.
- O caudal-tipo é determinado tendo em atenção:
  - o volume dos compartimentos a ventilar;
  - uma renovação por hora nos compartimentos principais;
  - quatro renovações por hora nos compartimentos de serviço.

# Exigências de ventilação

## ■ Situações de excepção

- No caso das instalações sanitárias com banheira ou duche, o caudal de ar de ventilação nunca poderá ser inferior a  $45 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Nas instalações sanitárias sem banheira nem duche, o caudal de ar de ventilação nunca poderá ser inferior a  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ .

# Exigências de ventilação

- Situações de exceção
  - No caso das cozinhas, o caudal de ar de ventilação nunca poderá ser inferior a 60 m<sup>3</sup>/h.

# Exigências de ventilação

## ■ Situações de exceção

- Nos locais onde estão instalados aparelhos a gás, exceptuando caldeiras, o caudal-tipo a considerar corresponde ao produto  $4,3 \times Q_n \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo  $Q_n$  a potência nominal do aparelho em kW.
- Nos locais onde estão instaladas caldeiras, o caudal-tipo a considerar corresponde ao produto  $5,0 \times Q_n \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo  $Q_n$  a potência nominal do aparelho em kW.

# Caudais-tipo

Quadro 1 - Caudais-tipo a extrair nos compartimentos de serviço

| COMPARTIMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                |                        | VOLUME                           |                                            |                                             |                                             |                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        | até 8 m <sup>3</sup>             | de 8 m <sup>3</sup><br>a 11 m <sup>3</sup> | de 11 m <sup>3</sup><br>a 15 m <sup>3</sup> | de 15 m <sup>3</sup><br>a 22 m <sup>3</sup> | de 22 m <sup>3</sup><br>a 30 m <sup>3</sup> |
| Cozinha e outros espaços para instalação de aparelhos a gás                                                                                                                                                                                                                  |                        | (1)                              | 17 l/s<br>(60 m <sup>3</sup> /h)           |                                             | 25 l/s<br>(90 m <sup>3</sup> /h)            | 33 l/s<br>(120 m <sup>3</sup> /h)           |
| Instalação sanitária                                                                                                                                                                                                                                                         | com banheira ou duche  | 13 l/s<br>(45 m <sup>3</sup> /h) |                                            | 17 l/s<br>(60 m <sup>3</sup> /h)            | 25 l/s<br>(90 m <sup>3</sup> /h)            | (2)                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                              | sem banheira nem duche | 8 l/s<br>(30 m <sup>3</sup> /h)  | 13 l/s<br>(45 m <sup>3</sup> /h)           | 17 l/s<br>(60 m <sup>3</sup> /h)            | (2)                                         | (2)                                         |
| Espaços para lavandaria                                                                                                                                                                                                                                                      |                        | 8 l/s<br>(30 m <sup>3</sup> /h)  | 13 l/s<br>(45 m <sup>3</sup> /h)           | 17 l/s<br>(60 m <sup>3</sup> /h)            | (2)                                         | (2)                                         |
| <p>(1) Volumes para os quais não é permitida a instalação de aparelhos a gás dos tipos A e B.</p> <p>(2) Volumes pouco usuais em compartimentos deste tipo em relação aos quais se recomenda o dimensionamento caso a caso tendo em conta as exigências acima referidas.</p> |                        |                                  |                                            |                                             |                                             |                                             |

# Caudais-tipo

Quadro 2 - Caudais-tipo a admitir nos compartimentos principais

| <b>Volume<br/>(m<sup>3</sup>)</b>        | <b>até 30</b> | <b>de 30<br/>a 60</b> | <b>de 60<br/>a 90</b> | <b>de 90<br/>a 120</b> | <b>de 120<br/>a 150</b> | <b>de 150<br/>a 180</b> | <b>de 180<br/>a 210</b> | <b>de 210<br/>a 240</b> |
|------------------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Caudal-tipo (l/s)<br>(m <sup>3</sup> /h) | 8<br>(30)     | 17<br>(60)            | 25<br>(90)            | 33<br>(120)            | 42<br>(150)             | 50<br>(180)             | 58<br>(210)             | 67<br>(240)             |



# Exigências de ventilação

## ■ Fogo T3 (2,7 m de pé-direito)

| Compartimento  | Área<br>[m²] | Volume<br>[m³] | Caudal [m³/h] |          |           |
|----------------|--------------|----------------|---------------|----------|-----------|
|                |              |                | Exigido       | Tabelado | Soma      |
| Cozinha        | 7            | 18,9           | 75,6          | 90 (105) | 210 (225) |
| WC1 (banheira) | 4            | 10,8           | 43,2          | 60       |           |
| WC2 (duche)    | 3            | 8,1            | 32,4          | 60       |           |
| Sala           | 25           | 67,5           | 67,5          | 90       | 210 (225) |
| Quarto 1       | 14           | 37,8           | 37,8          | 60       |           |
| Quarto 2       | 12           | 32,4           | 32,4          | 30 (45)  |           |
| Quarto 3       | 10           | 27             | 27            | 30       |           |

Esquentador –  $23 \text{ kW} \times 4,3 = 99 \text{ m}^3/\text{h}$

Caldeira –  $23 \text{ kW} \times 5,0 = 115 \text{ m}^3/\text{h}$

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Generalidades

- A permeabilidade ao ar de toda a envolvente do edifício (compreendendo coberturas, fachadas, portas exteriores e caixilharia exterior) é condicionante para a sua ventilação:
  - uma vez que correntemente permitem a entrada de caudais de ar consideráveis
  - que podem causar distúrbios significativos na implementação correcta dos esquemas de ventilação natural.

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Generalidades

- Admite-se que todas as juntas fixas entre os elementos que constituem a envolvente, sendo convenientemente executadas, têm uma permeabilidade ao ar muito baixa e, na prática, negligenciável.

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Generalidades

- Contudo, as folhas móveis das caixilharias e portas exteriores têm uma permeabilidade ao ar considerável:
  - é possível medir através de ensaio,
  - varia de modelo para modelo e
  - varia com a respectiva execução.
- É necessário limitar a permeabilidade ao ar destes elementos em função da sua exposição.

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Exposição do edifício ao vento

- A velocidade do vento depende de factores físicos associados aos diversos locais do território.
- Para efeitos da quantificação da acção do vento consideram-se os seguintes factores:
  - a divisão do país em duas zonas caracterizadas por diferentes velocidades do vento;
  - a rugosidade aerodinâmica do terreno;
  - a cota da janela acima do solo.

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Zonamento do território

- Zona A, que inclui a generalidade do território, excepto os locais pertencentes à zona B;
- Zona B, que inclui os arquipélagos dos Açores e da Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou a altitudes superiores a 600 m.
- Situações de excepção

# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Rugosidade aerodinâmica

- Tipo I - locais situados no interior de zonas urbanas em que predominem os edifícios de médio e grande porte;
- Tipo II - generalidade dos restantes locais, nomeadamente às zonas rurais com algum relevo e periferia de zonas urbanas;
- Tipo III - locais situados em zonas planas sem vegetação de grande porte ou nas proximidades de extensos planos de água nas zonas rurais.

# Permeabilidade ao ar da envolvente

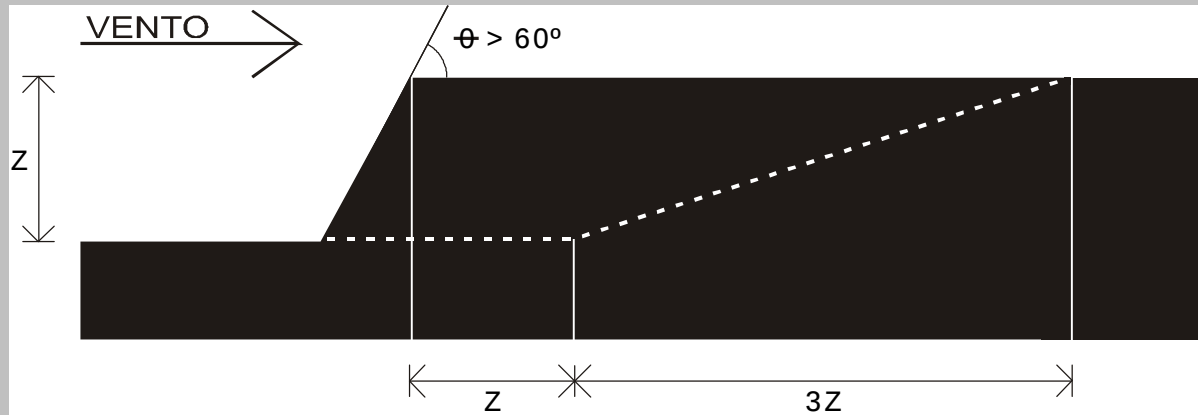
## ■ Altura acima do solo

- A altura acima do solo é medida desde a cota média do solo no local da construção até ao centro da janela.
- Para edificações nas proximidades de terrenos inclinados, o nível de referência a partir do qual é medida a altura depende do declive do terreno e da distância que separa o edifício desse acidente geográfico.



# Permeabilidade ao ar da envolvente

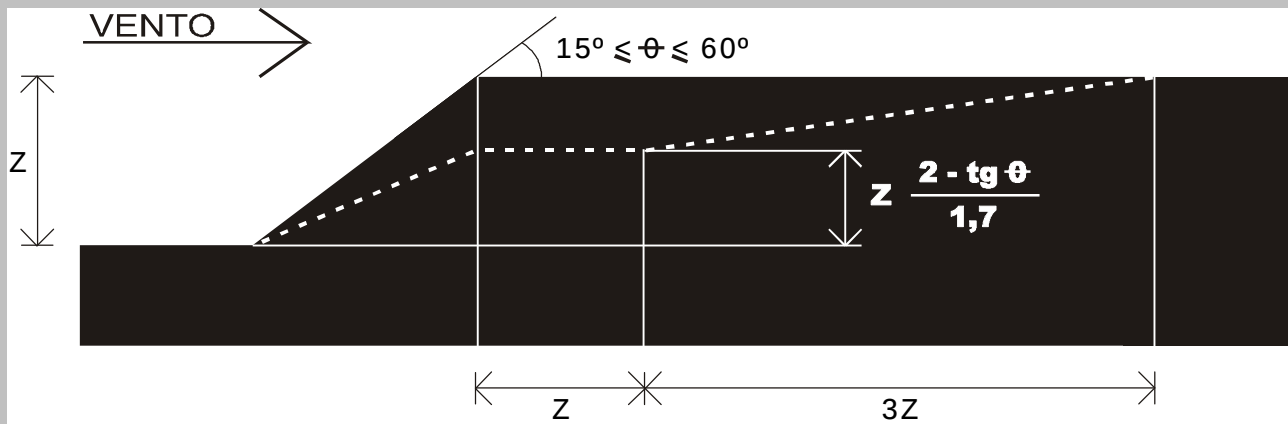
- Altura acima do solo
  - Quando o ângulo que o terreno inclinado faz com a horizontal for superior a  $60^\circ$ , o nível de referência a considerar corresponde à linha em traço interrompido.



# Permeabilidade ao ar da envolvente

## ■ Altura acima do solo

- Quando o ângulo que o terreno faz com a horizontal for superior a  $15^\circ$  e inferior a  $60^\circ$ , o nível de referência a considerar corresponde à linha em traço interrompido.



# Permeabilidade ao ar da envolvente

- Paredes e coberturas
  - para efeitos de cálculo são consideradas estanques
- Caixilharia exterior

| Altura acima<br>do solo | Região A |    |     | Região B |    |     |
|-------------------------|----------|----|-----|----------|----|-----|
|                         | I        | II | III | I        | II | III |
| < 10 m                  | A1       | A2 | A2  | A1       | A2 | A2  |
| 10 m a 18 m             | A1       | A2 | A2  | A1       | A2 | A2  |
| 18 m a 28 m             | A1       | A2 | A2  | A2       | A2 | A2  |
| 28 m a 60 m             | A2       | A2 | A2  | A2       | A2 | A2  |
| 60 m a 80 m             | A2       | A2 | A2  | A2       | A2 | A3  |

# Permeabilidade ao ar

- Selecção da caixilharia exterior
  - Edifício de 5 pisos localizado no Barreiro
    - $H=14$  m
    - Região B
    - Rugosidade III
    - A2
  - Habitação unifamiliar em Coimbra
    - $H = 5$  m
    - Região A
    - Rugosidade I
    - A1

# Permeabilidade ao ar de janelas

- Janela tradicional
- Janela A2

# Permeabilidade ao ar

## ■ Portas de patamar

- não deve exceder o valor de  $12 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$  para uma diferença de pressão de 100 Pa

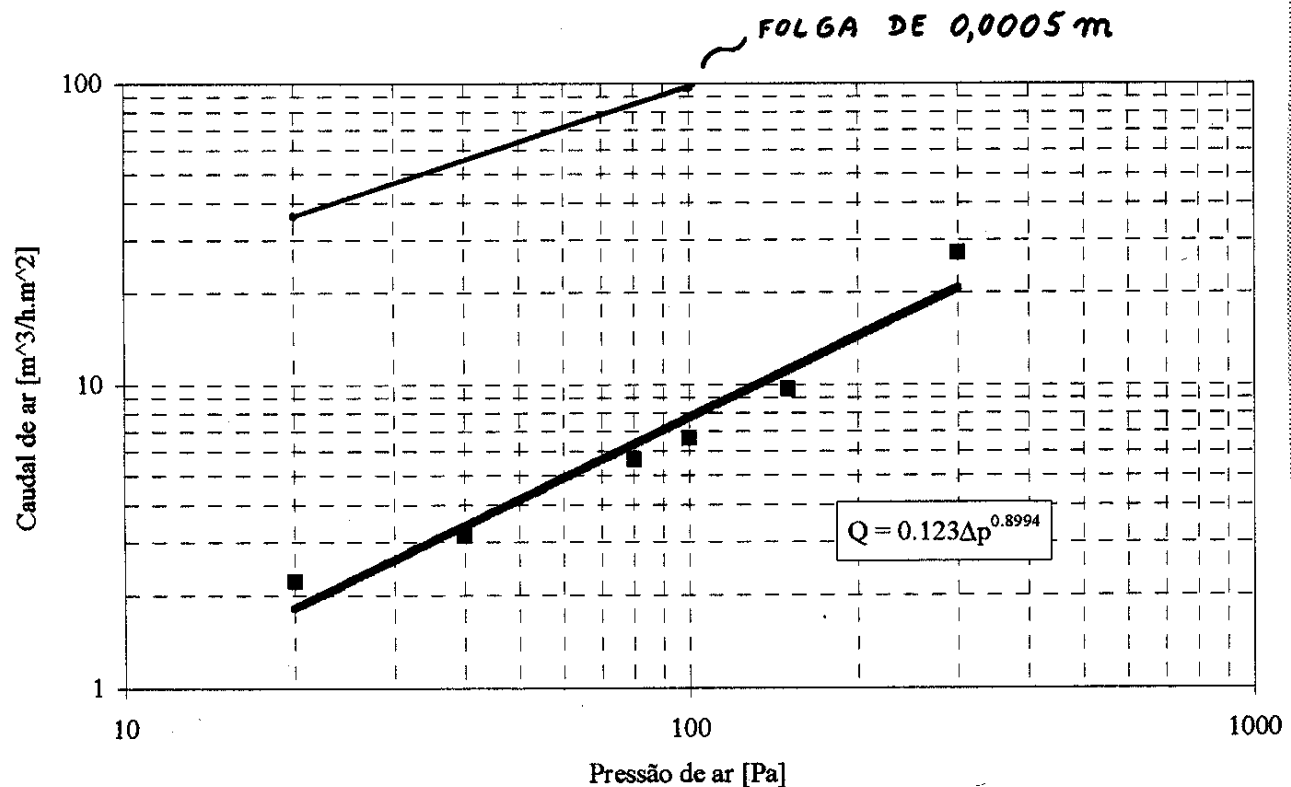
## ■ Portas interiores

- Não superior a  $12 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$  para uma diferença de pressão de 100 Pa , sempre que limitem sectores separados de ventilação.
- Quando constituem a única ligação entre compartimentos do mesmo sector de ventilação devem possuir aberturas permanentes.

# Permeabilidade ao ar

## ■ Portas de patamar

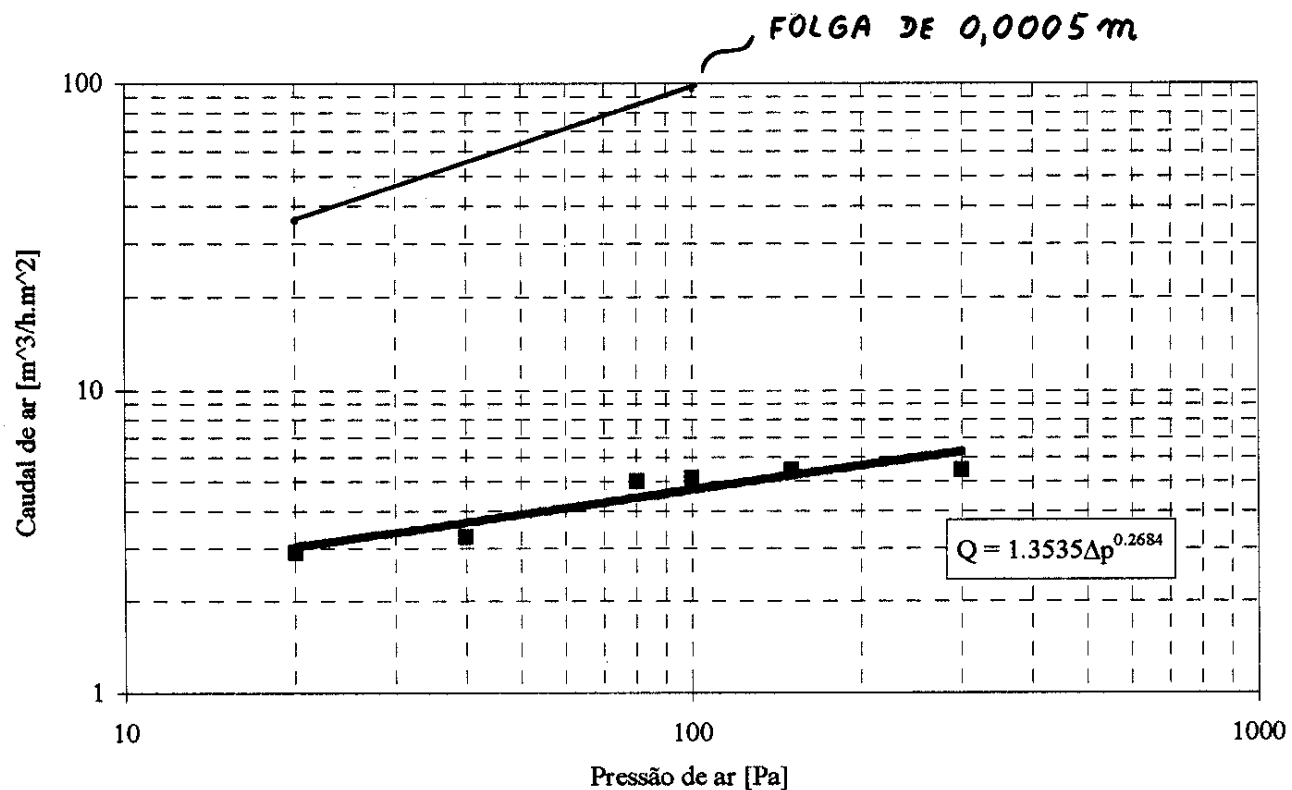
Ensaio em Pressão (do exterior para o interior)



# Permeabilidade ao ar

## ■ Portas de patamar

**Ensaio em Depressão (do interior para o exterior)**

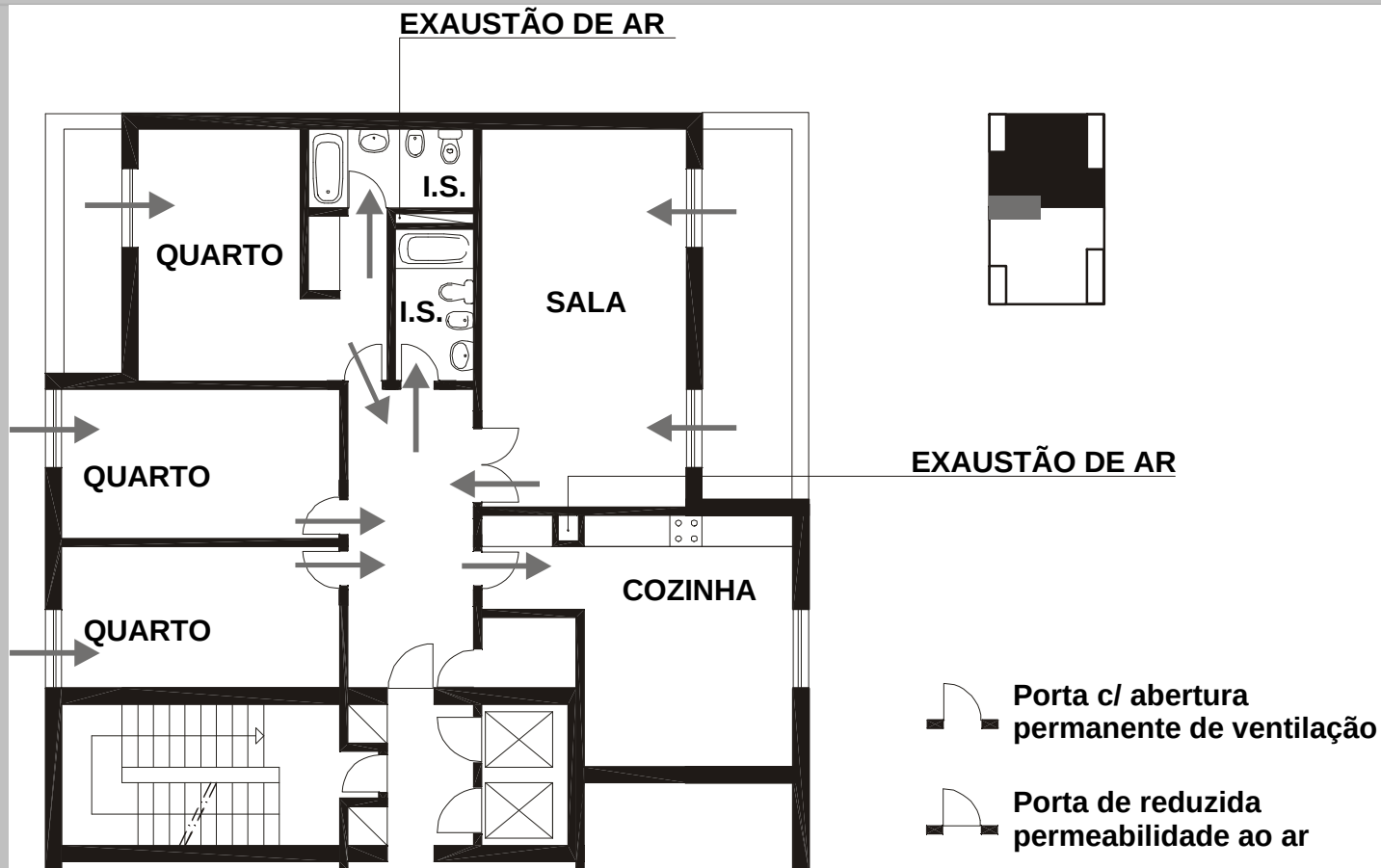




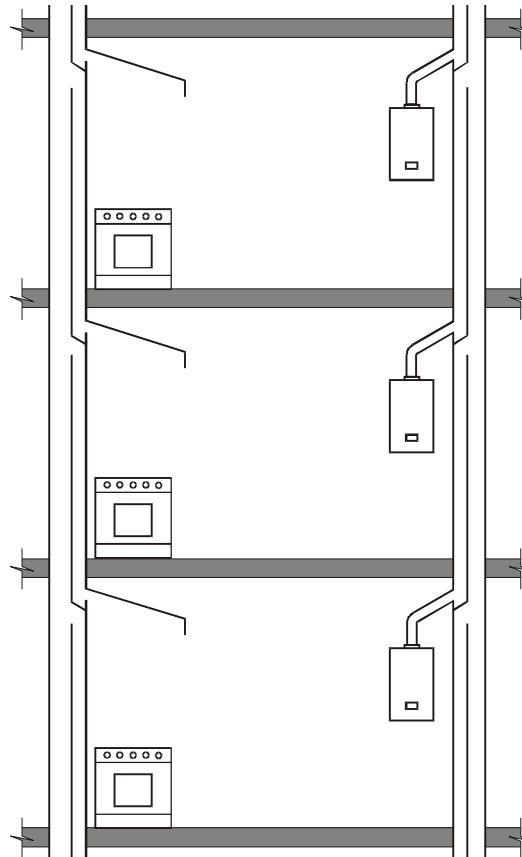
# Dimensionamento da ventilação do fogo

- Ventilação conjunta constituída por
  - Entradas de ar nos compartimentos principais, realizadas através de:
    - Aberturas directas para o exterior, praticadas nas paredes de fachada;
    - Aberturas servidas por condutas de comunicação com o exterior;
  - Passagens de ar dos compartimentos principais para os compartimentos de serviço;
  - Saídas de ar dos compartimentos de serviço, realizadas através de aberturas servidas por:
    - Condutas individuais de exaustão de ar;
    - Condutas colectivas de exaustão de ar.

# Ventilação conjunta

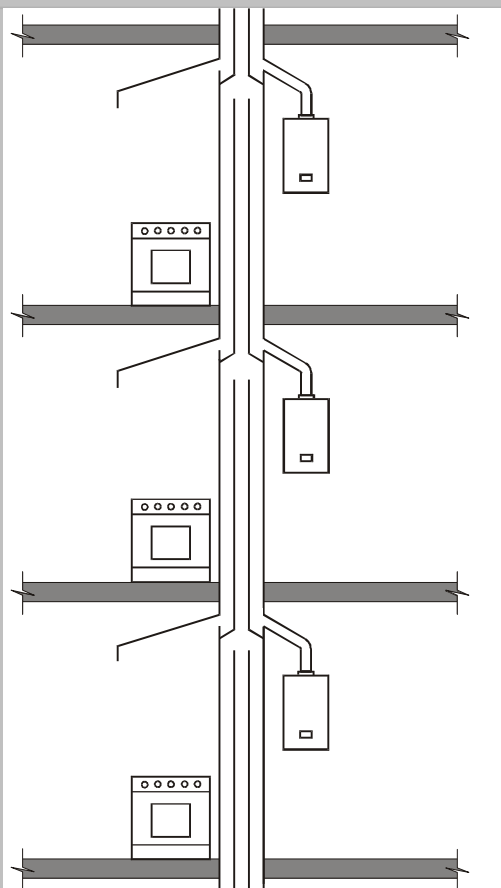


# Condição de independência de ramais



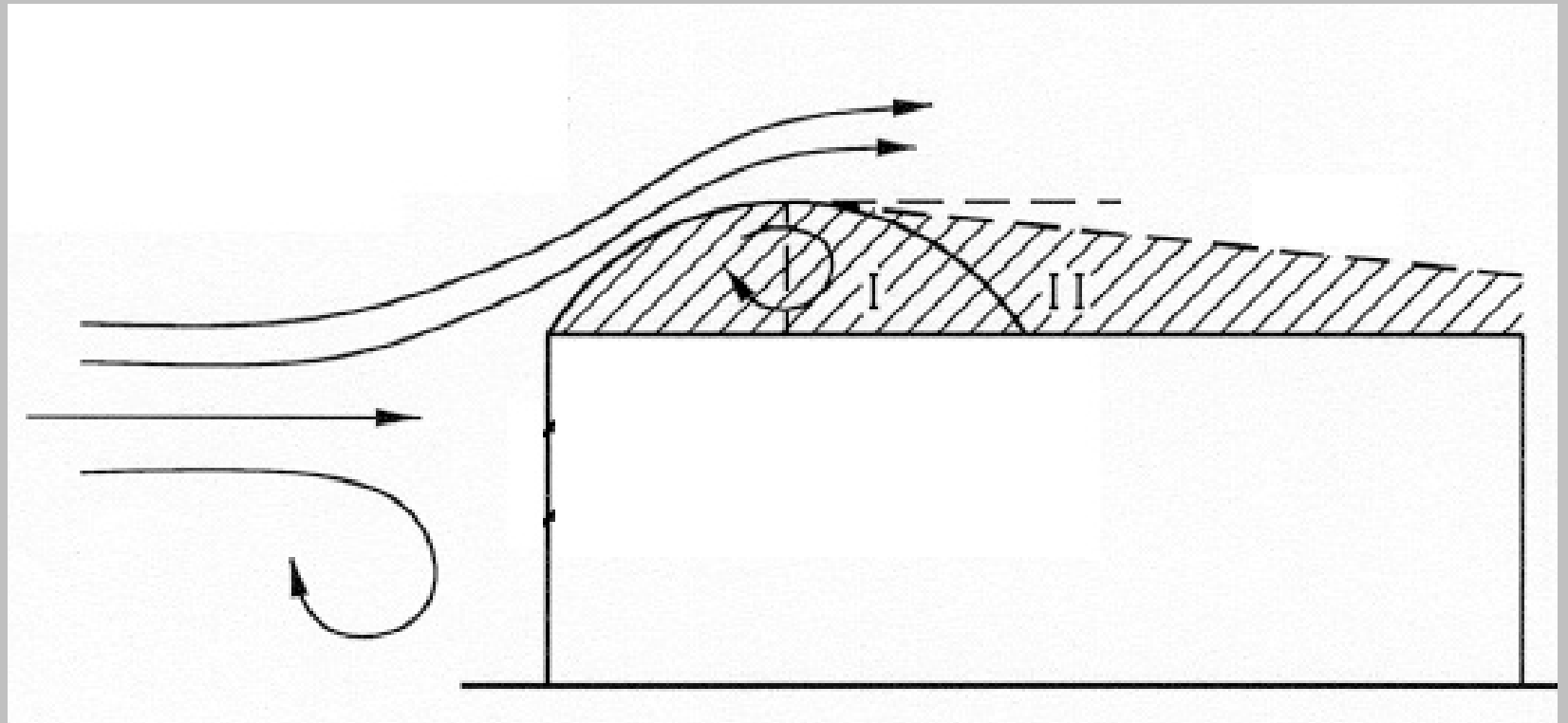
**Figura 5** - Evacuação dos produtos da combustão  
Através de condutas separadas

# Condição de independência de ramais



**Figura 6** - Evacuação dos produtos da combustão  
Através de ramais separados

# Admissão de ar



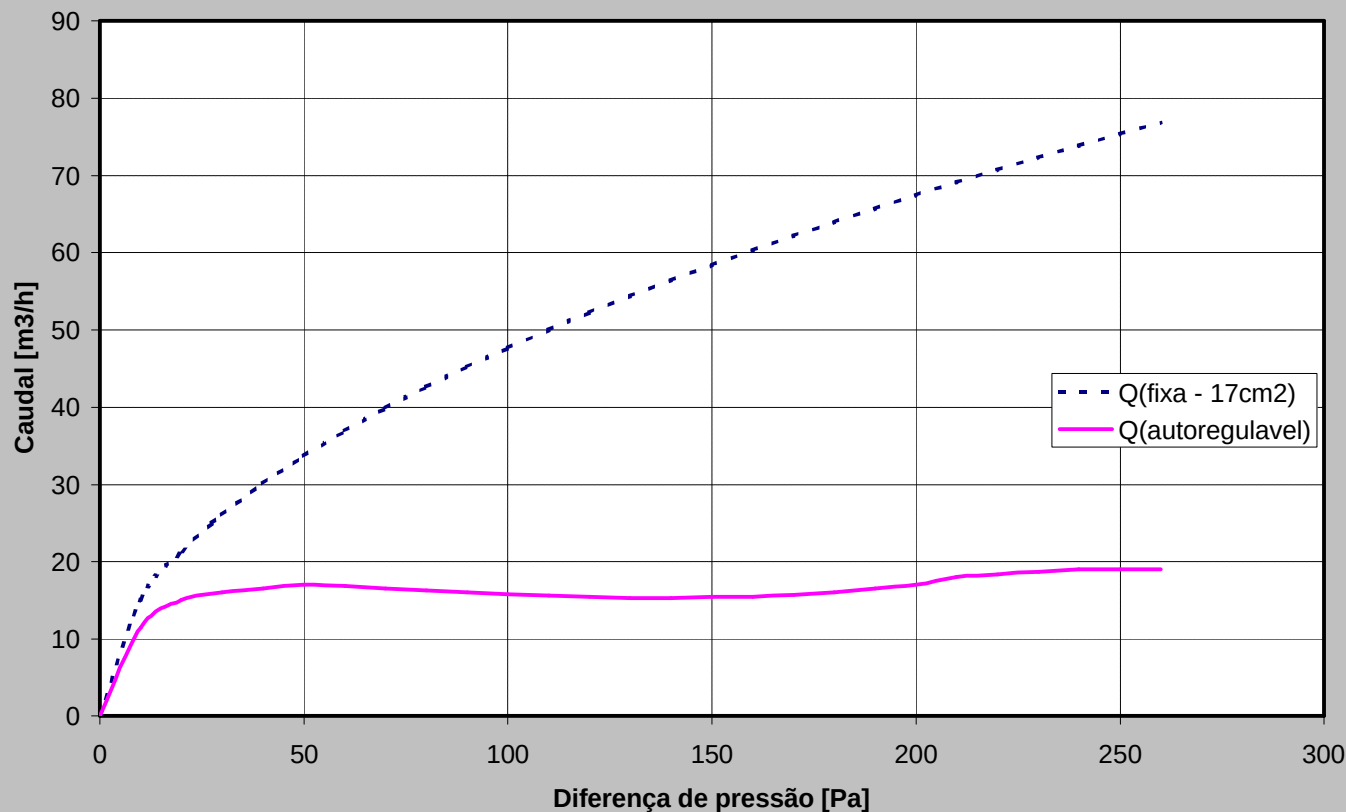
# Admissão de ar em parede de fachada

- O dimensionamento deve ser tal que:
  - Para Exp 1 podem ser de secção constante (aberturas não reguláveis) de área útil da ordem de grandeza indicada no quadro.
    - Se  $\Delta P = 10 \text{ Pa} \Rightarrow Q \geq Q_p$
    - Se  $\Delta P = 60 \text{ Pa} \Rightarrow Q \leq 4Q_p$

| Área útil          | Caudal-tipo                   |
|--------------------|-------------------------------|
| 35 cm <sup>2</sup> | 8 l/s (30 m <sup>3</sup> /h)  |
| 52 cm <sup>2</sup> | 13 l/s (45 m <sup>3</sup> /h) |
| 70 cm <sup>2</sup> | 17 l/s (60 m <sup>3</sup> /h) |

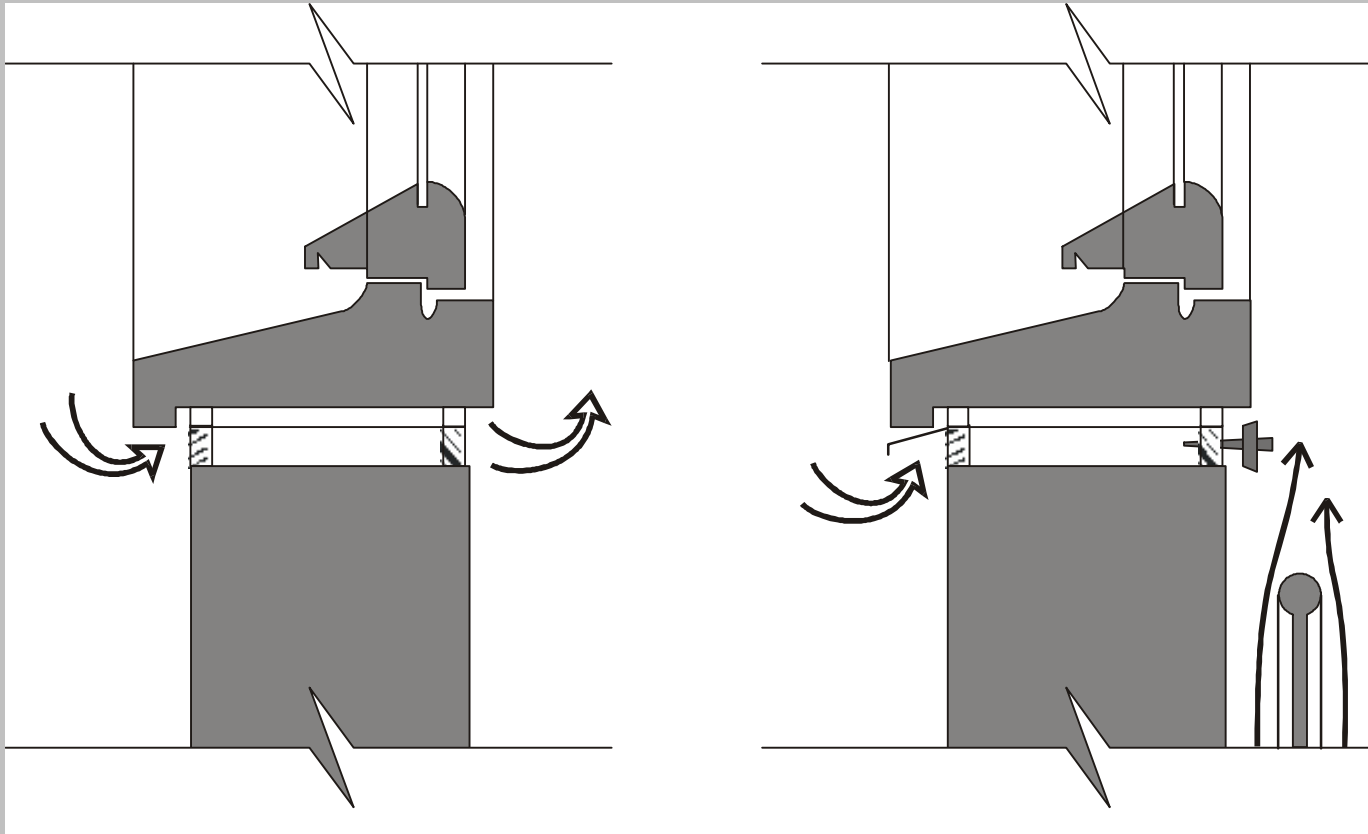
# Admissão de ar em parede de fachada

## Exemplo de desempenho aerodinâmico



# Admissão de ar em parede de fachada

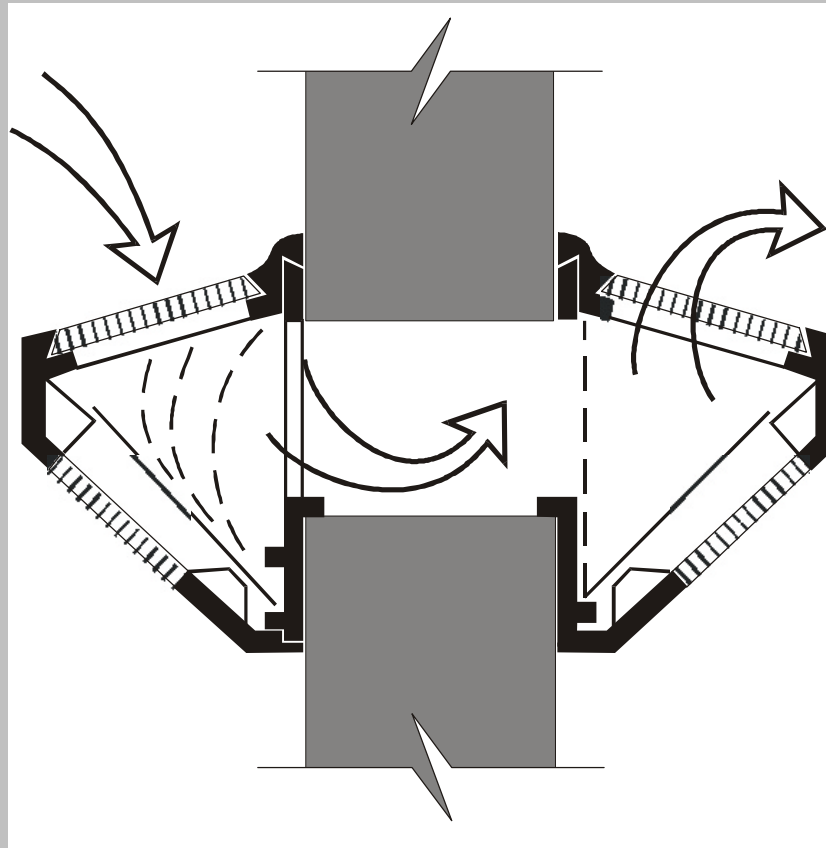
- Aberturas fixas e reguláveis





# Admissão de ar em parede de fachada

- Aberturas autoreguláveis

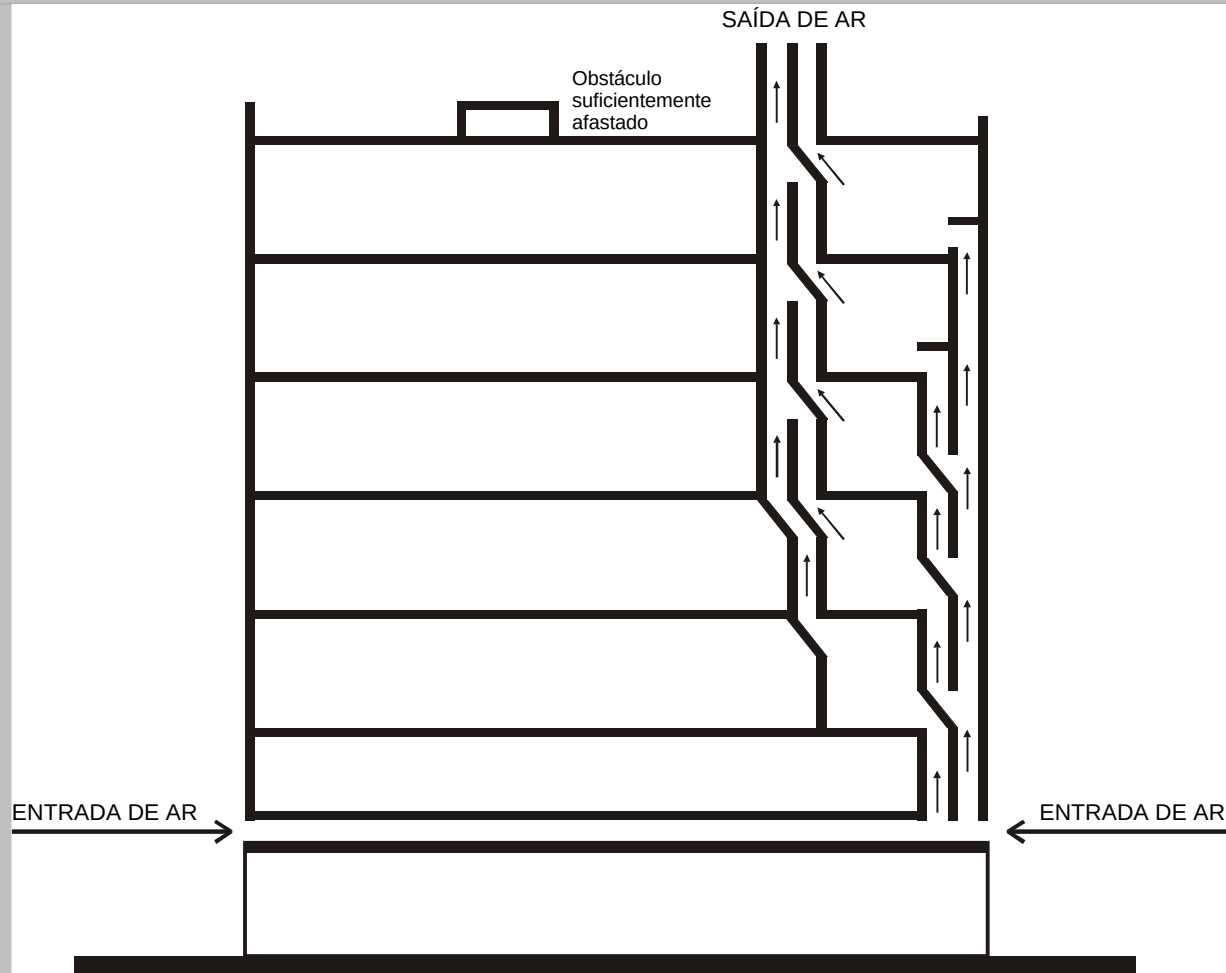


# Aberturas das condutas de admissão de ar

- As perdas de carga nas aberturas, para os caudais-tipo correspondentes, devem ser da ordem de 3 Pa.
- Dimensões das aberturas de admissão de ar

| Área útil           | Caudal-tipo                   |
|---------------------|-------------------------------|
| 60 cm <sup>2</sup>  | 8 l/s (30 m <sup>3</sup> /h)  |
| 90 cm <sup>2</sup>  | 13 l/s (45 m <sup>3</sup> /h) |
| 120 cm <sup>2</sup> | 17 l/s (60 m <sup>3</sup> /h) |

# Admissão de ar por condutas



# Passagens de ar interiores

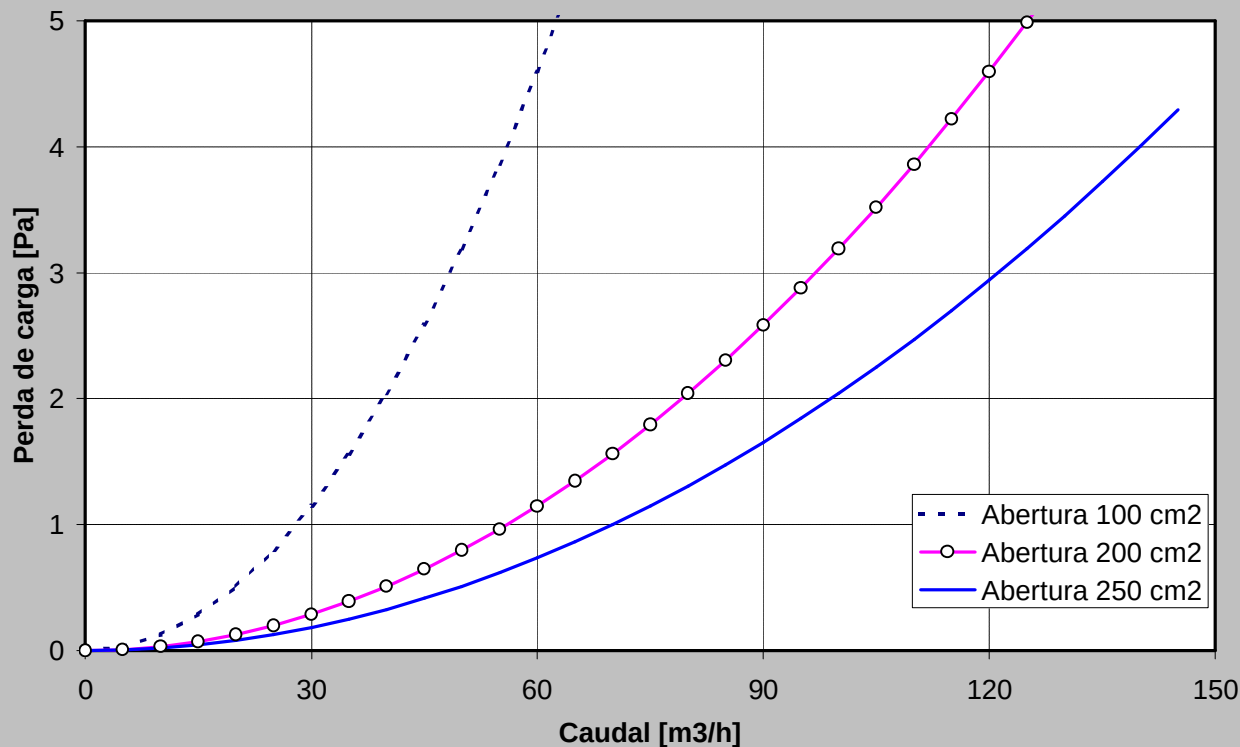
- As perdas de carga, para os caudais-tipo em correspondência, devem ser:
  - da ordem de 1 Pa, para caudais até 60 m<sup>3</sup>/h;
  - para caudais superiores não deve ser excedida a perda de carga de 3 Pa.
- Área útil das aberturas de passagem do ar

| Área útil           | Caudal-tipo                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 100 cm <sup>2</sup> | até 8l/s (30 m <sup>3</sup> /h)                                       |
| 200 cm <sup>2</sup> | de 8 l/s (30 m <sup>3</sup> /h)<br>até 25 l/s (90m <sup>3</sup> /h)   |
| 250 cm <sup>2</sup> | de 25 l/s (90 m <sup>3</sup> /h)<br>até 33 l/s (120m <sup>3</sup> /h) |

# Passagens de ar interiores

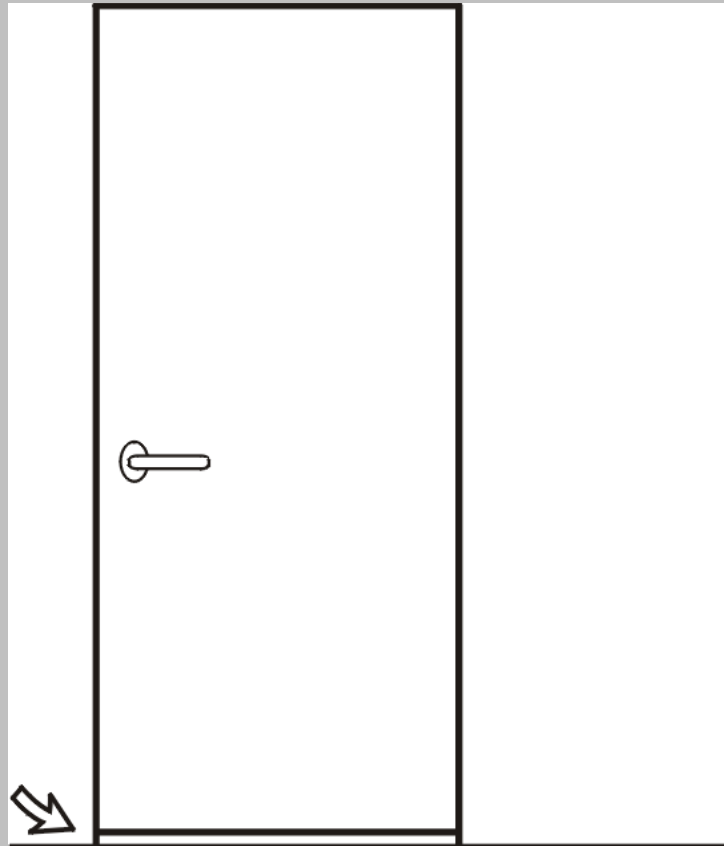
## ■ Perdas de carga

$$\Delta P = \xi \frac{1}{2} \rho \frac{Q^2}{A^2}$$
$$\xi = 2,7$$



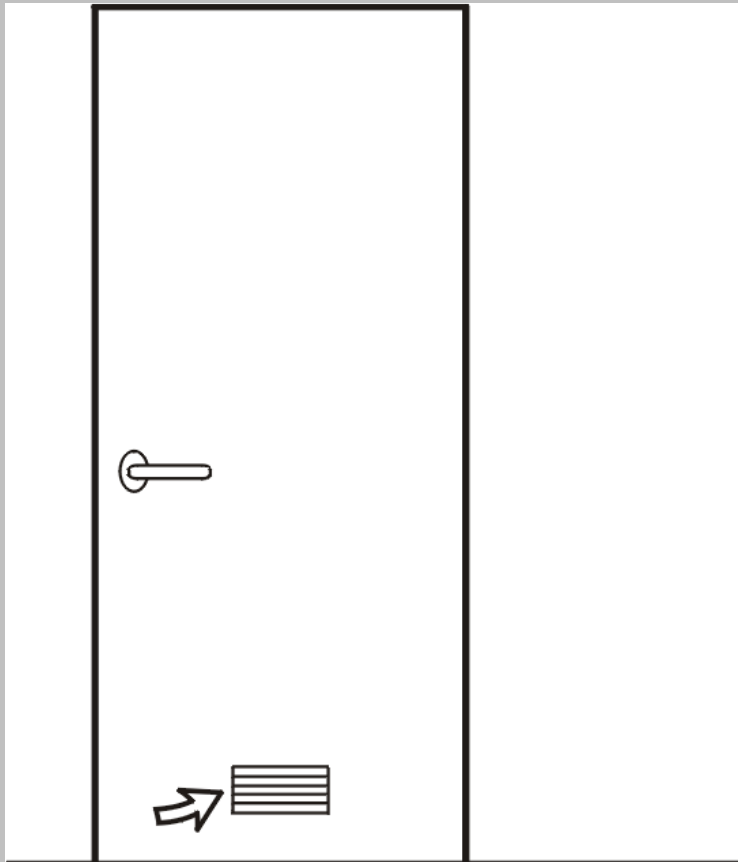
# Passagens de ar interiores

## ■ Exemplo



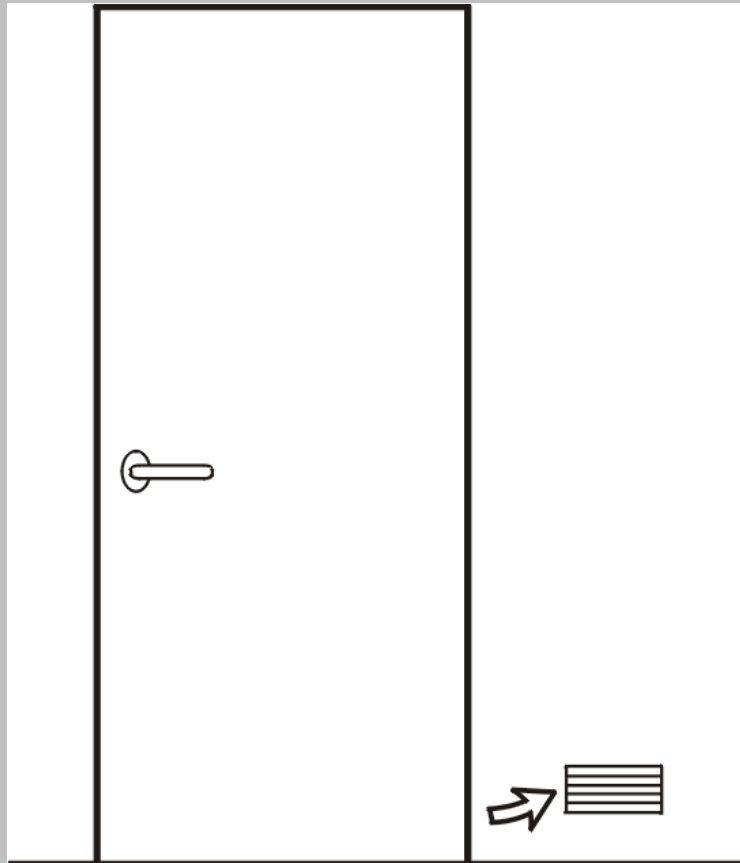
# Passagens de ar interiores

## ■ Exemplo



# Passagens de ar interiores

## ■ Exemplo





# Aberturas de evacuação de ar

- Áreas úteis das grelhas das aberturas de evacuação de ar com perda de carga de 3 Pa

| Área útil           | Caudal-tipo                    |
|---------------------|--------------------------------|
| 80 cm <sup>2</sup>  | 8 l/s (30 m <sup>3</sup> /h)   |
| 120 cm <sup>2</sup> | 13 l/s (45 m <sup>3</sup> /h)  |
| 150 cm <sup>2</sup> | 17 l/s (60 m <sup>3</sup> /h)  |
| 220 cm <sup>2</sup> | 25 l/s (90 m <sup>3</sup> /h)  |
| 280 cm <sup>2</sup> | 33 l/s (120 m <sup>3</sup> /h) |

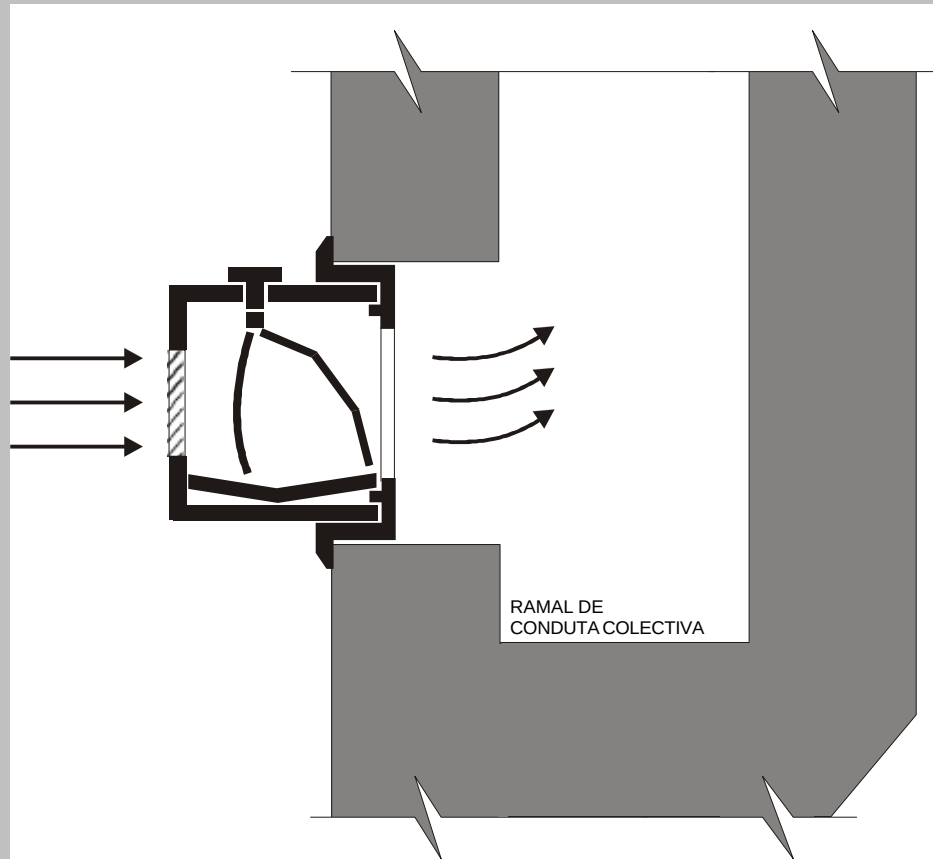
# Aberturas de evacuação de ar

- Áreas úteis das grelhas das aberturas de evacuação de ar com perda de carga de 10 Pa

| Área útil           | Caudal-tipo                    |
|---------------------|--------------------------------|
| 40 cm <sup>2</sup>  | 8 l/s (30 m <sup>3</sup> /h)   |
| 60 cm <sup>2</sup>  | 13 l/s (45 m <sup>3</sup> /h)  |
| 80 cm <sup>2</sup>  | 17 l/s (60 m <sup>3</sup> /h)  |
| 120 cm <sup>2</sup> | 25 l/s (90 m <sup>3</sup> /h)  |
| 150 cm <sup>2</sup> | 33 l/s (120 m <sup>3</sup> /h) |

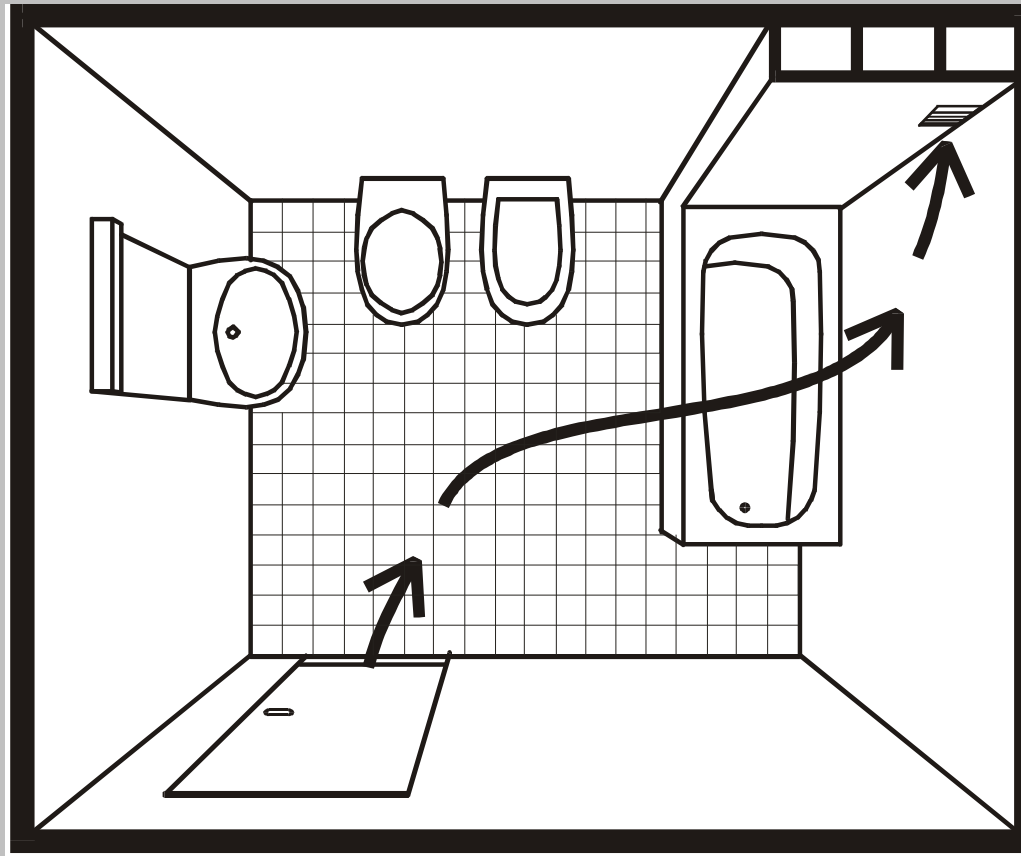
# Aberturas de evacuação de ar

## ■ Exemplos



# Aberturas de evacuação de ar

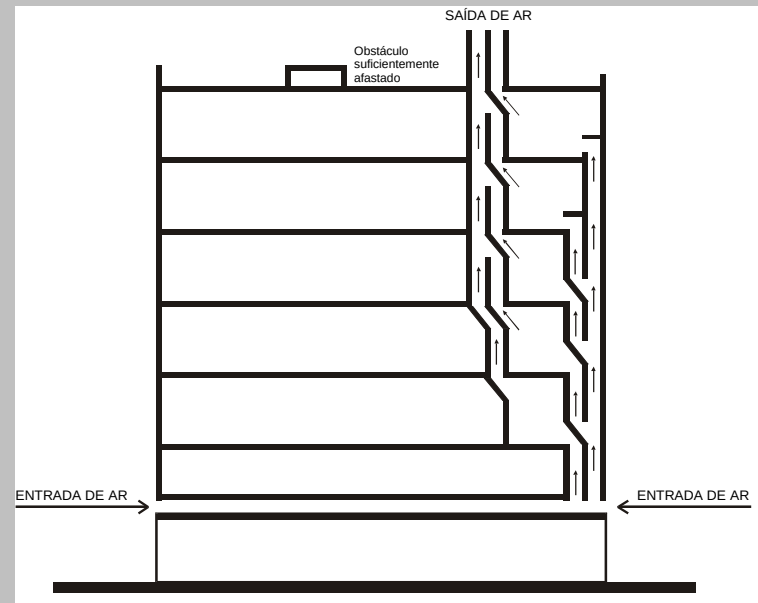
## ■ Exemplos



# Condutas de evacuação de ar

## ■ Condutas colectivas

- Compostas por conduta colectora e ramais de altura igual à distância entre pisos, pelo menos, mas não superior a 3,50 m.
- A altura de tiragem não deve ser inferior a 4,25 m.



# Exemplo

- Apartamento do tipo T2 com pé-direito de 2,5 m e áreas indicadas no quadro 10.
- O edifício em que se situa o apartamento tem 5 pisos, dispondo de uma conduta colectiva servindo simultaneamente a evacuação do ar e a evacuação dos produtos da combustão dos aparelhos a gás situados nas cozinhas.
- Considera-se que em cada cozinha está instalado um esquentador com a potência útil nominal de 23 kW.

# Exemplo

| Compartimento          | Área              | Volume            | Admissão de ar |                     | Evacuação |                     | Admissão total |                     | Evacuação total |                     |
|------------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------|-----------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|                        | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (l/s)          | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)     | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)          | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)           | (m <sup>3</sup> /h) |
| Quarto 1               | 14                | 35                | 10             | 35                  |           |                     |                |                     |                 |                     |
| Quarto 2               | 12                | 30                | 8              | 30                  |           |                     | 35             | 125                 |                 |                     |
| Sala comum             | 24                | 60                | 17             | 60                  |           |                     |                |                     |                 |                     |
| Instalações sanitárias | 4                 | 10                |                |                     | 13        | 45                  |                |                     | 35              | 125                 |
| Cozinha                | 8                 | 20                |                |                     | 22        | 80                  |                |                     |                 |                     |

# Exemplo

- Verifica-se que o caudal de ar novo necessário para o aparelho de combustão do tipo B é de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ , superior ao necessário para alimentação da cozinha.
- Assim, é necessário proceder ao incremento do caudal admitido num dos compartimentos principais.



# Exemplo

| Compartimento          | Área              | Volume            | Admissão de ar |                     | Evacuação |                     | Admissão total |                     | Evacuação total |                     |
|------------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------|-----------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|                        | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (l/s)          | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)     | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)          | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)           | (m <sup>3</sup> /h) |
| Quarto 1               | 14                | 35                | 10             | 35                  |           |                     |                |                     |                 |                     |
| Quarto 2               | 12                | 30                | 8              | 30                  |           |                     | 35+5           | 125+20              |                 |                     |
| Sala comum             | 24                | 60                | 17+5           | 60+20               |           |                     |                |                     |                 |                     |
| Instalações sanitárias | 4                 | 10                |                |                     | 13        | 45                  |                |                     | 40              | 145                 |
| Cozinha                | 8                 | 20                |                |                     | 27        | 100                 |                |                     |                 |                     |

# Exemplo

- Para o dimensionamento da conduta colectora é necessário comparar a secção necessária para a evacuação dos produtos da combustão e a secção necessária para ventilação da cozinha.
- No primeiro caso verifica-se, na secção 10.3.2.4, que até 5 aparelhos do tipo B é suficiente uma secção de 400 cm<sup>2</sup>.
- No caso da ventilação da cozinha, basta considerar 80 m<sup>3</sup>/h, uma vez que o acréscimo de 20 m<sup>3</sup>/h, é devido às necessidades de ar novo do aparelho do tipo B.

# Exemplo

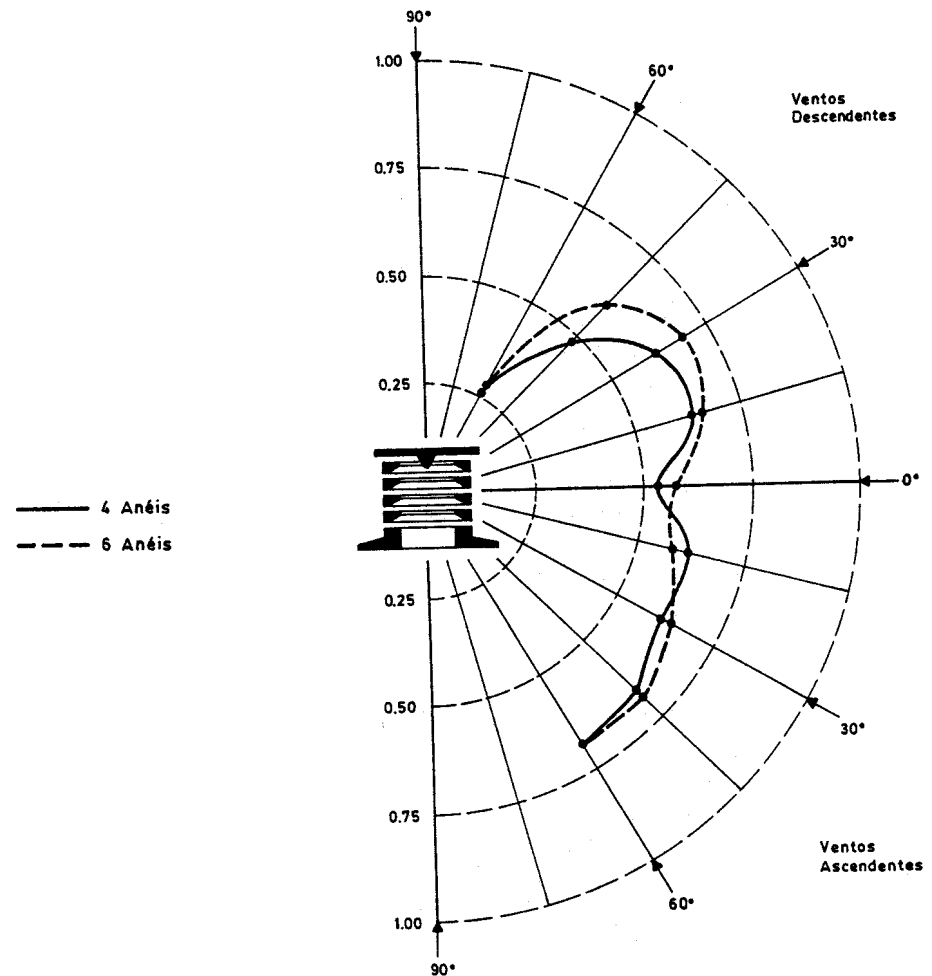
- De acordo com a secção 8.1.7.2, a secção da conduta colectora circular lisa necessária para escoar o caudal total de  $400 \text{ m}^3/\text{h}$  (5 pisos x  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ ) é de  $650 \text{ cm}^2$ .
- Dado que este valor é superior ao necessário para evacuação dos produtos da combustão, prevalece a secção de  $650 \text{ cm}^2$ .

# Ventiladores estáticos

- Os ventiladores estáticos a instalar no topo das condutas de evacuação devem ter as características seguintes:
  - a) proteger o interior da conduta contra a entrada de chuva;
  - b) na ausência de vento, a perda de carga no ventilador para um caudal igual à soma dos caudais-tipo de saída das aberturas servidas pela conduta deve ser inferior a 4 Pa;

# Ventiladores estáticos

## ■ Factor de depressão



# Conduatas de evacuação

- Problemas de instalação/utilização
  - Transmissão de sons aéreos
  - Passagem de ar poluído e cheiros entre os compartimentos
  - Refluxo dos gases
  - Aplicação de dispositivos mecânicos

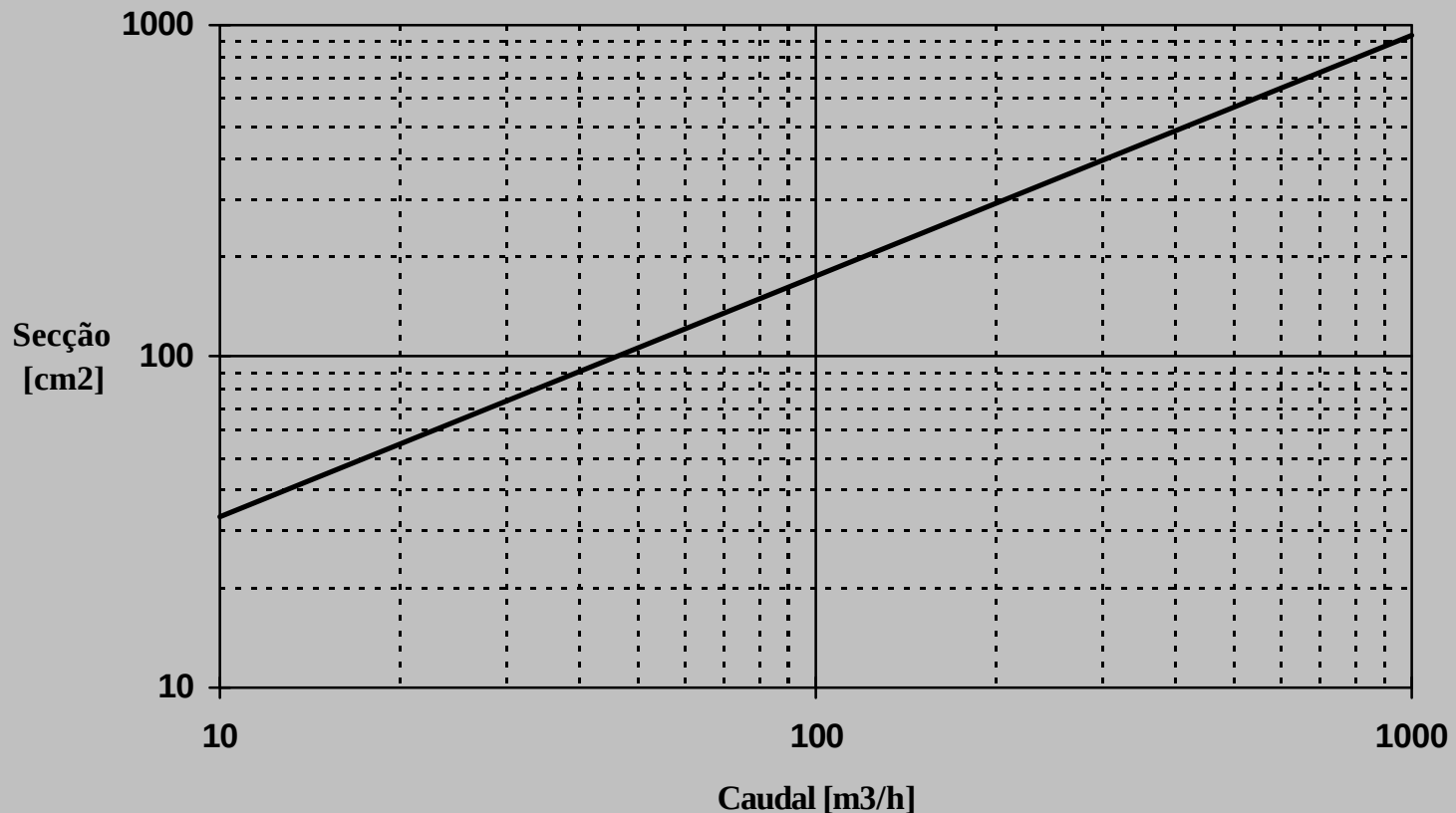
# Condutas de evacuação

- Secção das condutas individuais e dos ramais
  - Devem ter secção uniforme a toda a altura.
  - A secção mínima é dada pelo quadro:

| <b>Caudal<br/>[m<sup>3</sup>/h]</b> | <b>Conduta<br/>circular<br/>[cm<sup>2</sup>]</b> | <b>Conduta<br/>quadrada<br/>[cm<sup>2</sup>]</b> | <b>Conduta<br/>rectangular (e=1,6)<br/>[cm<sup>2</sup>]</b> |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 30                                  | 80                                               | 100                                              | 110                                                         |
| 60                                  | 120                                              | 155                                              | 165                                                         |
| 90                                  | 160                                              | 205                                              | 220                                                         |
| 120                                 | 200                                              | 255                                              | 270                                                         |

# Condutas de evacuação

- Secção das condutas individuais e dos ramais circulares lisos





# Condutas de evacuação

- Condutas lisas de secção quadrada ou rectangular
  - Toma-se o valor da área da secção circular e multiplica-se por um coeficiente de majoração, em que:
    - $A_c$  - área da secção circular,
    - $A_r$  - área da secção rectangular,
    - $e$  - razão das dimensões principais da secção ( $e \geq 1$ ).

$$A_r = A_c \frac{(1+e)^2}{\pi e}$$

# Condutas de evacuação

## ■ Condutas rugosas

- A área da secção da conduta anteriormente calculada deve ser acrescida de um valor que permita compensar o aumento do atrito nas paredes.
- Na ausência de normalização ou especificações sobre as características dos blocos das condutas o aumento da secção deve ter em conta não só a sua rugosidade mas também as eventuais deformações devidas ao seu fabrico.
- Os valores de acréscimo de secção devem ser comprovados por ensaio e/ou outros métodos adequados.

# Condutas de evacuação

## ■ Limpeza

- A menor dimensão da secção das condutas individuais ou ramais deve ser de, pelo menos, 100 mm.
- A menor dimensão das condutas colectoras deve ser 200 mm.

## ■ Evacuação dos produtos da combustão do gás

- Secção mínima dos ramais de 250 cm<sup>2</sup>

# Condutas de evacuação

## ■ Implementação das condutas colectoras

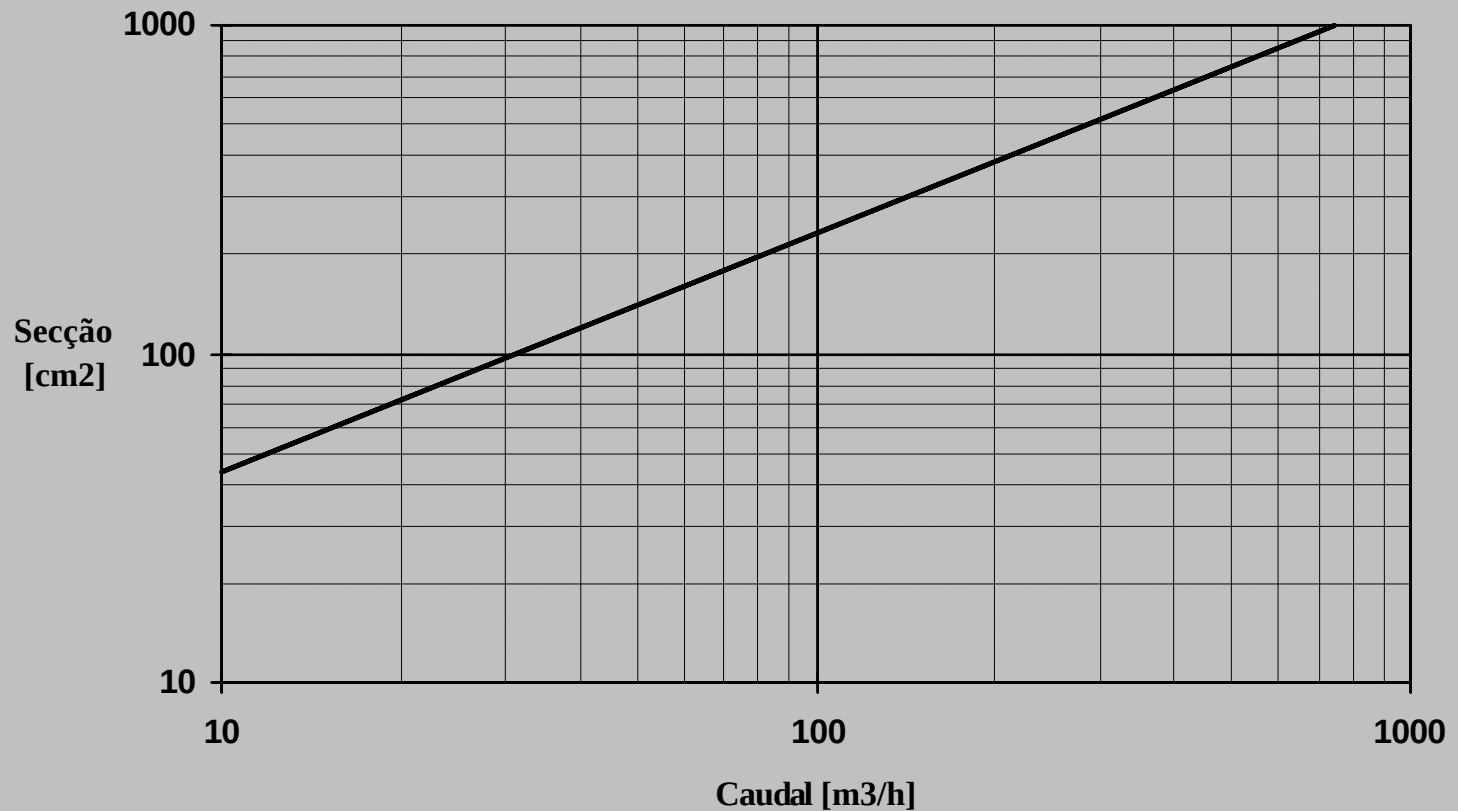
- As condutas para caudais-tipo de  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  não devem servir mais do que 8 pisos

## ■ Secção das condutas colectoras

- Devem ter secção uniforme a toda a altura.
- Quando se tratar de condutas lisas de secção circular, a secção mínima é dada pelo gráfico seguinte.

# Condutas de evacuação

- Secção das condutas colectoras circulares lisas



# Condutas de evacuação

## ■ Secção das condutas colectoras (30 m<sup>3</sup>/h)

| Nº de Pisos | Conduta circular [cm <sup>2</sup> ] | Conduta quadrada [cm <sup>2</sup> ] | Conduta rectangular (e=1,6) [cm <sup>2</sup> ] |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 3           | 220*                                | 280*                                | 295*                                           |
| 4           | 270*                                | 350*                                | 370*                                           |
| 5           | 320                                 | 410                                 | 430*                                           |
| 6           | 360                                 | 460                                 | 490*                                           |
| 7           | 400                                 | 510                                 | 540*                                           |
| 8           | 440                                 | 560                                 | 600*                                           |
| 9           | 480                                 | 620                                 | 650                                            |
| 10          | 520                                 | 670                                 | 700                                            |

\* Para facilitar a limpeza, a área não pode ser inferior a 320 cm<sup>2</sup>, nas secções circulares, a 400 cm<sup>2</sup>, nas secções quadradas, e a 640 cm<sup>2</sup>, nas secções rectangulares (e=1,6).

# Condutas de evacuação

## ■ Secção das condutas colectoras (45 m<sup>3</sup>/h)

| Nº de Pisos                                                                                                                                                                                                         | Conduta circular (cm <sup>2</sup> ) | Conduta quadrada (cm <sup>2</sup> ) | Conduta rectangular (e=1,6) (cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                                                                                   | 290*                                | 370*                                | 390*                                           |
| 4                                                                                                                                                                                                                   | 360                                 | 460                                 | 490*                                           |
| 5                                                                                                                                                                                                                   | 420                                 | 530                                 | 570*                                           |
| 6                                                                                                                                                                                                                   | 480                                 | 620                                 | 650                                            |
| 7                                                                                                                                                                                                                   | 530                                 | 680                                 | 720                                            |
| 8                                                                                                                                                                                                                   | 600                                 | 770                                 | 810                                            |
| 9                                                                                                                                                                                                                   | 650                                 | 830                                 | 880                                            |
| 10                                                                                                                                                                                                                  | 700                                 | 900                                 | 950                                            |
| *Para facilitar a limpeza, a área não pode ser inferior a 320 cm <sup>2</sup> , nas secções circulares, a 400 cm <sup>2</sup> , nas secções quadradas, e a 640 cm <sup>2</sup> , nas secções rectangulares (e=1,6). |                                     |                                     |                                                |

# Condutas de evacuação

## ■ Secção das condutas colectoras (60 m<sup>3</sup>/h)

| Nº de Pisos | Conduta circular (cm <sup>2</sup> ) | Conduta quadrada (cm <sup>2</sup> ) | Conduta rectangular (e=1,6) (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 3           | 360                                 | 460                                 | 490*                                           |
| 4           | 440                                 | 560                                 | 600*                                           |
| 5           | 520                                 | 670                                 | 700                                            |
| 6           | 600                                 | 770                                 | 810                                            |
| 7           | 670                                 | 860                                 | 910                                            |
| 8           | 730                                 | 930                                 | 990                                            |
| 5+4         | 520+440                             | 670+560                             | 700+600                                        |
| 5+5         | 520+520                             | 670+670                             | 700+700                                        |

\* Para facilitar a limpeza, a área não pode ser inferior a 640 cm<sup>2</sup>. nas secções rectangulares (e=1,6).



# Condutas de evacuação

## ■ Secção das condutas colectoras (90 m<sup>3</sup>/h)

| Nº de Pisos | Conduta circular [cm <sup>2</sup> ] | Conduta quadrada [cm <sup>2</sup> ] | Conduta rectangular (e=1,6) [cm <sup>2</sup> ] |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 3           | 480                                 | 620                                 | 650                                            |
| 4           | 600                                 | 770                                 | 810                                            |
| 5           | 700                                 | 900                                 | 950                                            |
| 3+3         | 480+480                             | 620+620                             | 650+650                                        |
| 4+3         | 600+480                             | 770+620                             | 810+650                                        |
| 4+4         | 600+600                             | 770+770                             | 810+810                                        |
| 5+4         | 700+600                             | 900+770                             | 950+810                                        |
| 5+5         | 700+700                             | 900+900                             | 950+950                                        |

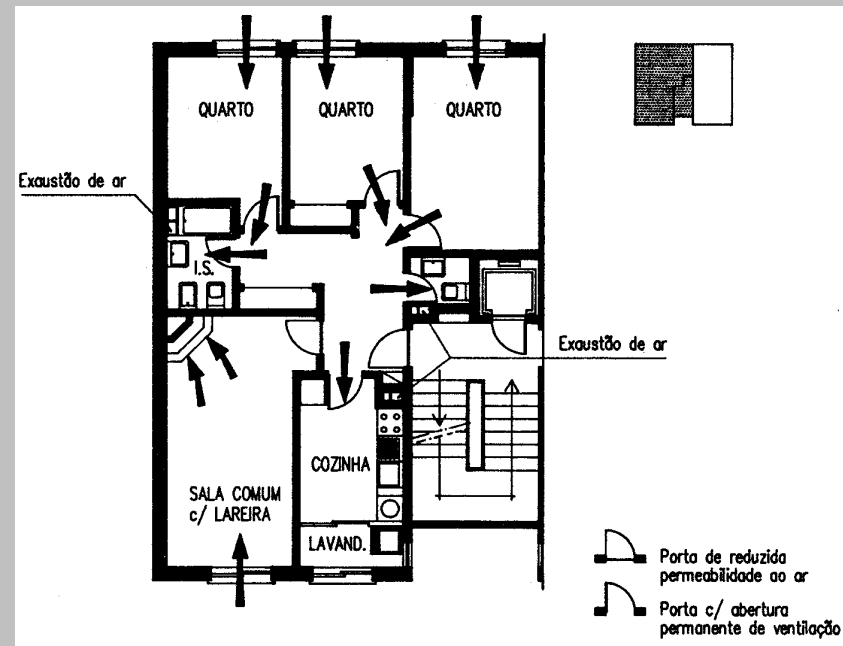
# Condutas de evacuação

- Secção das condutas colectoras (120 m<sup>3</sup>/h)

| Nº de Pisos | Conduta circular<br>[cm <sup>2</sup> ] | Conduta quadrada<br>[cm <sup>2</sup> ] | Conduta rectangular (e=1,6)<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 3           | 600                                    | 770                                    | 810                                               |
| 4           | 730                                    | 930                                    | 990                                               |
| 5           | 860                                    | 1100                                   | 1160                                              |
| 3+3         | 600+600                                | 770+770                                | 810+810                                           |
| 4+3         | 730+600                                | 930+770                                | 990+810                                           |
| 4+4         | 730+730                                | 930+930                                | 990+990                                           |
| 5+4         | 860+730                                | 1100+930                               | 1160+990                                          |
| 5+5         | 860+860                                | 1100+1100                              | 1160+1160                                         |

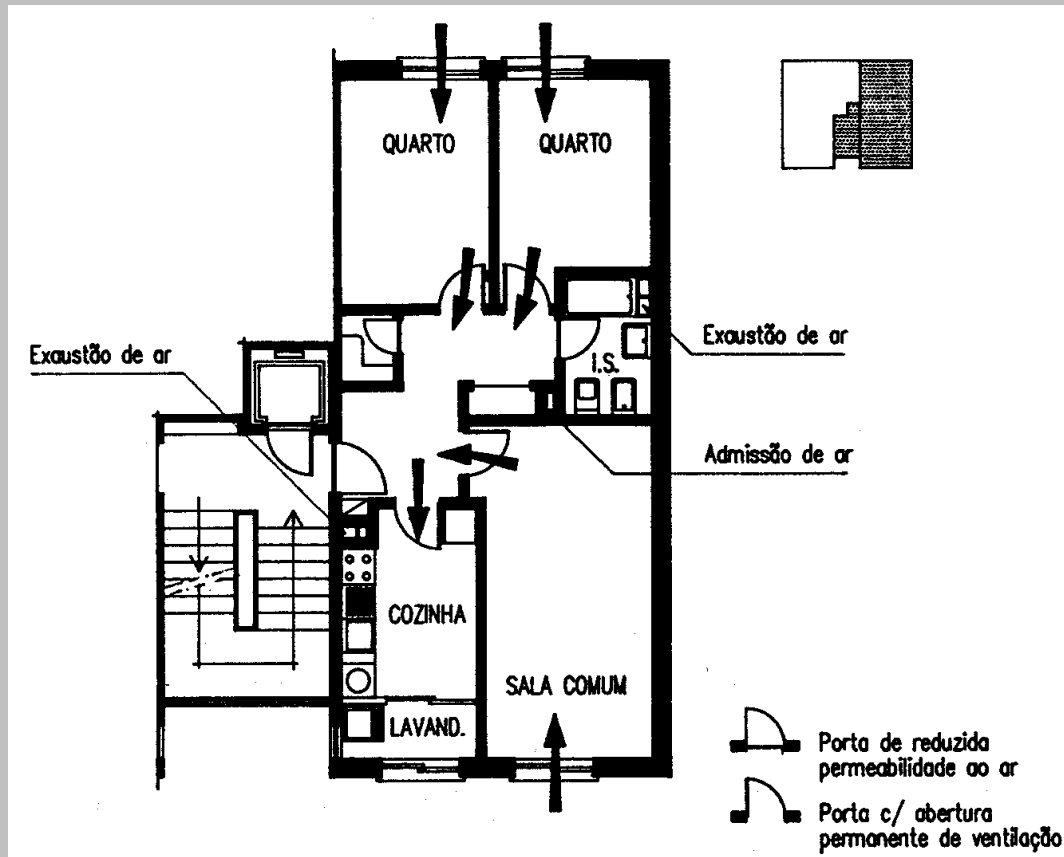
# Ventilação separada de espaços

- Independência das condutas individuais:
  - cada abertura de saída de ar dos compartimentos deve ser servida por uma conduta independente.
- Chaminés de fogo aberto:
  - A admissão de ar pode ser feita directamente para a zona de combustão, através de condutas ou de aberturas para o exterior.



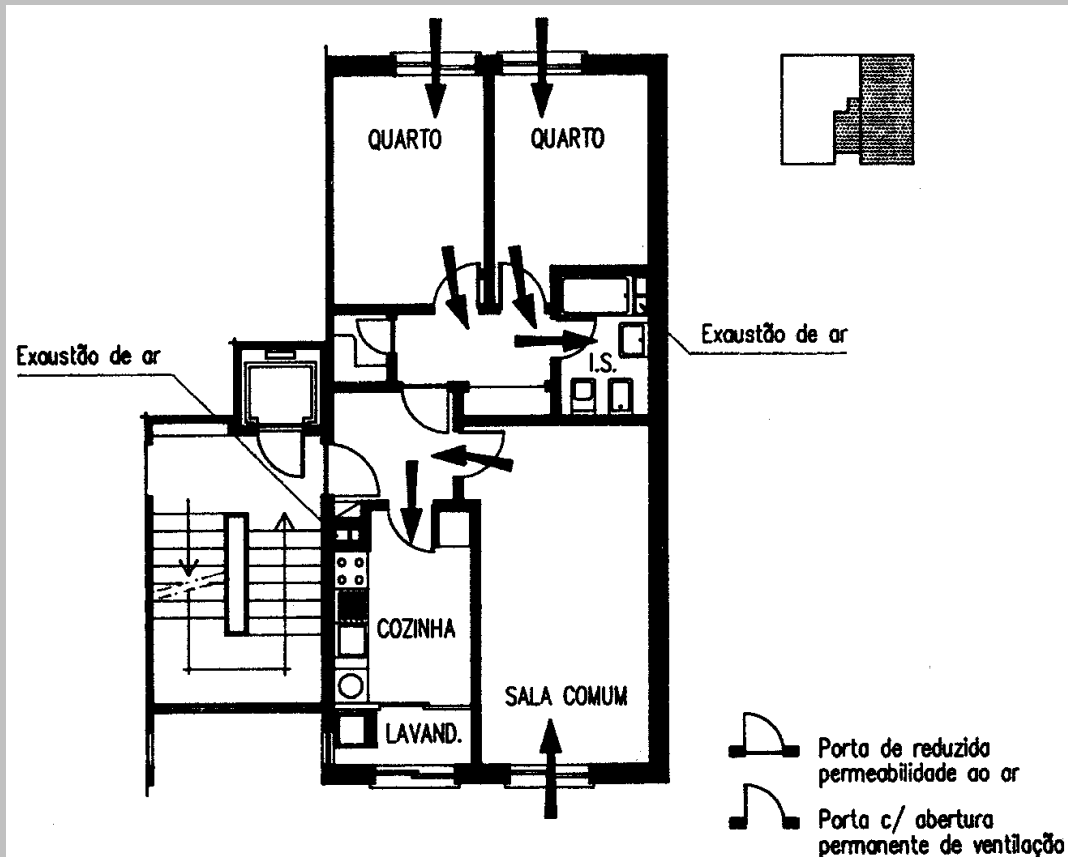
# Ventilação separada de espaços

## ■ Exemplos



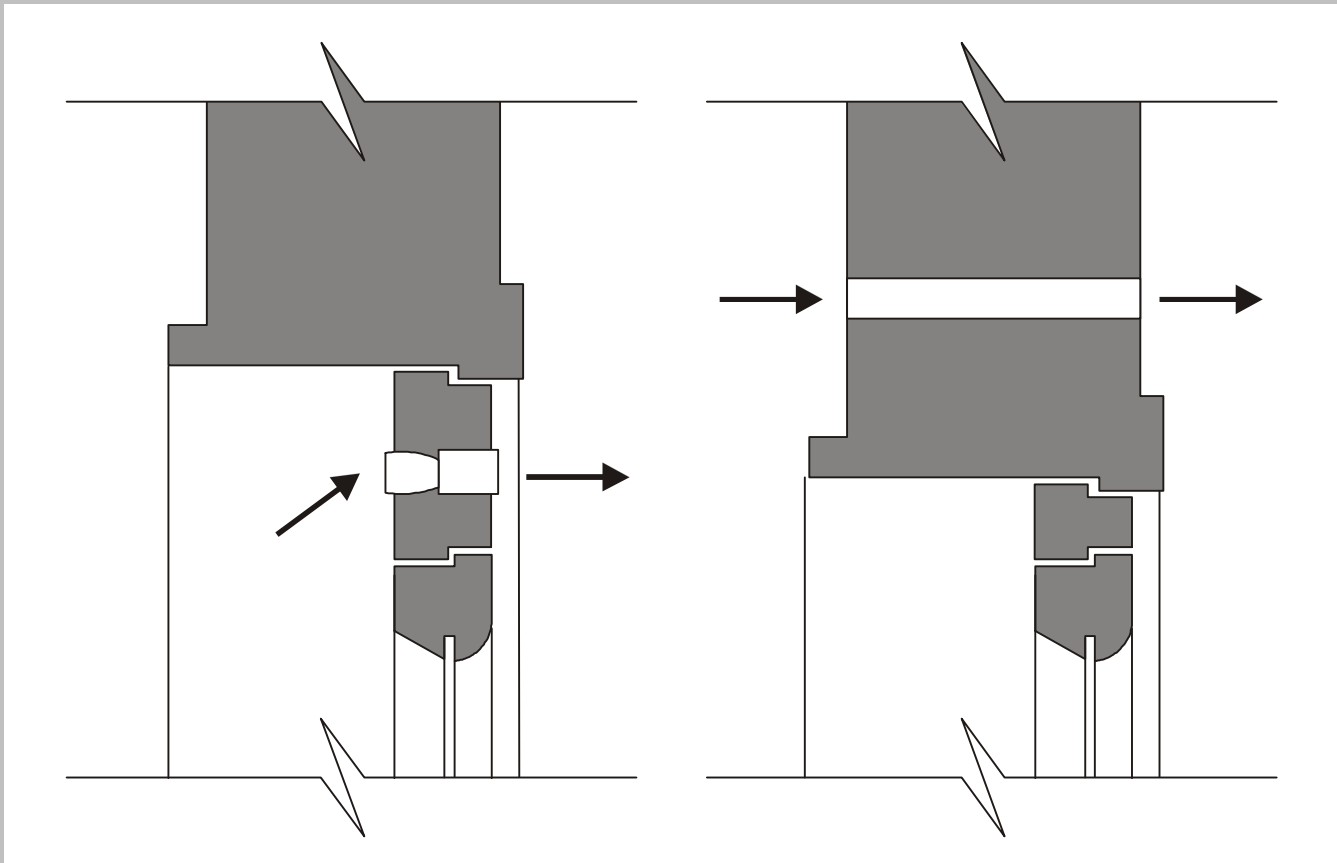
# Ventilação separada de espaços

## ■ Exemplos



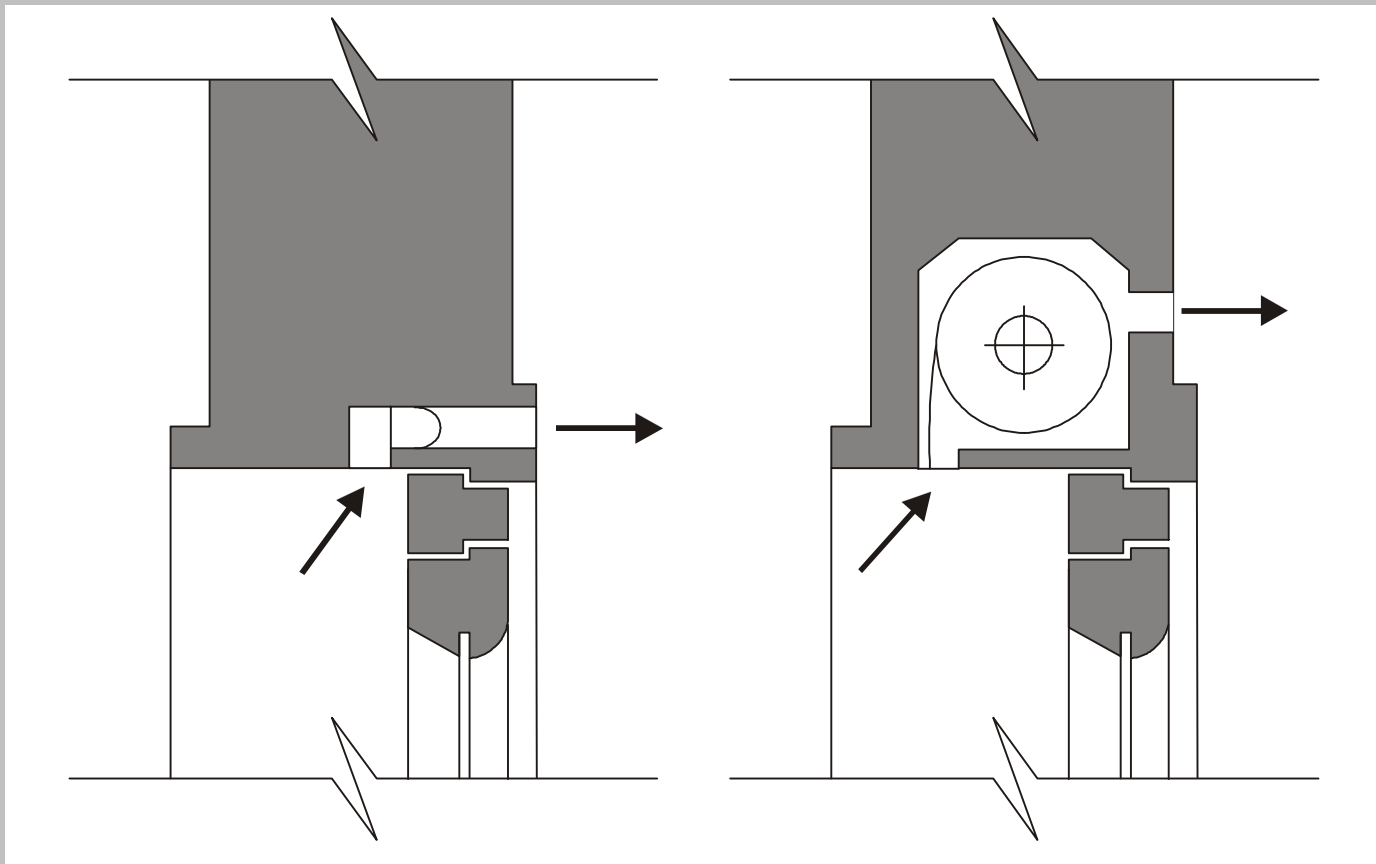
# Implementação da ventilação do fogo

- Aberturas de admissão de ar



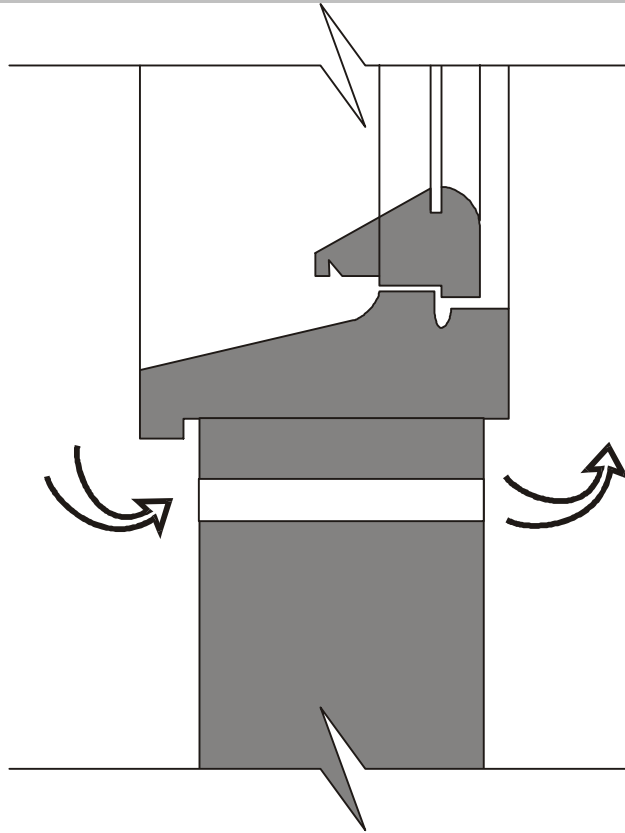
# Implementação da ventilação do fogo

- Aberturas de admissão de ar



# Implementação da ventilação do fogo

- Aberturas de admissão de ar





# Condutas de evacuação dos produtos da combustão do gás

## ■ Resistência ao calor

| Combustível | Resistir sem alteração das suas características |                | Resistir sem perda de estabilidade |
|-------------|-------------------------------------------------|----------------|------------------------------------|
|             | Em permanência                                  | Durante 1 hora |                                    |
| Caso geral  | 350°C                                           | 400°C          | 900°C                              |
| Lenha       | 550°C                                           |                | 1000°C                             |
| Gás         | 200°C                                           | 250°C          |                                    |

- As condutas devem resistir à acção química dos produtos da combustão.
- As juntas dos elementos que as compõem devem ser estanques.

# Conduitas de exaustão dos produtos da combustão

## ■ Materiais

- Podem ser utilizados os seguintes materiais:
  - chapa de aço galvanizado
  - aço inox, ferrítico ou austenítico
  - alumínio a 99,5%
  - chapa de aço esmaltada
  - fibrocimento
- Podem ainda ser utilizados os seguintes materiais, desde que seja garantida a necessária estanquidade das juntas entre os elementos:
  - pedra ou tijolo
  - elementos pré-fabricados com materiais incombustíveis
  - tubos de material incombustível e de reduzida condução do calor, como, por exemplo, tubos de grés vidrado.

# Ventilação das habitações em situação de Verão

## ■ Problema

- Em situação de Verão, a diferença de temperatura entre o interior da habitação e o exterior não permite a renovação de ar por efeito de chaminé.

## ■ Princípio de funcionamento

- Recurso à abertura de vãos para o exterior aproveitando a acção do vento para a remoção do ar viciado.

## ■ Posicionamento

- Os vãos de uma mesma habitação em comunicação com o exterior deverão, preferencialmente, ser localizados em fachadas diferentes.
- Devem permitir o aproveitamento da diferença de pressões entre fachadas, provocada pela acção do vento.

# Ventilação das habitações em situação de Verão

## ■ Compartimentos principais

- Deverão possuir vãos praticados nas paredes, em comunicação directa com o exterior;
- A área total dos vãos não pode ser inferior a 10% da área do compartimento com o mínimo de 1,08 m<sup>2</sup> medidos no tosco;
- Os vãos deverão ter alguma parte situada a uma altura igual ou superior a 1,80 m.

## ■ Cozinhas

- Devem ter condutas de exaustão dos produtos da combustão do gás dos aparelhos do tipo ligado;
- Devem possuir um vão em comunicação directa com o exterior como os compartimentos principais.

# Ventilação das habitações em situação de Verão

## ■ Instalações sanitárias

- Deverão possuir, preferencialmente, vãos em contacto directo com o exterior:
  - A área desses vãos, medida no tosco, não poderá ser inferior a  $0,54 \text{ m}^2$ ;
  - A parte de abrir deve ter, pelo menos,  $0,36 \text{ m}^2$ .
  - Deverão ter alguma parte situada a uma altura igual ou superior a  $1,80 \text{ m}$ .
- Alternativamente, é admissível a existência de condutas de exaustão.

# Ventilação das habitações em situação de Verão

## ■ Instalações sanitárias

- É ainda admissível o uso de um postigo dando directamente para uma manga vertical de ventilação:
  - A área do postigo não pode ser inferior à regulamentar;
  - A área da manga vertical não pode ser inferior a  $1,5 \text{ m}^2$ ;
  - A manga vertical deve ser aberta nas duas extremidades (ao nível da cobertura e ao nível do tecto de uma passagem inferior coberta situada ao nível de acesso ao edifício);
  - Se a passagem inferior não existir, a manga vertical de ventilação deverá ser ligada a uma manga horizontal da mesma secção;
  - A manga horizontal deve dispor de aberturas situadas em fachadas diferentes.

# Dimensionamento da evacuação dos produtos de combustão

# Evacuação dos produtos de combustão

- Esta secção aplica-se a instalações com potência instalada total  $\leq 70$  kW.



# Classificação dos aparelhos a gás

- Os aparelhos a gás podem ser classificados em função:
  - do modo de evacuação dos produtos de combustão e de admissão de ar comburente;
  - do rendimento útil.

# Classificação dos aparelhos a gás

| Classificação dos aparelhos a gás em função:                                     | Classificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Referência |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| a) do modo de evacuação dos produtos de combustão e de admissão do ar comburente | <p>Tipo A: aparelhos concebidos para não serem ligados a condutas ou dispositivos de evacuação dos produtos de combustão para o exterior do local de instalação.</p> <p>Tipo B: aparelhos concebidos para serem ligados a condutas de evacuação dos produtos de combustão para o exterior, sendo o ar comburente captado directamente no local de instalação.</p> <p>Tipo C: aparelhos concebidos de modo a que o circuito de combustão (admissão do ar comburente, câmara de combustão, permutador de calor e evacuação dos produtos de combustão) seja estanque relativamente ao local de instalação.</p> | CR 1749    |

# Classificação dos aparelhos a gás

| <b>Classificação dos aparelhos a gás em função:</b> | <b>Classificação</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Referência</b> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| b) do rendimento útil                               | <p>Classe de rendimento nº I:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- caldeiras “standard” ou de categoria A e outros aparelhos a gás.</li></ul> <p>Classe de rendimento nº II:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- caldeiras de alto rendimento ou de categoria B.</li><li>- caldeiras “standard” (Directiva 92/42 CEE)</li></ul> <p>Classe de rendimento nº III:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- caldeiras de condensação ou de categoria C.</li><li>- caldeiras de baixa temperatura e caldeiras de condensação. (Directiva 92/42 CEE)</li></ul> | Anexo I           |

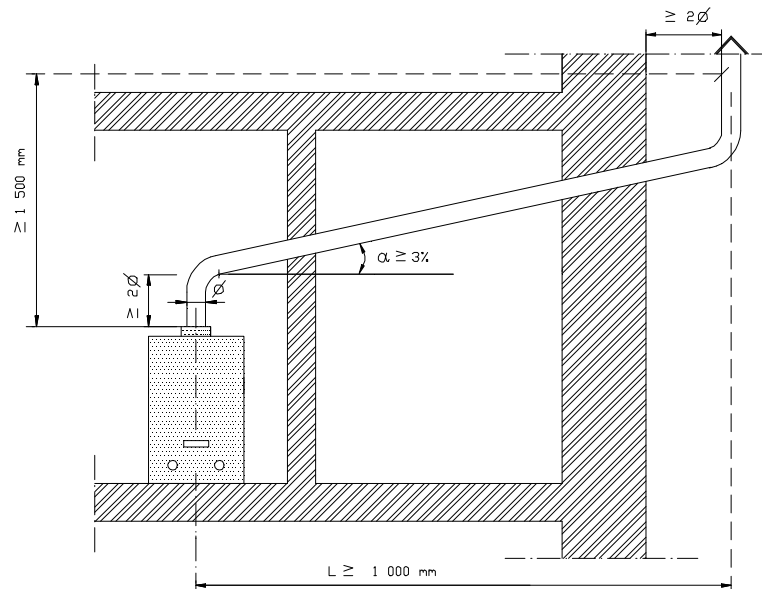
# Aparelhos do tipo A

- Estes aparelhos, não estando ligados a uma conduta de evacuação dos produtos de combustão, só podem ser instalados nas seguintes condições:
  - locais bem arejados, obedecendo ao disposto nesta norma relativamente a ventilação natural e
  - nas indicadas na NP 1037-2.

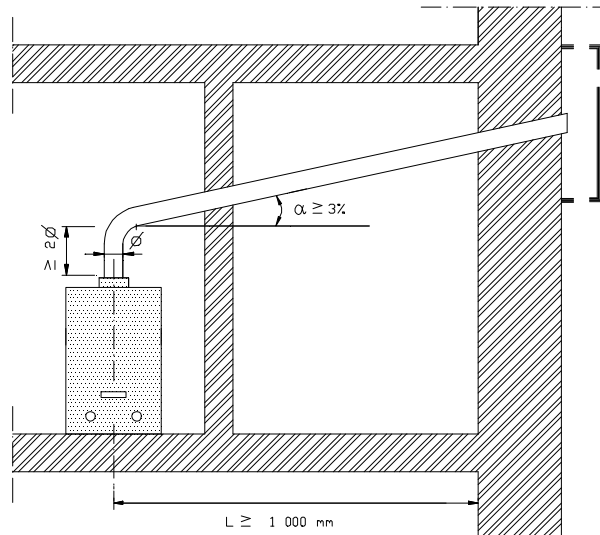
# Aparelhos do tipo B de tiragem natural

- Os aparelhos do tipo B devem ser ligados a condutas de evacuação dos produtos de combustão;
- só na falta destas, em edifícios antigos, será permitido que os aparelhos evacuem os produtos de combustão directamente no exterior, através da parede.

# Aparelhos do tipo B de tiragem natural

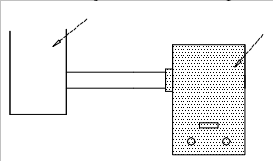
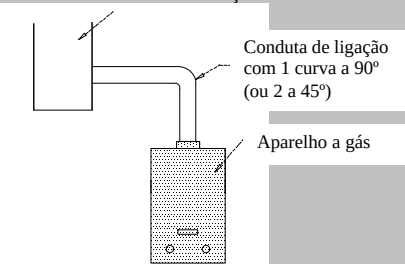
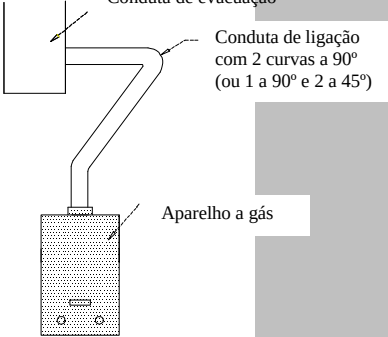


# Aparelhos do tipo B de tiragem natural



# Condutas de ligação

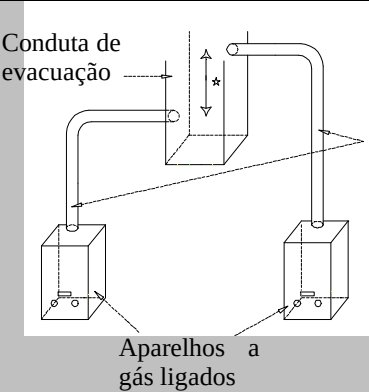
## Tipos de ligação

| Configuração de uma conduta de ligação do aparelho a gás à conduta de evacuação                                                                                                                           | Conduta de evacuação sem desvios | Conduta de evacuação com desvios |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <p>Conduta de evacuação</p> <p>Aparelho a gás</p>  <p>Conduta de ligação retilínea</p>                                  | Tipo I                           | Tipo II                          |
| <p>Conduta de evacuação</p> <p>Conduta de ligação com 1 curva a 90° (ou 2 a 45°)</p> <p>Aparelho a gás</p>              | Tipo II                          | Tipo III                         |
| <p>Conduta de evacuação</p> <p>Conduta de ligação com 2 curvas a 90° (ou 1 a 90° e 2 a 45°)</p> <p>Aparelho a gás</p>  | Tipo III                         | Tipo IV                          |



# Condutas de ligação

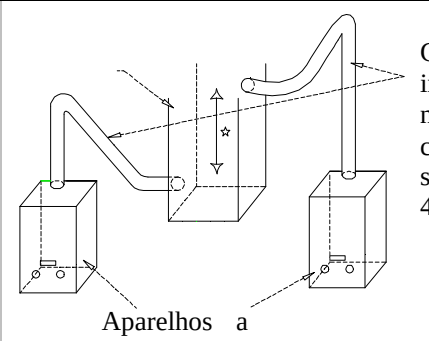
## ■ Tipos de ligação

| Configuração da conduta de ligação dos aparelhos a gás à conduta de evacuação                                                                                                                                                                                                                                                              | Conduta de evacuação sem desvios | Conduta de evacuação com desvios |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  <p>Conduta de evacuação</p> <p>Aparelhos a gás ligados</p> <p>Condutas de ligação independentes e simétricas com, no máximo, uma curva de 90° cada (ou duas curvas de 45°)</p> <p>* distância vertical entre os dois eixos <math>\geq 0,25</math> m</p> | Tipo A                           | Tipo C                           |

Conduta de  
evacuação

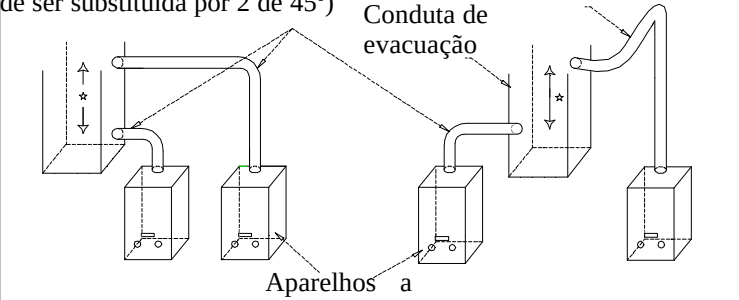
# Condutas de ligação

## Tipos de ligação

| Configuração da conduta de ligação dos aparelhos a gás à conduta de evacuação                                                                                                                                                                                                                                                                           | Conduta de evacuação sem desvios | Conduta de evacuação com desvios |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  <p>Condutas de ligação independentes e simétricas com, no máximo, duas curvas de 90° cada (uma curva de 90° pode ser substituída por duas curvas de 45°)</p> <p>Aparelhos a gás ligados</p> <p>* distância vertical entre os dois eixos <math>\geq 0,25</math> m</p> | Tipo B                           | Tipo D                           |

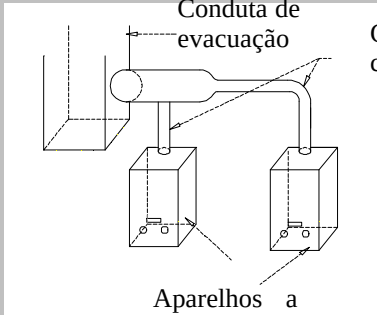
# Condutas de ligação

## ■ Tipos de ligação

| Configuração da conduta de ligação dos aparelhos a gás à conduta de evacuação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Conduta de evacuação sem desvios | Conduta de evacuação com desvios |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <p>Condutas de ligação independentes e assimétricas</p> <p>Conduta de ligação com, no máximo, 1 curva de 90° (1 de 90° pode ser substituída por 2 de 45°)</p> <p>Conduta de ligação com, no máximo, 2 curvas de 90° (1 de 90° pode ser substituída por 2 de 45°)</p> <p>Conduta de evacuação</p>  <p>Aparelhos a gás ligados</p> <p>* distância vertical entre os dois eixos <math>\geq 0,25</math> m</p> | Tipo B                           | Tipo D                           |

# Condutas de ligação

## ■ Tipos de ligação

| Configuração da conduta de ligação dos aparelhos a gás à conduta de evacuação                                                                                                                             | Conduta de evacuação sem desvios | Conduta de evacuação com desvios |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  <p>Conduta de evacuação</p> <p>Condutas de ligação assimétricas com um trecho comum</p> <p>Aparelhos a gás ligados</p> | Tipo B                           | Tipo D                           |

# Condutas de ligação

## ■ Natureza

- As condutas de ligação devem ser de
  - alumínio,
  - aço inoxidável,
  - aço esmaltado vitrificado ou
  - aço galvanizado.
- Se existirem junções, estas devem apresentar as mesmas qualidades de durabilidade.

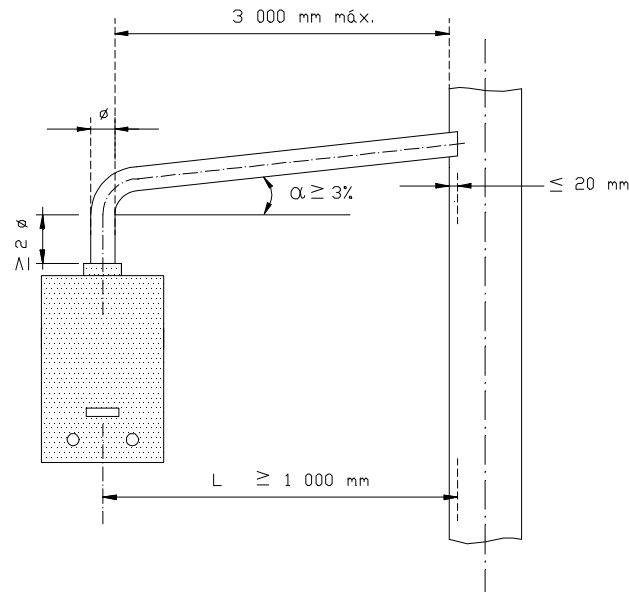
# Condutas de ligação

## ■ Natureza

- Contudo, as condutas de ligação acessíveis podem ser de aço galvanizado a quente, se não existir o risco de condensação.

# Conduatas de ligação

## ■ Traçado



# Conduatas de ligação

## ■ Traçado

