

FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

VENTILAÇÃO DE COZINHAS DOMÉSTICAS E INDUSTRIAIS

1. Normativa

Em primeiro lugar é preciso observar se a cozinha tem que cumprir com a NBE-CPI 96 (Norma Básica de Edificação, Condições de Protecção Contra Incêndios), no que respeita à possível utilização de exaustores capazes de suportar temperaturas de 450°C durante 90 minutos.

Conforme dita norma, os exaustores e a sua ligação eléctrica em todas as instalações de Uso Docente, em cozinhas com uma superfície maior a 20 m², em Uso Hospitalar, ou de mais de 50 m² para todo o tipo de instalações, devem garantir o seu funcionamento durante 90 minutos, pelo menos, evacuando fumos a uma temperatura de 450°C.

Além disso, na mesma NBE-CPI 96 é especificado que o sistema de evacuação dos fumos será independente de toda extracção ou ventilação e exclusivo para cada local de cozinha. A campânula, as condutas e os filtros estarão fabricados com materiais M0 (não inflamáveis).

Por outro lado, na Espanha existe a norma UNE 100-165-92, de aplicação em cozinhas de tipo comercial, que estabelece uma série de pontos dos quais salientamos os seguintes:

O bordo da campânula estará a 2 m sobre o nível do solo (salvando justo a cabeça do cozinheiro) e sobressairá 0,15 m pelos seus lados acessíveis da planta de cocção.

Os filtros metálicos de retenção de gorduras e óleos terão uma eficácia mínima de 90% em peso. Estarão inclinados de 45° a 60° sobre a horizontal e a velocidade de passagem do ar será de 0,8 a 1,2 m/s com perdas de carga de 10/40 Pa a filtro limpo/sujo.

Os filtros estarão 1,2 m por cima de fogos abertos e mais de 0,5 m de outros focos de calor.

A ventilação geral da cozinha deve ser de 10 l/sm².

A depressão da cozinha respeito aos locais adjacentes não deve ser superior a 5 Pa.

A temperatura do ar exterior a introduzir nas cozinhas não deve ser inferior a 14°C no Inverno e superior a 28°C no Verão.

Outros aspectos da norma contemplam materiais e o desenho de condutas de descarga e a necessária facilidade de inspecção e manutenção.

1.1 Cálculo prático do fluxo

A norma UNE citada anteriormente fornece umas fórmulas para proceder ao cálculo do fluxo necessário para uma correcta evacuação dos fumos e vapores gerados.

Entretanto, de forma genérica são utilizadas as fórmulas indicadas na Fig. 1a para campânulas apoiadas à parede com três lados abertos; e na Fig. 1b para campânulas do tipo ilha, com quatro lados abertos. Para campânulas com apenas um lado aberto, ou frontal, pode ser utilizada a fórmula de fluxo mínimo, Q mín:

$$Q = 1000 L \times H$$

Em qualquer caso o fluxo não será inferior a uma velocidade de passagem de 0.25 m/s na superfície tendida entre o bordo da campânula e o plano de cocção em todo o seu perímetro aberto.

1.2 Filtros

Os filtros, que actuam também como painéis de condensação de vapores, deverão ser preferivelmente metálicos, compostos de várias camadas de malhas com densidades crescentes para reter melhor as gorduras em suspensão.

A superfície total deve ser calculada:

$$S \text{ [m}^2\text{]} = \frac{Q}{4.000}$$

(Resultando velocidade de ar de aprox. 1 m/s) sendo conveniente distribuí-la entre dois ou mais painéis, facilmente extraíveis e de dimensões aptas para ser colocados em lava-louças domésticos e submetidas a uma lavagem cómoda com água quente e detergentes normais de cozinha.

O bordo inferior dos filtros deve entrar num colector de condensações e líquidos gordurosos, que possa ser facilmente esvaziado ou ser conduzido a um depósito adequado. A norma diz que este depósito não deve ser superior a 3 litros de capacidade.

1.3 Cozinhas industriais

As cozinhas industriais de restaurantes, hotéis, hospitais, fábricas, etc. movem grandes massas de ar para poder controlar os poluentes e por isso tem muita maior importância o seu desenho e cálculo.

Se as considerarmos simples, isto é, que o seu fluxo seja tomado do interior da cozinha e expulso ao exterior, prescindindo da poupança de energia de aquecimento, uso frequente em países de clima benigno com operações a janelas abertas, o cálculo, conforme as dimensões indicadas nos desenhos, contém-se em cada tipo da Fig. 1.

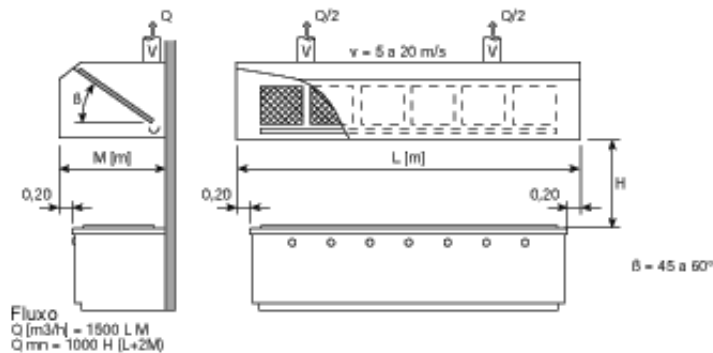
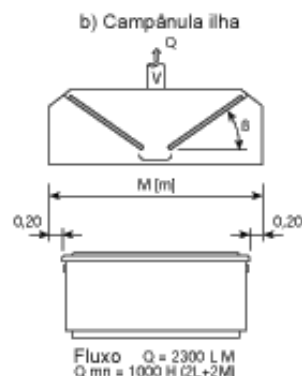


Fig. 1a. Campânulas apoiadas



As possíveis campânulas de recirculação, para aplicações industriais, devem ser desaconselhadas de forma absoluta.

As campânulas de cozinhas industriais de lugares com épocas inverniais frias devem ser desenhadas sempre com fornecimento de ar primário exterior em impedimento de dissipar grandes quantidades de ar condicionado.

Por outra parte resultam também intoleráveis as correntes de ar frio que incidem pelas costas dos cozinheiros ocupados no seu trabalho debaixo das campânulas.

Um esquema muito corrente de campânula com fornecimento de ar primário exterior é o da Fig. 2.

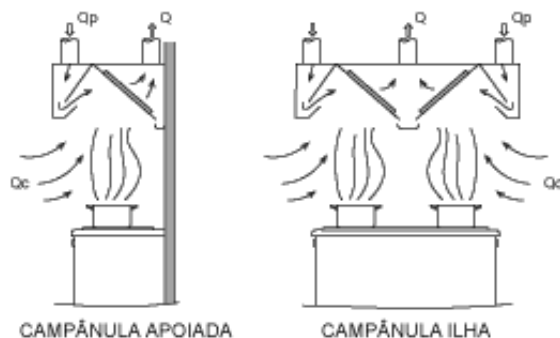


Fig. 2. Campânulas

O fluxo de ar primário Q_p pode ser regulado através de comportas accionáveis manualmente, permitindo em qualquer momento decidir a proporção idónea da mistura a extrair. Existem muitas variantes de campânulas no mercado que resolvem o problema de forma original, muitas vezes protegida por patentes.

Em grandes cozinhas todo o tecto do local está tratado como se for uma campânula de extracção contínua.

Combinam as entradas de ar primário com os fluxos de extracção, o controlo das condensações e líquidos gordurosos e os pontos de iluminação.

São sistemas de extracção que permitem cozinhar em qualquer ponto do local e repartir os fogões, as fritadeiras, os fornos, etc. sem ter em conta a sua localização mais que pela logística do trabalho e não por situar os cozinhados debaixo das áreas de extracção, já que todo o tecto é aspiração.

O desenho da Fig. 3 ilustra um sistema deste tipo.

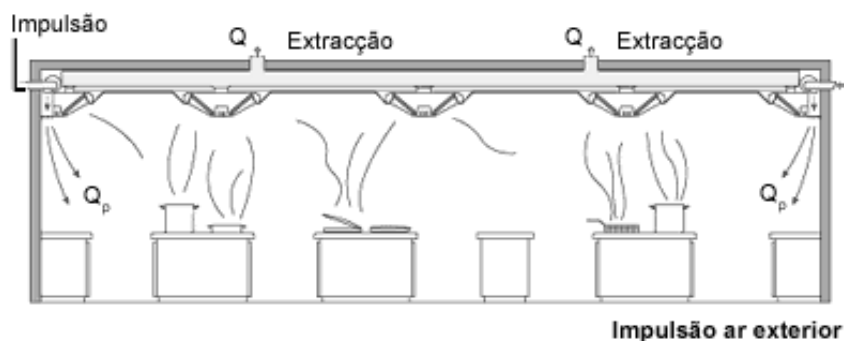


Fig. 3. Sistemas de extracção do ar

FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

VENTILAÇÃO DE PARQUES DE ESTACIONAMENTO II

5. Sistemas de ventilação

6. Descargas de ar

7. Níveis sonoros

5. Sistemas de ventilação

Três são os sistemas possíveis para a adequada ventilação de um parque de estacionamento:

- 5.1 Por injeção.
- 5.2 Por extracção.
- 5.3 Sistema misto (impulsão e extracção).

Seja qual for o sistema utilizado, e para dar correcto cumprimento das normativas expostas na anterior folha, será necessário distribuir o fluxo de ventilação, como mínimo, entre duas unidades ou sistemas de ventilação (REBT).

5.1 Ventilação por injeção

A sua principal vantagem vem do facto de que o ar de afluência chega directamente do exterior.

Todo o recinto fica em sobrepressão e o ar viciado é obrigado a sair pelas rampas de acesso ao parque de estacionamento, o que pode provocar, em caso de percursos de excessivo comprimento, uma elevada concentração de CO, que sairá precisamente pelas zonas de acesso ao parque de estacionamento e em nível da mesma rua.

Por outro lado, a NBE-CPI 96 solicita a "evacuação" do fumo, o que descartaria automaticamente este sistema.

5.2 Ventilação por extracção

Este sistema, que é o mais utilizado, tem a vantagem de poder controlar a descarga, através de condutas, até o lugar apropriado conforme as normativas vigentes (especialmente com os Regulamentos Municipais de cada localidade nos que habitualmente estão especificados os critérios que têm que cumprir as chaminés de descarga de ar viciado).

Dentro do possível é aconselhável prever outras entradas de ar, se possível, independentes da própria rampa de acesso, pois ali produzem-se escapes de gases dos veículos que entram e saem com retenções e acelerações altamente produtivas de CO.

Uma vantagem deste sistema é o facto de que permite usar condutas de menor secção.

Assim, por exemplo, em caso de que para a ventilação de um parque de estacionamento forem requeridos 10.000 m³/h (para cumprir as necessidades de fluxo indicadas pelo REBT ou pela NBE-CPI 96, e distribuindo o fluxo entre dois sistemas de extracção, cada um dos sistemas deveria extrair apenas um fluxo de 5.000 m³/h

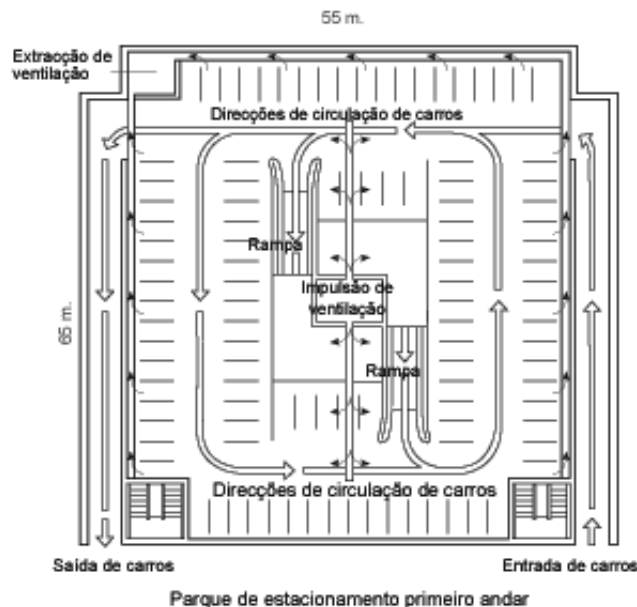


Fig. 1. Exemplo de aplicação

Mas, logicamente, cada um dos exaustores terá que resistir a uma temperatura de 400°C durante 90 minutos, para suportar uma possível evacuação dos fumos que se produzem em caso de incêndio.

5.3 Sistema misto (impulsão e extracção)

Este sistema permite uma óptima distribuição de ar pelo interior do parque de estacionamento, ao permitir, chegar a todos os cantos.

Como inconveniente o facto de que os sistemas de ventilação estarão a trabalhar em série, por isso, utilizando o mesmo caso anterior, o sistema de impulsão deveria injectar 10.000 m³/h de ar fresco, e o sistema de extracção extrair a mesma quantidade de ar (em algumas zonas é introduzida, no primeiro andar, uma quantidade de ar superior ao extraído, com o propósito de provocar a saída de ar pela rampa, onde se produz a maior emanção de CO).

O sistema de impulsão transportará ar fresco do exterior e portanto será utilizado um ventilador normal; enquanto o de extracção é susceptível de evacuar fumo em caso de incêndio, e portanto suportará temperaturas de 400°C durante 90 minutos

5.3.1 Entradas de ar

As bocas de captação do ar exterior devem estar longe do solo de jardins ou florestas para não captar folhas ou pólen; separadas de letreiros luminosos pela sua atracção de insectos; longe de descargas de ar para não recircular emissões viciadas, e nunca no solo porque podem ser obturadas por objectos ou refugos.



6. Descargas de ar

Embora as normativas gerais de obrigado cumprimento não dão orientações de como deve ser efectuada a descarga de ar viciado, sim que se contemplam em multidão de Regulamentos Municipais este critério, estando indicado, na maioria delas que a descarga será efectuada de forma vertical a 2.5 m do solo se desembocarem em lugares de uso ou acesso ao público

Devendo estar protegidas horizontalmente num raio da mesma dimensão; ou ultrapassando um metro a altura máxima dos edifícios adjacentes, ficando sempre a mais de 10 m de qualquer abertura.



7. Níveis sonoros

A norma UNE específica que o nível sonoro produzido pelo sistema de ventilação no interior de um parque de estacionamento não poderá ser superior aos 55 dB (A).

Conforme o nível sonoro do tipo de exaustores utilizados (determinados pelas próprias características da instalação), do ponto de descarga e o nível sonoro máximo admissível, deverá ser tida em conta a aplicação de medidas correctoras (silenciadores).

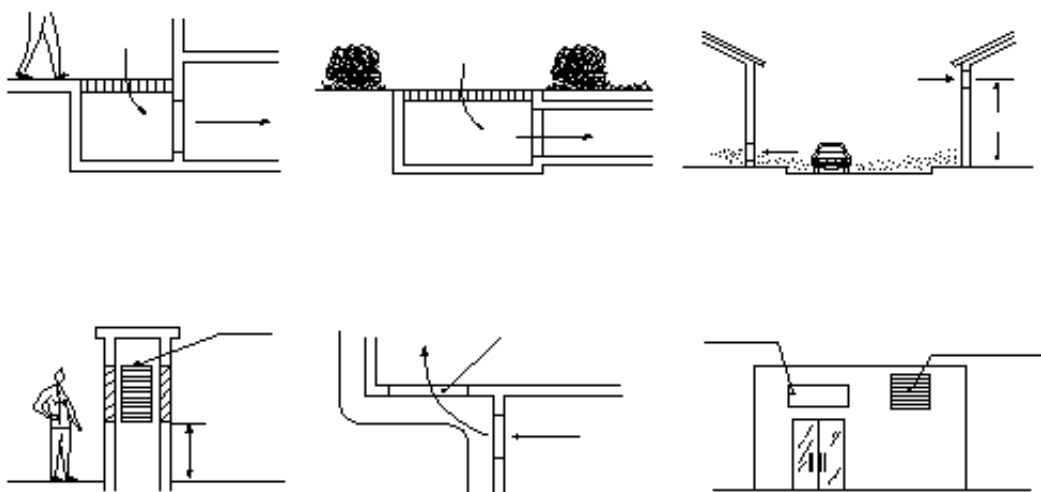


Fig. 2. Entrada de ar a parques de estacionamento



FICHAS TÉCNICAS

CASOS DE APLICAÇÃO

REFRIGERAÇÃO E HUMIDIFICAÇÃO



1. Introdução
2. Dispositivos para a refrigeração do ar

1. Introdução

Se observamos temperaturas secas e húmidas dos termómetros de um Psicrómetro, Fig. 2, veremos que normalmente, uma delas, a do termómetro húmido, é inferior à temperatura ambiente que indica o termómetro seco.

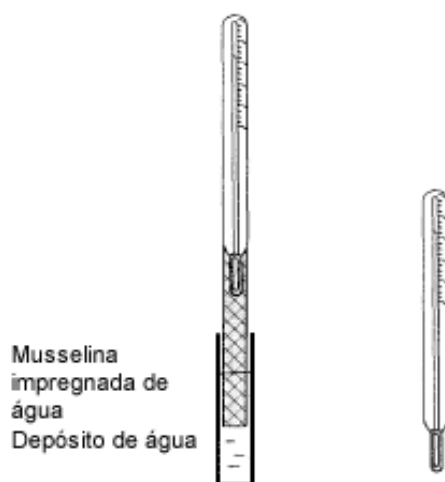


Fig. 1. Termómetro de bulbo húmido e termómetro seco

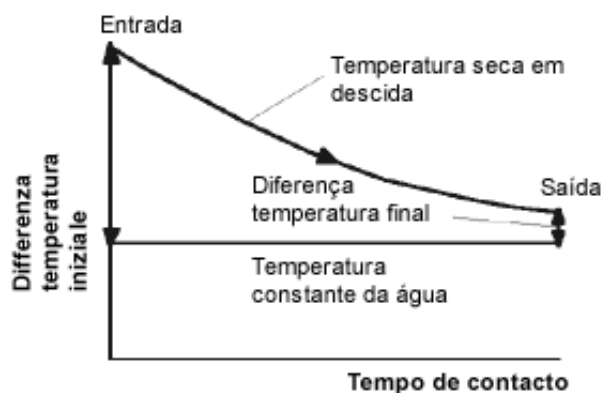


Fig. 2. Comparação dos termómetros

Este fenómeno indica-nos que, teoricamente, se o ar entrar em contacto com um corpo impregnado de água, podemos conseguir diminuir a sua temperatura até a indicada pelo termómetro húmido. Este processo é o mesmo que mantém fresca a temperatura da água de uma bilha, e também o que é utilizada para refrigerar os quartos nalguns países quentes mediante esteiras humedecidas colocadas nas janelas sobre as que sopra o vento. Neste caso, ao mesmo tempo que diminui a temperatura do ar, aumenta também a humidade relativa do mesmo.

DIFERENÇAS PSICOMÉTRICAS												
Termô- metro seco	Diferença entre o termômetro seco e o húmido											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
1	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
2	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
3	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
4	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
5	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
6	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
7	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
8	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
9	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
10	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
11	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
12	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
13	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
14	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
15	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
16	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
17	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
18	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
19	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
20	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
21	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
22	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
23	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
24	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
25	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
26	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
27	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
28	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
29	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
30	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
31	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
32	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
33	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
34	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
35	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
36	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
37	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
38	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
39	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
40	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
41	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
42	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
43	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
44	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
45	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
46	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
47	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
48	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
49	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
50	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0

INSTRUÇÕES

Encher de água o tubo de vidro que há entre os dois termómetros.

A diferença dos dois termómetros indicará a % de humidade do ar.

EXEMPLO: o termómetro seco indica 16° e o húmido 13° sendo 3° de diferença o que corresponde a 71% de humidade.

O aparelho não deve ser exposto ao sol.

Tabela 1. Diferença psicométricas

Uma explicação elementar deste fenómeno reside no facto de que, para evaporar a água necessária para saturar o ar de humidade, é imprescindível fornecer o calor de evaporação para conseguir transformá-la em vapor de água e este calor apenas pode ser proporcionado pelo mesmo ar, com o que diminui a sua temperatura. Uma explicação mais completa deste processo foi dada na **Folha Técnica: A água**. A psicometria.

Para concretizar mais e expor a solução de processos de refrigeração e humidificação, notemos na Fig. 4 que, no diagrama psicométrico, foram assinalados dois pontos, o A e B, que correspondem a dois estados determinados do ar:

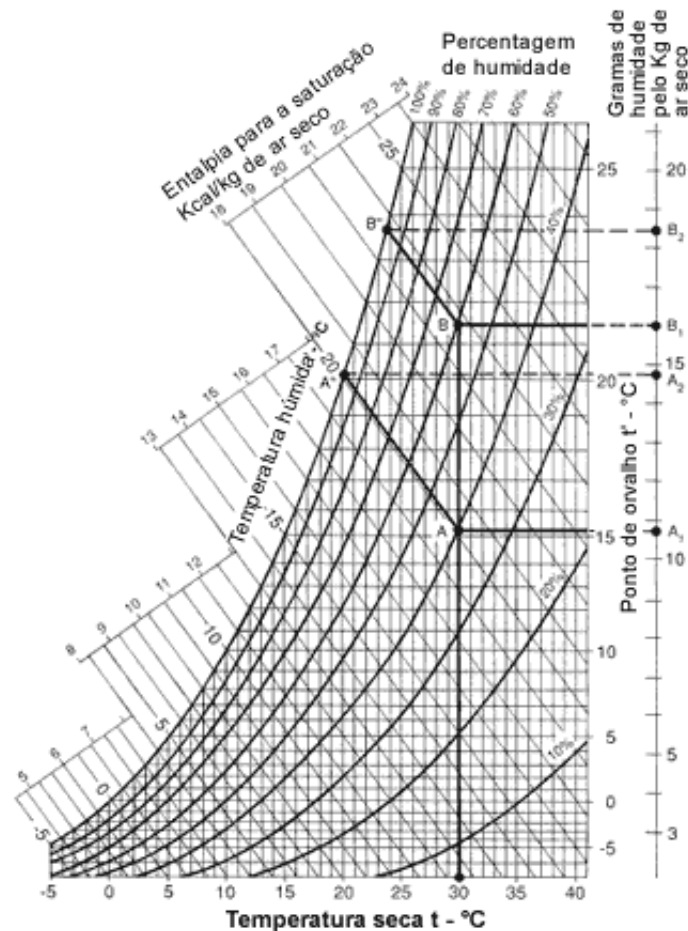


Fig. 4. Diagrama psicrométrico

Legenda:

O ponto A representa ar a 30 °C e 40 % de humidade que ao saturar-se a 100 %, ponto A'', desce a sua temperatura a 20 °C. O conteúdo de água de 10,7 gramas por quilograma de ar seco passa a conter 14,7 gramas de água pelo mesmo peso.

- O ponto A representa ar com uma temperatura seca de 30 °C e uma humidade relativa de 40%.
- O ponto B representa ar com uma temperatura seca também de 30 °C e uma humidade relativa de 60%.

No caso de dispor de ar como o definido pelo ponto A, se o pusermos em contacto íntimo com água aquele arrefecer-se-á seguindo o processo marcado pela linha A-A'', de tal maneira que quando for alcançado o ponto A'' a temperatura do ar terá descido até 20 °C e a sua humidade relativa será de 100%. Assim a humidade absoluta terá aumentado de 10,7 gr/kg (ponto A₁) a 14,7 gr/kg (ponto A₂). Isto é, cada kg de ar ao mesmo tempo que desce a sua temperatura em 10 °C absorve 4 gr de água.

Se o ar considerado é o definido pelo ponto B e, ao igual ao caso anterior, pomo-lo em contacto íntimo com água, arrefecer-se-á seguindo o processo marcado pela linha BB'' descendo a sua temperatura a 24 °C e alcançando a sua humidade relativa também de 100%. A humidade absoluta terá aumentado de 16 gr/kg (ponto B₁) a 18,4 gr/kg (ponto B₂). Isto é, cada kg de ar, ao mesmo tempo que diminui a sua temperatura em 6 °C, absorve 2,4 gr de água.

Nos dois exemplos anteriores vemos que a diminuição da temperatura é obtida com prejuízo de um aumento da humidade do ar e que o efeito refrigerador deste tipo de processo é tão mais acusado quanto mais seco for o clima. Outra característica a ter em conta é que, devido ao aumento de humidade do ar, a capacidade de dissipação de calor do corpo humano, produzido principalmente graças à transpiração, diminui.



2. Dispositivos para a refrigeração do ar

A eficácia de um sistema de refrigeração por evaporação de água depende:

- Da superfície de contacto entre o ar e a água.
- Da velocidade relativa entre o ar e a água durante o tempo de contacto.
- Do tempo durante o que o ar está em contacto com a água.
- Da diferença entre a temperatura húmida do ar e a temperatura da água empregada para o processo.

Os dispositivos desenhados tendem a otimizar as anteriores condições conseguindo rendimentos entre 95% e 60% da diferença entre a temperatura seca e húmida do psicrómetro.

Além dos sistemas mais ou menos sofisticados desenhados para este fim, a refrigeração do ar pode ser efectuada mediante dispositivos simples como os representados nas Figs. 5 e 6. O rendimento que podemos esperar do mostrado na Fig. 6 é da ordem de 60% da diferença entre as temperaturas seca e húmida.

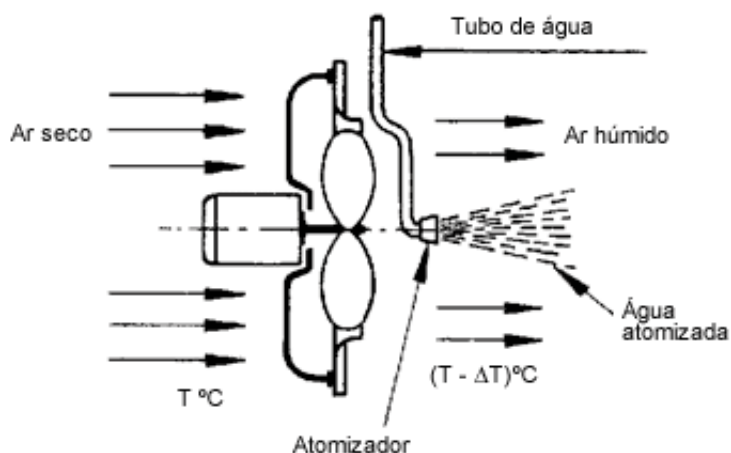


Fig. 5. Sistema de Refrigeração de ar

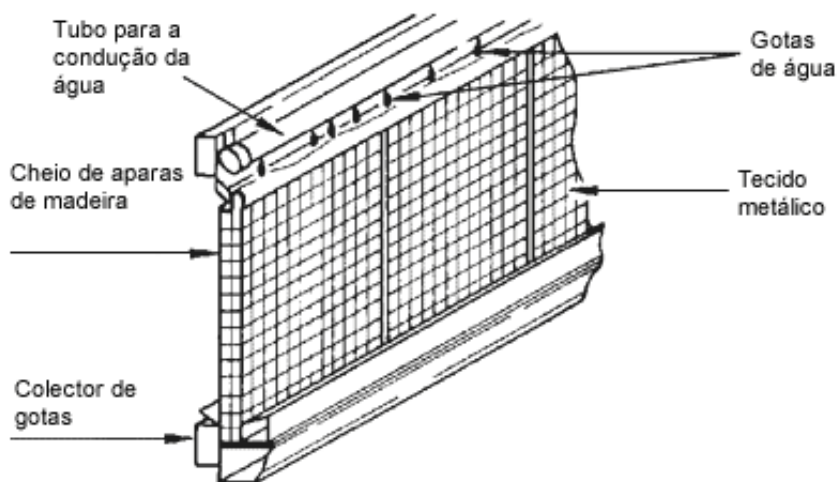


Fig. 6. Sistema de Refrigeração de ar

Os sistemas de arrefecimento de ar por evaporação podem ser classificados em directos ou indirectos. Nos primeiros há um contacto do ar com a água quer fazendo passar a corrente de ar através de painéis húmidos, Fig. 6, quer pulverizando água dentro do jacto de ar de entrada, Fig. 5. Os sistemas indirectos têm lugar através de um permutador de calor, mas não vamos tratar dos mesmos nesta Folha Técnica.

A gráfica da Fig. 3 ilustra as mudanças termodinâmicas que acontecem entre o ar e a água em um sistema directo. A água recirculada que humedece os painéis atinge uma temperatura de

equilíbrio igual à temperatura húmida do ar de entrada. O calor e a massa que transfere entre o ar e a água baixa a temperatura seca do ar e aumenta a humidade a uma temperatura húmida constante.

O rendimento do sistema está expresso pela fórmula:

$$R = 100 \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t'}$$

- t_1 = Temp. seca do ar entrada
- t_2 = Temp. seca do ar saída
- t' = Temp. húmida ar entrada

Para instalações de refrigeração de grandes edificações como estufas agrícolas ou quintas de animais habitualmente são dispostas em toda uma parte lateral do mesmo ou do tecto uns painéis porosos de fibra de celulose orvalhados com água pela sua parte alta em toda o seu comprimento. A água restante cai por gravidade e é recolhimento por um canal inferior para ser recirculada. Os ventiladores são colocados na parede oposta extraíndo ar do local deixando-o em depressão, o que força a entrar o ar do exterior através dos painéis húmidos.

No mercado existem equipamentos compactos que numa mesma caixa alojam um ventilador, um painel húmido e o equipamento hidráulico necessárias para bombear a água, conduzi-la e regar o painel. É o caso da Fig. 7 que vão do modelo sobremesa de 350 m³/h, passando pelo modelo de janela até 7.000 m³/h para acabar no de ligação a condutas até 30.000 m³/h. A velocidade do ar através do painel vai dos 0,5 a 1,5 m/s.

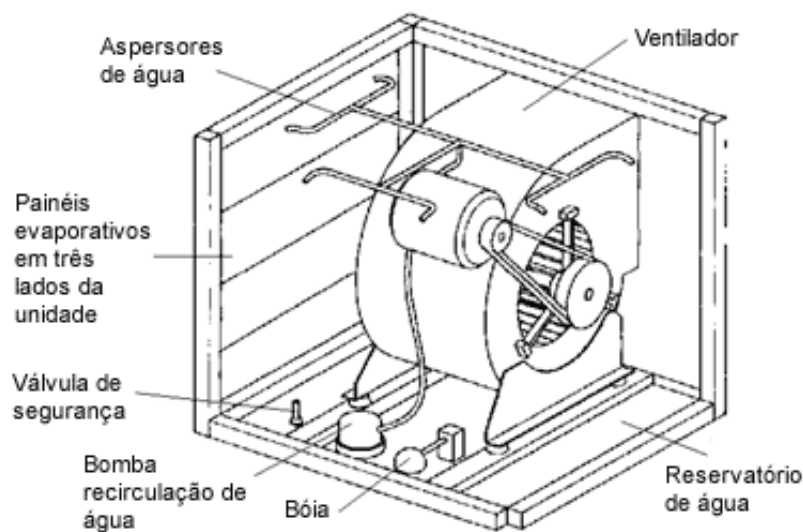


Fig. 7. Equipamento evaporativo completo

Outro modelo é de orvalho por aspersão Fig. 8 dentro da caixa onde é projectada água por uns pulverizadores contra o painel evaporativo. É para grandes fluxos que alcançam os 60.000 m³/h com velocidades de ar de 3 m/s.

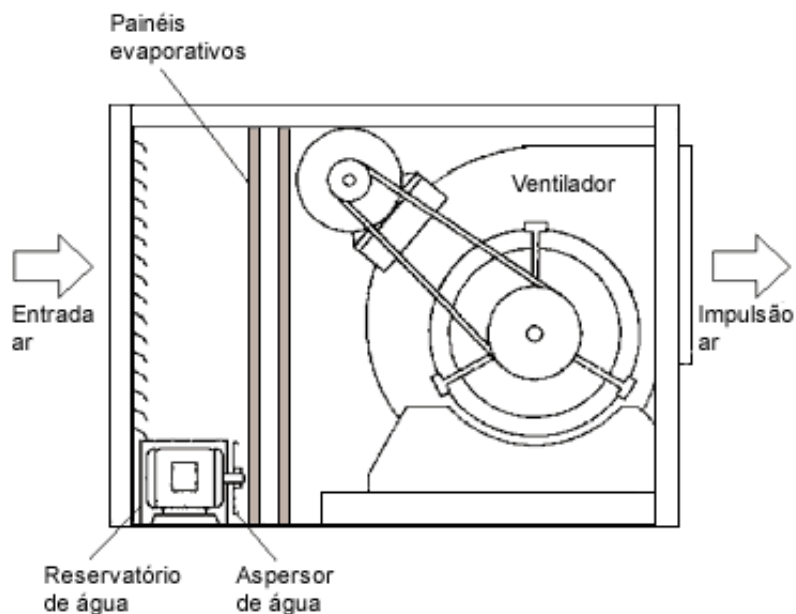


Fig. 8. Equipamento evaporativo com aspersores de água

E finalmente existe o de painel rotatório Fig. 9 que dispõe o painel em forma de tambor giratório com uma parte do mesmo submerso num reservatório de água de que emerge impregnado para apresentar a sua massa à corrente de ar do ventilador. É fabricado para fluxos de até 20.000 m³/h e velocidades de 3 m/s.

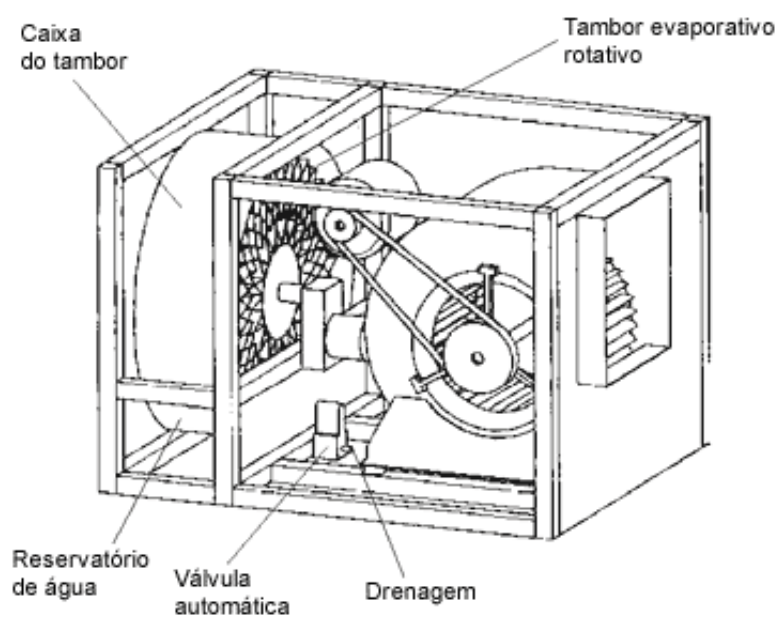


Fig. 9. Equipamento evaporativo com tambor rotativo



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

VENTILAÇÃO DE QUINTAS INDUSTRIAIS I

1. Introdução
2. Ventilação das quintas
3. Sistemas de ventilação

1. Introdução

O gado moderno, há bastante tempo, foi orientado para uma intensificação da produção, o que originou a criação de unidades de exploração cada vez maiores e importantes. Este objectivo, que implica a necessidade de uma boa produtividade da mão-de-obra e a licença para efectuar a criação em recintos fechados com uma grande densidade de animais onde foram alteradas as condições de vida naturais. A exploração destas unidades de produção de proteínas animais puseram em evidência a importância de poder controlar o clima interno do local destinado à criação, devido à influência que tem sobre o crescimento e a saúde dos animais.

Da importância do controlo ambiental, no caso de porcinos, pode dar-nos uma ideia a Tabela 1 que nos mostra a influência da temperatura e da humidade do ar sobre o aumento de peso e a utilização do alimento pelo gado suíno.

Temperatura °C	Humidade relativa % do ar	Aumento de peso gramas/dia	Índice de consumo
24	90	700	3,6
23	50	780	3,4
15	70	780	3,4
8	70	710	3,7
3	70	630	4,3

Tabela 1. Gado suíno

Os principais parâmetros que devem ser controlados para obter um ambiente adequado numa exploração pecuária são:

- A Temperatura
- A Humidade Relativa do Ar
- A Qualidade do Ar
- La Velocità dell'Aria
- A Velocidade do Ar

No entanto, estes parâmetros são diferentes para cada espécie de animais e, dentro de cada uma delas, as condições óptimas variam conforme os animais sejam eles jovens ou adultos, estando intimamente relacionados uns com os outros pelo que deve ser tida em conta esta interdependência, como podemos ver nas Tabelas 3 e 4.

1.1 A Temperatura

É considerado o parâmetro mais importante para o sucesso de uma exploração pecuária. Uma temperatura muito baixa obriga o animal a utilizar uma parte das suas reservas

energéticas para lutar contra o frio, por isso uma porção do alimento ingerido é utilizado para manter a sua temperatura interna em vez de aumentar o seu peso, crescendo assim o seu índice de consumo. Se a temperatura é muito elevada o animal esforça-se em reduzir a sua própria produção de calor comendo menos. Esta luta para manter a temperatura traduz-se numa baixa produção de carne.

1.2 A Humidade Relativa do Ar

Está relacionada com a temperatura ambiente. Os valores ideais estão entre 60 e 80%. Acima de 80% a humidade relativa é prejudicial tanto para os animais como para o edifício e as suas instalações.

1.3 A Qualidade do Ar

Os conteúdos máximos em volume de gases devem ser:

- Anidrido carbónico $\leq 3,5 \text{ ‰}$
- Amónia $\leq 0,1 \text{ ‰}$
- Ácido sulfídrico $\leq 0,02 \text{ ‰}$

1.4 A Velocidade do Ar

É uma consequência do fluxo de ar necessário para a ventilação da expressão. A velocidade do ar também está relacionada com a temperatura no recinto; assim, para temperaturas baixas, uma velocidade de mais de 0,5 m/s causa uma sensação de frio desagradável.

Do acima referido vemos que a renovação do ar não poderá ser efectuada satisfatoriamente se o local não tiver um volume suficiente ou, o que é o mesmo, a superfície ocupada por cada animal deverá ser superior a um valor determinado.

Na Tabela 2 mostramos as velocidades de ar recomendadas para as várias espécies, bem como o espaço necessário para o seu alojamento

ESPÉCIE		ESPAÇO		VELOCIDADE DO AR m/s	
		m ²	Nº Animais	INVERNO	VERÃO
AVÍCOLA	Poedeiras (sobre tecido metálico)	9	100	0'15	0'3
	Frangos de carne	6	100	0'1	0'2
CUNÍCOLA	Coelhos jovens	5 ÷ 7	100		
	Coelhos jovens em recriação	20 ÷ 25	100	0'15	0'25
	Fêmea com as suas crias	40 ÷ 50	100		
SUÍNO	Maternidade (porca + ninhada)	7 ÷ 7'5	1	0'05	0'1
	Leitões			0'15	0'2
	Engorda 25 kg.	0'3 ÷ 0'55	1	<0'2	<1'5
	Engorda 110 kg.			<0'5	<4'5
BOVINO	Jovens	2'5 ÷ 6'5	1	(T < 5 °C) 0'1 (T < 10 °C) 0'2	
	Adultos			(T < 5 °C) 0'2	
OVINO	Gado ovino			Máx. < 0'2	

Tabela 2. Espaço e velocidade de ar recomendados

1.5 Iluminação

Experimentalmente foi demonstrado que a iluminação é um dos factores principais das variações sazonais de muitas funções fisiológicas.

Sem querer aprofundar na influência deste factor, já que não dispomos de dados sobre gado suíno e ovino, é interessante expor que, conforme algumas investigações, no caso das galinhas poedeiras, se estas nascerem nos meses com dias mais longos (Junho e Julho) e que estão submetidas a fotoperíodos decrescentes, embora comecem a pôr mais tardiamente, os seus ovos são maiores e mais numerosos num período dado.

Outras investigações realizadas com vacas leiteiras demonstraram que, se forem submetidas a uma alternativa de luz e escuridão determinados, aumenta, de uma maneira notável, a sua produção leiteira



2. Ventilação das quintas

Nos recintos em que são alojados os animais produz-se a emissão de um conjunto de gases como anidrido carbónico, gases amoniacais e sulfídricos, além de vapor de água, que são prejudiciais para um bom estado de saúde dos animais, bem como para a conservação dos aparelhos e dos edifícios.

Para manter umas condições ambientais óptimas é necessário extrair estes gases para não ultrapassar os níveis assinalados, substituindo-os por ar novo. Este fornecimento de ar novo também servirá, no Verão, para eliminar o excesso de calor que pode ser prejudicial tanto para a saúde dos animais como para a rentabilidade da exploração.

Deveremos distinguir entre:

- **Ventilação no Inverno**

em que, devido à necessidade de limitar as despesas de aquecimento, a ventilação

deve ser mantida ao mínimo para assegurar as condições de salubridade da exploração.

■ Ventilação no Verão

em que, para evacuar o excesso de calor, deverão ser extraídas quantidades de ar importantes evitando, no entanto, as correntes de ar prejudiciais para os animais.

Nas Tabelas 3 e 4 foram recolhidas as necessidades de ar novo para as várias espécies animais.

TIPO DE ANIMAL	Zonas de temperaturas óptimas com ar calmo	Produção de calor sensível em W/por animal		Desprendimento de vapor de água em g/hpor animal	Fluxo de ventilação de sejável em m3/h	
					Inverno	Verão
Vaca leiteira	-10 a +30 °C	780		680	por animal	
					120-160	400-800
Vaca	8 a 16 °C (1 ^{as} semanas)	50 kg	120	120	por 100 kg de peso vivo	
	8 a 16 °C (1 ^{as} semanas)	150 kg	250	230	40-60	100-120
Novilho	-10 a +25 °C	300 kg 400 kg	350 380	300		
Ovelha + Cordeiro Ovelha gestante	8 a +20 °C -7 a +20 °C	85-90/Ovelha 40-50/Cordeiro de 25 kg		60 30	100	300-400
Leitão						
Recém-nascido	30 a 40 °C		3'8	12	40-60	100-120
Cria	21 a 28 °C	10 kg	25	35		
Desmamado 4 semanas	20 a 25 °C	20 kg	50	60		
Porco final de engorda	15 a 25 °C	90 kg	125	150		
Porca gestante	12 a 20 °C	150 kg	220	180		
Coelho jovem (menos de 8 dias)	30 a 32 °C				por kg de peso vivo	
Coelho engorda ou adulto	12 a 25 °C	2 kg 3 kg	6'2 9'3	4'6 7'2	-	2 - 3
Galinha poedeira	6 a 24 °C	1'8 kg	9'2	3'3	1'5	6 - 9
		2'3 kg	11	3'9		
Frango						
pinto	35 °C	0'04 kg	0'35	0'21	0'7	3 - 5
+ de 4 semanas	13 a 20 °C	0'45 kg	4'3	1'5		
		1'22 kg	7	2'5		

Tabela 3. Necessidades de ar novo

ESPÉCIES	IDADE EM SEMANAS	TEMPERATUR A AMBIENTE °C	HUMIDADE RELATIVA EM %	VENTILAÇÃO EM m ³ /h	ILUMINAÇÃO	
					DURAÇÃO	INTENSIDADE/m ²
Pombo	Produção de carne	12-16	60-70%	2 a 3 m ³ /h/kg de peso vivo	13-15 h	2 a 3 W
	Reprodutor	12-16	60-70%	2 a 3 m ³ /h/kg de peso vivo	13-15 h	2 a 3 W
Oca	1	20				
	2	17				
	3	17				
	4	15				
	5	15				
	6	15				
	7	15				
	8	15				
	riproduttore				plano de iluminação	
	durante l'ingrasso	15-16	70-80%			
Pato	1	18	75-70%			4 W
	2	18	70%			4 W
	3	17	70%			3'5 W
	4	17-16	70-68%			3'5 W
	5	16	70-68%			3 W
	6	15	70-68%			2'5 W
	7	15	70-68%			2'5 W
	8	15	70-68%			2'5 W
	9 a 16	15	70-68%			2'5 W

Pintada	reprodutor		70-68%		plano de iluminação		
	1	30	70%		24 h		
	2	25	70-68%		14 a 15 h	4 W	
	3	19	68-65%		além de uma	4 W	
	4	18	65-55%	5 m³/h/kg	lamparina	3 W	
	5	18	65-55%	de peso vivo	durante o	3 W	
	6	18	65-55%	e por hora	período de	3 W	
	7	18	65-55%		obscuridade	3 W	
	8	18	65-55%			3 W	
	9 a 16	nunca menos de 15	65-55%			3 W	
	reprodutor	20	55-60%		plano de iluminação		
Codorniz	1	22-24	70%		todo o dia	3 W	
	2				além de uma		
	3				lamparina		
	4				durante a		
	5				noite		
	6						
	7						
		reprodutor	22-24	70%	4 a 5	16 a 18 h	5 W
Peru	1	24	78%	6 m³/h/kg de peso vivo	24 h	10-16 W	
	2	23	65%		16 h	3 W	
	3	22	55-60%		16 h	2 W	
	4	20	55-60%		16 h	2 W	
	5	18	55-60%		16 h	1'5 W	
	6	de 16 a 188 nunca abaixo de 14 °C	55-60%			E sempre uma	0'5 W
	7				lamparina	0'5 W	
	8				durante o	0'25 W	
	16				período de	0'25 W	
	24				obscuridade	0'25 W	
		reprodutor	10-12	58-60%		plano de iluminação	

Tabela 4. Necessidades de ar novo



3. Sistemas de ventilação

Teoricamente, a ventilação pode ser efectuada mediante os dois sistemas seguintes:

3.1 Ventilação Natural

A ventilação natural permite apenas a regulação manual e é difícil dar resposta a mudanças bruscas de temperatura como mostra a Fig. 1.

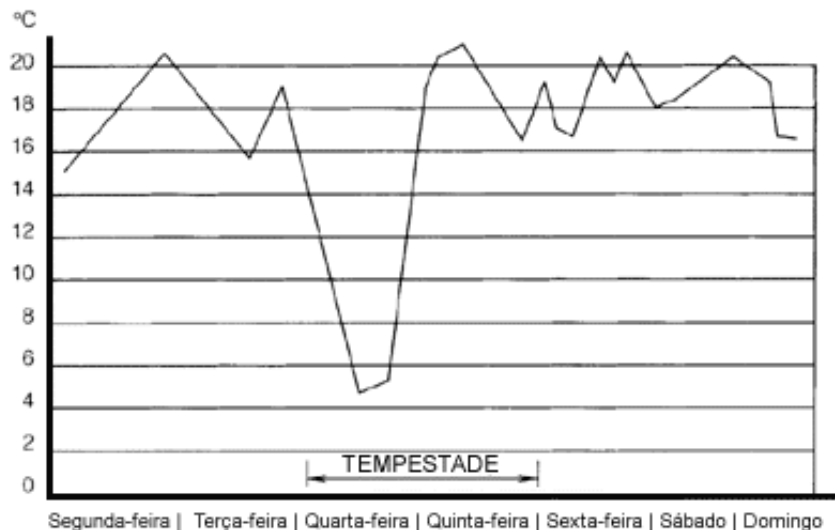


Fig. 1. Exemplo de uma possível variação de temperatura interior de uma quinta avícola com ventilação natural, não controlada automaticamente, com motivo de uma súbita perturbação atmosférica

Devido, então, a que com a ventilação natural não é possível assegurar o fluxo de ar extraído e, portanto, não é possível regular o ambiente interior, tomaremos em consideração em adiante unicamente a ventilação mecânica.

3.2 Ventilação Mecânica

Também chamada ventilação dinâmica, é a que o movimento do ar é conseguido graças a ventiladores accionados por um motor. Conforme a forma em que é introduzido o ar, falamos de:

- Ventilação por depressão
- Ventilação por sobrepressão

Em ambos os casos o desenho habitualmente baseia-se nos seguintes princípios:

- a) O ar limpo deve ser introduzido pela parte alta com o propósito de que, antes de chegar aos animais, sofra um certo aquecimento.
- b) extracção do ar viciado deve ser efectuada pela parte baixa depois de passar sobre as dejeções e evitando, dentro do possível, que este ar se estenda pelo recinto.

3.2.a Ventilação por depressão

É o sistema de ventilação mais estendido e baseia-se em provocar uma depressão, no interior do local, fluindo o ar exterior pelas aberturas. O ar viciado é extraído mediante ventiladores instalados na parte inferior das paredes ou no extremo de condutas situadas debaixo do pavimento.

As vantagens que este sistema de ventilação apresenta, são:

- Velocidade de ar muito baixa, a nível dos animais.
- Uma maior facilidade para insuflar ar dentro do local, pré-aquecido no inverno quando existir um revestimento contínuo.
- Uma melhor evacuação dos gases nocivos.
- Um custo de instalação, geralmente, mais reduzido.
- A ventilação por depressão pode ser realizada sem necessidade de instalar condutas.

Na Fig. 2 podemos ver um esquema de uma instalação deste tipo.

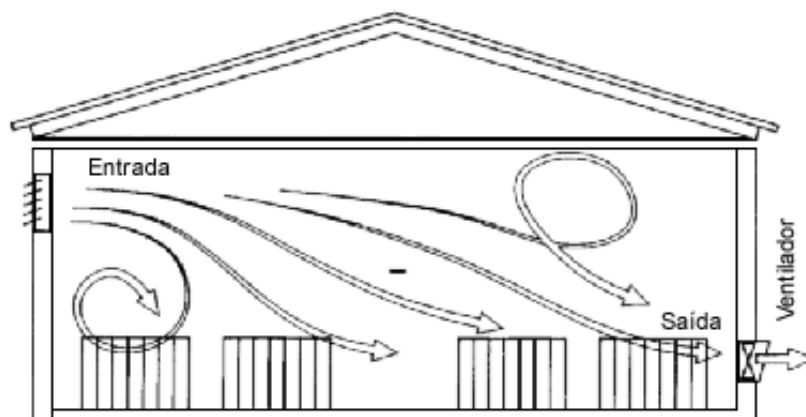


Fig. 2. Ventilação por depressão

3.2.b Ventilação por sobrepressão

Com este sistema é controlada a entrada de ar pois, normalmente, o ar é introduzido mediante uma conduta. Todavia, podem apresentar-se problemas no momento de projectar as saídas, se quisermos respeitar as regras dadas anteriormente.

As vantagens que este sistema de ventilação apresenta, ver Fig. 3, são:

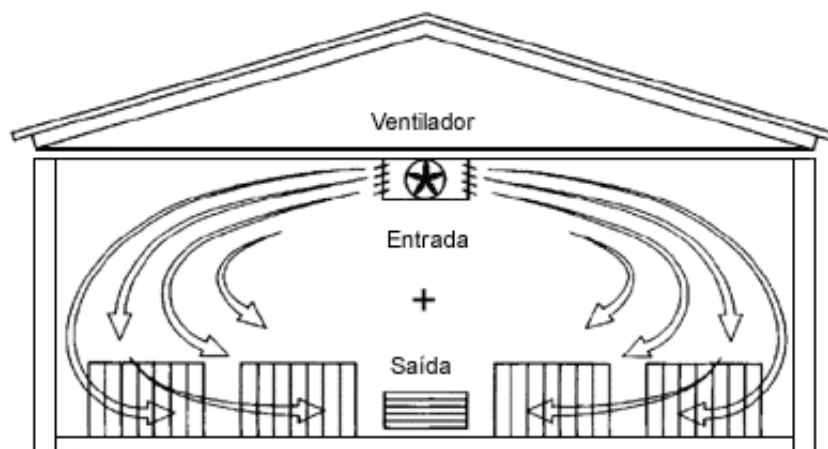


Fig. 3. Ventilação por sobrepressão

- Um melhor controlo do ar de ventilação.

- Uma independência maior em relação às condições ambientais exteriores, principalmente em relação aos ventos imperantes na região.
- Possibilidade de tratar o ar de ventilação (aquecimento, filtragem, etc.).
- Maior facilidade para assegurar uma boa distribuição do ar dentro do recinto.

Numa próxima Folha Técnica completaremos o assunto Ventilação de Quintas.



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

VENTILAÇÃO DE QUINTAS INDUSTRIAIS II

1. Controlo da ventilação
2. Controlo automático da ventilação
3. Arrefecimento do ar da ventilação

Os alojamentos para os animais numa exploração pecuária podem adoptar muitas variantes como é lógico, conforme o gado a proteger, vacino, suíno, avícola, cunícola, etc. E ainda dentro de uma mesma espécie, a idade dos animais, adultos, crias, mães, etc. e o objectivo a alcançar, engorda, reprodução, etc. é que devem ser atendidos múltiplos aspectos para obter o ambiente adequado a cada um. E como indicamos na Folha Técnica anterior, o ambiente vem configurado pelo ar que contém, caracterizado a sua vez pela sua temperatura, humidade, a qualidade e velocidade, influenciando também a luz, natural ou artificial e o ruído, que pode perturbar a quietude dos animais quando for muito elevado ou inoportuno.

Aqui daremos apenas algumas características construtivas de instalações pecuárias atendendo à ventilação, sem estabelecer se uma ou outra for mais conveniente a cada espécie, idade ou objectivo a alcançar. Para uma aplicação concreta remetemos a um eventual estudo a realizar por especialistas em veterinária ou engenharia, que assinale a opção mais adequada de quantas existem descritas aqui ou em outros lugares.

Uma instalação padrão que mostra várias soluções é representada na Fig. 1 com o desejo de expor a sua funcionalidade, sem ter em conta umas evidentes exclusões de umas em relação às outras, derivadas do inconveniente de resumi-las na mesma figura. Para as descrever isoladas, foram traçadas as Figs. 2 a 9 com indicação expressa do sistema utilizado e as etapas do circuito que percorre o ar da sua entrada ao recinto até a saída, expressando também a situação dos aparelhos de ventilação.

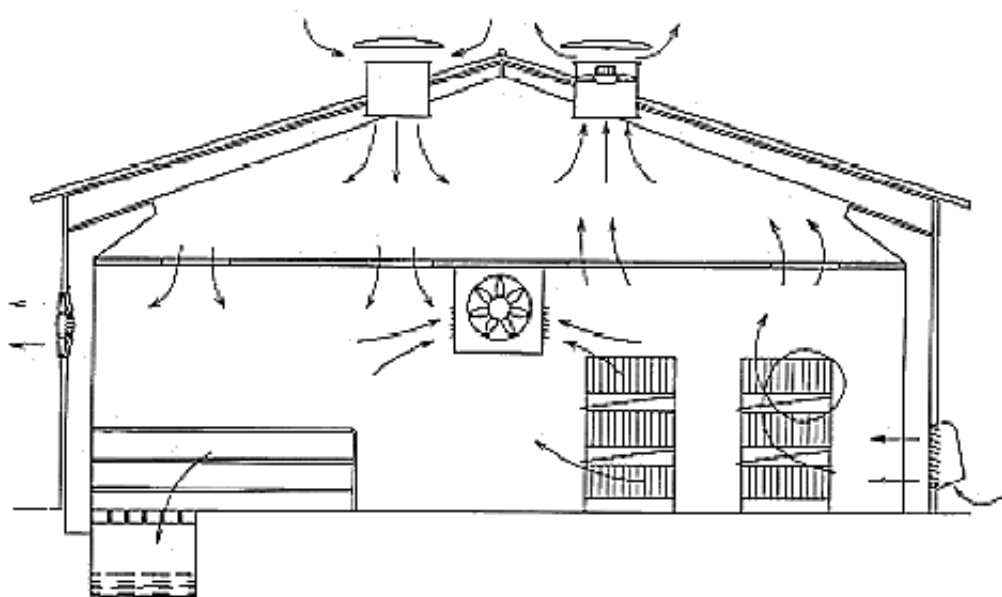
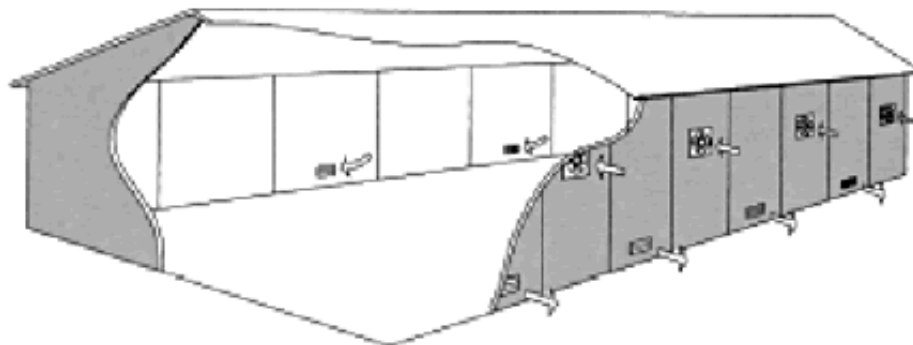
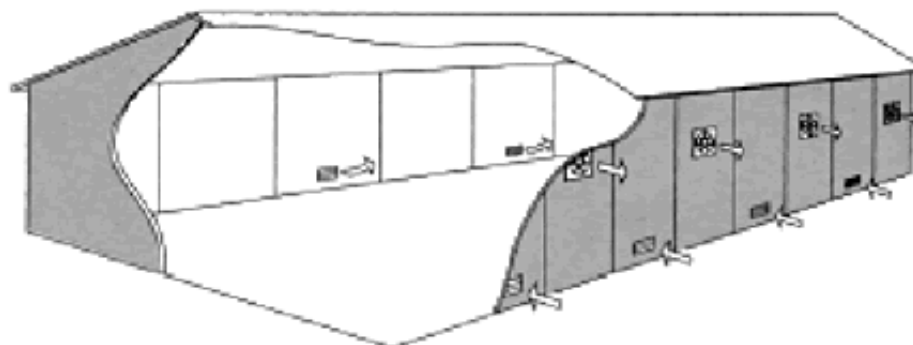


Fig. 1. Ventilação de quintas industriais



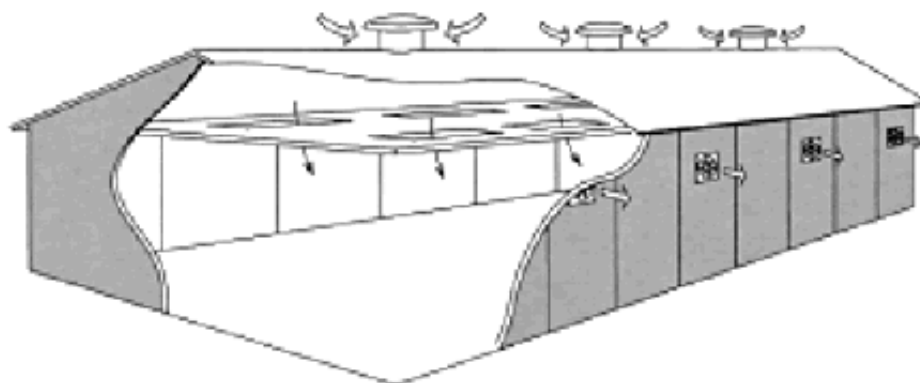
EXAUSTORES DE AR
Murais, sobre uma parede insuflando ao interior.
ENTRADA DE AR
Pelo aparelho, na parte alta da instalação.
SAÍDA DE AR
Pela parte baixa, no mesmo lado. Dimensões: 0,25 a 0,3 m ² por m ³ /s de fluxo.

Fig. 2. Instalação em sobrepressão



EXAUSTORES DE AR
Murais, na parte alta de uma parede, extraindo ar do local.
ENTRADA DE AR
Pela parte baixa da parede oposta. Dimensões: 1 m ² por m ³ /s de fluxo.
SAÍDA DE AR
Pelos exaustores.

Fig. 3. Instalação em depressão

**EXAUSTORES DE AR**

Murais, colocados na parte alta de ambas as paredes opostas.

ENTRADA DE AR

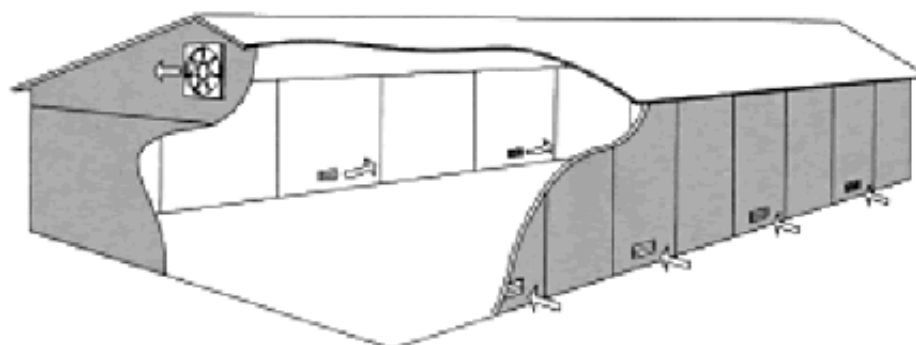
Pelo telhado e pelo revestimento contínuo distribuído uniformemente.

Dimensões: 1 m² por m³/s de fluxo.

SAÍDA DE AR

Pelos exaustores.

Fig. 4. Instalação em depressão

**EXAUSTORES DE AR**

Mural, na parte alta dos frontais da instalação, sem revestimento contínuo.

ENTRADA DE AR

Por aberturas na parte baixa de ambas as paredes, um metro abaixo dos animais.

Dimensões: 1 m² por m³/s de fluxo.

SAÍDA DE AR

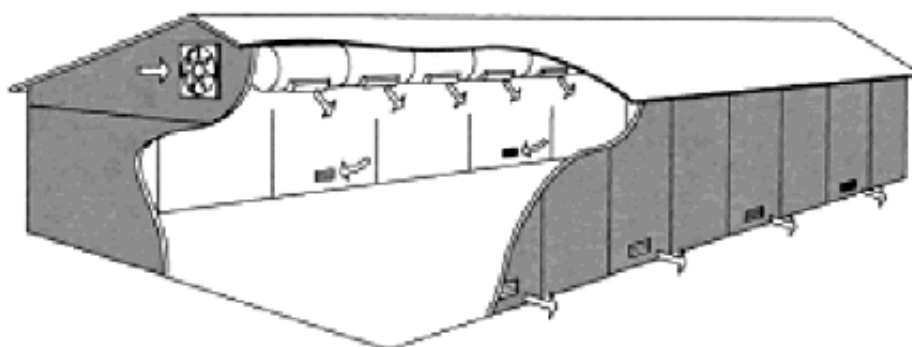
Pelos exaustores.

Fig. 5. Instalação em depressão



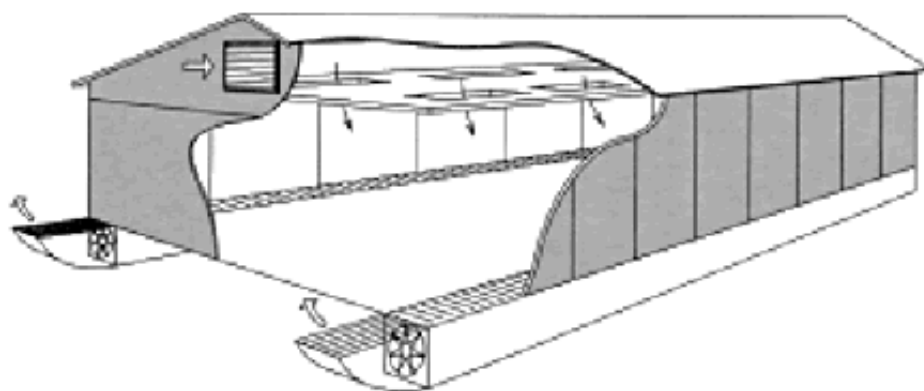
EXAUSTORES DE AR
Aparelho mural no frontal da instalação, por cima do revestimento contínuo.
ENTRADA DE AR
Aberturas no revestimento contínuo. 0,15 a 0,20 m ² por m ³ /s fluxo.
SAÍDA DE AR
Pela parte baixa das paredes. Dimensões: 0,25 a 0,30 m ² por m ³ /s fluxo.

Fig. 6. Instalação em sobrepressão



EXAUSTORES DE AR
No frontal da instalação, insuflando a uma canalização.
ENTRADAS DE AR
Por aberturas laterais, ao longo da canalização. Dimensões: 0,15 a 0,20 m ² por m ³ /s fluxo.
SAÍDA DE AR
Pela parte baixa das paredes laterais. Dimensões: 0,25 a 0,30 m ² por m ³ /s fluxo.

Fig. 7. Instalação em sobrepressão

**EXAUSTORES DE AR**

Ao final de uma conduta subterrânea,
descarregado ao exterior.

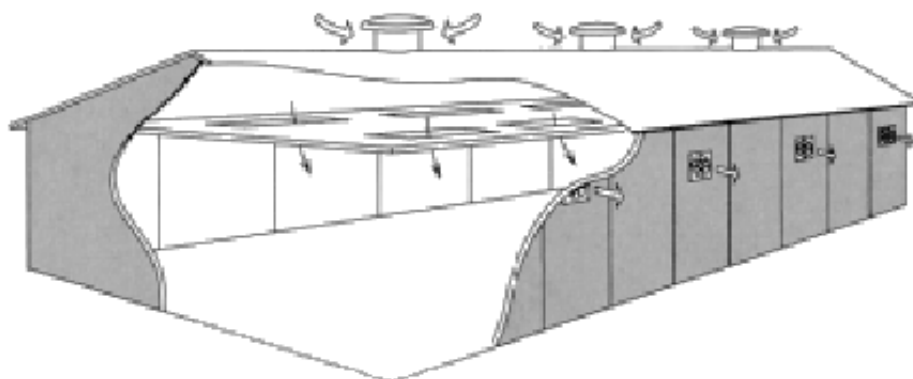
ENTRADA DE AR

Por aberturas no revestimento contínuo
ou numa canalização horizontal.

SAÍDA DE AR

Pelas grelhas sobre o canal ao longo
dos laterais da instalação.

Fig. 8. Instalação em depressão



EXAUSTORES DE AR
Em chaminés, extraindo ar.
ENTRADA DE AR
Pelos laterais da instalação, um metro por debaixo dos animais.
SAÍDA DE AR
Pelas chaminés.

Fig. 9. Instalação em depressão

Se desejarmos actuar através do telhado é preciso ter em conta que ao atravessar a cobertura será exigido um tratamento especial para assegurar a estanqueidade da mesma. Se for disposta uma entrada de ar é preciso prever uma protecção, uma chapa que proteja da chuva e que esteja dimensionado conforme indicado na H.T. 3/94. Se instalarmos um exaustor de telhado, o aparelho já leva instruções de como proceder para a sua instalação. Por outro lado já tem uma tubeira de descarga que actua também como paravento e também, uma comporta de protecção contra a chuva. Os ventiladores S&P do tipo HCAT e Max-TEMP respondem a estas necessidades.

Se os aparelhos foram instalados nos frontais do edifício, é possível extrair o ar directamente da instalação ou por cima do revestimento contínuo, caso exista. Neste caso o espaço até o telhado actua de plenum em depressão, uniformizando a extracção através de aberturas com grelha, distribuídas por toda a superfície do mesmo. Se estes aparelhos murais forem dispostos como impulsores, insuflando ar à instalação, põem-na em sobrepressão.

Pode ser realizada deste modo a uma canalização, flexível ou rígida, disposta na parte alta a todo o comprimento do edifício, com aberturas de secção crescente para assegurar um fluxo uniforme de ventilação.

Se a impulsão ou extracção for realizada pelas paredes laterais o fluxo total necessário deverá ser dividido entre vários aparelhos distribuídos ao longo das paredes para distribuir uniformemente o ar. Os aparelhos em extracção devem levar persianas de fechamento por gravidade para proteger os aparelhos da chuva ou deflectores de entrada de ar para o mesmo fim, se forem impulsores.

As entradas de ar pelas paredes laterais devem ser distribuídas também ao longo da instalação e estar a uma altura do solo conforme as necessidades dos animais da quinta, por cima ou por debaixo deles, e sempre através de persianas, melhor com lâminas orientáveis.

Se os animais estiverem em baterias empilhadas, como é habitual em explorações avícolas, o tratamento deve ser diferente de quando se tratar de animais livres pelo solo, em compartimentos cercados ou não, como nas quintas de suínos.

A extracção de ar por condutas subterrâneas, debaixo de grelhas, apresenta a vantagem de eliminar, ao mesmo tempo que ventitam, o cheiro das urinas.

1. Controlo da ventilação

Devido à diferença entre as necessidades de ar no Verão e no Inverno, deverá ser instalada a ventilação para poder fornecer o máximo fluxo, isto é, o necessário no Verão, mas prevendo dispositivos que permitam diminuí-lo, até conseguir o fluxo mínimo necessário no Inverno.

No entanto, dentro de um mesmo dia, ao variar as condições exteriores, pode ser necessário aumentar ou diminuir o fluxo de ar de ventilação, conforme a temperatura interior ultrapassar ou não uns níveis determinados.

Esta variação da ventilação é obtida mediante um sistema de regulação do fluxo, actuando sobre o número de ventiladores arrancados ou sobre a velocidade dos mesmos. Embora esta regulação puder ser obtida por accionamento manual dos ventiladores, por regulação automática "tudo ou

nada" ou por regulação automática, variando a velocidade de rotação dos aparelhos, só exporemos este último sistema por ser o mais confiável e que deu melhores resultados.



2. Controlo automático da ventilação

Este tipo de controlo pode ser efectuado por meio de um temporizador horário que ligue os aparelhos ou os detenha a intervalos fixados anteriormente, conforme a estação do ano ou as condições ambientais que desejarmos obter. Outra forma de controlo automático, mais perfeito, é regulando electronicamente a velocidade dos ventiladores que, ordenados pelos elementos sensíveis à temperatura, humidade, gases, etc., decidem o seu arranque.

Assim, da ventilação mínima vital antes assinalada, ligeira mas constante no inverno, até a máxima possível no verão, passamos por todos os valores intermédios, sem necessitar a intervenção do homem.

Em qualquer momento, quer por uma descida brusco de temperatura provocado por uma tormenta, de dia ou de noite, quer por uma subida não prevista do termómetro, o controlo automático reagirá imediatamente ordenando o arranque dos ventiladores para proporcionar a ventilação adequada em aquele momento, mantendo-se enquanto durem tais circunstâncias e voltando às anteriores, uma vez cessado o fenómeno perturbador.



3. Arrefecimento do ar da ventilação

No Verão, nas regiões quentes, acontece que o rendimento da exploração diminui devido às altas temperaturas dentro do local. Este fenómeno é observável principalmente no caso de porcos de engorda e nas explorações avícolas.

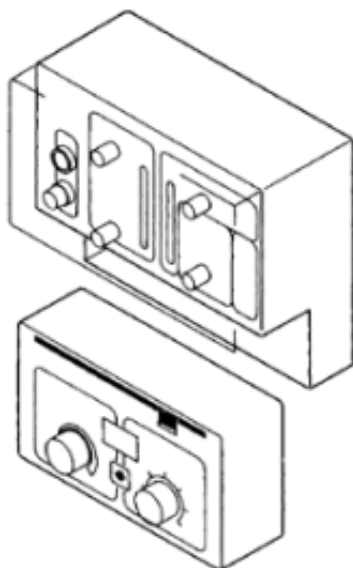


Fig. 10. Arrefecimento do ar da ventilação

É possível que a ventilação só não seja suficiente, pois, o único que podemos conseguir, no melhor dos casos, são temperaturas com algum grau abaixo da temperatura exterior.

Quando for precisa a refrigeração do local, podem ser usados dois sistemas:

- Tratamento frigorífico.
- Humidificação do ar.

O primeiro sistema implica uns custos que apenas podem permitir-se determinadas explorações.

O segundo, mais simples e com custos baixos, onde a refrigeração é conseguida humidificando o ar à entrada da instalação para depois evaporar-se dentro dela, com a conseguinte descida da temperatura do ar de ventilação.

A Fig. 11 mostra um esquema do sistema: um painel permeável a base de tecido, aparas de madeira, etc. impregnado de água, é atravessado pelo ar à sua entrada na quinta.

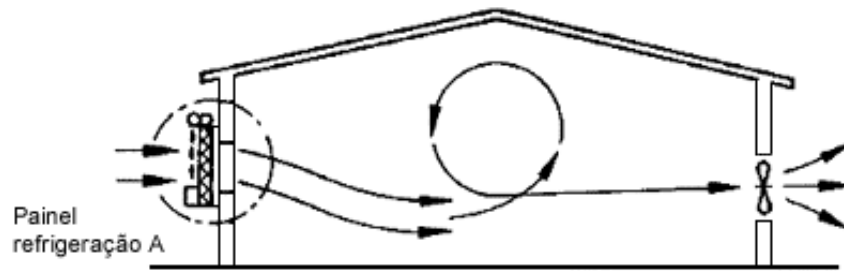


Fig. 11. Arrefecimento do ar da ventilação



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

DEPURAÇÃO DO AR. FILTROS I

1. Filtros de ar
2. Separadores de pó
3. Perda de carga

O ar que respiramos contém partículas em suspensão, chamado pó em geral, que podem aumentar grandemente devido aos processos industriais como trituração, perfuração, polimento, etc. Manter a quantidade destas partículas dentro de uns limites razoáveis é uma das operações a que deve ser submetido o ar, tanto para evitar possíveis doenças como evitar inconvenientes em tais processos e avarias em ferramentas ou máquinas.

Diminuir o conteúdo de pó e partículas em suspensão presentes no ar é a ação que denominaremos **depuração do ar**.

Os principais parâmetros que definem o processo são:

- Tamanho das partículas em suspensão.
- Concentração de pó no ar.

A Tabela 1 mostra distintos tipos de pó e o tamanho das suas partículas que podem encontrar-se em suspensão no ar, expresso em:

$$\mu\text{m (micros)} = 1 \text{ mm} / 1.000$$

Tamanho partículas μm	Percentagem %
0 - 5	39
5 - 10	18
10 - 20	16
20 - 40	18
40 - 80	9

Tabela 1. Tamanho de partículas

Não obstante os dados desta tabela não devemos achar que num tipo de pó determinado existe apenas uma granulometria e apenas um tamanho de partículas, mas sim apresenta um espectro amplo, tal como mostra a Tabela 2 para o pó da rua.

Na Tabela 2 se mostra conforme seja o ambiente considerado a concentração de pó do mesmo.

Ambiente	Concentração pó mg/m^3
-Rural	da 0,04 a 0,045
-Bairro periférico	da 0,05 a 1
-Cidade, geral	da 0,5 a 2
-Zona industrial	da 0,5 a 5
-Rua cidade	da 1 a 3
-Fábricas	da 0,5 a 9
-Fabril ou de minas com muito pó	da 9 a 900

Tabela 2. Concentração de pó

Tipo de pó	μm
-Pó da rua	0,5
-Pó de voadoras	1,4
-Pó de fundição	1 ÷ 200
-Corte de granito	1,4
-Nevoeiro	1 ÷ 40
-Cinzas voantes	3 ÷ 70
-Carvão pulverizado	10 ÷ 400

Tabela 3. Tipo de pó

Os dispositivos utilizados para depurar o ar dividem-se em dois grupos principais:

- Filtros de ar.
- Separadores de pó.

1. Filtros de ar

São dispositivos desenhados para diminuir a concentração das partículas que se encontram em suspensão no ar. O tipo de filtro a utilizar dependerá do tamanho das partículas a separar tal como mostrado na Fig. 1, assim:

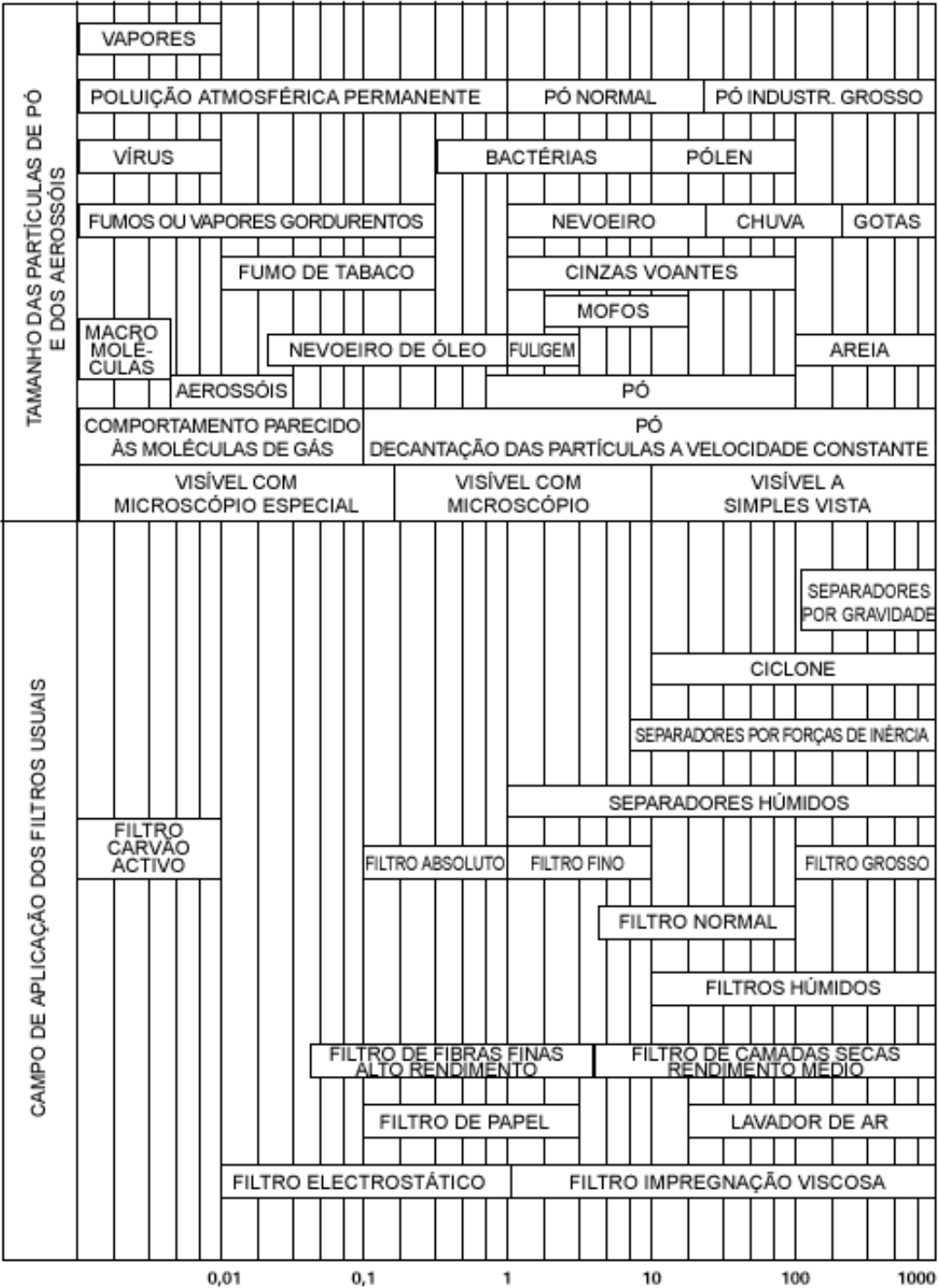
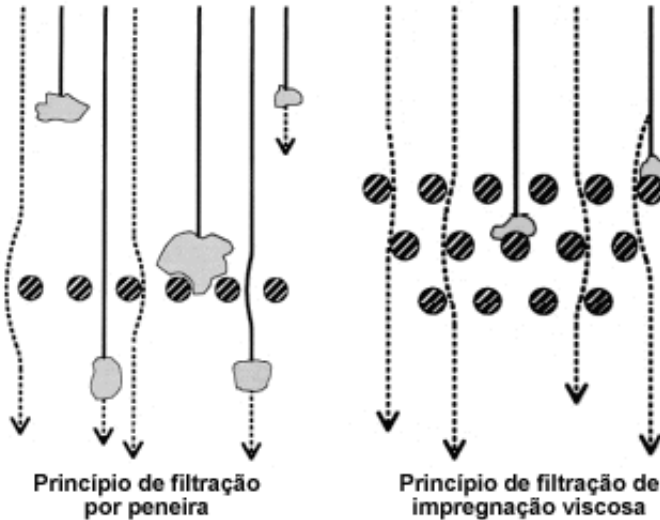


Fig. 1. Tipos de filtros e diâmetros das partículas



- Para a separação de vírus e partículas de tamanho molecular são utilizados filtros de **Carvão Activo**.
- Para separar fuligem e a fumo de tabaco devem ser utilizados filtros **Electrostáticos**.
- Para separar pólen e pó devem ser utilizados filtros **Húmidos ou Secos**.

Outra característica a ter em conta quando quisermos utilizar filtros é que a concentração de partículas no ar não deve ser muito elevada, pois de outro modo o filtro ficará paralisado rapidamente com o que a manutenção da instalação seria muito onerosa. O limite superior de concentração de pó no ar para poder utilizar filtros é de 35 mg/m^3 .

Dos dois primeiros ocupar-nos-emos numa próxima Folha Técnica. A seguir trataremos os mais correntes.

1.1 Filtros Húmidos

Chamados também viscosos, consistem numa estrutura filtrante de material metálico ou fibra impregnado de uma matéria viscosa como óleo ou gordura, Fig. 2.

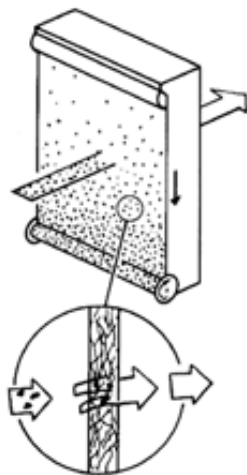


Fig. 2. Filtro Húmido

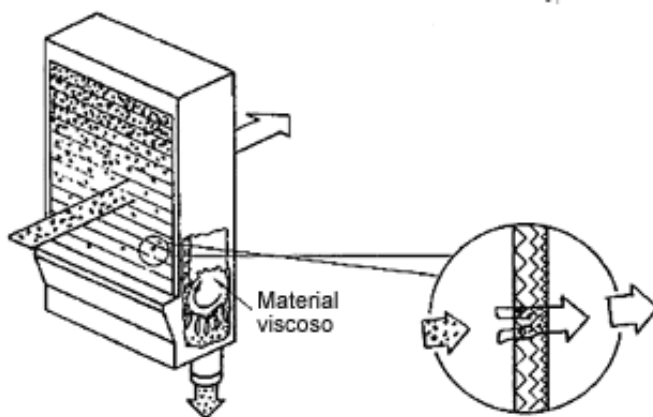


Fig. 3. Filtro Húmido

Se observarmos um filtro deste tipo veremos que no lado de entrada do ar o material é muito menos denso que no lado de saída, com esta disposição conseguimos aumentar a vida do filtro, já que as partículas que ficam primeiro retidas são as de maior granulometria e o ar que chega às sucessivas camadas é cada vez mais puro.

Na Tabela 4 podemos ver as principais características deste tipo de filtros.

Tipo de filtro		Material	Velocidade ar m/s	Perda de carga mm ca/m ²	Rendimento %
FILTRO HÚMIDO	PAINÉIS	Peneira, tecido de arame, metalestampado	1'5 - 2'5	2 ÷ 15	65 ÷ 80
	CONTÍNUO		2'5	3 ÷ 17	80 ÷ 90
FILTRO SECO	PAINÉIS	Celulose, material sintético, papel, feltro de vidro	0'1 - 1	2'5 ÷ 25	50 ÷ 95
	CONTÍNUO		0'25	3 ÷ 18	
FILTROS ABSOLUTOS		Material sintético, papel	0'1 - 2'5	25 ÷ 60	99'97

Tabela 4. Características dos filtros húmidos

1.2 Filtros Secos

Estão formados por um material fibroso ou por um leito de fibras finas através do qual passa o ar.

O rendimento aumenta à medida que a porosidade do material é menor. Permitem uma velocidade de passagem do ar mais reduzida do que os filtros húmidos ao mesmo tempo que a sua duração é menor. Pelo contrário o preço unitário é mais económico.

A fim de aumentar a superfície de passagem habitualmente são dispostas em forma de V.

Na tabela 5 podemos ver as principais características deste tipo de filtros. O material das fibras que formam o filtro deverá ser escolhido conforme o ambiente que deve ser purificado, a temperatura do mesmo e as solicitações físicas às quais estará submetido. Nesta tabela são resumidas as particularidades que podemos esperar dos vários materiais utilizados para a construção de filtros.

MATERIALE	Temperatura máx. °C		RESISTÊNCIA FÍSICA					RESISTÊNCIA QUÍMICA				
	Con-tinua	Inter-mi-tente	Ca-lor seco	Calor húmi-do	A-bra-si-ão	Vi-bra-ção	Fle-xão-nua	Ácidos Mine-raís	Ácidos Orgá-nicos	Al-ca-lis	Oxi-dan-tes	Sol-ven-tes
- LÃ	101	121	R	R	B	R	B	R	R	M	M	R
- ALGODÃO	82	-	B	B	R	B	B	M	B	R	R	E
- POLIÉSTER	135	-	B	R	B	E	E	B	B	R	B	E
- ACRÍLICA	135	140	B	B	B	B	E	B	B	R	B	E
- POLIAMIDA												
Nylon	107	-	B	B	E	E	E	M	R	B	R	E
Nomex	203	-	E	E	E	E	E	M-R	E	B	B	E
- POLIPROPILENO	93	121	B	R	E	E	B	E	E	E	B	B
- FLUORCARBONETO (Teflon)	260	287	E	E	M-R	B	B	E	E	E	E	E
- FIBRA DE VIDRO	260	315	E	E	M	M	R	E	E	R	E	E

E = Excelente B = Boa R = Regular M = Má

Tabela 5. Características dos filtros secos

Outras características a ter em conta ao seleccionar um filtro serão: a perda de carga do mesmo, o rendimento, bem como o incremento que experimenta a perda à medida que aumenta o conteúdo de pó do mesmo.

A Fig. 4 mostra um gráfico em que podemos ver como variam todas estas características num filtro seco.

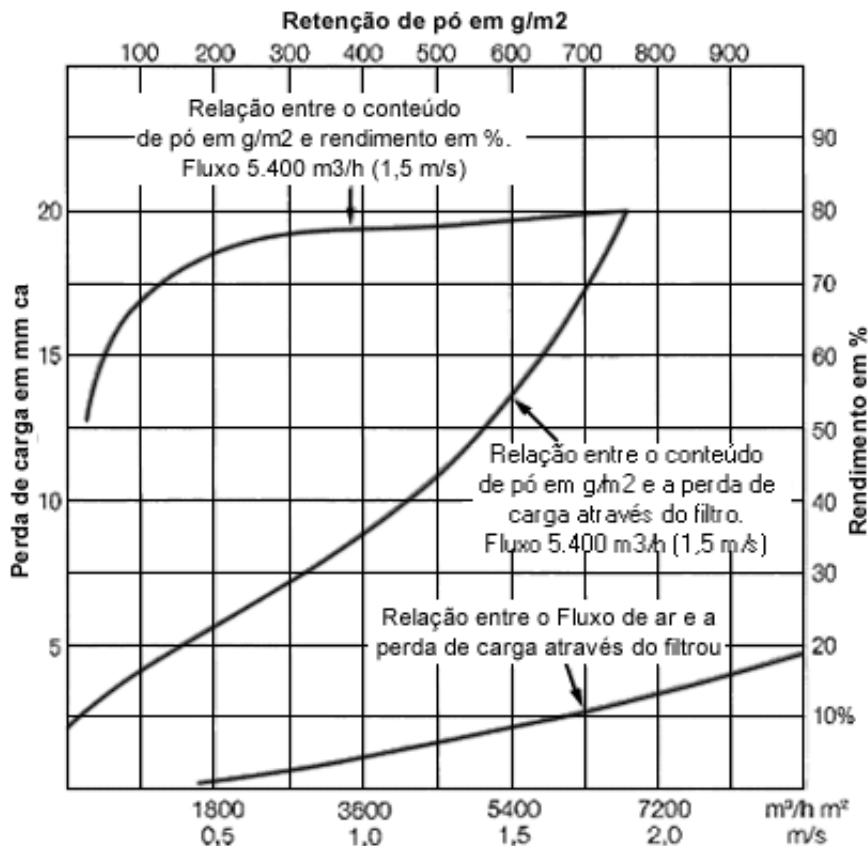


Fig. 4. Características de um filtro seco



2. Separadores de pó

Se voltarmos à Fig. 1 veremos que quando as partículas têm um diâmetro de grão superior a 1 μm podem ser utilizados meios mecânicos para a sua separação. Neste caso chamaremos o processo **Separação de pó**.

Os separadores de pó podem ser classificados da seguinte maneira:

- **Separadores por gravidade**

Utilizados quando as partículas são de grande tamanho. Os mais típicos são as câmaras de sedimentação.

- **Separadores por força de inércia**

Neste tipo de colector é utilizado o princípio que a massa efectiva das partículas pode incrementar-se mediante a aplicação da força centrífuga. O tipo mais característico é o ciclone.

- **Separadores húmidos**

Chamados em Inglês "scrubbers" nos que é utilizada a água para evitar que as partículas voltem para a corrente de ar.

Na Tabela 6 foram recolhidos os principais parâmetros que podem ser de utilidade ao escolher um separador de pó, podendo-se comparar, na mesma tabela, com os que definem os filtros de ar.

		Tipo	Tamanho mínimo partículas μm	Concentração óptima g/m^3	Velocidade normal		Perda de carga	Rendimento aproximado %
					m/s	Através de		
SEPARATORI DI POLVERE	POR GRAVIDADE	CÂMARA DE SEDIMENTAÇÃO	200	>180	1'5 ÷ 3	A CÂMARA	<2'5	<50
	POR FORÇAS DE INÉRCIA	CÂMARA DE CHOQUE	50 ÷ 150	>180	5 ÷ 10	ENTRADA	<13	<50
		CICLONE	>10	>35	10 ÷ 20	ENTRADA	<50	<80
		(Ciclones de poucodiâmetro)	>5	>35	10 ÷ 20	ENTRADA	<100	<90
		MULTICICLONE						
	SEPARADORES HÚMIDOS (SRUBBERS)	DE CHOQUE	>5	>35	15 ÷ 30	TUBEIRAS	>50	<80
		DE JACTO	<5	>3'5	10 ÷ 15	ENTRADA	<200	<90
DE TUBEIRA SUBMERGIDA		>2	>3'5	10 ÷ 20	TUBEIRAS	>50	<90	
FILTRI	ELECTROSTÁTICO	ALTA TENSÃO	<2	>3'5	1 ÷ 3	CHAPAS	<8	<95
		BAIXA TENSÃO	<1	<0'03	1'5 ÷ 2'5	CHAPAS	<25	<90
	FILTROS DE AR	HÚMIDOS	>5	<0'07	1'5 ÷ 2'5		2 ÷ 18	65 ÷ 90
		SECOS	>0'5	<0'035	0'1 ÷ 2'5		2 ÷ 25	50 ÷ 95
		ABSOLUTOS	<1	<0'035	0'1 ÷ 2'5		25 ÷ 65	99'95
		PARA ABSORÇÃO DE CHEIROS (Carvão activo)	MOLECULAR	<0'035	0'1 ÷ 0'6		<8	>95

Tabela 6. Separadores de pó e filtros de ar

Cada um destes separadores de ar será tratado mais extensamente numa segunda Folha Técnica sobre o mesmo assunto.

3. Perda de carga

O filtro opõe uma resistência à passagem do ar originando uma Perda de carga, expressa em Pascais ou mm ca, que deverá vencer a pressão do ventilador que impulse ar através do mesmo.

Esta perda de carga é inicial, com o filtro limpo, ou final, recomendada, quando o filtro deve ser limpo ou substituído por outro novo. Para manter o fluxo de ar uniforme deve ser previsto o aumento de perda de carga à medida que se colmata o filtro, através de uma regulação da velocidade do ventilador ou por comportas graduáveis.

Um sistema ou outro de filtração supõe uma maior ou menor perda de carga e portanto um maior ou menor custo de manutenção. Os filtros de alta eficiência logicamente são os que maior perda de carga provocam, por isso deve ser escolhida no projecto a eficiência justa.



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

DEPURAÇÃO DO AR. FILTROS II

1. Separadores por gravidade
2. Separadores por força de inércia
3. Separadores húmidos

Nesta segunda parte da **Depuração do Ar** serão descritos, de forma qualitativa, os diversos tipos de separadores de pó e filtros contidos na Tabela 6 da primeira parte. Em linhas gerais indicaremos os casos de aplicação mais correntes, remetendo a obras especializadas a quem desejar seleccionar e adquirir um equipamento adequado às suas necessidades concretas.

1. Separadores por gravidade

1.1 Câmaras de sedimentação

Estes equipamentos são os mais utilizados pela sua simplicidade. A sua utilização limita-se à extracção de pó relativamente grosso, da ordem das 200 μm e como passagem prévia de uma depuração mais fina.

O esquema do seu funcionamento pode ser visto na Fig. 1. O ar carregado de pó entra na câmara de sedimentação diminuindo assim a sua velocidade, com o que uma parte das partículas abandona a corrente de ar devido à força gravitacional. O rendimento deste tipo de separadores é relativamente baixo, menor de 50%. Na tabela mencionada pode ser visto um conjunto de parâmetros referentes a este tipo de separador.

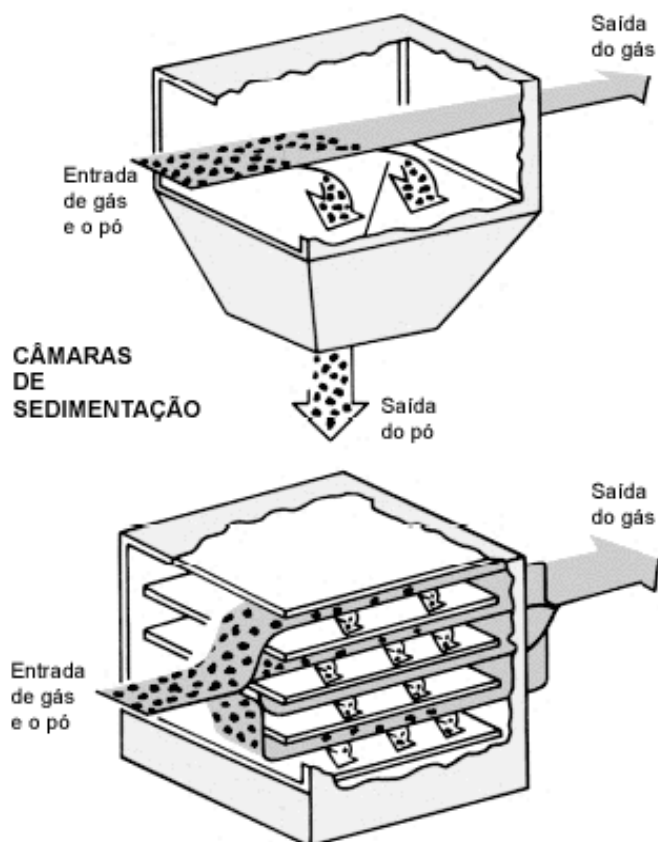


Fig. 1. Câmaras de sedimentação



2. Separadores por força de inércia

2.1 Câmaras de choque

O separador por inércia mais simples é a **Câmara de Choque**, sensivelmente igual a uma câmara de sedimentação em que foram intercalados uns ecrãs contra os que choca o ar carregado de partículas. O tamanho das partículas que é capaz de separar este tipo de separador está compreendido entre 50 e 150 μm , podendo ser vistos na Tabela 6 outros parâmetros que o definem. A Fig. 2 representa um esquema deste tipo de separador.



Fig. 2. Câmaras de choque

2.2 Ciclones

Quando for necessário separar partículas de diâmetro superior a 5 μm habitualmente é utilizado o dispositivo denominado **ciclone**. É de grande simplicidade, densidade, fácil manutenção e elevada eficácia. O funcionamento deste tipo de aparelhos pode ser visto na Fig. 3.

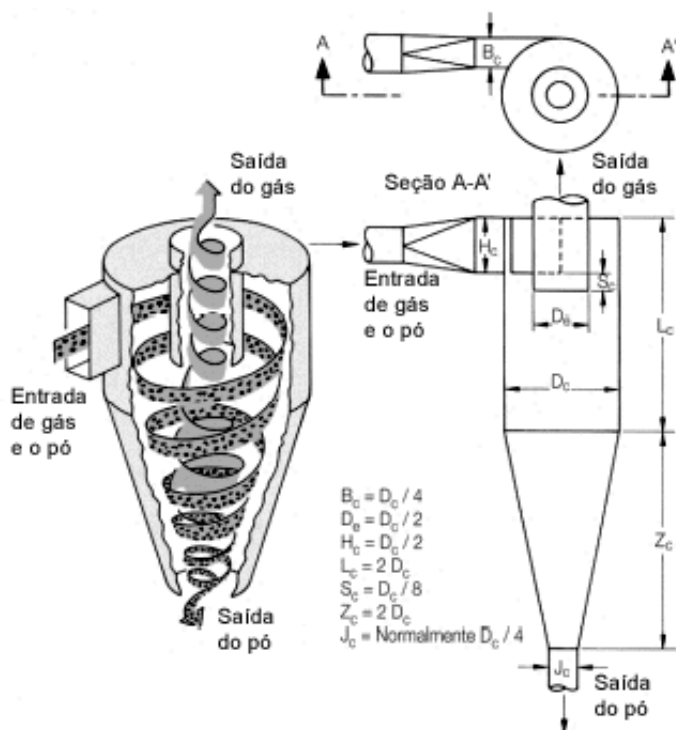


Fig. 3. Ciclones

O ar carregado de pó entra tangencialmente pela parte superior cilíndrica. A corrente de ar segue uma trajetória em espiral que primeiro se dirige para o fundo do tronco de cone, ascendendo depois pelo centro do mesmo. O ar, uma vez depurado, abandona o ciclone pela parte superior. As partículas separadas são descarregadas pelo fundo do ciclone.

O rendimento de um ciclone depende do diâmetro do mesmo e do tamanho das partículas a separar tal como podemos ver na Tabela 1.

Rendimento % conforme tamanho partículas					
Diâmetro do ciclone	Rendimento total %	Tamanho partículas μm	Rendimento %	Tamanho partículas μm	Rendimento %
150	90	<5	66	<5	98
230	83	<10	60	<10	99
610	70	<20	47	<20	98

Tabela 1. Rendimento de um ciclone

Outro elemento fundamental para um óptimo rendimento deste tipo de separador de pó é o correcto dimensionado do mesmo. Na Fig. 3 foram desenhadas as dimensões relativas para o desenho de um ciclone. Os parâmetros referentes aos separadores tipo ciclone podemos ver na Tabela 6.

2.3 Multiciclones

Na Tabela 1 é mostrado que o diâmetro do ciclone é determinante para aumentar, tanto o rendimento como o poder de separação de pequenas partículas. A velocidade tangencial na espiral principal pode ser várias vezes a do fluxo do ar. Há um gradiente de velocidade da tangencial até a velocidade quase zero no fundo do ciclone. Os ciclones de pequeno diâmetro têm pequenos raios de curvatura pelo que produzem maiores acelerações radiais para uma mesma velocidade tangencial. Isto unido à menor distancia radial que o pó deve percorrer até alcançar a parede do ciclone faz com que os pequenos ciclones sejam muito mais eficientes para colectar pequenas partículas que os ciclones maiores.

Ao contrário, ciclones de pequeno tamanho apenas são aptos para o tratamento de pequenas quantidades de ar. Uma solução ao anterior dilema foi conseguida instalando um conjunto de pequenos ciclones em paralelo com o que, sem diminuir o rendimento e o poder separador, podem ser tratados fluxos de ar de qualquer ordem. A Fig. 4 mostra um esquema de uma instalação deste tipo denominado multiciclone.

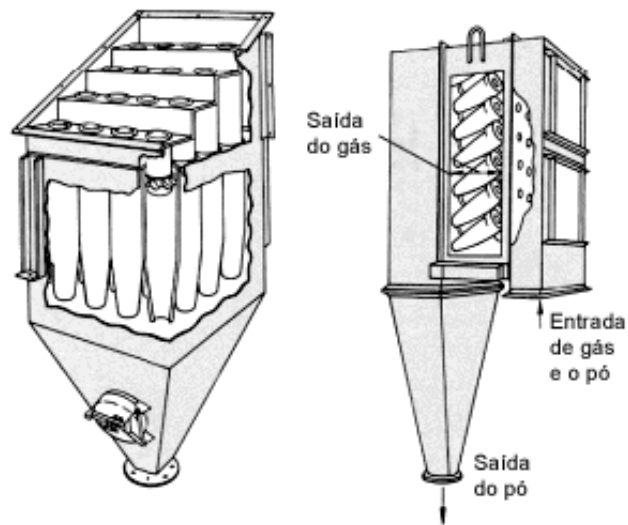


Fig. 4. Multiciclones



3. Separadores húmidos

O rendimento, bem como a capacidade de purificação dependem de maneira muito importante da energia utilizada para veicular o gás. Assim, no caso de separadores de tubeira submergida, o tamanho das partículas separadas é em função da velocidade do ar, tal como podemos ver na Tabela 2.

Velocidade do ar m/s	Tamanho das gotas de água μm	Tamanho das partículas de pó que poderão ser separadas
1,5	366	>5
30	205	>2
60	125	>1
120	72	<1

Tabela 2. Separadores húmidos

A selecção do tipo de separador húmido dependerá:

- Do tamanho das partículas a separar.
- Da perda de carga permitida do rendimento desejado.

Outra vantagem a considerar neste tipo de separadores é a diminuição em grande medida do risco de explosão ou ignição, que sempre está presente em outros tipos de processos de separação de pós.

Outra característica do ar que sai destes separadores é o alto grau de humidade que leva, próximo à saturação, que pode ser aproveitada como fonte de refrigeração. Todas estas características podem apresentar aspectos positivos mas também negativos, por isso é preciso considera-los atentamente na hora de tomar uma decisão.

Entre os Separadores Húmidos podem destacar:

3.1 Torres de pulverização

São os separadores húmidos mais simples e consistem numa câmara dentro da qual foram instalados uns pulverizados de água que utilizam o ar de humidade. A entrada de ar ao separador é efectuada pela parte lateral baixa e sai pela parte superior, Fig. 5.

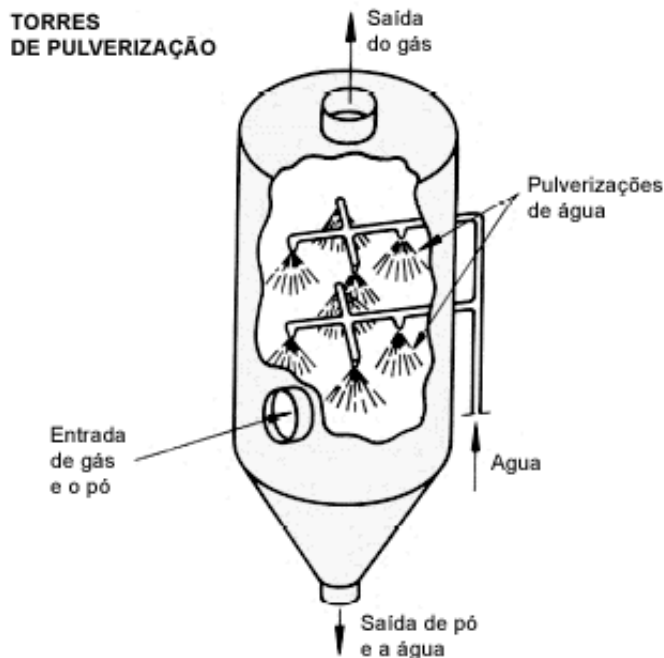


Fig. 5. Torres de pulverização

A perda de carga deste tipo de depurador está compreendida entre 12 e 40 mm ca, sendo o tamanho mínimo das partículas a separar de 10 μm . A pressão da água para ser devidamente pulverizada pode variar entre 1 e 25 atmosferas e a velocidade do ar ao cruzar a câmara húmida deve estar compreendida entre 0,6 e 1,2 m/s. O consumo de água é da ordem de 10 l/min por 1000 m³/h de ar tratado.

3.2 Separadores húmidos de choque

Consistem numa câmara dentro da qual há um conjunto de ecrãs perfurados de tal maneira que os orifícios de um deles não correspondem com os que segue imediatamente. Uns pulverizadores lançam um jacto de água sobre o ecrãs arrastando as partículas sólidas. Ver a Fig. 6.

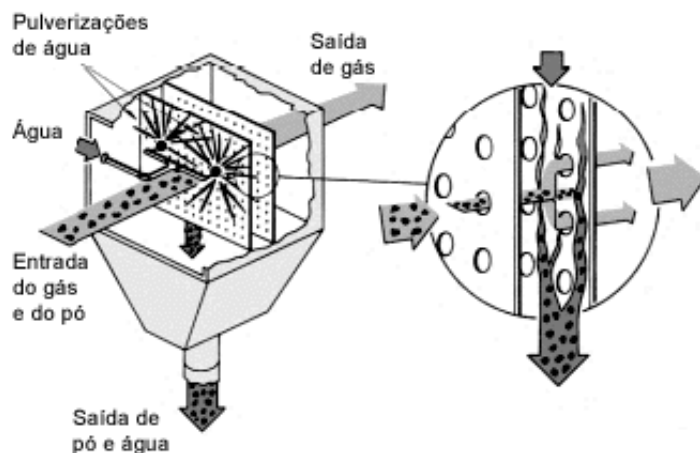


Fig. 6. Separadores húmidos de choque

A perda de carga deste tipo de separadores é de aproximadamente 40 mm ca. por cada ecrã, com um consumo de água de 7 a 11 litros/min e 1.000 m³/h de gás tratado. O tamanho mínimo das partículas a separar é de 5 µm podendo chegar em alguns casos até um micron.

3.3 Separadores de Jacto

Este tipo de separadores baseia-se num injetor de água a alta velocidade no centro de uma tubeira venturi a que vai ligada a entrada de ar a pressão carregado de pó ou sujeira. O jacto de água decompõe-se em finas gotas pela acção do ar à pressão. À medida que este desacelera-se no difusor, o material a separar deposita-se nas gotas de água por impacto, difusão e condensação. As gotas com a sujeira incorporada aglomeram-se facilitando a sua posterior separação ou captação por colectores simples.

O consumo de água é de 110 a 220 litros/min por cada 1.000 m³/h de gás tratado.

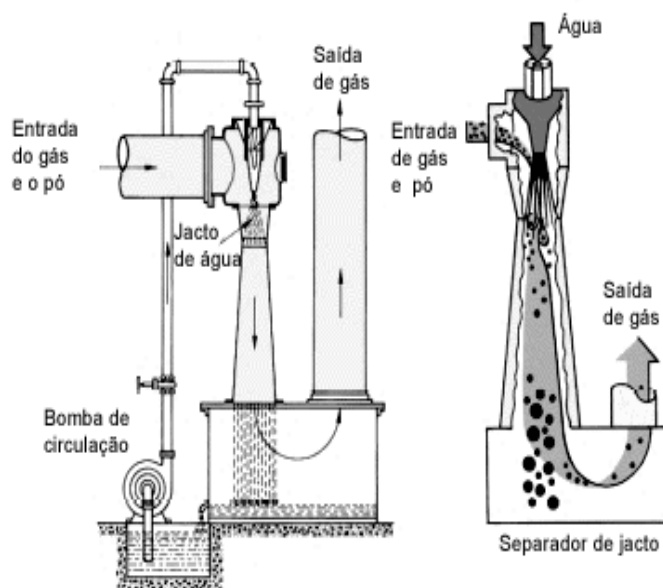


Fig. 7. Separadores de jacto

3.4 Separadores da tubeira submergida

Consistem num recipiente de água dentro do qual é introduzido o gás a desencardir,

fazendo-lhe borbulhar no líquido antes de lançá-lo para o exterior. Algumas partículas impactam na superfície da água ficando ali retidas. O ar, ao passar pela água, capta uma considerável quantidade de humidade pelo que pode ser considerado apto para um possível uso de condicionamento. Embora muitas partículas de sujeira fiquem depositadas no reservatório pela acção da turbulência da mesma, outras requererão o uso de uma acção anexa de colecção ou separação. Ver Fig. 8.

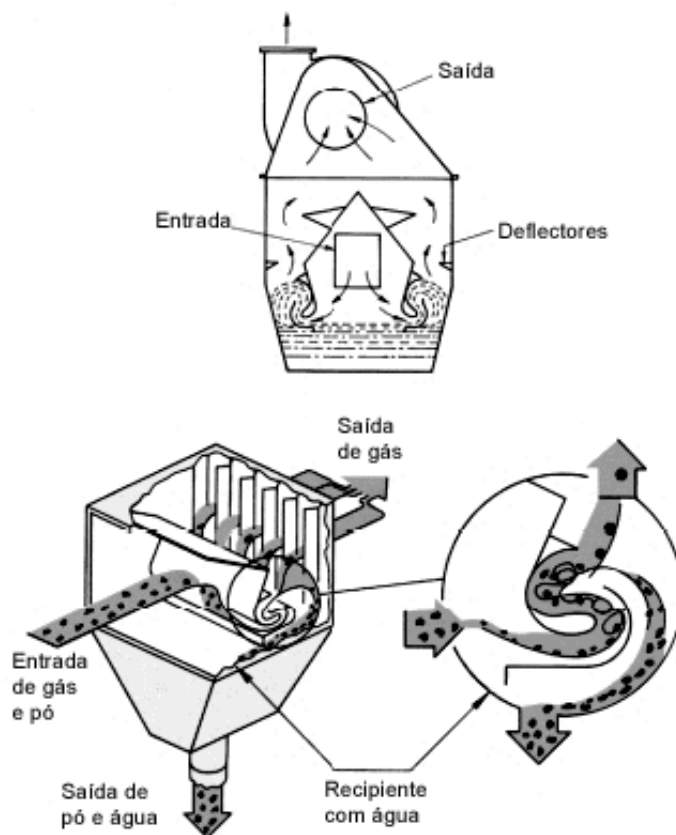


Fig. 8. Separadores de tubeira submersa

A capacidade de retenção de partículas depende da velocidade do ar, Tabela 2 e as características dos mesmos podem ser vistas na Tabela 6 da [Folha Técnica anterior](#).



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

PRESSURIZAÇÃO DE LOCAIS

1. Parâmetros que intervêm
2. Local hermético
3. Local real, com exfiltrações de ar

Em muitas ocasiões é preciso efectuar a ventilação de um local ou espaço determinado provocando dentro do mesmo uma sobrepressão, isto é, que exista uma pressão superior a do ambiente exterior que envolve o local.

É o caso de cabinas ou túneis de pintura nas que é exigida a mais absoluta ausência de pó que, ao existir, aderiria às superfícies recém-pintadas ou em grandes instalações com estruturas metálicas, quintas agropecuárias, por exemplo, nas que as entradas de ar incontroladas, quando for ventilada por extracção, conduzem humidade do exterior condensando nas armaduras metálicas do edifício que acaba a produzir ferrugens nocivas.

A ventilação por sobrepressão, com impulsão de ar cuja pureza pode ser controlada, provoca uma pressão dentro do local que determina a saída do mesmo por aberturas dispostas ao efeito e, também, por orifícios, fendas, interstícios da construção ou porosidade das paredes, tectos e solos, com o que evitamos a entrada por estas aberturas incontroladas do pó, a humidade ou outros gases exteriores não desejados.

A determinação dos ventiladores que devem ser instalados para conseguir uma sobrepressão concreta apresenta uma certa complexidade de que tratamos a grandes rasgos nesta Folha Técnica.

1. Parâmetros que intervêm

Sobre o esboço de um local representado na Fig. 1 descreveremos os parâmetros que intervêm numa pressurização.

- 'V' É o ventilador que impulsiona o ar ao local.
- ' Q_v ' É o fluxo de ar (m^3/h) que injecta o ventilador V.
- ' Q_s ' Fluxo de ar que sai pelas aberturas funcionais (portas, janelas, grelhas, etc.)
- ' Q_p ' Fluxo de ar que escapa pelos orifícios invisíveis do local (porosidade de paredes e tectos, fendas, etc.)
- 'P' É a sobrepressão dentro do recinto. Um micromanómetro representado por um tubo em U nos dá o seu valor.

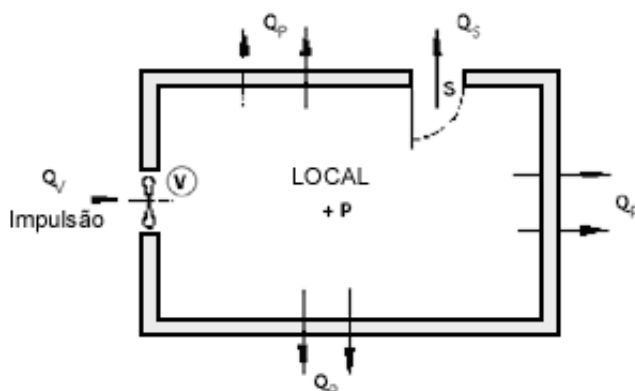


Fig. 1. Esboço de um local

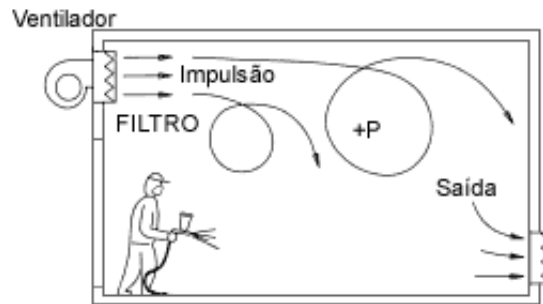


Fig. 1a. Cabina de pintura

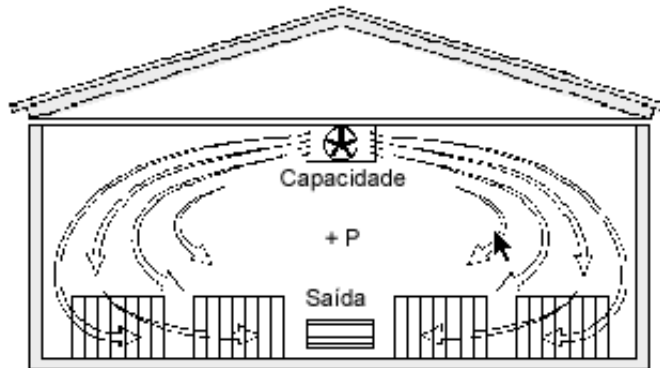


Fig. 1b. Quinta agropecuária

Analisando estes parâmetros, vemos que o que oferecerá maior dificuldade para a sua determinação será o fluxo através dos orifícios invisíveis, isto é a soma dos fluxos Q_p .

Para conhecer a sobrepressão dentro do local, este é P , e estabelecer ao mesmo tempo um possível cálculo é conveniente ver o problema a partir de um conjunto de supostos.

Um deles, o mais simples, para pressurizar um recinto como o da Fig. 1 consiste simplesmente em impulsionar ar mediante um ventilador, que representamos pelo V .

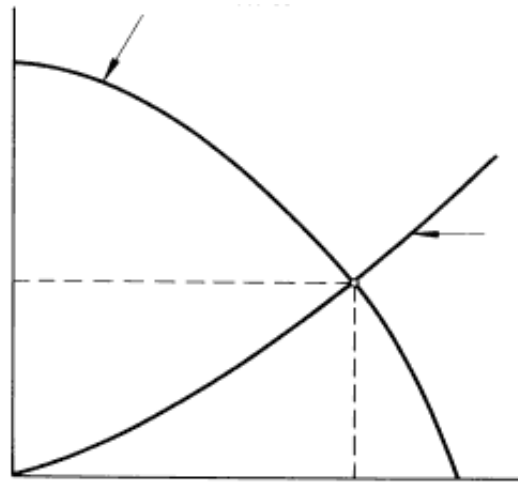
do fluxo Q_v que impulsiona este aparelho, uma parte Q sairá do local pelas aberturas funcionais (portas, janelas, grelhas) dispostas para esta finalidade e outra parte escapará por orifícios invisíveis como porosidade das paredes, fendas em tectos e solos, etc. Todas as saídas serão mais ou menos resistentes à passagem do ar conforme a sua estanqueidade.

É fácil supor que tanto Q_v como Q_p dependerão da sobrepressão P que exista no interior do recinto, de modo que ao variar esta variarão aquelas. Ambos estão ligados pela função:

$$Q_s + Q_p = K \sqrt{P}$$

A constante K pode ser determinada experimentalmente ou calculada como veremos mais adiante.

Se sobre uns eixos coordenados representamos esta função teremos a gráfica da característica resistente do sistema, Fig. 2. Se a seguir desenharmos a característica do ventilador V , obteremos o ponto de trabalho T ao que corresponde a pressão P_T de pressurização do local.



Poderia ser que por umas razões ou outras, a pressão P obtida for considerada excessiva e não interessar aumentar a saída de ar funcional S disposta, para rebaixar a característica resistente OT. Neste caso é possível solucionar o problema instalando um segundo ventilador, que chamaremos exaustor, e que está representado por E na Fig. 3, com o que diminuimos a pressão que provoca o ventilador V ao trabalhar só.

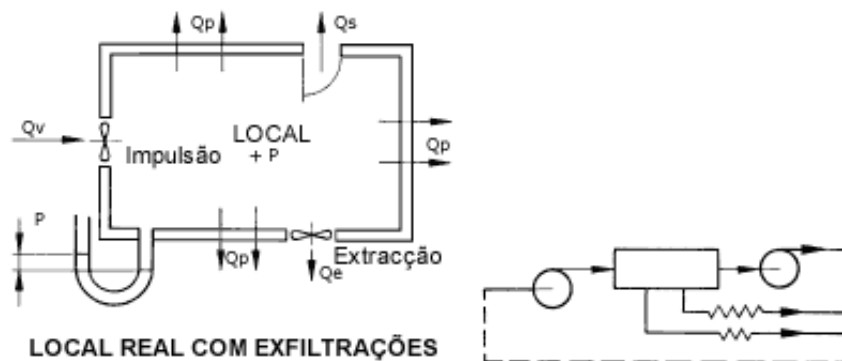


Fig. 3. Local com exfiltrações

2. Local hermético

Isto é, que as paredes, as portas e construção em geral sejam absolutamente estanques. Cumprir-se-ia que:

$$Q_s = Q_p = 0$$

Todo o fluxo impulsionado ao recinto é efectuado através do Ventilador V e tudo o que sai do mesmo o faz pelo exaustor E .

O ventilador V provoca uma sobrepressão enquanto o exaustor tende a criar uma depressão.

O ventilador V trabalha na zona que a Fig. 4 mostra como depressões positivas, fornecendo o fluxo Q_v e sobrepressionando o local com $+P_v$.

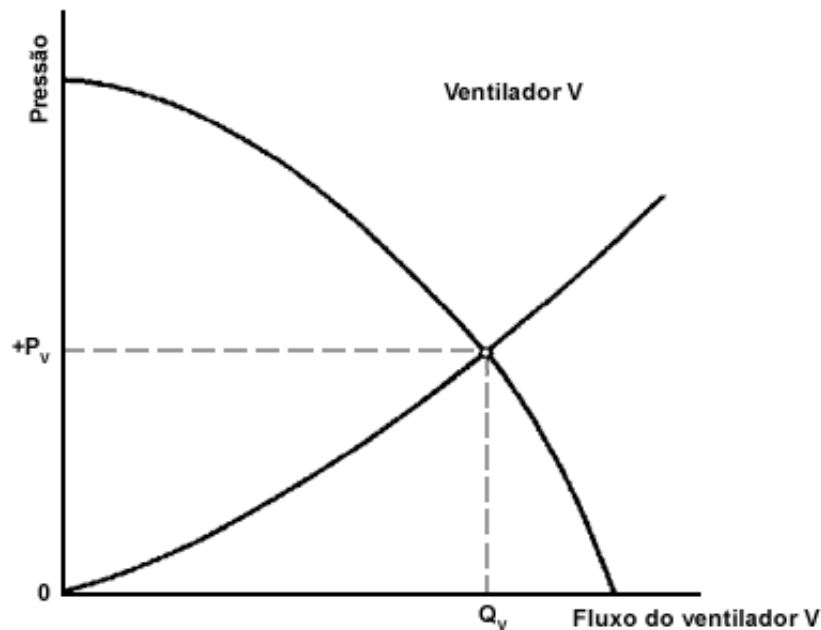


Fig. 4. Gráfica do Ventilador

Mas o exaustor E não trabalhará da forma habitual veiculando ar de um lugar a pressão baixa a outro a pressão alta, mas sim tirará ar do interior do recinto pressurizado para o exterior que está a pressão zero.

A característica do exaustor E da Fig. 4 mostra que a zona de trabalho será a indicada com linha de traços, além da descarga livre.

É preciso ter em conta que se o exaustor for do tipo centrífugo pás adiante, aumenta muito a potência consumida quando trabalha nesta zona podendo-se queimar o motor eléctrico se não for dimensionado adequadamente.



3. Local real, com exfiltrações de ar

Ao transladar o sistema de ventilador-exaustor instalados num local real, com aberturas funcionais e orifícios invisíveis, Fig. 3, temos que considerar que o fluxo de ar impulsionado não será igual ao extraído pelo aparelho E, mas sim parte do mesmo sairá por aquelas aberturas. Equilibradas as entradas e saídas sob uma sobrepressão dominante, é como devemos estudar a situação.

O sistema alcançará o equilíbrio quando a pressão P_v a que trabalhe o ventilador V for igual à P_E do exaustor E, com o que a diferença dos fluxos respectivos $Q_v - Q_E$ seja igual a $Q_p - Q_S$.

Para determinar este ponto de equilíbrio pode ser realizada a gráfica ($P, Q_v - Q_E$) a partir das características dos dois aparelhos V e E, procedendo como segue:

Sobre a gráfica do ventilador V da Fig. 5 marcamos a pressão P_1 encontrando o fluxo Q_{v1} e o mesmo sobre a característica do exaustor E, à pressão $-P_1$ veremos que lhe corresponde o fluxo Q_{E1} .

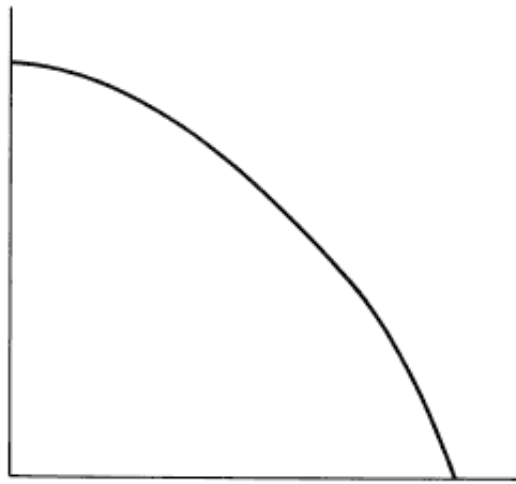


Fig. 5. Gráfica do Ventilador

Sobre uns eixos situaremos um ponto 1, ($P_1, Q_{v1} - Q_{E1}$). Procedendo igual para outras pressões P_2, P_3 , etc. situaremos os pontos 2, 3, etc. que nos levarão a desenhar toda a gráfica da característica conjunta dos dois ventiladores, Fig. 6

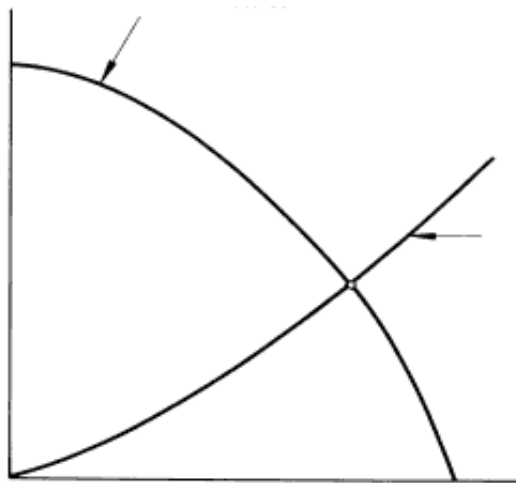


Fig. 6. Gráfica da característica conjunta de dois ventiladores

Se logo representarmos sobre a mesma a curva resistente $Q_s + Q_E = K \sqrt{P}$ mencionada ao princípio, acharemos o ponto de trabalho T' ao que lhe corresponderá uma pressão PT' mais baixa que a que era obtida, a PT da Fig. 2 com um só ventilador a trabalhar, o V .

Determinação da constante K

O fluxo através de uma abertura numa parede, ou um orifício qualquer, de secção S , que separa dois recintos com uma diferença de pressão P entre eles, pode ser calculada por meio da expressão seguinte:

$$Q = 0,827 S \sqrt{P}$$

Onde Q está em m^3/s y P em P_a

Se as aberturas forem funcionais, como portas, janelas, grelhas, etc. será determinado o valor de S medindo a secção das mesmas e somando o da superfície livre de todas elas.

Para o caso de porosidades podem ser tomados os valores aproximados da Tabela 1.

Tipo de construção

Porosidade reduzida m^2/m^2 de superfície

- Tijolo poroso liso

4×10^{-5}

Paredes	- Tijolo poroso com três camadas de pintura	3×10^{-5}
	- Tijolo espesso com uma camada de pintura	2×10^{-5}
	- Tijolo poroso, bom acabamento, raso e engessado	$0'2 \times 10^{-5}$
Janelas	- Janelas com um fechamento excelente	2×10^{-4}
	- Janelas com um mal fechamento	6×10^{-4}

Para as portas fechadas habitualmente é considerada uma porosidade dupla às janelas

Tabela 1. Porosidade

A constante K valerá:

$$K = 0,827 (S_s + S_p)$$

onde:

- S_s = Superfície livre de saída do ar.
- S_p = Soma dos valores das distintas porosidades, fendas, etc.



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE APLICAÇÃO

A CLIMATIZAÇÃO DE ESTUFAS

1. Aquecimento
2. Refrigeração
3. Ventilação

Com as estufas agrícolas procuramos obter um alto rendimento na produção e qualidade dos produtos a desenvolver, embora as condições ambientais exteriores sejam desfavoráveis.

Dentro da estufa é preciso procurar que os factores que intervêm no desenvolvimento dos vegetais sejam os adequados. A Climatização regula a concentração do anidrido carbónico CO₂ e o oxigénio, a temperatura, a humidade, a luminosidade, além de outros factores muito relacionados entre si e que precisam estar presente de forma equilibrada.

As zonas climáticas na Espanha são muito variadas e as condições favoráveis durante o Inverno podem resultar problemáticas no Verão. Na zona mediterrânica, principalmente no Sul, resulta mais difícil arrefecer a estufa no Verão que a aquecer no Inverno. Será preciso então recorrer a técnicas diferentes para alcançar climas desejáveis.

Temperatura

A temperatura actua sobre as funções vitais dos vegetais resultando, em geral, crítica abaixo dos zero graus ou acima de 70 °C. Fora destes limites morrem ou se entorpecem. As temperaturas óptimas são as indicadas na Tabela 1.

Produto	Temp. óptima	Aquecer por debaixo de
Alface	14-18 °C	10 °C
Espinafres	15-18 °C	-2 °C
Ervilhas	16-20 °C	3 °C
Acelgas	18-22 °C	-4 °C
Aipo	18-25 °C	5 °C
Feijões	18-30 °C	8 °C
Tomates	20-24 °C	7 °C
Pimento	20-25 °C	8 °C
Pepino	20-25 °C	10 °C
Beringela	22-27 °C	9 °C
Melancia	23-28 °C	10 °C
Melão	25-30 °C	9 °C
Aboborinha	25-35 °C	8 °C

Tabela 1. Temperatura

Humidade

A humidade do ar interior de uma estufa é muito importante para a vida das plantas. Intervém no crescimento, na transpiração, a fecundação das flores e no desenvolvimento de doenças,

quando for excessiva. A Tabela 2 mostra os valores adequados para cada tipo de cultivo.

Produto	Humidade
Tomate e pimento	50-60%
Beringela	50-60%
Melão e acelga	60-70%
Feijões	60-75%
Alface	60-80%
Melancia	65-75%
Ervilhas	65-75%
Aboborinha e aipo	65-80%
Morangos	70-80%
Pepino	70-90%

Tabela 2. Humidade

Se a humidade for excessiva dificulta a evaporação. Se for escassa aumenta a transpiração até chegar a dificultar a fotossíntese. A humidade, com a mesma quantidade de água no ambiente, varia com a temperatura pelo que devem ser controlados ambos os parâmetros para oferecer as melhores condições. Uma humidade excessiva pode ser corrigida com ventilação, elevando a temperatura e evitando solos húmidos. E ao contrário, se for escassa, é preciso aumentá-la com rega, nebulização de água ou superfícies impregnadas de água.

1. Aquecimento

Se as temperaturas presentes na estufa estiverem abaixo das óptimas será preciso aquecê-la. Prescindindo de sistemas rudimentares, os geradores de ar quente com queimadores de óleos pesados em geral, resultam os mais racionais, sendo proibido o aquecimento eléctrico.

O aquecimento deve compensar as perdas de calor por radiação, renovação de ar, condução, convecção e pelo solo. Se prescindirmos da renovação de ar, que costuma ser nula no Inverno, pode ser efectuado o cálculo aproximadamente pela fórmula:

$$C = K \cdot S \cdot (t_i - t_e)$$

- C = Quilocalorias / horas necessárias
- K = Coef. de transmissão da cobertura (de 2,5 a 7)
- S = Superfície da cobertura e paredes
- $t_i - t_e$ = Incremento temperatura no interior respeito ao exterior

Embora seja projectado um aquecimento discreto por motivos económicos e não pretendamos alcançar as temperaturas óptimas da Tabela 1, o montante do aquecimento resulta sempre importante. Só como exemplo indicativo deixaremos anotado que para uma estufa de 4.000 m², com um coeficiente de transmissão médio e para um incremento de temperatura de 10 °C, da aplicação da fórmula indicada resulta uma afluência de calor, mais 10% por perdas diversas, de 250.000 kcal/h equivalente a uma potência eléctrica de 290 kw.

Em casos de uma emergência temporária, é possível evitar a catástrofe, sem fornecer calor artificial, com a produção de fumo ou vapor de água dentro da estufa.



2. Refrigeração

Conforme o material da cobertura da estufa a radiação solar, que na zona mediterrânica alcança até 600 W/m^2 , pode determinar um sobreaquecimento do ar interior muito elevado. Será preciso eliminar esta sobrecarga de calor procurando que a temperatura se aproxime às óptimas assinaladas. O gráfico da Fig. 1 mostra a diferença de temperatura entre a interior e exterior de uma estufa fechada, sem aberturas, durante as horas do dia.

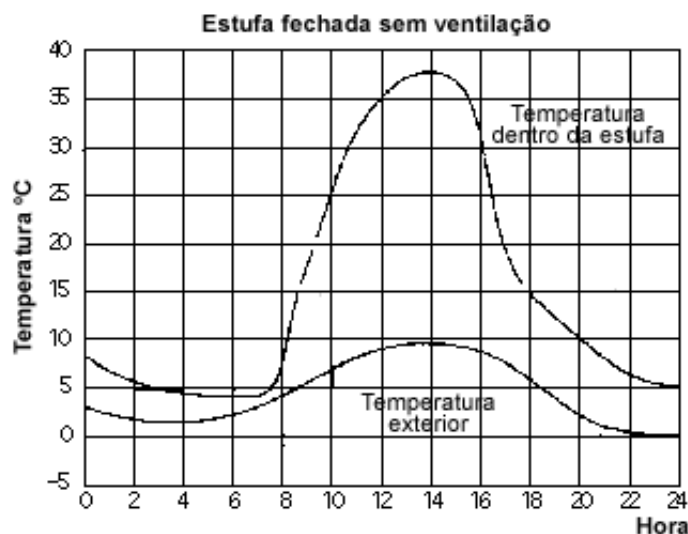


Fig. 1. Variação das temperaturas durante o dia

Recorrer a uma refrigeração mecânica a base de compressor, bomba de calor, etc, resultaria absurdo pelo custo que iria supor. É preciso utilizar sistemas mais económicos como a ventilação, os painéis evaporativos, a nebulização e aspersão de água e o sombreamento.



3. Ventilação

A ventilação numa estufa consiste em substituir o ar quente interior do mesmo por outra massa de ar mais frio proveniente do exterior. Assim pode ser evacuada grande parte da sobrecarga de calor rebaixando a temperatura e, ao mesmo tempo, modificar a humidade e a concentração de gases.

Dois são os sistemas de ventilação que podem ser adoptados: Ventilação Natural e Ventilação Mecânica. O sistema de ventilação deve ser escolhido conforme o tipo de cultivo e as características do edifício. A descrição que vamos fazer de ambos os sistemas obedece a construções experimentais realizadas, mais que a cálculos teóricos, mas sim que podem destacar-se como objectivos comuns o estabelecer umas renovações horárias entre 45 e 60. A temperatura interior num dia ensolarado, será de $5,5$ a $6,5$ °C por cima da exterior com 45 renovações/hora e de $4,5$ a $5,5$ °C com 60 renovações/hora.

E que as entradas de ar estão desenhadas para que, no Inverno, o ar exterior se misture com o interior do local antes de incidir sobre as plantas.

3.1 Ventilação naturale

A ventilação natural baseia-se em que o ar quente interior da estufa ascende e sai por aberturas no tecto com entradas laterais pelos baixos Fig. 2. Estabelecem-se umas correntes de ar que ventilam o espaço coberto. O montante da ventilação obtida por este sistema depende do gradiente de temperatura interior-exterior, da intensidade e direcção do vento e da construção da estufa.

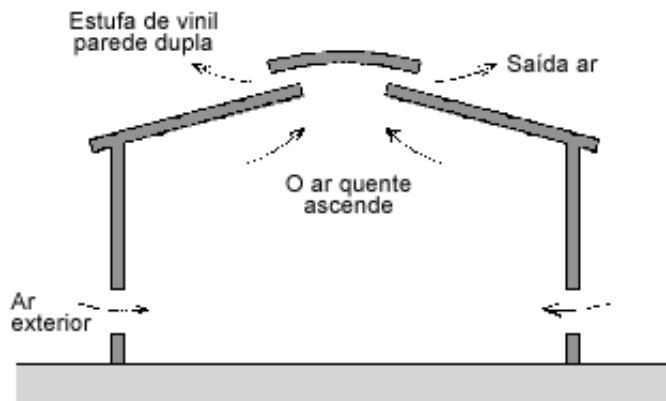


Fig. 2. Ventilação natural

A ventilação natural exige grandes aberturas, de 15% a 25% da superfície coberta e decidir se efectuar aberturas centrais ou laterais ou a combinação de ambas, Fig. 3. Para obter uma boa distribuição do ar devem abranger toda a longitude da instalação e, para épocas frias ou para poder regular a humidade, é necessário poder fechar de forma progressiva, parcial ou total estas aberturas. A manobra pode ser manual ou automática mas sempre será conveniente que for mecanizada, centralizando o seu comando. Em mudanças bruscas da climatologia é preciso poder reagir com rapidez e a qualquer hora, por isso se o sistema for automático, deverá estar equipado com sensores de chuva e vento para actuar.

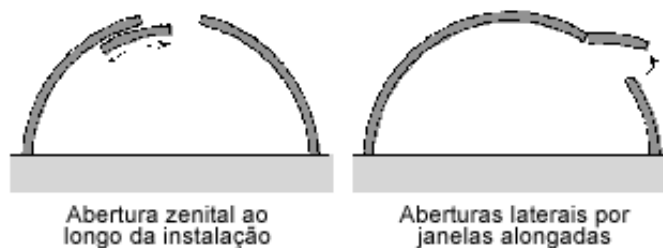


Fig. 3. Ventilação natural

Mas, com este tipo de ventilação é difícil conhecer que renovação de podemos obter, é impossível regular a velocidade de incidência do ar sobre as plantas, está muito condicionado pelas condições meteorológicas e em caso de estufas aquecidas é difícil conservar a energia devido ao defeituoso fechamento de janelas ou do muito comprimento das chaminés centrais, especialmente quando as instalações envelhecerem depois de um longo tempo de uso.

3.2 Ventilação mecânica simples

A ventilação mecânica consiste em renovar o ar com a instalação de ventiladores electromecânicos colocados na cobertura ou na parte lateral alta da instalação, dependendo do comprimento da mesma. As entradas de ar exterior dispõem-se pela parte baixa da parede oposta à dos ventiladores ou por ambas, se a descarga for central, Fig. 4.

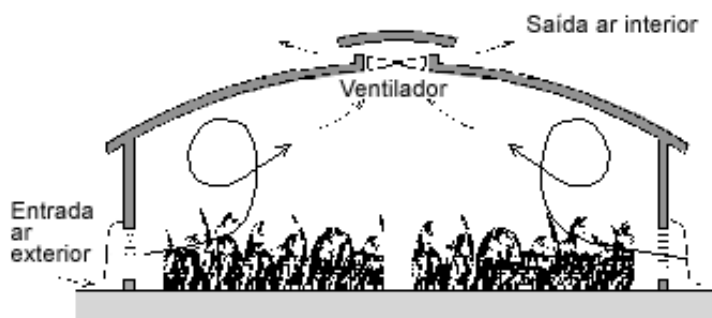


Fig. 4. Ventilação Mecânica Simples (Instalações compridas)

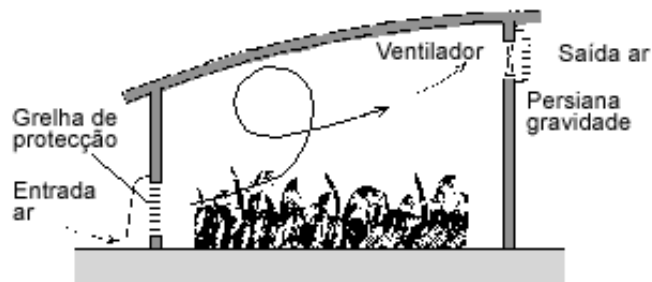


Fig. 5. Ventilação Mecânica Simples (Instalações Estreitas)

Designamos como "simples" o facto de veicular ar do exterior, com a sua temperatura e humidade e descarregá-lo, depois de limpar o interior, evacuando humidade, gases e carga de calor para o exterior. É lógico que a temperatura mínima interior que podemos esperar com este sistema seja o mais próxima possível à do ar exterior.

As renovações de ar por hora N decididas, entre 40 a 60, indicarão o fluxo de ar necessário

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \text{volume do local} \times N$$

E, o número de ventiladores será:

$$N = \frac{Q \text{ total}}{q \text{ (fluxo de um ventilador)}}$$

Os ventiladores serão distribuídos ao longo da instalação, na cobertura ou numa parte lateral, distanciados entre 7 e 10 metros um do outro. No caso de ventiladores laterais é preciso colocar persianas de gravidade para evitar correntes contrárias quando os aparelhos estiverem parados.

As entradas de ar serão protegidas, para o exterior com grades anti-pássaros ou roedores. Para o interior serão dispostos deflectores em caso que o ar exterior em entrada incida directamente sobre as plantas próximas.

A ligação eléctrica dos ventiladores será realizada através de reguladores de velocidade que permitirão obter regimes de ventilação distintos conforme às necessidades.

3.3 Ventilação mecânica húmida

Este sistema consiste em saturar de humidade o ar de entrada, fazendo-lhe atravessar uns painéis de grande superfície construídos com material fibroso impregnado de água. Uns canais perfurados ao longo da parte alta dos painéis fornecem água continuamente para mantê-los molhados. Fig. 6.

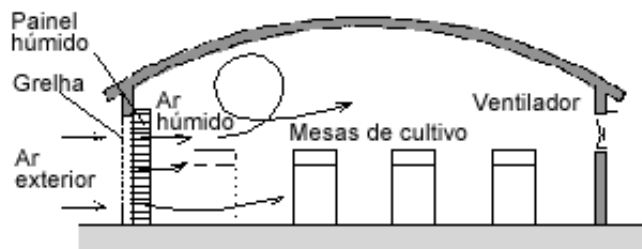


Fig. 6. Ventilação Mecânica Húmida (Sistema por depressão)

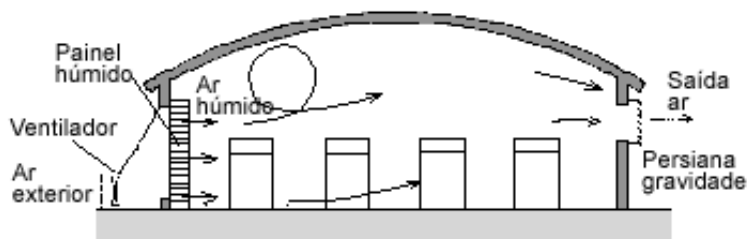


Fig. 7. Ventilação Mecânica Húmida (Sistema por sobrepressão)

O ar exterior impulsionado por um ventilador contra os painéis no caso de uma instalação por sobrepressão ou sugado por um exaustor na parede oposta da instalação, no caso de depressão, penetra na estufa saturada de humidade e com uma temperatura mais baixa. Dentro do local mistura-se com o ar ambiente e evapora-se rebaixando a temperatura e alterando a sua humidade. O ar à saída será o resultante da mistura, arrastando também os gases existentes.

Com este sistema o ar renova-se, arrefece-se e varia a sua humidade. O arrefecimento conseguido será tanto maior quanto mais seco for o ar exterior, podendo ser alcançadas diferenças de 5 °C. A eficiência da instalação é definida como a relação entre a diferença de temperaturas entre o ar exterior e o injectado ao interior e a do ar exterior e a do injectado em caso de estar saturado a 100%. Podem ser alcançados rendimentos de 90%.

O desenho na disposição dos ventiladores e os painéis devem resolver os problemas da velocidade do ar sobre as plantas e os gradientes de temperaturas dentro da estufa.

Alguns aspectos que devem ser atendidos são:

1. A velocidade do ar através dos painéis húmidos deve estar entre 1 e 2 m/s.
2. A perda de carga de um painel não deve ultrapassar os 15 P com um arrefecimento de 3 °C. Os painéis, que ocupam todo o comprimento de uma parte lateral da estufa, devem ter uma altura entre 0,5 e 2,5 m.
3. O fluxo de água para molhar os painéis verticais deve oscilar entre os 4 e 10 l/min. por metro de comprimento dos mesmos.
4. Se os locais forem muito largos deve ser adoptada a disposição de ventilador de tecto e entradas de ar, com painéis húmidos, em ambas as partes laterais.

3.4 Aspersão e nebulização de água

Consiste em espalhar por todo o local uns pulverizadores de água que difundem gotas por todo o ambiente. Conforme o tamanho das gotas, acima ou abaixo dos 200 µm., resultam gotas que molham ou formam nevoeiro. Estas gotas de água evaporam-se, absorvendo grande parte da energia solar recebida, com o que arrefecem o ambiente.

Como este sistema não possui uma ventilação resulta inferior à ventilação húmida pelo que é aconselhável combiná-lo com uma ventilação simples.

Um inconveniente a assinalar é que os equipamentos pulverizadores são muito delicados pela facilidade de ser obstruídos os pequenos orifícios com os sais da água.

3.5 Sombreamento

Mais que um sistema em si, o sombreamento é um bom complemento para qualquer sistema de refrigeração que for adoptado, consistente em colocar uns guarda-sóis, ecrãs de protecção, para paliar o excesso de radiação solar sobre a estufa. Todavia resulta difícil instalar por razões de tamanho, solidez mecânica, existência aos elementos meteorológicos

e de orientação exacta em caso de recorrer ao mesmo de forma parcial.

Também pode ser reduzida a temperatura da cobertura, que emite calor para o interior de forma importante, por aspersão de água sobre a mesma, embora esta medida requeira uma despesa de água elevada.



FICHAS TÉCNICAS

CASOS DE APLICAÇÃO

REFRIGERAÇÃO E HUMIDIFICAÇÃO



1. Introdução
2. Dispositivos para a refrigeração do ar

1. Introdução

Se observamos temperaturas secas e húmidas dos termómetros de um Psicrómetro, Fig. 2, veremos que normalmente, uma delas, a do termómetro húmido, é inferior à temperatura ambiente que indica o termómetro seco.

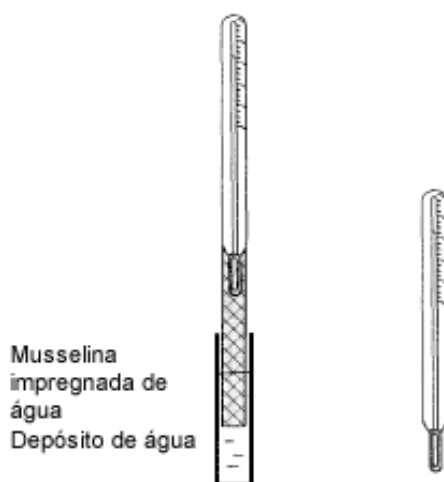


Fig. 1. Termómetro de bulbo húmido e termómetro seco

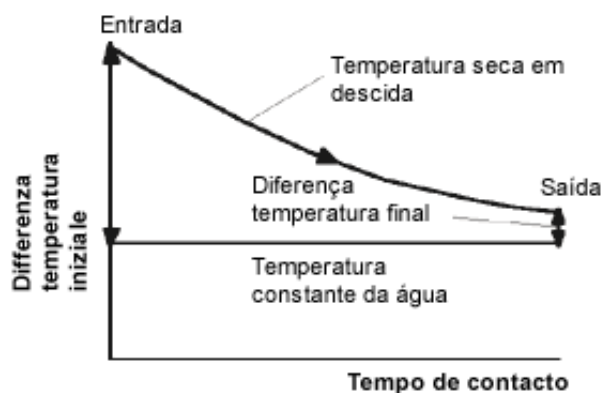


Fig. 2. Comparação dos termómetros

Este fenómeno indica-nos que, teoricamente, se o ar entrar em contacto com um corpo impregnado de água, podemos conseguir diminuir a sua temperatura até a indicada pelo termómetro húmido. Este processo é o mesmo que mantém fresca a temperatura da água de uma bilha, e também o que é utilizada para refrigerar os quartos nalguns países quentes mediante esteiras humedecidas colocadas nas janelas sobre as que sopra o vento. Neste caso, ao mesmo tempo que diminui a temperatura do ar, aumenta também a humidade relativa do mesmo.

DIFERENÇAS PSICOMÉTRICAS												
Termô- metro seco	Diferença entre o termômetro seco e o húmido											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
1	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
2	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
3	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
4	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
5	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
6	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
7	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
8	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
9	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
10	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
11	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
12	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
13	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
14	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
15	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
16	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
17	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
18	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
19	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
20	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
21	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
22	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
23	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
24	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
25	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
26	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
27	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
28	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
29	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
30	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
31	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
32	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
33	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
34	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
35	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
36	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
37	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
38	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
39	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
40	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
41	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
42	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
43	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
44	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
45	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
46	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
47	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
48	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
49	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0
50	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0

INSTRUÇÕES

Encher de água o tubo de vidro que há entre os dois termómetros.

A diferença dos dois termómetros indicará a % de humidade do ar.

EXEMPLO: o termómetro seco indica 16° e o húmido 13° sendo 3° de diferença o que corresponde a 71% de humidade.

O aparelho não deve ser exposto ao sol.

Tabela 1. Diferença psicométricas

Uma explicação elementar deste fenómeno reside no facto de que, para evaporar a água necessária para saturar o ar de humidade, é imprescindível fornecer o calor de evaporação para conseguir transformá-la em vapor de água e este calor apenas pode ser proporcionado pelo mesmo ar, com o que diminui a sua temperatura. Uma explicação mais completa deste processo foi dada na **Folha Técnica: A água**. A psicometria.

Para concretizar mais e expor a solução de processos de refrigeração e humidificação, notemos na Fig. 4 que, no diagrama psicométrico, foram assinalados dois pontos, o A e B, que correspondem a dois estados determinados do ar:

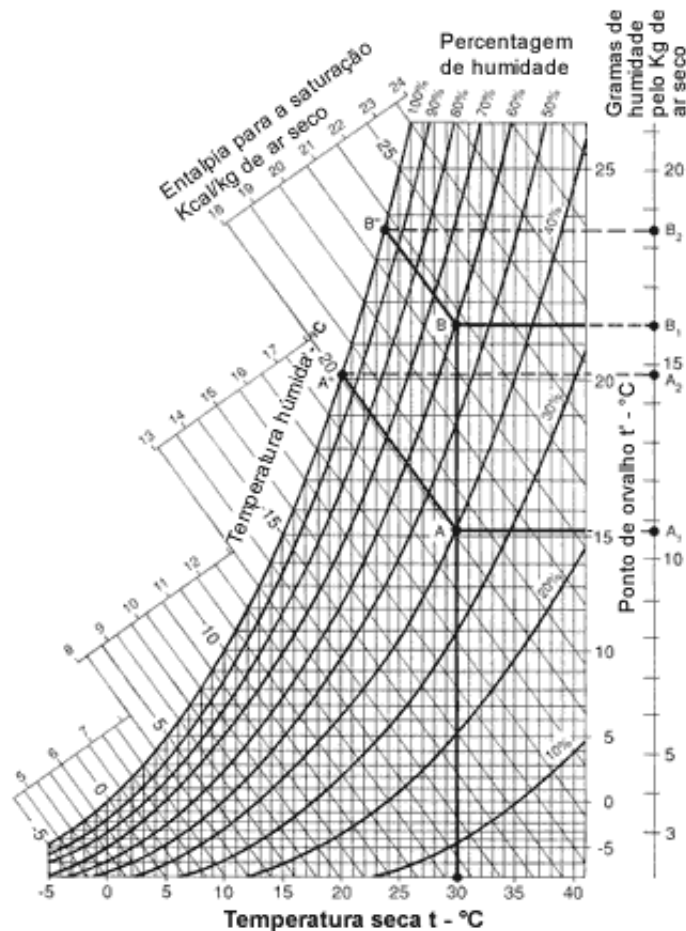


Fig. 4. Diagrama psicrométrico

Legenda:

O ponto A representa ar a 30 °C e 40 % de humidade que ao saturar-se a 100 %, ponto A'', desce a sua temperatura a 20 °C. O conteúdo de água de 10,7 gramas por quilograma de ar seco passa a conter 14,7 gramas de água pelo mesmo peso.

- O ponto A representa ar com uma temperatura seca de 30 °C e uma humidade relativa de 40%.
- O ponto B representa ar com uma temperatura seca também de 30 °C e uma humidade relativa de 60%.

No caso de dispor de ar como o definido pelo ponto A, se o pusermos em contacto íntimo com água aquele arrefecer-se-á seguindo o processo marcado pela linha A-A'', de tal maneira que quando for alcançado o ponto A'' a temperatura do ar terá descido até 20 °C e a sua humidade relativa será de 100%. Assim a humidade absoluta terá aumentado de 10,7 gr/kg (ponto A₁) a 14,7 gr/kg (ponto A₂). Isto é, cada kg de ar ao mesmo tempo que desce a sua temperatura em 10 °C absorve 4 gr de água.

Se o ar considerado é o definido pelo ponto B e, ao igual ao caso anterior, pomo-lo em contacto íntimo com água, arrefecer-se-á seguindo o processo marcado pela linha B-B'' descendo a sua temperatura a 24 °C e alcançando a sua humidade relativa também de 100%. A humidade absoluta terá aumentado de 16 gr/kg (ponto B₁) a 18,4 gr/kg (ponto B₂). Isto é, cada kg de ar, ao mesmo tempo que diminui a sua temperatura em 6 °C, absorve 2,4 gr de água.

Nos dois exemplos anteriores vemos que a diminuição da temperatura é obtida com prejuízo de um aumento da humidade do ar e que o efeito refrigerador deste tipo de processo é tão mais acusado quanto mais seco for o clima. Outra característica a ter em conta é que, devido ao aumento de humidade do ar, a capacidade de dissipação de calor do corpo humano, produzido principalmente graças à transpiração, diminui.



2. Dispositivos para a refrigeração do ar

A eficácia de um sistema de refrigeração por evaporação de água depende:

- Da superfície de contacto entre o ar e a água.
- Da velocidade relativa entre o ar e a água durante o tempo de contacto.
- Do tempo durante o que o ar está em contacto com a água.
- Da diferença entre a temperatura húmida do ar e a temperatura da água empregada para o processo.

Os dispositivos desenhados tendem a otimizar as anteriores condições conseguindo rendimentos entre 95% e 60% da diferença entre a temperatura seca e húmida do psicrómetro.

Além dos sistemas mais ou menos sofisticados desenhados para este fim, a refrigeração do ar pode ser efectuada mediante dispositivos simples como os representados nas Figs. 5 e 6. O rendimento que podemos esperar do mostrado na Fig. 6 é da ordem de 60% da diferença entre as temperaturas seca e húmida.

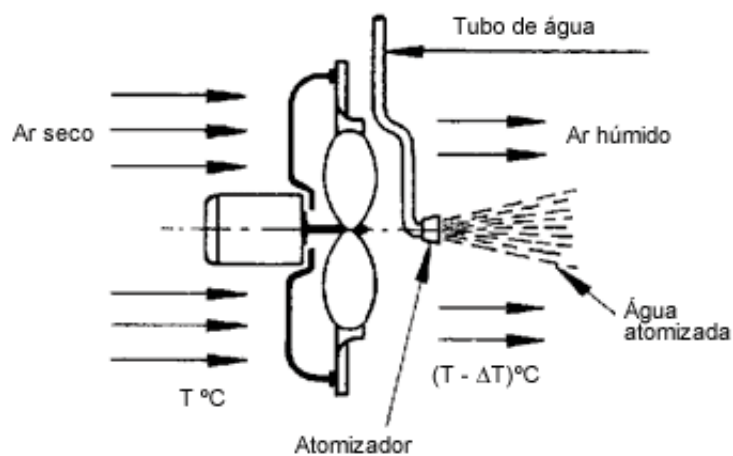


Fig. 5. Sistema de Refrigeração de ar

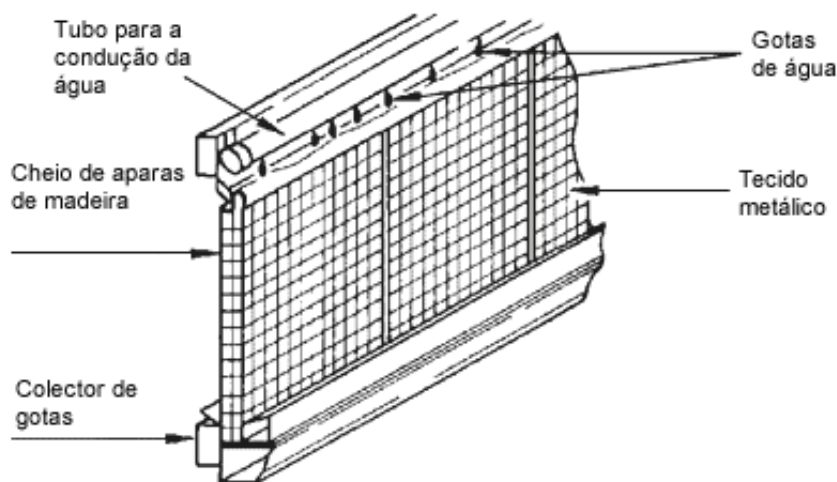


Fig. 6. Sistema de Refrigeração de ar

Os sistemas de arrefecimento de ar por evaporação podem ser classificados em directos ou indirectos. Nos primeiros há um contacto do ar com a água quer fazendo passar a corrente de ar através de painéis húmidos, Fig. 6, quer pulverizando água dentro do jacto de ar de entrada, Fig. 5. Os sistemas indirectos têm lugar através de um permutador de calor, mas não vamos tratar dos mesmos nesta Folha Técnica.

A gráfica da Fig. 3 ilustra as mudanças termodinâmicas que acontecem entre o ar e a água em um sistema directo. A água recirculada que humedece os painéis atinge uma temperatura de

equilíbrio igual à temperatura húmida do ar de entrada. O calor e a massa que transfere entre o ar e a água baixa a temperatura seca do ar e aumenta a humidade a uma temperatura húmida constante.

O rendimento do sistema está expresso pela fórmula:

$$R = 100 \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t'}$$

- t_1 = Temp. seca do ar entrada
- t_2 = Temp. seca do ar saída
- t' = Temp. húmida ar entrada

Para instalações de refrigeração de grandes edificações como estufas agrícolas ou quintas de animais habitualmente são dispostas em toda uma parte lateral do mesmo ou do tecto uns painéis porosos de fibra de celulose orvalhados com água pela sua parte alta em toda o seu comprimento. A água restante cai por gravidade e é recolhimento por um canal inferior para ser recirculada. Os ventiladores são colocados na parede oposta extraíndo ar do local deixando-o em depressão, o que força a entrar o ar do exterior através dos painéis húmidos.

No mercado existem equipamentos compactos que numa mesma caixa alojam um ventilador, um painel húmido e o equipamento hidráulico necessárias para bombear a água, conduzi-la e regar o painel. É o caso da Fig. 7 que vão do modelo sobremesa de 350 m³/h, passando pelo modelo de janela até 7.000 m³/h para acabar no de ligação a condutas até 30.000 m³/h. A velocidade do ar através do painel vai dos 0,5 a 1,5 m/s.

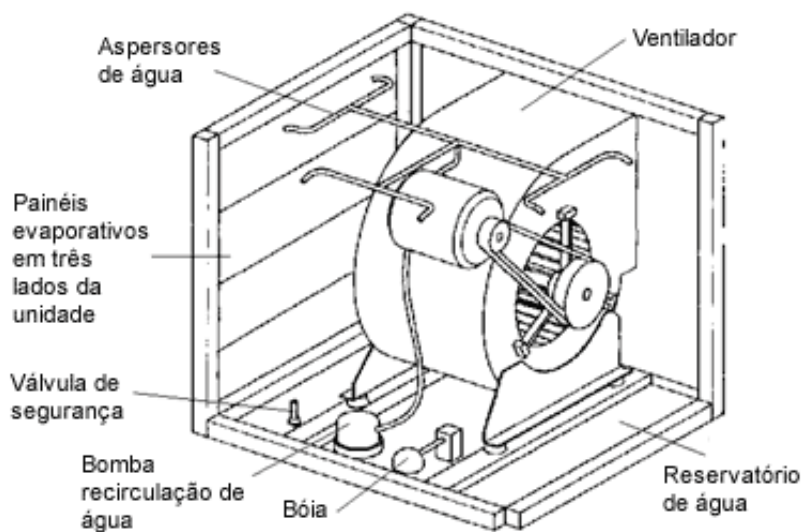


Fig. 7. Equipamento evaporativo completo

Outro modelo é de orvalho por aspersão Fig. 8 dentro da caixa onde é projectada água por uns pulverizadores contra o painel evaporativo. É para grandes fluxos que alcançam os 60.000 m³/h com velocidades de ar de 3 m/s.

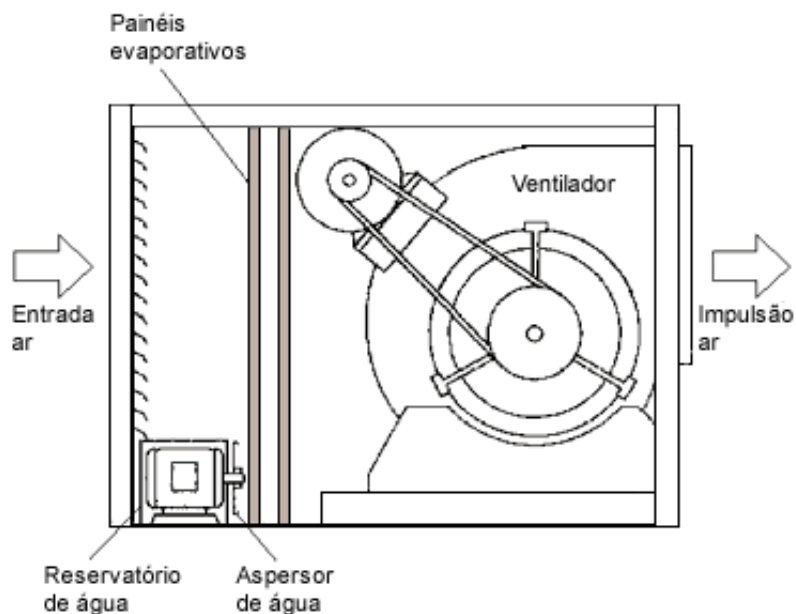


Fig. 8. Equipamento evaporativo com aspersores de água

E finalmente existe o de painel rotatório Fig. 9 que dispõe o painel em forma de tambor giratório com uma parte do mesmo submerso num reservatório de água de que emerge impregnado para apresentar a sua massa à corrente de ar do ventilador. É fabricado para fluxos de até 20.000 m³/h e velocidades de 3 m/s.

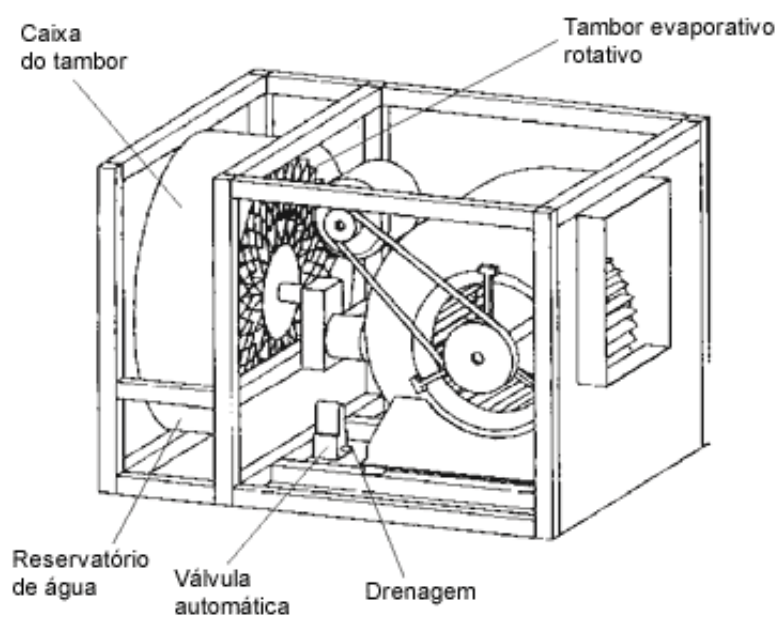


Fig. 9. Equipamento evaporativo com tambor rotativo



FICHAS TÉCNICAS



CASOS DE VENTILAÇÃO

AQUECIMENTO EM GRANDES LOCAIS

1. Aquecimento e climatização de edifícios
2. Gradiente de temperatura num local
3. Poupança de energia em aquecimento

No ano 1992, em que a ONU promoveu a conferência de Rio de Janeiro, os assuntos relacionados com a mudança climática encontram-se nas agendas da maioria dos governos.

Esta preocupação pela mudança climática, as medidas que devem ser adoptadas, bem como os prazos em que devem ser alcançados os objectivos, também foram objecto de debate nas conferências de Kyoto e Buenos Aires, esta última em 1998.

Um dos assuntos de discussão nestes encontros internacionais foi a redução das emissões dos gases que originam o efeito de estufa.

Entre as distintas políticas encontra-se a eficiência energética. A União Europeia comprometeu-se activamente com os anteriores objectivos. Assim, em 1992, foi fixado um ambicioso objectivo para o ano 2000 em resposta ao processo de Rio e os novos requisitos do Tratado de Maastricht e desde o ano 1994 participa do convénio quadro das Nações Unidas sobre a mudança climática. As inquietações ambientais no desenvolvimento da política energética ficaram como manifesto no Livro Verde por uma política energética da União Europeia, adoptado em Janeiro de 1995. Também os programas SAVE para estimular a eficiência energética e a rede OPET (Organisation for the Promotions of Energy Tecnology) vão neste sentido. Um dos objectivos que se propôs a U.E. dentro do quinto programa, iniciado no ano 1996, é estabilizar os níveis de emissão de CO₂ aos níveis de 1990.



Para traçar objectivamente este programa foram determinadas as tendências sociais europeias nos períodos mencionados na Fig. 1, identificando ao mesmo tempo as forças favoráveis e adversas à consecução dos objectivos propostos. O rendimento energético é uma das forças a ter em conta. Fig. 2

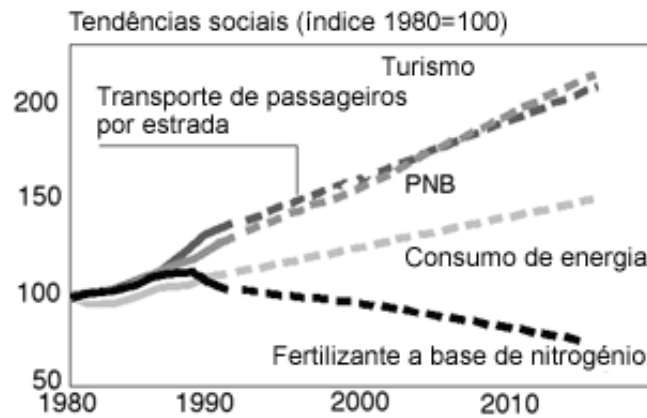


Fig. 1. Tendências sociais

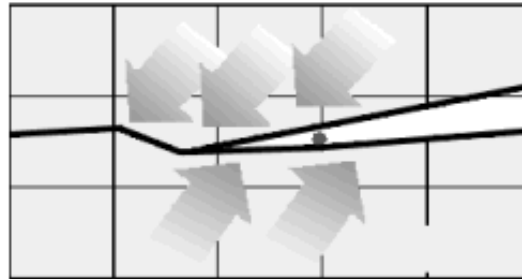


Fig. 2. Rendimento energético

Podemos dizer que este processo enlaça também com a preocupação motivada pela crise do petróleo do ano 1973 que deu origem à Conferência Mundial da Energia celebrada em Istambul em 1977. Nesta, chegou-se também à conclusão que, a poupança energética, é a mais barata e acessível fonte de energia e pode jogar um papel primordial no futuro.

Esta verdade, válida para todo mundo, é dramática na Espanha pela sua grande dependência energética do exterior. Uma forte política de fomento das energias limpas ou renováveis (eólica, solar, etc.) junto com o fomento da economia energética experimentará um grande impulso no nosso país.

Em relação à poupança energética devemos dizer que a Fundação Ford chegou à conclusão que os processos industriais podem melhorar 30% a sua eficiência energética. Também o Centro de Estudos da Energia explica que é possível obter poupanças de 5 a 20% com simples métodos de melhoramento em equipamentos e processos, com investimentos razoáveis.

Este capítulo procura fornecer o seu grão de areia contribuindo à poupança de energia de aquecimento em grandes locais uniformizando a temperatura por meio de ventiladores de tecto.

1. Aquecimento e climatização de edifícios

O aquecimento ou climatização de um local tem por objecto criar umas determinadas condições de temperatura, humidade, etc. no ambiente a fim de que as pessoas que o habitam tenham uma sensação de conforto ou bem-estar.

Dita sensação é, principalmente, o resultado do intercâmbio de energia entre o corpo humano e o seu ambiente circundante. Este intercâmbio é produzido por evaporação, convecção e radiação, tal como mostra a Fig. 3.

O corpo elimina o calor por:

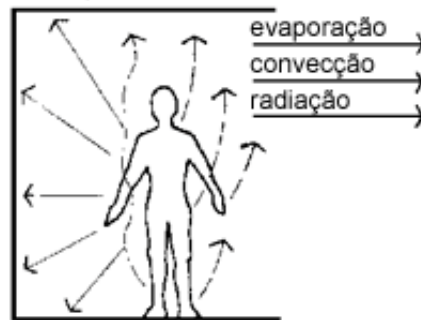


Fig. 3. Intercâmbio de energia entre o corpo humano e seu ambiente circundante

Vemos que apenas nos espaços habitados é necessário manter as condições ambientais necessárias para o bem-estar. De facto, as normativas sobre climatização já definem estes espaços, em que devem ser garantidos os critérios de bem-estar, como ZONAS OCUPADAS, tal como podemos ver na Fig. 4. Também devemos dizer que manter aqueles critérios fora das zonas ocupadas conduz à dissipação de energia.

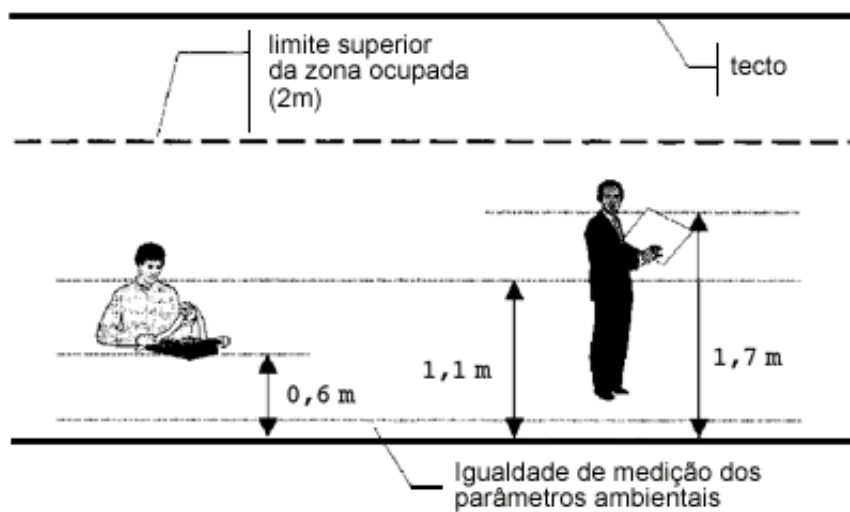


Fig. 4. Zonas ocupadas

Esta dissipação não tem muita importância em locais com uma altura de tecto reduzida. Não podemos dizer o mesmo no caso de instalações e locais cuja altura de tecto é considerável. Nestes casos é conveniente instalar sistemas que levem a uma maior eficiência energética ao aquecer ou climatizar o local.



2. Gradiente de temperatura num local

Se medirmos a temperatura de um local com aquecimento a diferentes alturas veremos que esta aumenta do solo até o tecto. Este aumento segue a curva da Fig. 5 e o seu incremento depende do fluxo de ar extraído do local e da quantidade de energia utilizada em aquecê-lo. No caso de um local padrão geralmente é aceite um incremento de temperatura de aproximadamente 7% por cada metro de altura sobre o nível de respiração dos ocupantes.

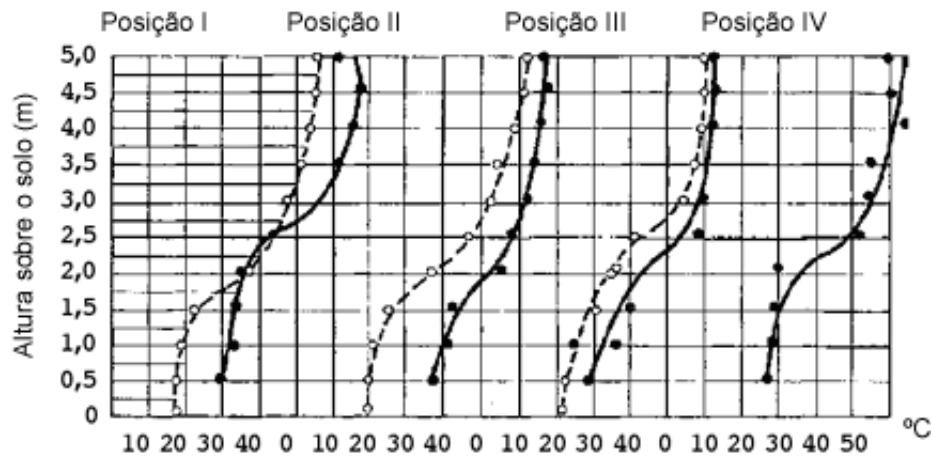


Fig. 5. Gradiante de temperatura num local

3. Poupança de energia em aquecimento

Num edifício as perdas de calor através dos fechamentos são proporcionais à diferença de temperaturas entre o interior e o exterior do edifício, isto é, quanto mais alta for esta diferença maior será a despesa energético de aquecimento. Caso a diferença de temperatura entre o interior e o exterior for uniforme, no tecto, paredes, janelas, etc. a percentagem de calor dissipado em cada elemento construtivo pode ser visto na Fig. 6.

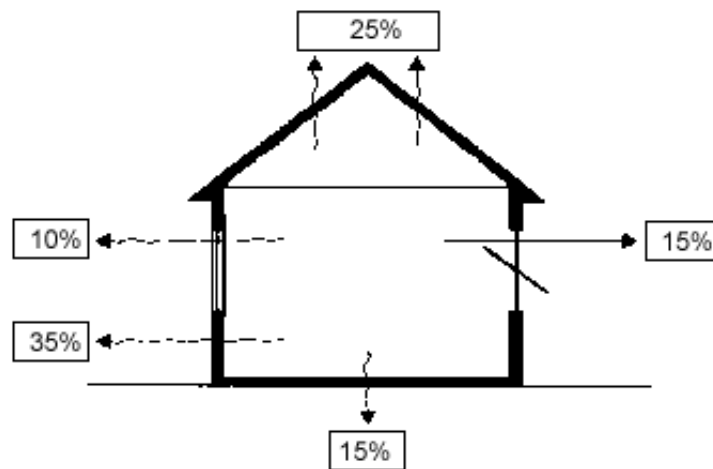


Fig. 6. Perdas de calor num edifício

Estas percentagens de energia dissipada em cada fechamento podem mudar substancialmente se a temperatura a nível do solo for diferente da do tecto. Neste caso as perdas de calor através do tecto podem ser consideráveis.

Conforme o anteriormente descrito, se não forem utilizados dispositivos para evitar a estratificação térmica do ar destes locais, encontrar-nos-emos com uma diminuição da eficiência energética devida a duas circunstâncias:

- Pela necessidade de ter que aquecer, até as condições de conforto ou bem-estar, um volume de ar muito superior ao da ZONA OCUPADA.
- Pelo aumento das perdas de calor através do tecto devido à maior diferença entre a temperatura do ar na parte superior da instalação e a temperatura exterior.

Mas vejamos mais atentamente estes dois aspectos: Partindo de um local frio, ao começar a jornada ficará muito antes a regime, alcançando uma temperatura uniforme, um local com ventiladores de tecto que outro sem ventilação, no qual para obter a temperatura de bem-estar na

zona ocupada, originar-se-ão temperaturas crescentes até o tecto.

A fórmula seguinte:

$$C = 0,24 V (t_2 - t_1)$$

indica a quantidade de calorías (kcal) necessárias para aquecer uma massa de ar V(kg) de uma temperatura, por exemplo, de $t_1(^{\circ}\text{C})$ a t_2 . Como podemos ver esta energia é tanto maior quanto mais grande for o incremento de temperatura necessário. No exemplo das figuras é de 20°C com uma temperatura uniformizada do tecto e de 25°C aproximadamente no outro caso sem ventilação.

Do ponto de vista das perdas de calor por transmissão de paredes e tecto a fórmula:

$$P = \Sigma (KS (t_2 - t_1))$$

Depende também, de forma directamente proporcional, do salto de temperatura que, neste caso, é a do interior do local ao exterior do mesmo, à intempérie.

Calculando as perdas zona a zona, à medida que a temperatura aumenta, chegamos a valores muito superiores dos que resulta do mesmo cálculo no caso de uma temperatura uniforme.

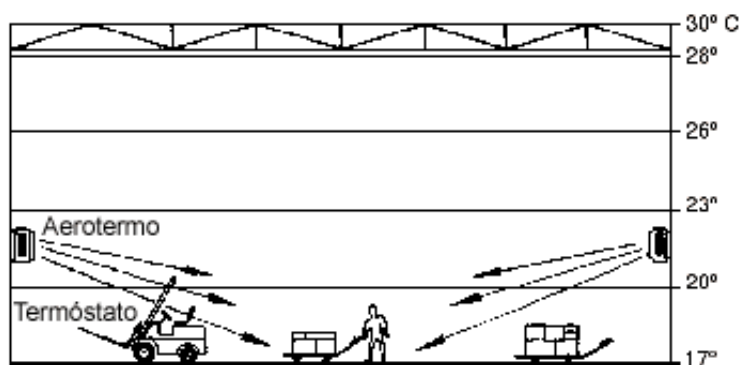


Fig. 7. Poupança de energia em aquecimento

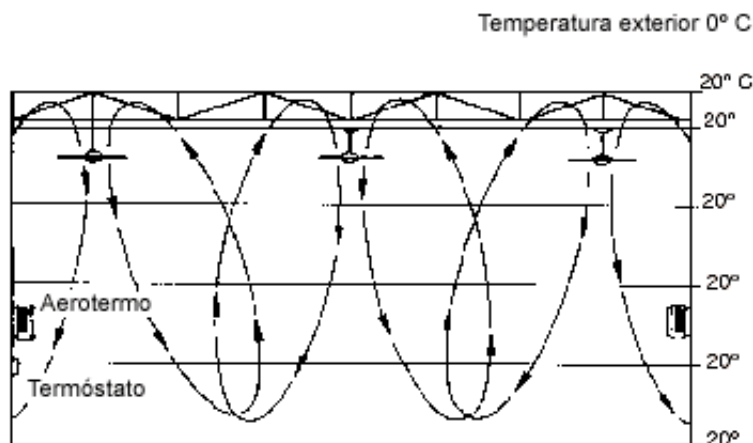


Fig. 8. Poupança de energia em aquecimento

Como exemplo suponhamos a instalação da Fig. 9, a cujas paredes, tecto e solo lhes consideramos um coeficiente de perdas K, que é o mesmo em todos os casos.

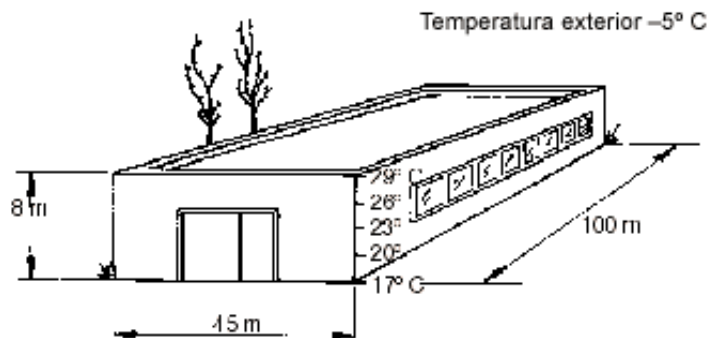


Fig. 9. Instalação

A quantidade de calor por unidade de tempo que se perderá, no caso de ter uma distribuição de temperatura como a indicada, valerá:

$$\text{Calor perdido pelas paredes} = K \cdot ((45 \times 100) \times 2 \times 8) \times \left(\frac{29-17}{2} - 5 \right) = K \times 41.760 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Calor perdido pelo solo} = K \cdot (45+100) \times 2 \times (17-5) = K \times 3.480 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Calor perdido pelo tecto} = K \cdot (45 \times 100) \times (29-5) = K \times 108.000 \text{ Kcal}$$

$$\text{Total} = K \times 153.240 \text{ Kcal}$$

À temperatura uniforme de:

$$\text{Calor perdido pelas paredes} = K \cdot ((45 \times 100) \times 2 \times 8) \times (20-5) = K \times 34.800 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Calor perdido pelo solo} = K \cdot (45+100) \times 2 \times (20-5) = K \times 4.350 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Calor perdido pelo tecto} = K \cdot (45 \times 100) \times (20-5) = K \times 67.500 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Total} = K \times 106.650 \text{ Kcal.}$$

Conforme estes resultados teríamos uma poupança de energia do

$$\frac{153.240 - 106.650}{153.240} = 0,304 = 30,4\%$$

O valor desta poupança de energia, apenas deve ser tomado como um dado qualitativo, já que foi feita a hipótese de um mesmo coeficiente K para as paredes, tecto e solo. Para conhecer o valor da poupança real de energia numa construção determinada, deve ser efectuado o cálculo introduzindo os valores reais dos coeficientes K, isto é, ter em conta o tipo de paredes, tecto e solo e se estiverem ou não isolados.

Os ventiladores idóneos para instalar o ar descendente são do tipo de tecto, como os representados na Fig. 1, e com diâmetros de 900 a 1500 mm. São aparelhos de fluxo, com poucas pás, de três a cinco máximo, e que giram a velocidades abaixo das 500 rev/min.

No catálogo **S&P**, podemos encontrar as características deste tipo de aparelhos.

