

A VENTILAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA

António José da Anunciada Santos



AUTOR

António José da Anunciada Santos

TÍTULO

A Ventilação no Setor Agrícola

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

CHANCELA

Agrobook – Conteúdos Técnicos e Científicos

DISTRIBUIÇÃO

Booki – Conteúdos Especializados
Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

PARCEIRO DE COMUNICAÇÃO

AGROTEC – Revista Técnico-Científica Agrícola · www.agrotec.pt

REVISÃO EDITORIAL

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
Teresa Garrido

DESIGN

Raquel Boavista
Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt

IMPRESSÃO

agosto, 2020

DEPÓSITO LEGAL

457807/19



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2020 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

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

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

CDU

697 Aquecimento, ventilação e condicionamento de ar em edificações.

631.2 Construções, estruturas e instalações agrícolas.

Construções para manutenção de gado,
produtos agrícolas, maquinaria e equipamento.

ISBN

Papel: 978-989-892-769-9

E-book: 978-989-892-770-5

Catálogo da publicação

Família: Agronomia

Subfamília: Instalações Agrícolas

AGRADECIMENTOS	IX
CAPÍTULO 1. Princípios e fundamentos	11
1.1. Descrição	11
1.2. Ar atmosférico	11
1.2.1. Constituição	11
1.2.2. Contaminantes do ar	13
1.2.2.1. Generalidades	13
1.2.2.2. Classificação do ar exterior	15
1.2.2.3. Fontes e indústrias	16
1.2.2.4. Partículas (PM)	18
1.2.2.5. Gases e compostos voláteis	22
1.2.2.6. Microrganismos	29
1.3. Psicometria	30
1.3.1. Noções termodinâmicas básicas	31
1.3.1.1. Temperatura de bolbo seco	31
1.3.1.2. Calor, unidades e formas	36
1.3.1.3. Formas de transmissão de calor	41
1.3.1.4. Equações dos gases perfeitos	47
1.3.2. Parâmetros do ar	49
1.3.2.1. Pressão atmosférica	49
1.3.2.2. Humidade absoluta e relativa	52
1.3.2.3. Temperatura de orvalho do ar	56
1.3.2.4. Temperatura húmida	57
1.3.2.5. Entalpia do ar	58
1.3.2.6. Volume específico do ar	59
1.3.3. Diagrama psicrométrico	59
1.3.4. Processos psicrométricos	62
1.3.4.1. O aquecimento e arrefecimento sensível	62
1.3.4.2. O arrefecimento com desumidificação	63
1.3.4.3. A humificação	65
1.3.4.4. O arrefecimento evaporativo	66
1.3.4.5. A mistura de caudais	70
1.4. Qualidade do ambiente interior	71
1.4.1. Descrição	71
1.4.2. Condições interiores	71
1.4.2.1. De conforto humano	73
1.4.2.2. De conforto animal	82
1.4.2.3. Estufas agrícolas	84
1.4.3. Calor gerado por seres humanos e animais	85
1.4.4. Contaminantes interiores	87
1.5. Caudais de ventilação	89
1.5.1. Meios ocupados por pessoas	89
1.5.1.1. Edifícios residenciais (vivendas)	89

1.5.1.2. Edifícios não residenciais.....	91
1.5.1.3. Locais industriais.....	104
1.5.2. Meios ocupados com animais.....	105
1.5.2.1. Balanço de carga sensível.....	106
1.5.2.2. Balanço de carga latente.....	117
1.5.3. Estufas agrícolas.....	118
1.6. Classificação resumida dos sistemas de ventilação.....	123
1.7. Exercícios resolvidos.....	124
CAPÍTULO 2. Condutas para o transporte de ar.....	131
2.1. Descrição.....	131
2.2. Redes de condutas.....	131
2.2.1. Materiais e classificações.....	132
2.2.2. Formas geométricas e dimensões.....	134
2.3. Escoamento de ar em condutas.....	140
2.3.1. Equação de Bernoulli.....	140
2.3.2. Evolução da pressão e velocidade.....	141
2.3.3. Caudal volúmico e mássico.....	146
2.3.4. Número de Reynolds e os escoamentos.....	147
2.3.5. Cálculo dos diâmetros e velocidades.....	149
2.3.6. Perdas de carga em condutas.....	153
2.3.6.1. Descrição.....	153
2.3.6.2. Perda de carga em linha.....	154
2.3.6.3. Perda de carga em acessórios.....	161
2.4. Métodos de dimensionamento.....	174
2.4.1. Método de velocidade constante.....	174
2.4.2. Método de redução de velocidade.....	176
2.4.3. Método de perda de carga constante.....	179
2.4.4. Método de recuperação estática.....	181
2.5. Cuidados na instalação de condutas.....	184
2.6. Manutenção em condutas.....	188
CAPÍTULO 3. Ventiladores.....	193
3.1. Descrição.....	193
3.2. Classificação e aplicações.....	194
3.2.1. Função.....	194
3.2.2. Trajetória do ar.....	196
3.2.2.1. Centrifugos.....	196
3.2.2.2. Axiais.....	198
3.2.2.3. Helicocentrífugos e tangenciais.....	198
3.2.3. Pressão de trabalho.....	199
3.2.4. Outros critérios.....	200
3.2.5. Lista de ventiladores industriais.....	202
3.3. Fundamento teórico.....	206
3.4. Parâmetros característicos e regimes de funcionamento.....	210
3.4.1. Carga energética fornecida ao fluido.....	210
3.4.2. Velocidade periférica.....	213

3.4.3. Rendimentos.....	215
3.4.4. Curvas características do ventilador.....	217
3.4.5. Pontos de funcionamento.....	228
3.4.5.1. Curva resistente.....	228
3.4.5.2. Relação curva resistente-ventilador.....	229
3.4.5.3. Regimes de trabalho.....	231
3.4.6. Instabilidade.....	232
3.4.7. Leis de semelhança.....	233
3.5. Seleção de um ventilador.....	237
3.5.1. Método da rotação específica.....	238
3.5.2. Método da seleção do ar equivalente.....	240
3.6. Operação e controlo de ventiladores.....	240
3.6.1. Associação de ventiladores.....	241
3.6.1.1. Associação em série.....	241
3.6.1.2. Associação paralela.....	242
3.6.2. Regulação de funcionamento.....	243
3.6.2.1. Regulação com registos e <i>dampers</i>	244
3.6.2.2. Regulação por <i>bypass</i>	248
3.6.2.3. Regulação da velocidade.....	249
3.6.2.4. Variações das pás do ventilador.....	251
3.6.3. Arranjos de ventiladores.....	252
3.7. Unidades de ventilação.....	255
3.7.1. Definição e tipos de aplicações.....	255
3.7.2. Constituição e funcionamento.....	256
3.7.3. Motores elétricos e controlos.....	258
3.7.4. Cuidados de instalação e manutenção.....	263
CAPÍTULO 4. Equipamentos de ventilação.....	269
4.1. Descrição.....	269
4.2. Elementos de um sistema de ventilação.....	269
4.3. Distribuição de ar nos espaços.....	270
4.3.1. Sistema de mistura.....	270
4.3.1.1. Sistema com fluxo de ar isotérmico.....	271
4.3.1.2. Sistema com fluxo de ar não isotérmico.....	279
4.3.1.3. Localização dos equipamentos terminais.....	283
4.3.2. Sistema por deslocamento.....	286
4.4. Unidades e equipamentos terminais.....	289
4.4.1. Tipos.....	289
4.4.2. Grelhas.....	289
4.4.2.1. Classificação.....	289
4.4.2.2. Principais características.....	289
4.4.3. Difusores.....	301
4.4.3.1. Classificação.....	301
4.4.3.2. Principais características.....	302
4.4.4. Seleção de grelhas e difusores.....	313
4.4.5. Outros elementos.....	315
4.4.5.1. Persianas de sobrepressão.....	316

4.4.5.2. Bocas de ventilação e entradas de ar.....	318
4.4.5.3. Válvulas antirretorno.....	325
4.4.5.4. Elementos terminais de telhado.....	326
4.5. Captores.....	326
4.5.1. Descrição.....	326
4.5.2. Fundamentos da captação.....	328
4.5.3. Casos aplicados à ventilação industrial.....	334
4.5.4. Casos aplicados a cozinhas.....	347
4.6. Purificadores de ar.....	349
4.6.1. Descrição.....	349
4.6.2. Filtros de ar.....	350
4.6.2.1. Classificação.....	352
4.6.2.2. Tipos, características e seleção.....	354
4.6.3. Separadores de pó.....	368
4.6.3.1. Separadores de gravidade.....	368
4.6.3.2. Separadores centrífugos.....	368
4.6.3.3. Separadores húmidos.....	374
CAPÍTULO 5. Instalações de ventilação.....	377
5.1. Descrição.....	377
5.2. Classificação das instalações de ventilação.....	378
5.2.1. Ventilação natural.....	378
5.2.1.1. Ação do vento.....	379
5.2.1.2. Efeito térmico.....	384
5.2.2. Ventilação mecânica ambiental.....	387
5.2.2.1. Insuflação mecânica.....	388
5.2.2.2. Extração mecânica.....	391
5.2.2.3. Sistemas combinados.....	391
5.2.3. Ventilação mecânica localizada.....	392
5.3. Ventilação para pecuária.....	393
5.3.1. Descrição.....	393
5.3.2. Sistemas de ventilação.....	394
5.3.3. Princípios de dimensionamento e sistemas auxiliares de aquecimento e arrefecimento.....	409
5.4. Ventilação para estufas agrícolas.....	418
5.4.1. Descrição.....	418
5.4.2. Classificação de estufas.....	418
5.4.3. Sistemas de ventilação.....	422
5.4.4. Sistemas auxiliares de aquecimento e arrefecimento.....	426
5.5. Sistemas para conservação de culturas.....	433
5.5.1. Estruturas de armazenamento.....	433
5.5.2. Sistemas de ventilação.....	437
5.6. Introdução aos sistemas para secagem.....	439
5.6.1. Secagem natural.....	439
5.6.2. Secagem artificial.....	441
REFERÊNCIAS.....	CDXLIX

CAPÍTULO 1

PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS

1.1. Descrição

A ventilação permite substituir uma determinada quantidade de ar, considerada indesejável, num determinado espaço para uma determinada aplicação, por uma outra com melhores condições. Análises ambientais têm sido desenvolvidas pela comunidade científica de forma a caracterizar a diluição dos contaminantes dos espaços ocupados por humanos, animais e plantas, mantendo os níveis de conforto aceitáveis. Este tema é abordado ao longo deste capítulo como base fundamental, de forma a permitir ao leitor aplicar sucessivamente os conhecimentos para dimensionar e selecionar os equipamentos de redes de ventilação. Inicia-se o capítulo com a composição do ar atmosférico, fazendo uma abordagem detalhada aos contaminantes do ar e aos impactos negativos que causam à saúde humana e animal, seguindo-se com os parâmetros fundamentais, níveis de conforto e caudais de ventilação necessários ao espaço. Na última parte é feita uma abordagem resumida à forma de classificar os sistemas de ventilação em relação ao escoamento do ar no interior dos espaços. Apresenta-se também um conjunto de exercícios desenvolvidos em relação à matéria do capítulo.

1.2. Ar atmosférico

1.2.1. Constituição

O ar atmosférico é composto por uma mistura de gases, vapor de água e uma mistura de contaminantes, como fumos, poeiras e outros poluentes gasosos. O nível de

contaminantes é mais elevado junto a locais industrializados e grandes cidades e menos elevado nos campos e zonas florestais.

A mistura de gases recebe o nome de **ar seco** e é uma massa de fluido atmosférico aproximadamente constante, apenas com pequenas variações, que são normalmente consideradas desprezáveis. A composição volúmica do ar é aproximadamente de 78% de azoto, 21% de oxigénio e 1% de outros gases. A tabela 1.1. apresenta uma descrição detalhada dos componentes do ar limpo e seco para uma atmosfera normal ao nível do mar.

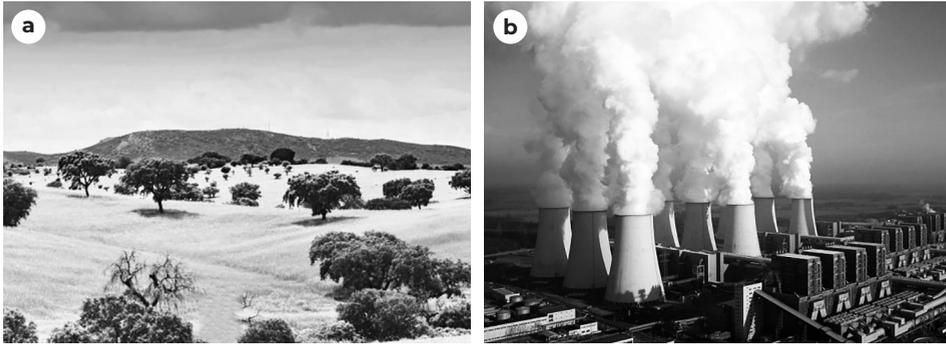


Figura 1.1. a) Zona de ar puro; b) Zona de ar contaminado.

Tabela 1.1. Composição atmosférica normal do ar seco ao nível do mar.

Fonte: UNE (1997).

Componente	Volume (%)	Componente	Volume (%)
Azoto (N ₂)	78,084	Óxido nitroso (N ₂ O)	0,00005
Oxigénio (O ₂)	20,9476	Ozono (O ₃) no verão	0 a 0,000007
Árgon (Ar)	0,934	Ozono (O ₃) no inverno	0 a 0,000002
Dióxido de carbono (CO ₂)	0,0314	Dióxido de enxofre (SO ₂)	0 a 0,0001
Néon (Ne)	0,001818	Dióxido de azoto (NO ₂)	0
Hélio (He)	0,000524	Amoníaco (NH ₃)	Resíduos
Criptón (Kr)	0,000114	Monóxido de carbono (CO)	Resíduos
Xénon (Xe)	0,000009	Iodo (I ₂)	0 a 0,000001
Hidrogénio (H ₂)	0,00005	Rádon (Rn)	6 × 10 ⁻¹³
Metano (CH ₄)	0,00015	—	—

CAPÍTULO 2

CONDUTAS PARA O TRANSPORTE DE AR

2.1. Descrição

No capítulo anterior foi feita uma abordagem aos fundamentos da ventilação, onde foram referidos os meios para determinar os caudais de ar, de modo a satisfazer determinada exigência, as condições de conforto humano e animal e os sistemas de base de ventilação. Para canalizar o ar desde o exterior para os locais internos, em certas formas de ventilação mecânica, torna-se necessário usar condutas para transporte do fluido. O escoamento do ar no interior destes elementos é um setor dentro do âmbito da mecânica de fluidos, que segue os mesmos princípios básicos dos escoamentos líquidos. Este capítulo é dedicado a este tema, sendo que na primeira parte é feita uma abordagem às redes de condutas, materiais e classificações, parâmetros e mecanismos que regulam o escoamento do ar no seu interior, fornecendo a informação necessária ao cálculo das perdas de carga, e aos métodos de dimensionamento normalmente usados. Numa segunda parte do capítulo são abordados assuntos mais práticos como os cuidados de instalação e de manutenção a usar.

2.2. Redes de condutas

Conforme já referido, as condutas quando usadas em sistemas de ventilação permitem fazer chegar o ar exterior limpo aos espaços a ventilar ou ainda transportar o ar desses espaços, que tenham um excesso de poluentes, para o ambiente exterior. Quando usadas para o transporte de ar novo são chamadas de condutas de insuflação e quando são usadas para remover o ar contaminado são chamadas de condutas de retorno. A figura seguinte mostra o aspeto de uma rede de condutas.

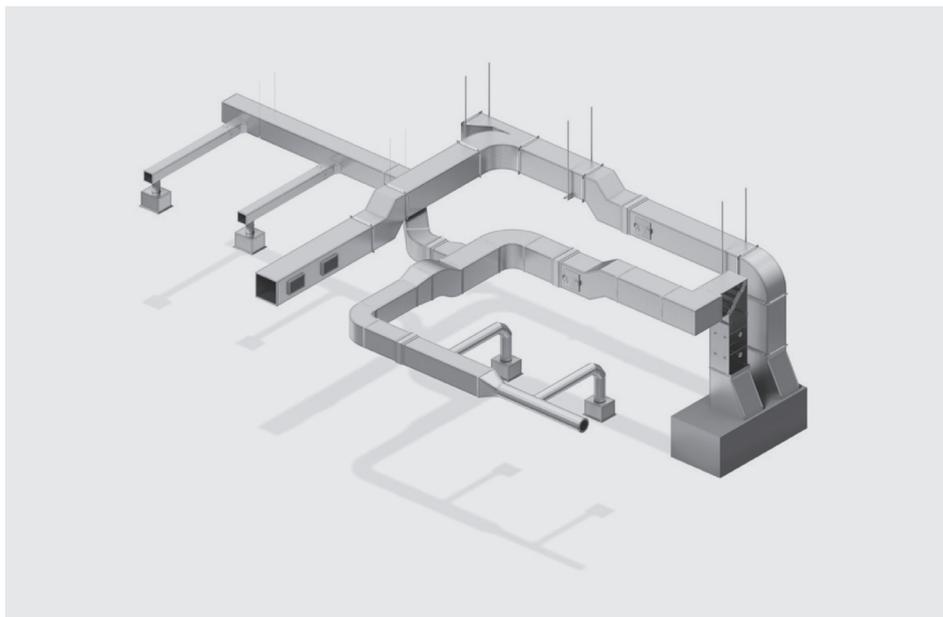


Figura 2.1. Rede de condutas.

Fonte: Kingspan.

2.2.1. Materiais e classificações

Os materiais usados na construção de condutas são o metal, cimento, gesso, materiais plásticos ou espumas poliméricas. A chapa metálica e a lã de vidro são, no entanto, os mais usados.

A conduta de chapa metálica é normalmente galvanizada com algumas cargas de zinco e para uma melhor proteção contra a corrosão pode ser utilizada uma chapa de inox. Estas podem ser não isoladas, em situações que tal não se justifique, ou isoladas, para evitar as perdas térmicas, com materiais isoladores como a lã de vidro com espessuras de 30 a 50 mm e com um revestimento de alumínio no lado exterior que atua como uma barreira de vapor.

As condutas em lã de vidro são painéis rígidos com resinas termoendurecíveis. A superfície exterior está coberta com um material que funciona como uma barreira de vapor e proporciona a estanqueidade da conduta. A superfície interior é revestida a alumínio.

Existem ainda condutas de chapa metálica com forra mecânica. Estas são constituídas por um elemento interior em chapa galvanizada, inox ou alumínio, um isolamento intermédio em lã de rocha ou lã de vidro e um elemento exterior em chapa galvanizada, inox ou alumínio. Quando usadas no exterior servem para proteger os

isolamentos contra as intempéries. Outro género de condutas muito usadas em sistemas de ventilação são as condutas flexíveis, em forma de fole, constituídas normalmente por dois tubos, de alumínio e poliéster, entre os quais se dispõe de um feltro de lã de vidro que atua como isolamento térmico.

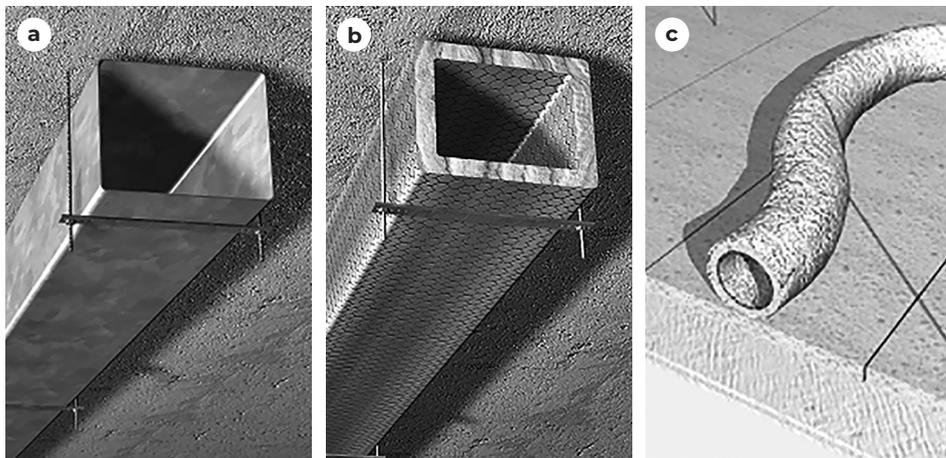


Figura 2.2. Condutas de transporte de ar. **a)** Conduta de chapa metálica; **b)** Conduta de lã de vidro retangular; **c)** Condutas flexíveis.

Fonte: Isover.

As condutas metálicas de insuflação e de retorno do ar em sistemas de climatização são normalmente classificadas em relação às pressões máximas de exercício no seu interior em baixa, média e alta pressão [Norma UNE 100-102 (1988)]:

- › **Baixa (B):** São condutas que apresentam uma diferença de pressão estática, positiva ou negativa, em relação ao ar exterior, com valores máximos de 150 a 500 Pa e velocidades máximas de 10 a 12,5 m/s respetivamente. As condutas de fibra de vidro são todas de baixa pressão com velocidades máximas admitidas de 10 m/s;
- › **Média (M):** Este género de condutas é dividido em duas categorias. Uma, em que a diferença de pressão em relação ao ar exterior pode ser positiva ou negativa, tal como as de baixa pressão, mas com valores máximos de 750 Pa; e uma outra, em que os valores podem ser de 1 000 a 1 500 Pa com velocidades superiores a 10 m/s;
- › **Alta (A):** As condutas de alta pressão são atribuídas a todas aquelas com diferencial de pressão estática positiva em relação ao exterior de 2 500 Pa e velocidade superior a 10 m/s.

2.2.2. Formas geométricas e dimensões

As condutas são ainda classificadas em relação à sua forma geométrica como retangulares, circulares e ovais.

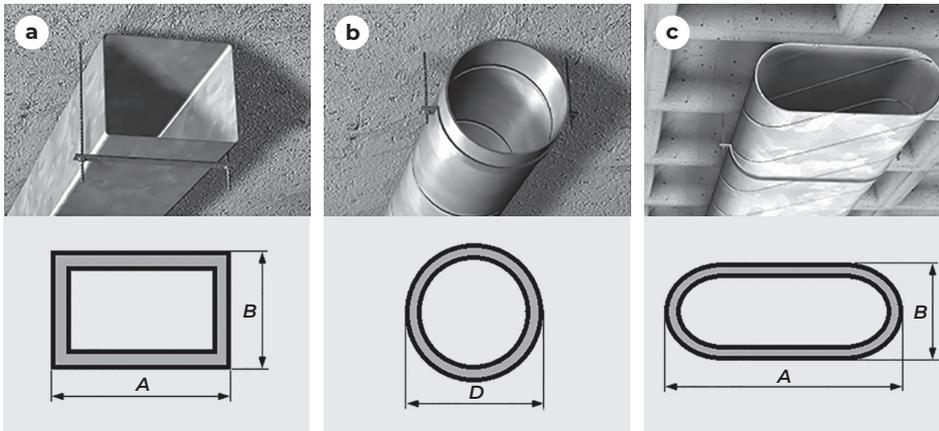


Figura 2.3. Formas de condutas. **a)** Conduta retangular; **b)** Conduta circular; **c)** Conduta oval.

As **condutas retangulares** são fabricadas em troços retos com comprimentos aproximados de 1 250 ou 1 500 mm. As dimensões destas condutas são referidas como lado maior, A , e lado menor, B (consultar a figura 2.3.), havendo uma relação entre estas que deve ser menor ou igual a 4. As áreas de secção reta e de superfície são determinadas pelas relações seguintes:

$$A_{sr} = A \times B; \quad P = 2 \times (A + B); \quad A_{su} = P \times L$$

Onde:

A_{sr} = Área de secção reta, em m^2 ;

A_{su} = Área de superfície de chapa, em m^2 ;

P = Perímetro, em m;

A e B = Lados da conduta, em m;

L = Comprimento da conduta, em m.

Como dimensões normalizadas, referem-se as seguintes:

- › Lado maior, A (mm): 200, 250, 300, 400, 450, 500, 600, 800, 1 000, 1 200, 1 400, 1 600, 1 800 e 2 000;

CAPÍTULO 3

VENTILADORES

3.1. Descrição

Para que o ar se desloque ao longo das condutas de transporte é necessário receber energia dos ventiladores. Estas máquinas servem para aumentar o nível de pressão do ar, garantindo que este consiga vencer as perdas ao longo do seu escoamento, sendo transportado dos meios exteriores para os interiores ou vice-versa.

É normal definir-se os ventiladores como turbomáquinas de compressão de fluidos gasosos ou também se pode dizer que são umas máquinas rotativas. Dois tipos muito comuns de ventiladores são os centrífugos e os axiais, cuja constituição base é mostrada nas figuras seguintes.

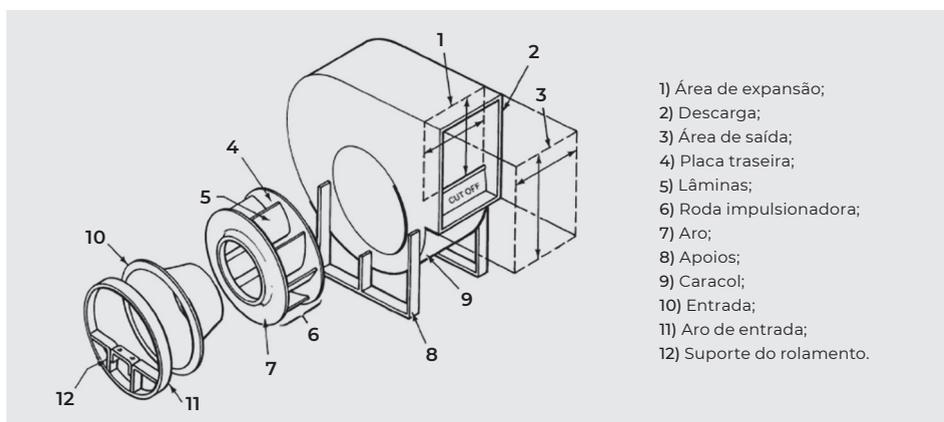


Figura 3.1. Componentes de um ventilador centrífugo.

Fonte: Ashrae (2000).

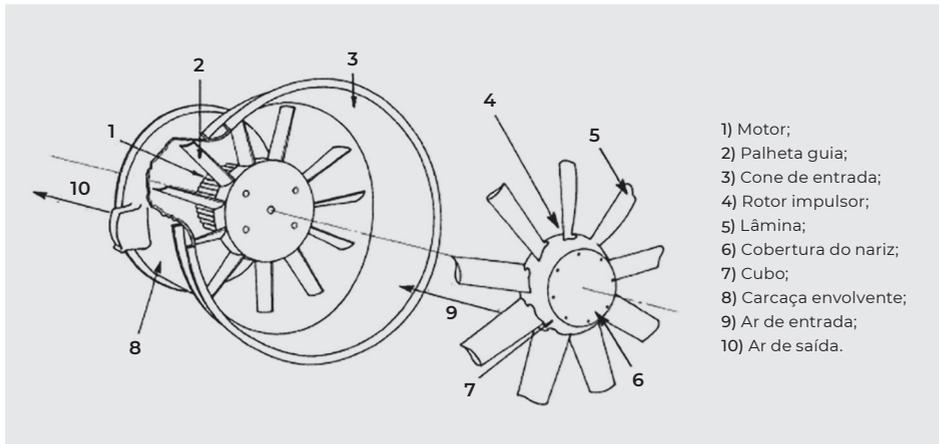


Figura 3.2. Componentes de um ventilador axial.

Fonte: Ashrae (2000).

Outras formas de ventiladores são fabricadas para satisfazer diversas necessidades e aplicações com características adequadas. Estas máquinas têm comportamentos diferentes quando ligados em série e em paralelo. Estes assuntos e os cuidados de instalação e manutenção são abordados ao longo deste capítulo como um complemento aos projetos de ventilação mecânica.

3.2. Classificação e aplicações

Normalmente, os ventiladores são classificados em relação à sua função, à trajetória do ar pelo ventilador e à pressão de trabalho.

3.2.1. Função

Este critério de classificação toma como referência a colocação da boca de aspiração e a de descarga. Quando a boca de aspiração está ligada diretamente a um espaço livre e a boca de descarga está ligada a uma conduta, os ventiladores dizem-se de impulsores. Enquanto que, quando a boca de aspiração está ligada a uma conduta e a de descarga ligada a um espaço livre são chamados de ventiladores extratores. Quando a boca de aspiração e a de descarga estão ligadas a uma conduta, os ventiladores dizem-se de impulsores-extratores.

A figura seguinte mostra, em a), um ventilador de telhado que pode funcionar como extrator ou como impulsor, para aplicações em processos industriais, locais

CAPÍTULO 4

EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO

4.1. Descrição

Conforme referido nos capítulos anteriores, o transporte do ar entre os meios a ventilar e o ambiente exterior é feito com uso de condutas e ventiladores, que fornecem energia suficiente para a sua circulação. Para fazer a distribuição do ar pelo ambiente ventilado são usados elementos terminais, conhecidos normalmente como unidades terminais de difusão, UTD. Estes elementos exercem efeitos na distribuição de ar pelos espaços que permitem garantir a satisfação dos seus ocupantes. Na ventilação industrial são também usados outros elementos para efeitos de captação, separação de partículas e tratamentos de cereais (como o descasque de arroz, produção de farinhas, entre outros).

Neste capítulo, numa parte inicial é feita uma abordagem sobre as formas de difusão do ar pelos espaços e os fenómenos associados. Em cada elemento fornece-se informações sobre a sua constituição, funcionamento e características de seleção.

4.2. Elementos de um sistema de ventilação

Conforme referido, são vários os componentes de um sistema de ventilação. Quando se trata de uma instalação para dar apoio a um sistema de climatização, que se destina apenas a aquecer ou arrefecer um espaço, onde o fluido de transporte de energia é o ar, são usadas unidades de tratamento de ar para aquecer, arrefecer, desumidificar e humidificar. A injeção de ar nos espaços é feita pelos elementos convencionais de difusão (grelhas e difusores).

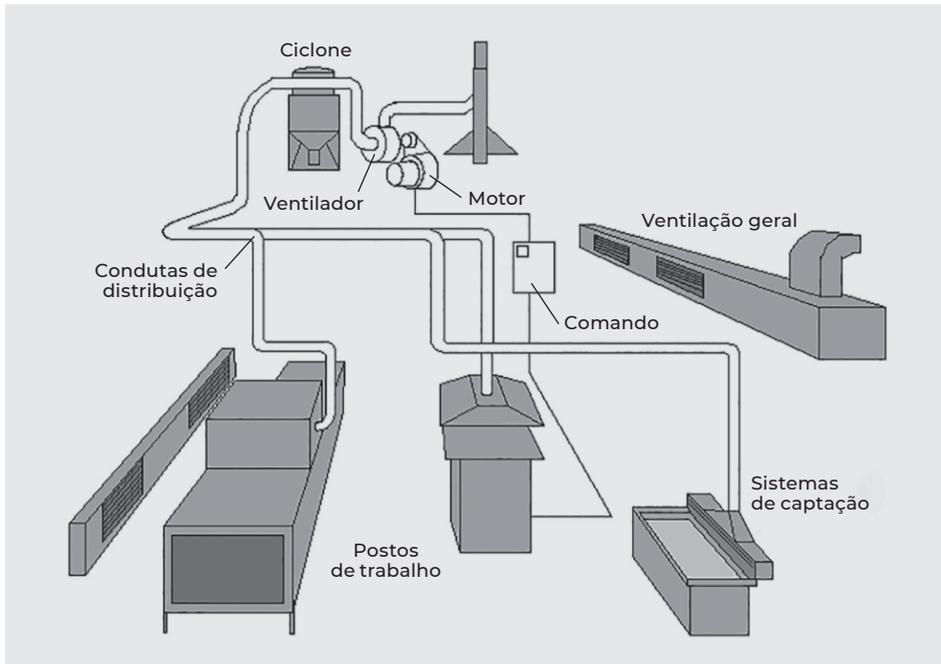


Figura 4.1. Elementos básicos de um sistema de ventilação.

Fonte: Adaptado de *Sistemas de Ventilação*, de ADENE.

4.3. Distribuição do ar nos espaços

O modo como o ar é introduzido num espaço e como alcança a zona ocupada depende da forma das unidades terminais de difusão, UTD, da sua localização em relação às paredes e das correntes de convecção criadas pelo calor interno e externo. Os dois métodos de difusão do ar normalmente usados em instalações de ventilação convencionais são a difusão por mistura e por deslocamento. Estes métodos podem ser usados de forma separada ou conjunta.

4.3.1. Sistema de mistura

A distribuição do ar por mistura é o tipo mais usado, sendo muito comum nos espaços comerciais. O ar é injetado no espaço com uma velocidade suficiente para se misturar com o ar ambiente e alcançar a zona ocupada, fazendo-se a extração da mistura resultante. O fluxo do ar ao sair da UTD move-se arrastando o ar circundante, conhecido como ar secundário, tendo como consequência um aumento do fluxo na direção do deslocamento e uma diminuição da sua velocidade.

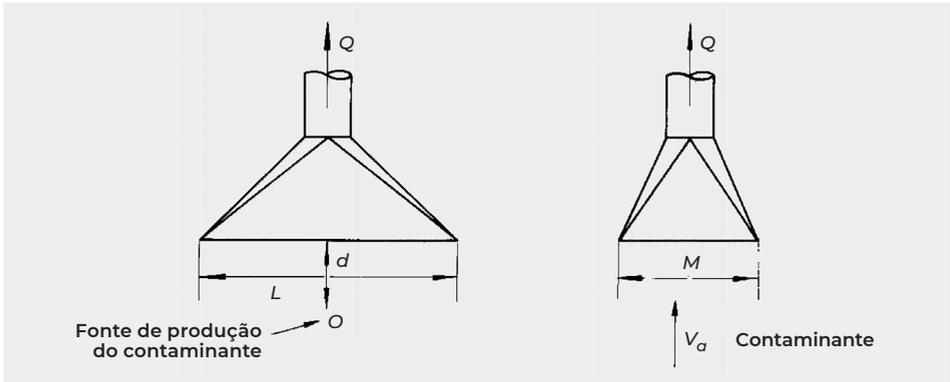


Figura 4.58. Captor suspenso livremente.

Fonte: S&P (n.d., C).

Tanques para recobrimentos eletrolíticos. Este sistema de captação mantém o contaminante afastado da zona de respiração do operário. A velocidade do ar na ranhura deve ser mais que 10 m/s e o caudal nas mesmas unidades que os anteriores (m^3/h) é determinado por:

$$Q = K \times L \times M$$

Onde:

K = Constante prática que assume valores entre 1 000 e 10 000 (sendo normalmente de 3 000 a 5 000);

L e M = Dimensões, em m.

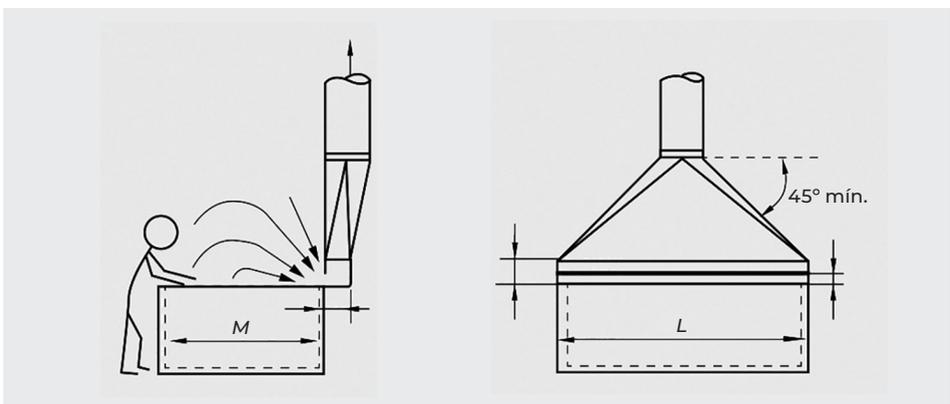


Figura 4.59. Tanques para recobrimentos eletrolíticos.

Fonte: S&P (2012).

Os espaços que abrigam animais produzem gases como o dióxido de carbono (CO_2), gases amoniacais (NH_3), sulfeto de hidrogénio (H_2S) e vapor de água. Estes podem ser prejudiciais à saúde dos animais, à conservação dos alimentos e também ao próprio edifício. Para manter as concentrações destes gases dentro de um nível satisfatório (isto é, $\text{CO}_2 \leq 3,5\%$; $\text{NH}_3 \leq 0,1\%$; $\text{H}_2\text{S} \leq 0,02\%$) é necessário haver uma renovação do ar interno pelo ar novo externo. Este ar fresco serve também para no **verão** eliminar o excesso de calor, que pode ser prejudicial, tanto para a saúde dos animais, como para a sua própria produção. A ventilação no **inverno** deve ser limitada ao mínimo apenas para manter as condições de saúde dos animais, de forma a evitar os custos de aquecimento. As quantidades de ar a extrair no verão devem ser significativas o suficiente de forma a evacuar o excesso de calor e a evitar as correntes de ar sobre os animais.

Nesta área de aplicação da ventilação são aplicadas as três formas anteriormente referidas: a ventilação natural, a mecânica e mista.

5.3.2. Sistemas de ventilação

Ventilação natural. Como já referido, tira partido do efeito do vento e da diferença de temperatura para circulação do ar. Aspectos como a localização do edifício, a estrutura e o isolamento das suas paredes, a inclinação do telhado, as aberturas de ventilação e os quebra-ventos são aspetos de interesse a levar em consideração no processo.

O edifício deve estar localizado de forma a que a sua crista esteja perpendicular aos ventos dominantes no verão e as suas paredes e tetos devem ser isolados de forma a reduzir uma elevada transmissão de calor, quer na época fria, de dentro para fora, quer na época quente, de fora para dentro. Nas regiões de velocidades de vento mais altas, a largura do edifício pode ser maior do que nas mais baixas, não devendo no entanto ultrapassar os 14 metros. Os edifícios mais amplos têm maior dificuldade na distribuição interna do ar por forma natural, sendo requerido os auxílios mecânicos.

A inclinação do teto influencia a velocidade do ar sobre o cume, sendo que com maiores inclinações o ar tem uma maior velocidade e, logo, uma pressão negativa mais acentuada. Este fenómeno origina uma rápida aspiração do ar de dentro para fora e uma abertura situada nesta região permite a saída do ar pelo sistema de termossifão. Esta abertura recebe o nome de lanternim e deve ter duas águas e ser disposta longitudinalmente na cobertura. Podem ter uma abertura mínima em 10% da largura do edifício, com sobreposição de telhados e com um afastamento de 5% a largura do edifício ou num mínimo de 40 cm [ver a solução d) na figura 5.13.]. A figura seguinte mostra o aspeto de vários tipos de abertura em telhado. Um aspeto a ter em conta na construção dos lanternins é a colocação de um sistema de fechamento e de uma rede de arame nas aberturas para evitar a entrada de pássaros.

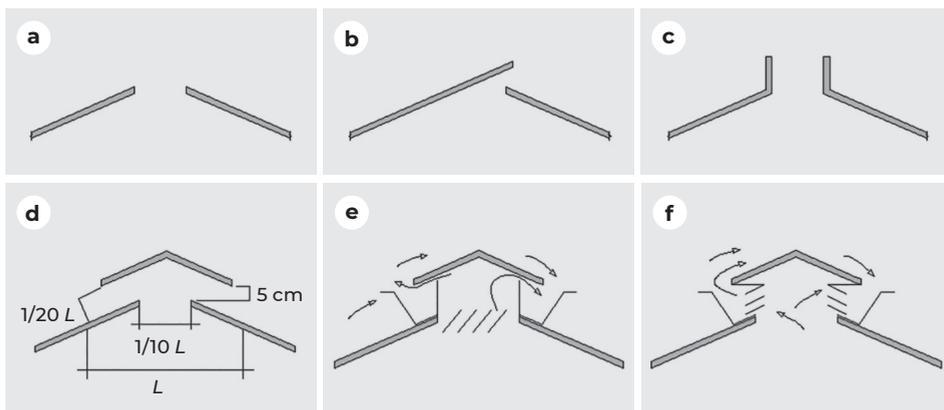


Figura 5.13. Tipos de abertura no cume do telhado. **a)** Cumeeira aberta; **b)** Cumeeira com sobreposição de cobertura; **c)** Cumeeira com abertura canalizada; **d)** Cumeeira aberta com cobertura; **e)** Sistema com aberturas ajustáveis; **f)** Sistema com suportes para evitar a chuva e aumentar a extração.

Fonte: Adaptado de *Ventilação na Avicultura de Corte*, de Abreu e Abreu (2000).

A redução da carga térmica em épocas quentes pode ser feita pela ventilação do sótão, zona de ar quente que se forma entre a cobertura e o forro. Consiste em ventilar a zona por meio de um fluxo de ar que entra por aberturas laterais ao longo do beiral de construção e dirige-se para o lanternim evacuando consigo parte da carga térmica [caso a) da figura 5.14.]. Outra solução será deixar entrar o ar por uma parede em fachada e circular pelo interior, fazendo o varrimento da carga térmica e saindo pela zona do cume [caso b) da mesma figura].

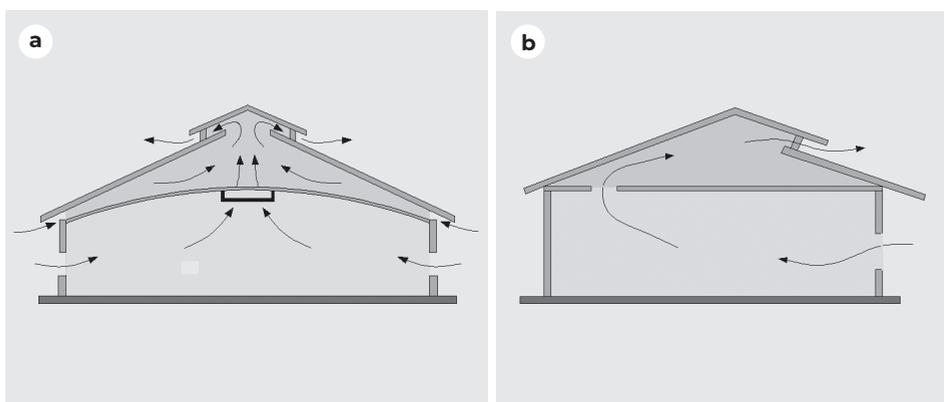


Figura 5.14. Ventilação do sótão.

Fonte: Adaptado de *Ventilação na Avicultura de Corte*, de Abreu e Abreu (2000).

O uso de chaminés de abertura ao longo do telhado com defletores ajustáveis, que permitem também um controlo do fluxo de saída do ar, é uma outra solução usada em sistema de celeiros e naves de produção de aves de capoeira (frangos de corte, produtores de peru) e suínos (ver figura seguinte). O sistema é constituído por uma grande parede lateral que permite a entrada e a saída do ar fresco nos celeiros mais pequenos ou por aberturas nas paredes nos celeiros maiores. Uma cortina plástica ou uma parede móvel pode ser ajustada para uma posição mais aberta ou mais fechada para o controlo do fluxo de ar.

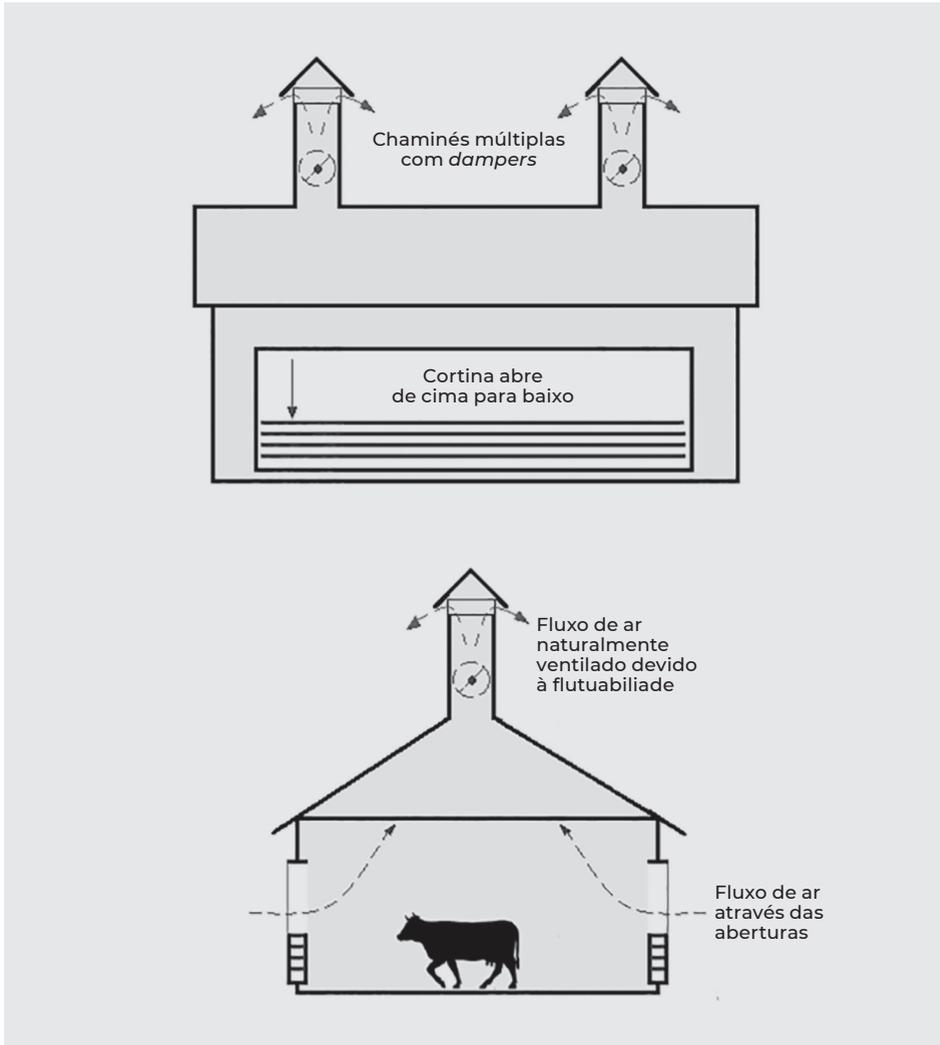


Figura 5.15. Constituição do sistema de ventilação natural.

Fonte: Adaptado de Amec Foster Wheeler.

A VENTILAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA

António José da Anunciada Santos

Sobre a obra

A qualidade do ambiente nos edifícios e nos meios agrícolas é influenciada por fatores como a temperatura, a humidade, a movimentação e a qualidade do ar. Estes fatores influenciam a saúde das pessoas, dos animais e das próprias produções agrícolas e podem ser controlados pelo uso da ventilação.

Os princípios básicos que levam à necessidade de ventilar os espaços, bem como os mecanismos que regem a movimentação do ar pelas instalações, são temas fundamentais para a compreensão da mecânica da ventilação. Temas complementares sobre os componentes que integram as redes de ventilação, como o seu princípio de funcionamento e de dimensionamento e também de instalação e manutenção, são assuntos de interesse nestas abordagens. Pretende-se com este livro fornecer as ferramentas teóricas e práticas para dimensionar, instalar e manter componentes e instalações de ventilação no setor agropecuário.

Esta obra é dirigida aos profissionais do setor agrícola e do AVAC que, de uma forma direta ou indireta, façam uso da ventilação na sua atividade profissional. É dirigida também aos alunos do ensino profissional e universitário no apoio de cadeiras relacionadas com este tema.

Sobre o autor

António José da Anunciada Santos licenciou-se em Engenharia Mecânica – Ramo Térmica – pela Universidade do Algarve, em 2002, e obteve o doutoramento no Departamento de Engenharia Energética e Mecânica de Fluidos pela Universidade de Sevilha, em 2008.

Foi bolseiro de investigação na Universidade do Algarve, ao abrigo do Projeto Reconversão Energética das Unidades Hoteleiras do Algarve, integrado no INOVAlgarve – Programa Regional de Ações Inovadoras. Foi bolseiro de doutoramento na Universidade de Sevilha, com uma bolsa da Fundação Calouste Gulbenkian, onde estudou o aproveitamento solar em piscinas em modelos reais na região do Algarve. Desenvolveu também outros estudos energéticos em edifícios residenciais. Fez a reconstrução de uma banca experimental didática para refrigeração e climatização na feira Educa Angola 2013 e, em Portugal, participou no desenvolvimento de diversos cursos de formação no setor da refrigeração e ar condicionado.

É técnico de frio desde 1994, tendo iniciado este cargo na empresa Frimóvel. Mais tarde, exerceu funções de diretor técnico na área da refrigeração comercial e industrial na empresa Qualifrio e também funções de operador de refrigeração.

É formador desde 1998 nas áreas da Eletricidade, Refrigeração e Ar Condicionado, com serviço prestado no Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP), no Instituto Médio Politécnico do Sambizanga, em Luanda, no Centro de Formação Profissional para a Indústria Térmica, Energia e Ambiente (APIEF), na IXUS – Formação e Consultadoria, Lda., na Academia de Formação Rolar, no Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) e no Centro de Formação Profissional das Pescas e do Mar (FOR-MAR).

Publicou, ainda, os seus próprios livros e também vários artigos na *ASME International Solar Energy Conference*, na revista *Tecnoalimentar* e na revista *Robótica*.

Parceiro de comunicação

AGROTEC[®]
revista técnico-científica agrícola

Também disponível em formato papel



ISBN E-Book
978-989-892-770-5

www.agrobook.pt

agrobeck