



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1980,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

DEZ 1980

NBR 6401

Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto

Procedimento

Origem: ABNT - NB-10/1978
CB-04 - Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos
CE-04:08.04 - Comissão de Estudo de Ar-Condicionado Comercial e Central
NBR 6401 - Air-conditioning system - Central air units - Basic parameters for
design - Procedure
Descriptors: Air-conditioning. Central air

Palavras-chave: Ar-condicionado. Central. Parâmetro.
Conforto

17 páginas

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Condições a serem estabelecidas para os recintos
- 3 Elementos para base de cálculo
- 4 Cálculo das cargas térmicas
- 5 Zoneamento dos recintos
- 6 Escolha do tipo de instalação
- 7 Dutos
- 8 Tubulações hidráulicas
- 9 Especificações
- 10 Termo de garantia
- 11 Influências sobre o ambiente externo

1 Objetivo

1.1 Esta Norma estabelece as bases fundamentais para a elaboração de projetos de instalações de unidades com capacidade individual a partir de 9000 kcal/h.

1.2 As condições estabelecidas nesta Norma são as mínimas exigidas para que se possam obter resultados satisfatórios em instalações desse gênero, não impedindo, porém, quaisquer outros aprimoramentos da técnica de condicionamento de ar.

1.3 Nos casos especiais, em que a Norma não for integralmente obedecida, deve constar, no projeto elaborado, a justificativa relativa a todos os pontos que dela divergirem.

1.4 Na elaboração desta Norma, foi adotado o critério de considerar o ar-condicionado de um modo geral; casos especiais, como hospitais, computadores e outros, serão objetos de normas específicas.

2 Condições a serem estabelecidas para os recintos

2.1 O condicionamento de ar, qualquer que seja a finalidade a que se destine, implica preliminarmente a limitação entre os seguintes valores preestabelecidos das grandezas discriminadas, representativos das condições que devem coexistir nos recintos, no período de tempo em que se considera a aplicação do processo:

- a) temperatura do ar no termômetro de bulbo seco;
- b) umidade relativa do ar;
- c) movimentação do ar;
- d) grau de pureza do ar;
- e) nível de ruído admissível;
- f) porcentagem ou volume de renovação de ar.

2.2 Devem ser usados os critérios descritos em 2.2.1 a 2.2.5 para a fixação dos valores estabelecidos em 2.1.

2.2.1 As temperaturas dos bulbos seco e úmido do ar deverão, na falta de informações específicas, ser escolhidas de acordo com as Tabelas 1 e 2.

2.2.2 A diferença entre as temperaturas do termômetro de bulbo seco, simultâneas, entre dois pontos quaisquer de um recinto, ao nível de 1,5 m, não deve ser superior a 2°C, não devendo a medida de temperatura ser feita junto a janelas e portas sujeitas a radiação solar direta.

2.2.3 A velocidade do ar, ao nível de 1,5 m, não deve ser inferior a 0,025m/s nem superior a 0,25 m/s. Estes valores são considerados médios quando medidos com instrumentos de alta sensibilidade.

2.2.4 O ar insuflado deve ser totalmente filtrado e parcialmente renovado. A Tabela 3 mostra as aplicações típicas de filtros, conforme sua eficiência, servindo como recomendação para a sua seleção. Na Tabela 4, são apresentados valores recomendados para renovação de ar em aplicações normais em que não sejam utilizados processos especiais de purificação do ar.

2.2.5 Os níveis de ruído permissíveis, decorrentes da instalação de condicionamento de ar, na falta de informações, estão indicados na Tabela 5 e Figura.

3 Elementos para base de cálculo

3.1 Para base de cálculo das cargas térmicas, devem ser pesquisados os elementos de coexistência provável, durante o período de aplicação do processo estabelecido em 3.1.1 a 3.1.7.

3.1.1 Condições do ar exterior, consideradas simultaneamente as temperaturas do termômetro de bulbo seco e do termômetro de bulbo úmido. Nas Tabelas 6 e 7 são fornecidas condições recomendadas para várias cidades, as quais devem ser utilizadas, na falta de indicações específicas.

3.1.2 Natureza da construção das paredes, pisos e tetos; tipos de vidros empregados e temperaturas dos recintos contíguos.

3.1.3 Orientação dos recintos e tipo de proteção existente em relação à radiação solar.

3.1.4 Possibilidade de infiltração do ar exterior pelas portas e janelas. Na Tabela 8, são apresentados valores recomendados para base de cálculo de acordo com a utilização dos recintos.

Tabela 1 - Condições internas para verão

Finalidade	Local	Recomendável		Máxima	
		(A) TBS (°C)	(B) UR (%)	(A) TBS (°C)	(B) UR (%)
Conforto	Residências Hotéis Escritórios Escolas	23 a 25	40 a 60	26,5	65
Lojas de curto tempo de ocupação	Bancos Barbearias Cabeleireiros Lojas Magazines Supermercados	24 a 26	40 a 60	27	65
Ambientes com grandes cargas de calor latente e/ou sensível	Teatros Auditórios Templos Cinemas Bares Lanchonetes Restaurantes Bibliotecas Estúdios de TV	24 a 26	40 a 65	27	65
Locais de reuniões com movimento	Boates Salões de baile	24 a 26	40 a 65	27	65
Ambientes de Arte	Depósitos de livros, manuscritos, obras raras	21 a 23 ^(C)	40 a 50 ^(C)	-	-
	Museus e galerias de arte	21 a 23 ^(C)	50 a 55 ^(C)	-	-
Acesso	Halls de elevadores	-	-	28	70

(A) TBS = temperatura de bulbo seco (°C).

(B) UR = umidade relativa (%).

(C) * = condições constantes para o ano inteiro.

Tabela 2 - Condições internas para inverno

TBS(°C)	UR (%)
20 - 22	35 - 657

Tabela 3 - Recomendações para aplicações de filtros de ar⁽¹⁾

Classe de filtro ⁽²⁾	Eficiência Obs,3,4,5 (%)	Características	Aplicações principais
GO	30 - 59	Boa eficiência contra insetos e relativa contra poeira grossa. Eficiência reduzida contra pólen de plantas e quase nula contra poeira atmosférica	Condicionadores tipo janela
G1	60 - 74	Boa eficiência contra poeira grossa e relativa contra pólen de plantas. Eficiência reduzida contra poeira atmosférica	Condicionadores tipo compacto (<i>self contained</i>)
G2	75 - 84	Alta eficiência contra poeira grossa. Boa eficiência contra pólen de plantas e relativa contra a fração grossa (75 μ) da poeira atmosférica	Condicionadores de sistemas centrais
G3	85 e acima	Boa eficiência contra a fração grossa (> 5 μ) da poeira atmosférica	Condicionadores dos sistemas centrais pré-filtragem para filtros finos F2 e F3
F1	40 - 69	Eficiência satisfatória contra a fração fina (1 - 5 μ) da poeira atmosférica. Pouca eficiência contra fumaças de óleo e tabaco	Condicionadores de sistemas centrais para exigências altas. Pré-filtragem para filtros finos F3
F2	70 - 89	Boa eficiência contra a fração fina (1 - 5 μ) da poeira atmosférica. Alguma eficiência contra fumaças de óleo e tabaco	Condicionadores de sistemas centrais para exigências altas. Pré-filtragem para filtros absolutos
F3	90 e acima	Alta eficiência contra a fração fina (1 - 5 μ) da poeira atmosférica. Eficiência satisfatória contra fumaças de óleo e tabaco. Razoavelmente eficiente contra bactérias e fungos microscópicos	Pré-filtro para filtros absolutos. Precisa pré-filtragem, por sua vez
A1	85 - 97,9	Boa eficiência contra a fração ultrafina (< 1 μ) da poeira atmosférica, fumaças de óleo e tabaco, bactérias e fungos microscópicos	Salas com controle de teor de poeira. Precisa pré-filtragem
A2	98 - 99,96	Alta eficiência contra a fração ultrafina (< 1 μ) da poeira atmosférica, fumaças de óleo e tabaco, bactérias e fungos microscópicos	Salas com controle de teor de poeira, zonas assépticas de hospitais (exigências altas). Precisa pré-filtragem

/continua

⁽¹⁾ As recomendações baseiam-se nas da ASHRAE e também nas seguintes:

- para filtros grossos e finos: na diretriz SWKI 68-3 da Associação Suíça de Engenheiros de Aquecimento e Condicionamento de Ar (SWKI).
- para filtros absolutos: no projeto de norma DIN 24184 de julho de 1972 da Associação dos Engenheiros Alemães (VDI).

⁽²⁾ Fonte: ASHRAE Handbook of fundamentals - 1972.

/continuação

Classe de filtro ⁽²⁾	Eficiência Obs,3,4,5 (%)	Características	Aplicações principais
A3	99,97 e acima	Eficiência excelente contra a fração ultrafina (< 1 μ) da poeira atmosférica, fumaças de óleo e tabaco, bactérias, fungos microscópicos e vírus	Salas limpas das classes 100, 10000 e 100000 (Nota e). Salas e cabinas estéreis para operações cirúrgicas e ortopédicas (exigências particularmente altas). Todas as instalações que requerem teste de estanqueidade (<i>leak test</i>). Precisa pré-filtragem

Notas: a) Os filtros são divididos em três classes: grossos (prefi-xo G), finos (prefixo F) e absolutos (prefixo A).

b) Para filtros grossos (GO-G3); teste gravimétrico conforme AFII do American Filter Institute ou ASHRAE 52-68.

c) Para filtros finos (F1-F3); teste calorimétrico conforme AFI - Dust sport do American Filter Institute ou ASHRAE 52-68.

d) Para filtros absolutos (A1-A3); teste fotométrico "DOP TEST" ou conforme U.S. Military Standard-MS 282, ou da chama de sódio - British Standard-BS 3928.

e) Classificação das câmaras limpas conforme U.S. Federal; Standard 209 b de 24.04.1973.

Tabela 4 - Ar exterior para renovação⁽²⁾

Local	M ³ /h	Pessoa	Concentração de fumantes
	recomendável	mínimo	
Bancos	17	13	ocasional
Barbearias	25	17	considerável
Salões de beleza	17	13	ocasional
Bares	68	42	-
Cassinos-Grill-room	45	35	-
Escritórios			
Públicos	25	17	alguns
Privados	42	25	nenhum
Privados	51	42	considerável
Estúdios	35	25	nenhum
Lojas	17	13	ocasional
Salas de hotéis	51	42	grande
Residências	35	17	alguns
Restaurantes	25	20	considerável
Salas de diretores	85	50	muito grande
Teatros-Cinemas-Auditórios	13	8	nenhum
Teatros-Cinemas-Auditórios	25	17	alguns
Salas de aula	50	40	nenhum
Salas de reuniões	85	50	muito grande
Aplicações gerais			
Por pessoa (não fumando)	13	8	-
Por pessoa (fumando)	68	42	-

⁽²⁾ Fonte: ASHRAE Handbook of fundamentals - 1972.

Tabela 5 - Níveis de ruído permissíveis⁽³⁾

Finalidade do local	dBa ^(A)	NC ^(B)
<i>Residências</i>		
Casas particulares (zona rural e suburbana)	25 - 30	20 - 30
Casas particulares (zona urbana)	30 - 40	25 - 35
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
<i>Hotéis</i>		
Quartos individuais	35 - 45	30 - 40
Salões de baile ou banquetes	35 - 45	30 - 40
Corredores	40 - 50	35 - 45
Garagens	45 - 55	40 - 50
Cozinhas e lavanderias	45 - 55	40 - 50
<i>Escritórios</i>		
Diretoria	25 - 35	20 - 30
Sala de reuniões	30 - 40	25 - 35
Gerência	35 - 45	30 - 40
Sala de recepção	35 - 50	30 - 45
Escritórios em geral	40 - 50	35 - 45
Corredores	40 - 55	35 - 50
Sala de computadores	45 - 65	40 - 60
<i>Auditórios e Salas de música</i>		
Estúdios para gravação de som e salas para concertos musicais	20 - 30	15 - 25
Teatros	30 - 35	25 - 30
Cinemas, auditórios, anfiteatros	35 - 45	30 - 40
Salas de leitura	40 - 50	35 - 45
<i>Igrejas e Escolas</i>		
Templos	25 - 35	20 - 30
Bibliotecas	35 - 45	30 - 40
Salas de aula	35 - 45	30 - 40
Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Corredores e salas de recreação	45 - 55	40 - 50
Cozinhas	45 - 55	40 - 50
<i>Edifícios públicos</i>		
Bibliotecas, museus	35 - 45	30 - 40
Correios, bancos	40 - 50	35 - 45
Banheiros e toaletes	45 - 55	40 - 50
Restaurantes		
Restaurantes, boates	40 - 50	35 - 45
Lanchonetes	40 - 55	40 - 50
<i>Lojas comerciais</i>		
Lojas de muito público	45 - 55	40 - 50
Lojas de pouco público	40 - 50	35 - 45
Supermercados	45 - 55	40 - 50
<i>Ginásios esportivos cobertos</i>		
Ginásios	40 - 50	35 - 45
Piscinas	45 - 60	40 - 55
<i>Transportes</i>		
Local de venda de passagens	35 - 45	30 - 40
Salas de espera	40 - 55	35 - 50
<i>Áreas de produção</i>		
Exposto durante 8h/dia	< 90	
Exposto durante 3h/dia	< 97	

^(A) dBa - É o nível de ruído lido na escala "A" de um medidor de nível de som, que, por meio de um filtro eletrônico, despreza ruídos de baixa frequência que, devido à baixa sensibilidade nesta faixa, não são perceptíveis pelo ouvido humano.

^(B) NC - É o valor obtido nas curvas de NC, quando traça-se o gráfico dos níveis medidos em bandas de oitava de frequência.
- O nível de ruído deve ser medido em 5 pontos do ambiente a 1,2 m do piso.

⁽³⁾ Fonte: ASHRAE Guide 1976 - Systems, Capítulo 35.

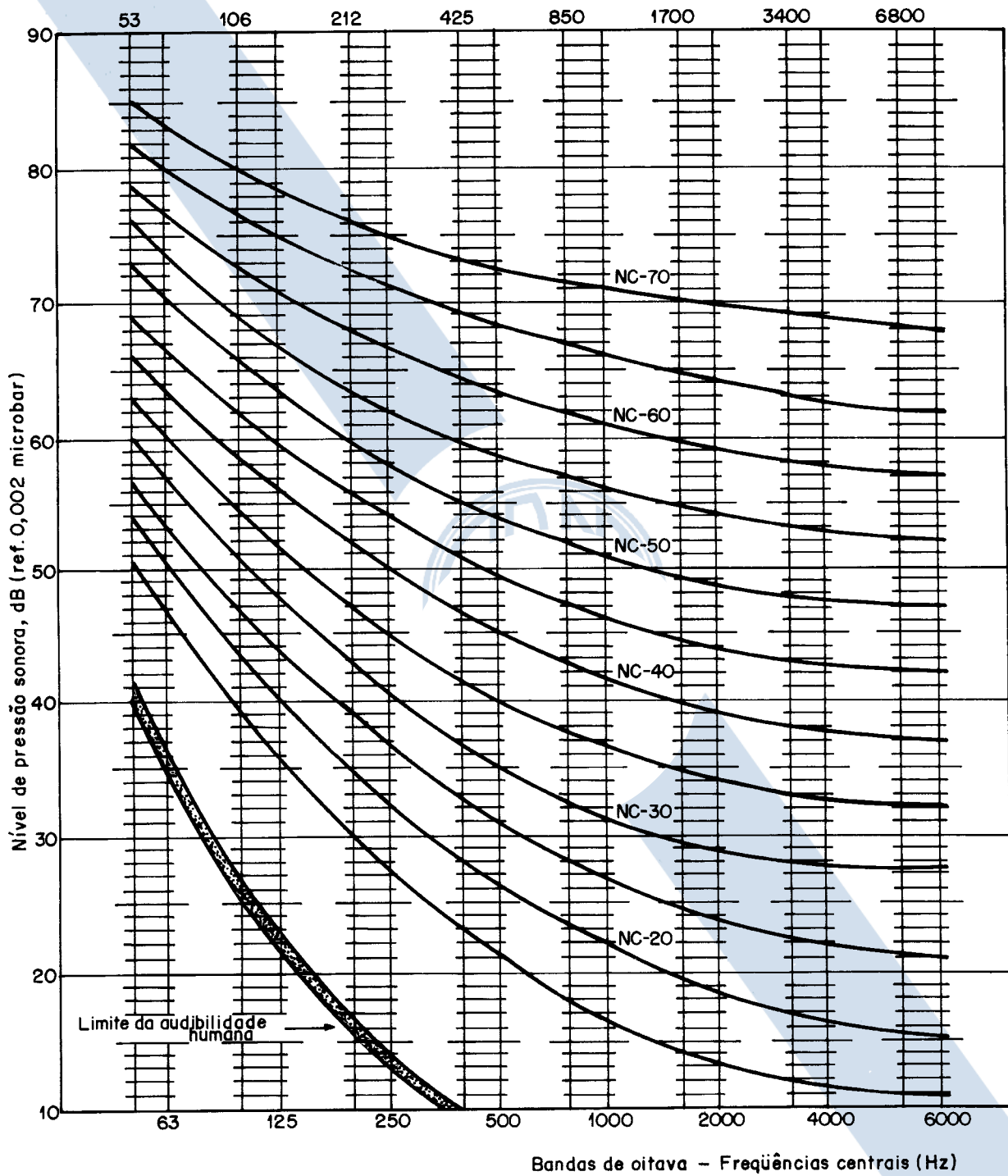


Figura - Curva de critério de ruído⁽⁴⁾

⁽⁴⁾ Fonte: ASHRAE Handbook of fundamentals - 1972 - Capítulo 6.

Tabela 6 - Condições externas para verão (°C)⁽⁶⁾

Cidades	TBS	TBU	Temperatura máxima
<i>I - Região Norte</i>			
Macapá(AP)	34	28,5	34,7
Manaus(AM)	35	29,0	36,9
Santarém(PA)	35	28,5	37,3
Belém(PA)	33	27,0	34,9
<i>II-Região Nordeste</i>			
João Pessoa(PB)	32	26,0	-
São Luiz(MA)	33	28,0	33,9
Parnaíba(PI)	34	28,0	35,2
Teresina(PI)	38	28,0	40,3
Fortaleza(CE)	32	26,0	32,4
Natal(RN)	32	27,0	32,7
Recife(PE)	32	26,0	32,6
Petrolina(PE)	36	25,5	38,4
Maceió(AL)	33	27,0	35,0
Salvador(BA)	32	26,0	33,6
Aracaju(SE)	32	26,0	-
<i>III-Região Sudeste</i>			
Vitória(ES)	33	28,0	36,1
Belo Horizonte(MG)	32	24,0	35,5
Uberlândia(MG)	33	23,5	37,6
Rio de Janeiro(RJ)	35	26,5	39,4
São Paulo(SP)	31	24,0	34,9
Santos(SP)	33	27,0	37,7
Campinas(SP)	33	24,0	37,4
Pirassununga(SP)	33	24,0	37,8
<i>IV-Região Centro-Oeste</i>			
Brasília(DF)	32	23,5	34,8
Goiânia(GO)	33	26,0	37,3
Cuiabá(MT)	36	27,0	39,0
Campo Grande(MT)	34	25,0	37,0
Ponta-Porã(MT)	32	26,0	35,8
<i>V-Região Sul</i>			
Curitiba(PR)	30	23,5	33,3
Londrina(PR)	31	23,5	34,0
Foz do Iguaçu(PR)	34	27,0	38,0
Florianópolis(SC)	32	26,0	36,0
Joinville(SC)	32	26,0	36,0
Blumenau(SC)	32	26,0	36,0
Porto Alegre(RS)	34	26,0	39,0
Santa Maria(RS)	35	25,5	40,0
Rio Grande(RS)	30	24,5	-
Pelotas(RS)	32	25,5	-
Caxias do Sul(RS)	29	22,0	-
Uruguaiana(RS)	34	25,5	-

⁽⁶⁾ Fonte: Tabelas climatológicas da Diretoria de Rotas Aéreas, do Ministério da Aeronáutica.

Tabela 7 - Condições externas para inverno⁽⁶⁾

Cidades	TBS (°C)	Umidade relativa(%)
Aracaju(SE)	20	78
Belém(PA)	20	80
Belo Horizonte(MG)	10	75
Blumenau(SC)	10	80
Boa Vista(RR)	21	80
Brasília(DF)	13	65
Caxias do Sul(RS)	0	90
Cuiabá(MT)	15	75
Curitiba(PR)	5	80
Florianópolis(SC)	10	80
Fortaleza(CE)	21	80
Goiânia(GO)	10	65
João Pessoa(PB)	20	77
Joinville(SC)	10	80
Macapá(AP)	21	80
Maceió(AL)	20	78
Manaus(AM)	22	80
Natal(RN)	19	80
Pelotas(RS)	5	80
Porto Alegre(RS)	8	80
Porto Velho(RO)	15	80
Recife(PE)	20	78
Rio Branco(AC)	15	80
Rio Grande(RS)	7	90
Rio de Janeiro(RJ)	16	78
Salvador(BA)	20	80
Santa Maria (RS)	3	80
São Luiz(MA)	20	80
São Paulo(SP)	10	70
Teresina(PI)	20	75
Uruguaiana(RS)	7	80
Vitória(ES)	18	78

⁽⁶⁾ Fonte: Tabelas climatológicas da Diretoria de Rotas Aéreas, Ministério da Aeronáutica e Instituto Nacional de Metrologia.

Tabela 8 - Infiltração de ar

A) Pelas frestas		
Tipo de abertura	Observação	m ³ /h por metro de fresta ^(A)
Janelas		
- comum		3,0
- basculante		3,0
- guilhotina com caixilho de madeira	Mal ajustada	6,5
	Bem ajustada	2,0
- guilhotina com caixilho metálico	Sem vedação	4,5
	Com vedação	1,8
Portas	Mal ajustada	13,0
	Bem ajustada	6,5
B) Pelas portas		
Local	m ³ /h por pessoa	
	Porta giratória (1,80 m)	Porta de vai-e-vem (0,90 m)
Bancos	11	14
Barbearias	7	9
Drogarias e Farmácias	10	12
Escritórios de corretagem	9	9
Escritórios privados	-	4
Escritórios em geral	-	7
Lojas em geral	12	14
Restaurantes	3	4
Lanchonetes	7	9
C) Pelas portas abertas		
Porta até 90 cm	- 1 350m ³ /h	
Porta de 90 cm até 180 cm	- 2 000 m ³ /h	

^(A) Largura da fresta considerada de 4,5 mm.

Notas: a) Os valores das infiltrações pelas frestas são baseados na velocidade de 15 km/h para o vento.

b) Os valores das infiltrações pelas portas são baseados em:

- infiltrações de 2,2 m³/h e 3,4 m³/h, por pessoa que transpõe, respectivamente, porta giratória e porta vai-e-vem;
- velocidade de vento nula; a infiltração, devida ao vento, pode ser desprezada no caso do resfriamento do ar, mas deve ser considerada no caso do aquecimento;
- porta ou portas vai-e-vem situadas em única parede externa.

c) Os valores das infiltrações pelas portas abertas são baseados em:

- ausência de ventos;
- somente uma porta aberta em uma parede externa.

d) No caso de resfriamento, deve-se considerar com o valor mínimo da infiltração 1,5 renovações por hora de ar nos ambientes condicionados; entretanto, para grandes volumes com pequena ocupação em ambientes praticamente estanques, este limite pode ser reduzido a 1,5 para 1.

3.1.5 Número de pessoas presentes nos recintos. Na falta de indicações precisas, são fornecidos valores aproximados na Tabela 9.

3.1.6 Carga total de energia elétrica, dissipada pela iluminação artificial dos recintos. Na falta de indicações precisas são recomendados os valores aproximados da Tabela 10.

3.1.7 Existência de outras fontes de calor ou de frio, dentro dos recintos, ou possíveis influência de fontes externas. Na falta de indicações precisas, são recomendados os valores aproximados da Tabela 11.

4 Cálculo das cargas térmicas

4.1 As cargas térmicas devem ser calculadas individualmente para cada um dos recintos e consideradas as condições máximas existentes em períodos não obrigatoriamente simultâneos.

4.2 Para o verão devem ser calculadas separadamente as cargas de calor sensível e de calor latente a serem compensadas pelo resfriamento e desumidificação do ar, as quais se compõem das parcelas estabelecidas em 4.2.1 a 4.2.10.

4.2.1 Calor sensível decorrente da transmissão pelas paredes, pisos, tetos, vidros, etc.

4.2.2 Calor sensível decorrente da radiação solar sobre os vidros e paredes externas bem como coberturas.

4.2.3 Calor sensível e calor latente decorrentes das pessoas (ver Tabela 12).

4.2.4 Calor sensível e calor latente decorrentes da infiltração do ar existente pelas portas e janelas.

4.2.5 Calor sensível e calor latente introduzidos no sistema, pelo ar exterior admitido no condicionador de ar para fins de renovação. Quando a admissão de ar exterior suplantará os efeitos da infiltração, esta deve ser desprezada.

4.2.6 Calor sensível correspondente à carga de energia elétrica dissipada na iluminação dos recintos. Em caso de iluminação fluorescente, deve ser computado também o calor produzido pelos reatores.

4.2.7 Calor sensível e calor latente fornecidos por outras fontes de calor, eventualmente existentes no recinto.

4.2.8 Calor sensível introduzido no sistema pelo próprio equipamento da instalação de condicionamento de ar, exceto quando o fabricante de condicionadores do tipo compacto auto-suficientes computar esse calor.

Tabela 9 - Valores para ocupação dos recintos

Local	m ² /pessoa
Dormitórios	10
Salas residenciais	8
Salões de hotel	6
Escritórios privados	8
Escritórios em geral	6
Bancos - recintos privados	7
Bancos - recintos públicos	4
Lojas de pouco público	5
Lojas de muito público	3
Restaurantes	2
Boates	1
Auditórios - Conferências	1,5
Teatros - Cinemas	0,75

Tabela 10 - Energia dissipada pelas luminárias

Local	Tipos de iluminação	Nível de iluminação LUX	Potência dissipada W/m ²
Escritórios	Fluorescente	1000	40
Lojas	Fluorescente	1000	50
Residências	Incandescente	300	30
Supermercados	Fluorescente	1000	35
Barbearias e salões de beleza	Fluorescente	500	20
Cinemas e teatros	Incandescente	60	15
Museus e bibliotecas	Fluorescente	500	45
	Incandescente	500	70
Restaurantes	Fluorescente	150	15
	Incandescente	150	25
Bancos	Fluorescente	1000	35
Auditórios:			
a) Tribuna	Incandescente	1000	50
b) Platéia	Incandescente	500	30
c) Sala de espera	Incandescente	150	20
Hotéis:			
a) Banheiros	Incandescente	150	25
b) Corredores	Incandescente	100	15
c) Sala de leitura	Fluorescente	500	45
	Incandescente	500	70
d) Quartos	Incandescente	500	35
e) Salas de reuniões			
- Platéia	Incandescente	150	20
- Tablado	Incandescente	500	30
f) Portaria e recepção	Incandescente	250	35

Nota: Os valores de dissipação das lâmpadas fluorescentes já incluem os reatores.

Tabela 11 - Calor liberado por fontes diversas

Equipamentos diversos			kcal/h		
			Sensível	Latente	Total
<i>Equipamento elétrico</i>					
Aparelhos elétricos - por kW			860	0	860
Forno elétrico - Serviço de cozinha por kW			690	170	860
Torradeiras e aparelhos de grelhar por kW			770	90	860
Mesa quente - por kW			690	170	860
Cafeteiras - por litro			100	50	150
<i>Equipamento a gás</i>					
GLP 50% butano + 50% propano por m ³ /h			5540	700	6240
GLP (50/50%) por kg			9800	1200	11000
Bico de Bunsen - tamanho grande			835	215	1050
Fogão a gás - Serviço de restaurante por m ² superfície da mesa			10500	10500	21000
<i>Banho-maria</i>					
Por m ² de superfície superior			2130	1120	3250
Cafeteira - por litro			150	50	200
<i>Equipamentos a vapor</i>					
Banho-maria por m ² de boca			1125	2625	3750
<i>Alimentos</i>					
Por pessoa (restaurante)			7	7	14
<i>Motores elétricos</i>					
<i>Potência (Placa)</i>		<i>Eficiência aproximada (%)</i>			
Até ¼ CV	Por CV	60	1050	0	1050
½ a 1 CV	Por CV	70	900	0	900
1 ½ a 5 CV	Por CV	80	800	0	800
7 ½ a 20 CV	Por CV	85	750	0	750
acima de 20 CV	Por CV	88	725	0	725

4.2.9 Calor sensível decorrente da transmissão das paredes dos dutos e tubulações.

4.2.10 Margem de segurança, a critério do projetista.

4.3 Para inverso, devem ser calculadas as cargas de calor sensível e de umidificação a serem compensadas pelo aquecimento e umidificação do ar; estas cargas são substituídas pelas parcelas estabelecidas em 4.3.1 a 4.3.5.

4.3.1 Calor sensível decorrente de transmissão pelas paredes, pisos, tetos, vidros, etc.

4.3.2 Calor sensível e umidificação decorrentes da infiltração do ar exterior pelas portas e janelas.

4.3.3 Calor sensível e umidificação provenientes da admissão de ar exterior no condicionador para fins de renovação. Quando a admissão de ar exterior suplantar os efeitos da infiltração, esta deve ser desprezada.

Tabela 12 - Calor liberado por pessoas (kcal/h)

Local	Metabolismo homem adulto	Metabolismo médio ^(A)	TBS									
			28		27		26		24		21	
			S	L	S	L	S	L	S	L	S	L
Teatro, escola primária	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Escola secundária	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Escr., hotéis, apartamentos, Univ.	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
Supermercados varejistas, lojas	139											
Farmácias, drogarias	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Bancos	139											
Restaurante ^(B)	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58
Fábrica, trabalho leve	202	189	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Salão de baile	227	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Fábrica, trabalho moderadamente pesado	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Boliches, fábricas, ginásios ^(C)	378	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

S = sensível

L = latente

^(A) O "Metabolismo médio" corresponde a um grupo composto de adultos e crianças de ambos os sexos, nas proporções normais.

Estes valores foram obtidos à base das seguintes hipóteses:

- Metabolismo mulher adulta = metabolismo homem adulto x 0,85;

- Metabolismo criança = metabolismo homem adulto x 0,75.

^(B) Estes valores compreendem 14 kcal/h (50% calor sensível e 50% calor latente) por ocupante, para levar em conta o calor despreendido pelos pratos.

^(C) Boliche: admitindo uma pessoa jogando por pista e outros sentados (100 kcal/h) ou de pé (139 kcal/h).

4.3.4 Quanto às demais fontes de calor sensível ou latente que integram as cargas térmicas a serem compensadas no verão, uma vez comprovada a permanência destas no período de inverno, podem ser deduzidas das cargas térmicas calculadas.

4.3.5 Margem de segurança, a critério do projetista.

5 Zoneamento dos recintos

5.1 Conhecidas as cargas térmicas individuais, os recintos devem ser zoneados termicamente, de forma que cada zona térmica seja constituída de recintos que apresentem as suas variações evoluindo de maneira semelhante.

5.2 No zoneamento, devem ainda ser considerados os períodos de utilização dos recintos e, sobretudo, a possibilidade de poluição do ar nestes. Recintos que apenas eventualmente sejam utilizados ou nos quais haja produção de tóxicos, odores, poeiras, fumaça, etc., devem sempre constituir zona em separado.

5.3 Estabelecido o zoneamento, devem ser previstos sistemas de controle e condicionamento de ar que permitam um controle individual por zona.

6 Escolha do tipo de instalação

6.1 As instalações de condicionamento de ar são, basicamente, classificadas em dois grupos conforme 6.1.1 e 6.1.2.

6.1.1 As de evaporação direta, onde o refrigerante entre em ebulição no próprio trocador de calor, o qual se encontra diretamente em contato com o ar a ser tratado.

6.1.2 As de evaporação indireta, onde existe um elemento intermediário, como a água ou salmoura, abastecido por uma central produtora de frio, alimentando os vários condicionadores de ar.

6.1.3 Em ambos os grupos, o aquecimento poderá também ser direto ou indireto, quer por resistências elétricas, quer por trocadores de calor de água quente ou vapor ou utilizando o ciclo reverso de refrigeração.

6.2 As instalações de refrigeração se distinguem, entre outros critérios, pelo caráter do condensador quer pode ser resfriado a ar, à água ou do tipo evaporativo. São feitas as recomendações de 6.2.1 a 6.2.3 para cada caso.

6.2.1 Para cada aplicação de condensadores a ar, a temperatura admitida para o ar deve ser sempre superior à do termômetro seco do ar exterior estabelecida para base de cálculo das cargas térmicas. Recomenda-se ainda, tomar para cada região, uma temperatura do termômetro seco, entre a temperatura do projeto e a máxima da Tabela 6.

6.2.2 Para aplicação de condensadores à água, quando for usada água de abastecimento da cidade, água de poços ou água de mar, a temperatura admitida para a água deve ser igual à máxima verificada em qualquer época do ano. Quando a água de condensação for reaproveitada pelo emprego de uma torre ou qualquer outro processo de arrefecimento, a base de cálculo para a seleção deve ser a temperatura de bulbo úmido adotado no cálculo das cargas térmicas.

6.2.3 Para aplicação de condensadores evaporativos, a temperatura para o ar exterior obedece aos critérios de 6.2.1 e 6.2.2.

7 Dutos

7.1 A distribuição de ar, através de dutos, pode ser feita empregando baixa, média ou alta pressão e velocidade. A classificação de dutos é a seguinte:

- a) baixa pressão: pressões estáticas até 500 Pa e velocidade até 10 m/s;
- b) média pressão: pressões estáticas até 1500 Pa e velocidade acima de 10 m/s;
- c) alta pressão: pressões estáticas acima de 1500 Pa a 2500 Pa e velocidades acima de 10 m/s.

7.2 Para o dimensionamento dos dutos de baixa pressão, devem ser utilizados os valores recomendados na Tabela 13. No caso de ser necessário prever-se a instalação para funcionar alternadamente, para fins exclusivos de ventilação, sem recirculação de ar, os dutos de tomada de ar exterior devem ser dimensionados para o volume total do ar insuflado e previstos dispositivos para exaustão do ar através do retorno ou por outro meio tecnicamente satisfatório.

7.3 Na construção dos dutos de chapas de aço galvanizado e de alumínio devem ser respeitadas as bitolas recomendadas na Tabela 14.

7.4 O isolamento térmico dos dutos com barreira de vapor deverá ser utilizado sempre que ocorrer o risco de condensação na sua superfície externa.

7.5 A instalação de ar condicionado deve se enquadrar no código local de proteção contra incêndios.

8 Tubulações hidráulicas

8.1 As tubulações de água, utilizadas em condicionamento de ar, são essencialmente para três finalidades: água gelada, água quente e água de condensação. Para as duas primeiras, é necessário o isolamento térmico.

8.2 Em cada aparelho utilizador de água, deve haver válvulas para a regulação e/ou balanceamento e desligamento do aparelho da rede; dispositivo para expurgo de ar e dispositivo para dreno de água condensada, quando necessário.

8.3 Para dimensionamento das tubulações de água, qualquer que seja sua finalidade, devem ser respeitados os diâmetros mínimos recomendados na Tabela 15.

9 Especificações

9.1 Os projetos devem incluir especificações gerais do equipamento a ser fornecido, indicando as suas condições de funcionamento e capacidade, que devem ser, no mínimo, iguais aos valores das cargas térmicas, cujos cálculos e tolerâncias de temperatura previstos devem ser apresentados. Nas instalações onde existe uma central frigorífica alimentando vários sistemas de condicionamento de ar, admite-se que a capacidade dessa central seja calculada em função da carga máxima simultânea requerida por todos os sistemas.

9.2 Devem ser especificados também os tipos de controle previstos, não somente para as condições a serem mantidas em cada sistema de condicionamento de ar, como também para a central frigorífica, no caso das instalações indiretas. Devem, ainda, ser especificados os dispositivos de segurança exigidos para garantia do perfeito e seguro funcionamento da instalação.

9.3 Devem ainda ser especificados, nos projetos, os serviços complementares à carga da firma instaladora do condicionamento de ar e, sobretudo, relacionados os serviços que, apesar de necessários à instalação, ficarão a cargo do comprador.

10 Termo de garantia

10.10 projeto exigirá do fornecedor da instalação de condicionamento de ar um termo de garantia, que defina precisamente os resultados a serem obtidos com a instalação.

10.2 Nas instalações projetadas para funcionamento apenas no verão, essas garantias ficam restritas às condições de 10.2.1 a 10.2.2.

10.2.1 Limitar, nos recintos condicionados, a temperatura máxima do termômetro seco que for especificada, desde que não sejam ultrapassadas as condições admitidas para o ar exterior e demais elementos considerados como base de cálculo das cargas térmicas.

10.2.2 Limitar, nos recintos condicionados, a umidade relativa que for especificada, quando coexistirem as condições admitidas para o ar exterior e demais elementos considerados como base de cálculo das cargas térmicas.

Tabela 13 - Velocidades recomendadas e máximas para dutos de ar e equipamentos de sistemas de baixa pressão⁽⁷⁾

Designação	Recomendadas (m/s)			Máximas (m/s)		
	Residências	Escolas, teatros e edifícios públicos	Prédios industriais	Residências	Escolas, teatros e edifícios públicos	Prédios industriais
Tomadas de ar exterior ^(A)	2,50	2,50	2,50	4,00	4,50	6,00
Serpentinas(1)	Resfriamento	2,25	2,50	3,00	2,25	3,60
	Aquecimento	2,25	2,50	3,00	2,50	7,50
Lavadores de ar	- Borrifcador	2,50	2,50	2,50	3,50	3,50
	- alta velocidade	-	-	9,00	-	9,00
Descarga do ventilador	mín.	5,00	6,50	8,00	-	-
	máx.	8,00	10,00	12,00	8,50	14,00
Dutos principais	mín.	3,50	5,00	6,00	-	-
	máx.	4,50	6,50	9,00	6,00	10,00
Ramais horizontais	mín.	-	3,00	4,00	-	-
	máx.	3,00	4,50	5,00	5,00	9,00
Ramais verticais	mín.	-	3,00	-	-	-
	máx.	2,50	3,50	4,00	4,00	8,00

^(A) Tomando como base a área de face e não a área livre.

Nota: Para sistemas de alta velocidade, consultar o ASHRAE Handbook of fundamentals.

⁽⁷⁾ ASHRAE Handbook of fundamentals 1972, Capítulo 25.
ASHRAE systems 1975.

Tabela 14 - Bitolas de chapas para a fabricação de dutos rígidos e sistemas de baixa pressão (pressão estática até 500 Pa e velocidade até 100 m/s)

Espessuras				Circular		Retangular - Lado maior (mm)
Alumínio		Aço galvanizado		Helicoidal (mm)	Calandrado com costura longitudinal (mm)	
Bitola	mm	Bitola	mm			
24	0,64	26	0,50	até 225	até 450	até 300
22	0,79	24	0,64	250 a 600	460 a 750	310 a 750
20	0,95	22	0,79	650 a 900	760 a 1150	760 a 1400
18	1,27	20	0,95	950 a 1250	1160 a 1500	1410 a 2100
16	1,59	18	1,27	1300 a 1500	1510 a 2300	2110 a 3000

Notas: a) Para detalhes de construção de dutos de baixa pressão, recomenda-se consultar o ASHRAE Guide and data Book Equipment e o ASHRAE Handbook of fundamentals, últimas edições.

b) Para detalhes técnicos sobre dutos de média e alta pressão, recomenda-se consultar o ASHRAE Guide Equipment, o ASHRAE Handbook of fundamentals e os manuais da SMACNA (Sheet metal and air conditioning Contractor Association, Inc).

Tabela 15 - Parâmetros máximos para seleção da tubulação de água⁽⁸⁾

Diâmetro do tubo		Sistema fechado			Sistema aberto		
(mm)	(-)	Vazão (m ³ /h)	Velocidade (m/s)	Perda ^(A) (%)	Vazão (m ³ /h)	Velocidade (m/s)	Perda ^(A) (%)
19	3/4"	1,5	1,2	10	1,0	0,8	10
25	1"	3	1,5	10	2,2	1,1	10
32	1.1/4"	6	1,7	10	4	1,2	10
38	1.1/2"	9	1,9	10	6	1,3	10
50	2"	17	2,2	10	12	1,6	10
65	2.1/2"	28	2,5	10	23	2,1	10
75	3"	48	2,8	10	36	2,1	10
100	4"	90	3,1	9	75	2,5	10
125	5"	143	3,1	7	136	2,9	10
150	6"	215	3,2	5,5	204	3,1	9

^(A) Perda em % do comprimento equivalente.

- Para diâmetro acima de 150 mm, a velocidade da água limita-se em 3,3 m/s.

⁽⁸⁾ As vazões indicadas referem-se a tubos classe DIN 2440. Para tubos de parede mais espessa, prevalecem os valores limites de velocidades da Tabela.

10.3 Nas instalações projetadas para funcionamento no verão e no inverno, devem ser acrescentadas as seguintes garantias prescritas em 10.3.1 e 10.3.2.

10.3.1 Limitar, nos recintos condicionados, a temperatura mínima do termômetro seco que for especificada para o inverno, desde que a temperatura do ar exterior não seja inferior à admitida no cálculo das cargas térmicas.

10.3.2 Limitar, nos recintos condicionados, a umidade relativa mínima que for especificada, desde que a temperatura e a umidade relativa do ar exterior sejam as admitidas no cálculo das cargas térmicas.

10.4 O termo de garantia deve também indicar o prazo de garantia para cada parte do equipamento que eventualmente seja diferente, bem como especificar os acessórios excluídos.

11 Influências sobre o ambiente externo

O projetista e o instalador devem tomar as precauções necessárias a fim de que a instalação de ar-condicionado não ocasione influências prejudiciais à vizinhança no que se refere a ruído, temperatura, umidade e velocidade do ar.

11.1 O projeto e as especificações técnicas dos materiais e equipamentos devem conter as exigências mínimas a serem cumpridas pelo instalador. Por ocasião da conclusão de instalação, as condições especificadas deverão ser obtidas caso as condições externas de projeto não sejam ultrapassadas.

11.2 Os parâmetros básicos, quando da conclusão dos serviços, o instalador deverá proceder aos testes de desempenho especificados pelo projetista.

