

14 CARGA TÉRMICA EM INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS

Instalações frigoríficas são conjuntos de câmaras frias, que permitem, refrigerar, congelar e conservar pelo frio, produtos perecíveis, além de toda Infra-estrutura (casa de máquinas, subestação, serviços de administração, oficinas de manutenção, vestiários, sanitários, etc.) necessária, para seu funcionamento.

Inicialmente é importante o conhecimento das etapas que precedem a estocagem, tais como condições e tratamento da cultura ou processamento. A escolha das condições mais convenientes para um correto balanço de custo versus qualidade está diretamente relacionada com a temperatura de estocagem, movimentação do ar, umidade relativa e certas propriedades do produto. Também o tipo e dimensões da embalagem têm importante papel.

A escolha do local para a construção da câmara necessita de um estudo preliminar, assim como a disponibilidade de energia, água e facilidades de transporte. Para melhor orientação, há uma lista de dados que deverão ser obtidos antes de qualquer cálculo.

14.1 DADOS INICIAIS PARA O DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS

O primeiro passo para o dimensionamento de uma instalação vem a ser o desenvolvimento do processamento com as respectivas implicações técnicas.

Para a câmara e respectivo equipamento frigorífico são apresentados os itens abaixo, que deverão ser preenchidos da forma mais correta possível.

Clima:

- dado necessário para o cálculo de ganho de calor pelas paredes, piso e teto, seleção do condensador e ventilação. Preferivelmente deverão ser utilizados dados estatísticos ao invés de valores isolados;
- temperatura de bulbo seco média do ar ambiente para o mês mais quente;
- umidade relativa ou temperatura de bulbo úmido do mesmo mês;
- temperatura de bulbo seco máxima que se pode esperar no mesmo mês, mencionar o número de dias aproximados a esta temperatura.

Água:

- origem da água (municipal, riacho, mar, poço, etc.);
- quantidade disponível;
- quantidade máxima e média durante a estação mais quente do ano.

Energia:

- energia elétrica disponível (voltagem, ciclagem);
- quantidade máxima que pode ser fornecida (sem limites ou em kWh).

Produto:

- qual o tipo de produto;
- quantidade de cada produto recebido e a ser resfriado ou congelado por dia ou por hora;
- temperaturas de recebimento ou processamento;
- entrada diária na câmara;
- acondicionamento utilizado (Caixa, tambores, baldes, etc.);
- características físicas do produto;
- finalidades do produto (venda direta, distribuição, matéria prima, etc.);

- tipo de movimentação que recebe.

Descrição da Instalação:

- localização;
- dimensões;
- outras observações, se de produção, trânsito ou consumo.

Condições do local:

- cópia ou esboço do prédio existente ou em estudo;
- área disponível de terreno ou prédio;
- orientação, latitude, altitude;
- se há liberdade de planejamento.

Informações adicionais.

Tipos de Câmaras:

- câmaras de armazenagem ou estocagem;
- câmaras de resfriamento;
- Câmaras ou túneis de congelamento;
- ante-câmaras;
- câmaras comerciais (balcões frigoríficos, congeladores, etc.);
- câmaras domésticas (geladeiras, congeladores, etc.);
- outros tipos.

Dimensões da Câmara:

A dimensão de uma câmara frigorífica deve levar em conta a quantidade de produto a ser armazenado, espaço para circulação, altura do empilhamento e espaço ocupado pelos evaporadores, prateleiras, ganchos, etc.

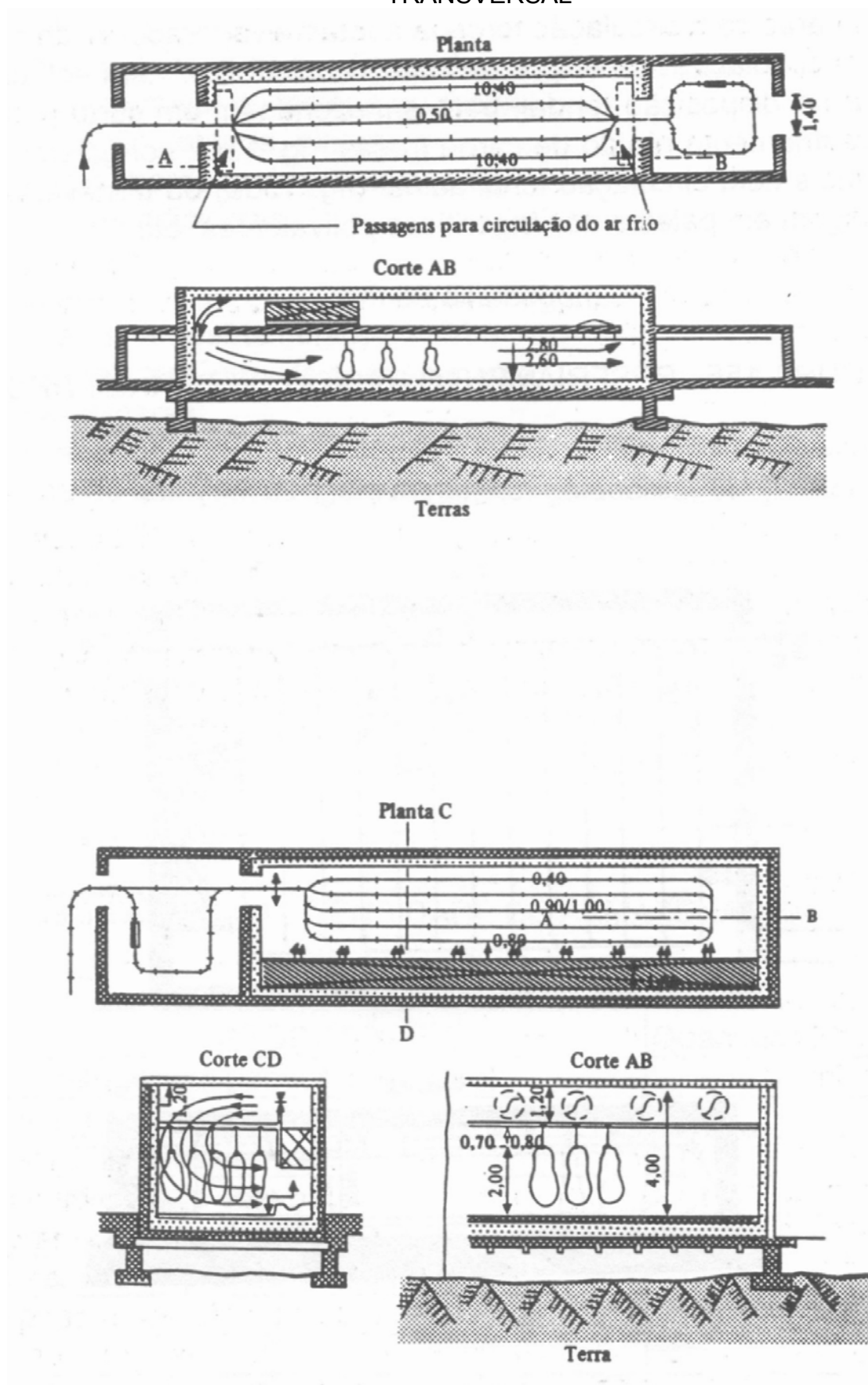
Como valores orientativos para se determinar as dimensões da câmara, pode-se utilizar a densidade de armazenagem indicada na (tab. 11).

TABELA 11 - DENSIDADE DE ARMAZENAGEM

PRODUTO	Quantidade kg/m ³
Carne refrigerada pendurada (porco)	80
Carne refrigerada pendurada (peça grande)	100
Carne congelada com osso	250
Carne congelada sem osso	530
Sorvetes	180
Ovas em caixa/prateleira (4340)	260
Verduras	180-380
Doce	330
Frango	380
Ovos resfriados	400
Frutas em caixa	440
Massas	500
Manteiga	500
Congelados	540

Sistemas de congelamento:

FIGURA 156 - a) TÚNEL DE CONGELAMENTO COM VENTILAÇÃO LONGITUDINAL - b) TÚNEL DE CONGELAMENTO COM VENTILAÇÃO TRANSVERSAL



14.2 CARGA TÉRMICA

A Carga térmica de refrigeração de uma instalação frigorífica é composta dos seguintes itens:

- calor recebido por condução e irradiação através das paredes, teto e piso;
- calor recebido por irradiação decorrente de vidros ou materiais transparentes;
- calor recebido através da circulação de ar através das portas quando abertas ou mesmo frestas;
- calor cedido pelo produto armazenado quando sua temperatura é reduzida ao nível desejado;
- calor cedido pelas pessoas que circulam no espaço refrigerado;
- calor cedido por equipamentos e iluminação que gerem calor dentro do espaço refrigerado.

14.2.1 Calor transmitido através das paredes

Devido à diferença de temperatura entre o interior da câmara frigorífica e o meio externo haverá um fluxo de calor através das paredes, teto e piso, caracterizando uma carga térmica que deverá ser compensada pelo equipamento.

O calor transmitido através das paredes, teto e piso depende da diferença de temperatura, do tipo de isolamento, da superfície externa das paredes e do efeito da irradiação solar, calculado através da seguinte expressão:

$$Q_1 = A U (t_e - t_i + \Delta t_{ins}) \times 24 \times 3,6 \quad (65)$$

onde

Q_1	calor transmitido através das paredes, piso ou teto, kJ/24h
A	área da superfície externa da parede, piso ou teto, m ²
U	coeficiente total de transmissão de calor (tab. 12), W/m ² °C
t_e	temperatura externa da câmara frigorífica, °C
t_i	temperatura interna da câmara frigorífica, °C
Δt_{ins}	acréscimo de temperatura devido à insolação (tab. 13), °C

Para o piso sobre o chão a temperatura externa deverá ser considerada, como a temperatura de bulbo úmido do ar externo, não havendo insolação.

Quando houver paredes comuns a duas câmaras frigoríficas que possuam diferentes temperaturas, haverá fluxo de calor através da parede da câmara mais quente para a mais fria. Neste caso a temperatura da câmara mais quente deverá ser tomada como a temperatura externa em relação a esta parede somente. As demais, não sendo comuns às duas câmaras, serão calculadas normalmente.

TABELA 12 - COEFICIENTE TOTAL DE TRANSMISSÃO DE CALOR, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

Parede interna	
. simples (madeira), 1,5cm	3,35
. concreto sem reboco, 5cm	3,61
. concreto sem reboco, 10cm	3,14
. concreto reboco nas duas faces, 5cm	3,14
. concreto reboco nas duas faces, 15cm	2,56
. tijolo cheio, rebocada , 12cm	2,38
. tijolo oco, rebocada , 12cm	2,21
. tijolo oco, rebocada , 25cm	1,55
. tijolo refratário cheio, rebocada , 25cm	1,86
Parede externa	
. simples de chapa ondulada de cimento-amianto, 1 cm	6,58
. simples de chapa lisa de cimento-amianto, 1 cm	6,23
. tijolo comum, cheios sem reboco, 25 cm	2,04
. tijolo comum, cheios com reboco, 25 cm	1,98
. tijolo comum, cheios com reboco, 12 cm	1,56
. tijolo comum oco, rebocado, 25 cm	2,11
. tijolo comum oco, 25 cm, com 1,5 cm de celotex	1,14
. concreto sem reboco, 5cm	4,88
. concreto sem reboco, 10cm	4,19
. concreto sem reboco, 15cm	3,61
. concreto com reboco, 5cm	4,07
. concreto com reboco, 10cm	3,49
. concreto com reboco, 15cm	3,14
. pedra , 20 cm	3,98
. pedra , 40 cm	2,78
Entrepisos	
. madeira sobre barrotes, 2,5cm	1,98
. madeira, 2,5cm e celotex, 1,5cm	1,00
. concreto rebocado, 10cm	2,33
. concreto com piso de taco, 10 cm	1,10
Forros	
. estuque	3,92
. celotex, 1,5cm	2,11
. celotex e estuque, 2,5cm	1,30
Coberturas	
. telha de barro	11,63
. madeira, 2,5cm e telha de barro	3,02
Aberturas	
. porta simples de ferro com vidros	7,56
. porta simples de madeira com 85% de vidros	6,40
. porta dupla de madeira com vidros (espaço> 2cm)	2,56
. porta de madeira maciças, 2cm	3,92
. porta de madeira maciças, 4cm	2,62
. clarabóia simples	7,56
. clarabóia dupla	3,49

TABELA 13 - INSOLAÇÃO PARA CÂMARAS FRIGORÍFICAS

TIPO DE SUPERFÍCIE	ORIENTAÇÃO			
	LESTE	NORTE	OESTE	TELHADO
cor escura (ardósia, asfalto, tinta preta)	5	3	5	11
cor média (madeira, tijolos, cimento, pintura vermelha, cinza ou verde)	4	3	4	8
cor clara (pedras brancas, cimento claro, pintura branca)	2	1	2	5

14.2.2 Calor devido à infiltração

A cada vez que a porta é aberta o ar externo penetra no interior da câmara, representando uma carga térmica adicional, porém a determinação exata deste volume é muito difícil, sendo adotados valores aproximados para o número de trocas por dia. O calor devido à infiltração pode ser calculado através da seguinte equação:

$$Q_2 = V_i n (h_e - h_i) \quad (66)$$

onde

Q_2 calor devido à infiltração, kJ/24h

V_i volume interno da câmara frigorífica, m³

n número de trocas de ar por 24 horas (tab. 14)

h_e entalpia do ar externo (tab. 15), kJ/m³

h_i entalpia do ar interno da câmara frigorífica (tab 15), kJ/m³.

TABELA 14 - NÚMERO DE TROCAS DE AR

VOLUME			TEMP. CÂMARA		
V_i (m ³)	$t_i < 0^\circ\text{C}$	$t_i \geq 0^\circ\text{C}$	V_i (m ³)	$t_i < 0^\circ\text{C}$	$t_i \geq 0^\circ\text{C}$
5	36	47	200	4,5	6
7	30	39	300	3,7	5
10	24	32	400	3,2	4,1
15	20	26	500	2,8	3,6
20	17	22	700	2,3	3
25	15	19	1000	1,9	2,5
30	13	17	1200	1,7	2,2
40	11	15	1500	1,5	2
50	10	13	2000	1,3	1,7
60	9	12	3000	1,1	1,4
80	8	10	4000	1,1	1,2
100	7	9	5000	1	1,1
125	6	8	10000	0,8	0,95
150	5,5	7	15000	0,8	0,9

TABELA 15 - ENTALPIA DO AR ÚMIDO (kJ/m³)

TEMPERATURA (°C)	UMIDADE RELATIVA					
	90%	80%	70%	60%	50%	40%
-45	-69,92	-69,92	-69,92	-69,92	-69,92	-69,92
-47,5	-65,31	-65,31	-65,31	-65,31	-65,31	-65,31
-40	-60,71	-60,71	-60,71	-60,71	-60,71	-60,71
-37,5	-56,10	-56,10	-56,10	-56,10	-56,10	-56,10
-35	-51,50	-51,50	-51,50	-51,50	-51,50	-51,50
-32,5	-46,89	-46,89	-47,31	-47,31	-47,73	-47,73
-30	-42,71	-42,71	-43,12	-43,12	-43,54	-43,54
-27,5	-38,52	-38,52	-38,94	-38,94	-39,36	-39,36
-25	-34,33	-34,33	-34,75	-34,75	-35,17	-35,17
-22,5	-30,14	-30,14	-30,56	-30,56	-30,98	-30,98
-20	-25,96	-25,96	-26,38	-26,38	-26,80	-26,80
-17,5	-21,77	-21,77	-22,19	-22,61	-23,03	-23,03
-15	-17,58	-17,58	-18,00	-18,42	-18,84	-19,26
-12,5	-12,98	-13,40	-13,82	-14,24	-14,65	-15,07
-10	-8,79	-9,21	-9,63	-10,05	-10,47	-10,89
-7,5	-4,19	-4,61	-5,03	-5,45	-5,87	-6,29
-5	-0,84	-0,00	0,84	1,67	2,51	3,35
-2,5	5,86	5,02	4,17	3,33	2,49	1,65
0	11,30	10,05	8,79	7,54	6,28	5,02
2,5	16,75	15,07	13,82	12,14	10,89	9,21
5	22,19	20,52	18,84	17,17	15,07	13,40
7,5	28,05	26,38	24,28	22,19	19,68	17,58
10	34,33	32,24	29,73	27,21	24,70	22,19
12,5	41,45	38,52	35,59	32,66	29,73	26,80
15	48,99	45,22	41,87	38,52	35,17	31,82
17,5	56,52	52,34	48,57	44,80	41,03	36,84
20	64,90	60,29	56,10	51,50	46,89	42,29
22,5	74,11	69,08	64,06	58,62	53,17	48,15
25	84,57	78,71	72,43	66,15	59,87	54,01
27,5	95,88	88,76	81,64	74,53	67,41	60,29
30	108,44	100,06	91,69	83,32	75,36	66,99
32,5	121,84	112,21	102,58	92,95	83,74	74,11
35	136,91	125,60	115,14	103,83	92,95	82,06
37,5	153,24	140,26	128,12	115,56	102,58	90,43
40	171,24	156,17	141,93	127,70	113,04	99,23
42,5	191,34	173,75	157,42	141,10	124,77	108,44
45	212,69	192,59	174,17	156,17	137,75	118,91

14.2.3 Calor devido ao produto e embalagem

A carga térmica do produto a ser conduzido e conservado para o interior da câmara é composto da retirada de calor para reduzir sua temperatura até o nível desejado e da geração de calor durante a estocagem, como no caso de frutas e verduras. A quantidade de calor a ser removida pode ser calculada conhecendo-se o produto, seu estado inicial, massa, calor específico acima e abaixo do congelamento e calor latente.

Para o caso do congelamento do produto na própria câmara, o cálculo da quantidade de calor a ser removida envolve as seguintes etapas:

a) Calor removido antes do congelamento

$$Q_{3a} = m_p c_1 (t_p - t_c) \quad (67)$$

b) Calor latente de congelamento

$$Q_{3b} = m_p L \quad (68)$$

c) Calor removido após o congelamento

$$Q_{3c} = m_p c_2 (t_c - t_i) \quad (69)$$

onde

Q_{3a}	calor devido ao produto antes do congelamento, kJ/24h
Q_{3b}	calor devido ao produto durante o congelamento, kJ/24h
Q_{3c}	calor devido ao produto após o congelamento, kJ/24h
m_p	massa diária de produto, kg/24h
c_1	calor específico do produto antes do congelamento (tab. 16), kJ/kg°C
c_2	calor específico do produto depois do congelamento (tab. 16), kJ/kg°C
t_p	temperatura inicial do produto, °C
t_c	temperatura de congelamento, °C
L	calor latente de congelamento do produto (tab. 16), kJ/kg
t_i	temperatura interna da câmara frigorífica, °C

Quando se deseja somente resfriar o produto sem congelá-lo, será calculado somente o calor removido antes do congelamento ou quando o produto já entra congelado dentro da câmara será calculado somente o calor após o congelamento.

Ainda no caso de frutas e verduras frescas há que se considerar o calor produzido pelo metabolismo, pois continuam vivos. Há o chamado calor de respiração, que depende do produto e da temperatura. Quanto mais baixa a temperatura do produto, menor será esta carga térmica, Seu valor é calculado pela fórmula a seguir:

$$Q_{3r} = m_a R \quad (70)$$

onde

- Q_{3r} calor devido à respiração do produto, kJ/24h
 m_a massa de produto armazenado, kg
 R calor de respiração do produto (tab. 16), kJ/kg 24h

Não se deve esquecer também do calor representado pela embalagem, calculado pela fórmula a seguir:

$$Q_{3e} = m_e c_e (t_p - t_i) \quad (71)$$

onde

- Q_{3e} calor devido à embalagem, kJ/24h
 m_e massa diária de embalagem, kg/24h
 c_e calor específico da embalagem (2,8 p/ madeira e 1,88 p/ papelão), kJ/kg°C
 t_p temperatura inicial da embalagem, °C
 t_i temperatura interna da câmara frigorífica, °C

TABELA 16 - DADOS DE ALGUNS PRODUTOS

PRODUTO	t_i	ϕ	t_c	c_1	c_2	L	R	T
Abacate	7...13	85...90	-2,7	3,81	2,05	318,20	-	120
Alface	0	90...95	-0,4	4,02	2,01	318,20	2,721	90/120
Aves frescas	0	85...90	-	3,31	-	-	-	7
Aves congeladas	-29	90...95	-2,8	-	1,55	247,02	-	270/300
Carne de vaca fresca	-1...1	88...92	-	3,22	-	-	-	7...42
Carne de vaca cong.	-15	90...95	-1,7	-	1,67	234,46	-	180/270
Cebola	0	70...75	-1,0	3,77	1,93	288,89	1,256	180/240
Laranjas	0...1	85...90	-2,2	3,77	1,93	288,89	0,921	56/84
Maçãs	-1...0	85...90	-2,0	3,60	1,88	280,52	1,047	60/180
Morango fresco	-0,5...0	85...90	-	3,85	-	-	3,391	7...10
Peixe congelado	-18	85...90	-1,7	-	1,88	284,70	-	90/120
Pêssegos	-0,5...0	85...90	-	3,77	-	-	1,298	14/28

onde na (tab. 16):

- t_i temperatura de conservação, °C
 ϕ umidade relativa, %
 t_c ponto de congelamento, °C
 c_1 calor específico antes do congelamento, kJ/kg°C
 c_2 calor específico depois do congelamento, kJ/kg°C
L calor latente de congelamento, kJ/kg
T tempo aproximado de conservação, dias
R calor de respiração a 0°C, kJ/kg 24h

Cada sistema deve ser projetado para um determinado fim onde a carga térmica a ser retirada pelo equipamento em um certo período de tempo deve ser calculada criteriosamente. Quando o produto é resfriado ou congelado ter-se-á uma carga térmica formada basicamente pela retirada de calor de forma a reduzir

sua temperatura até o nível desejado. Já a estocagem é função do isolamento térmico, abertura de porta, iluminação, pessoas e motores. No caso de frutas e hortaliças frescas deve-se também levar em consideração o calor de respiração.

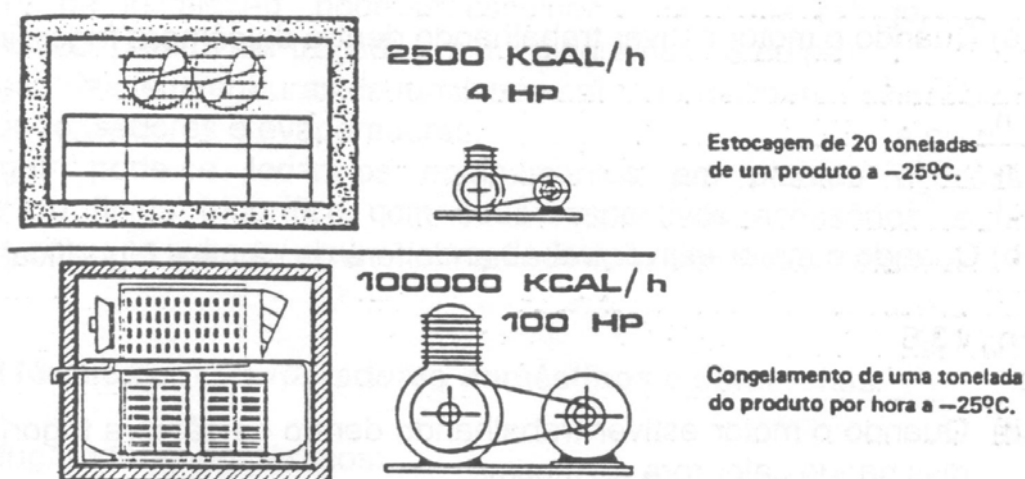
No entanto a parcela de calor retirada durante o resfriamento ou congelamento é bem maior quando comparada com a estocagem, exigindo um estudo mais cuidadoso da solução a adotar. A (fig. 157) mostra a diferença entre congelar e estocar a -25°C .

Note-se que a carga térmica do resfriamento ou congelamento é grande. Para que possa ser feito realmente na própria câmara de estocagem, a mesma deverá ser projetada com a capacidade frigorífica adequada.

Caso isto não ocorra, o produto quente ao ser colocado na câmara aumentará a temperatura da câmara, resultando em dois efeitos desfavoráveis: o produto já estocado é afetado pela maior temperatura e o resfriamento ou congelamento do produto que entra será muito lento.

Muitas vezes é mais interessante resfriar ou congelar o produto em um sistema separado. Evidentemente é preciso uma análise antes da seleção.

FIGURA 157 - DIFERENÇA ENTRE CONGELAMENTO E ESTOCAGEM DE UM PRODUTO



14.2.4 Calor cedido por pessoas

$$Q_4 = n q n_p \quad (72)$$

onde

Q_4 calor emitido pelas pessoas, kJ/24h

n número de pessoas que circulam na câmara frigorífica

q calor gerado por pessoa (tab. 17), kJ/h

n_p número de horas que cada pessoa permanece na câmara, h/24h

TABELA 17 - CALOR GERADO POR PESSOAS

TEMP. DA CÂMARA (°C)	calor equivalente/pessoa (kJ/h)
10	758,86
5	872,25
0	976,92
-5	1081,59
-10	1168,82
-15	1308,38
-20	1413,05

14.2.5 Calor cedido pela iluminação

$$Q_5 = P n_i \times 3,6 \quad (73)$$

onde

Q_5 calor emitido pela iluminação, kJ/24h

P potência das lâmpadas, W

n_i número de horas de funcionamento da iluminação, h/24h

14.2.6 Calor cedido pelos motores

a) Quando o motor estiver trabalhando dentro da câmara frigorífica:

$$Q_6 = \frac{P n_m}{\eta} \times 3,6 \quad (74)$$

b) Quando o motor estiver trabalhando fora da câmara frigorífica:

$$Q_6 = P n_m \times 3,6 \quad (75)$$

d) Quando o motor estiver trabalhando dentro da câmara frigorífica, porém dissipando calor fora da mesma:

$$Q_6 = \frac{P n_m (1 - \eta)}{\eta} \times 3,6 \quad (76)$$

onde

Q_6 calor emitido pelos motores, kJ/24h

P potência dos motores, W

n_m número de horas de funcionamento do motor, h/24h

η rendimento aproximado do motor (tab. 18)

TABELA 18 – RENDIMENTO DOS MOTORES

Potência do motor (W)	η
< 368	0,60
368 a 2208	0,68
2209 a 14720	0,85

14.2.7 Carga térmica total

O Cálculo da carga térmica é feito normalmente para 24 horas, no entanto, o equipamento de refrigeração não deve funcionar 24 horas por dia a fim de permitir a manutenção e o descongelamento diário do evaporador. O gelo formado tende a isolar a serpentina evaporadora reduzindo sua capacidade de refrigeração. Assim sendo, a carga térmica deve ser distribuída ao longo de um número de horas menor, representando o tempo de funcionamento diário do equipamento que varia de 16 a 20h/dia.

Nestas condições podemos calcular a carga térmica total da instalação frigorífica somando-se Q_1 a Q_6 obtendo-se a carga térmica diária em kJ/ 24horas, que dividida pelo tempo de funcionamento diário do equipamento fornece a carga térmica em kW. Este resultado permitirá a escolha adequada dos equipamentos para a referida instalação frigorífica.

Após calcular as potências frigoríficas, em jogo e fixar as temperaturas de funcionamento da instalação, pode-se escolher o ciclo de refrigeração mais conveniente o qual poderá ser traçado em um diagrama T-S ou p-h.

A fixação das temperaturas de funcionamento, normalmente exige, o cálculo prévio dos condensadores e evaporadores.

A seguir pode-se local os equipamentos em plantas e traçar as canalizações do fluido frigorífico com seus respectivos acessórios, a fim de possibilitar os cálculos subseqüentes de especificação dos equipamentos.

14.2.8 Carga térmica em refrigeradores domésticos e comerciais

Em refrigeradores domésticos:

A capacidade varia de: 60 a 600 l

A potência frigorífica usual: 0,2 TR/m³

Consumo de potência: 0,5 CV/m³

Em refrigeradores comerciais a carga térmica pode ser calculada pela (tab.

19).

TABELA 19 - REFRIGERADORES COMERCIAIS

TIPO	Finalidade	Temp. câmara	Pf (W/m)	Pm (CV/m)
Horizontal fechado	Carnes não empacotadas	-2 a 3°C	319,8	0,2
	Bebidas	10 a 15°C	465,2	0,2
Horizontal aberto	Congelados	-15 a -20°C	732,7	0,8
	Carnes empacotadas	-2 a 3°C	523,4	0,3
Vertical aberto	Lacticínios	0 a 4°C	1511,9	0,87
	Verduras	0 a 6°C	1511,9	0,87

14.3 EXEMPLO ILUSTRATIVO

EXEMPLO 14.3.1: Calcular a carga térmica de uma câmara de frutas para maçãs (fig. 158) com seguintes dados iniciais:

Situação: SANTOS.

Vias de acesso: Ferroviária, rodoviária e marítima.

Condições externas: $t_s = 33^\circ\text{C}$, $t_u = 27^\circ\text{C}$, $\phi = 65\%$

Condições internas: $t_i = 0^\circ\text{C}$, $\phi = 85\%$

Finalidade:

- Resfriamento de 60 toneladas/24h, de maçãs em caixas de madeira de 3 kg de $55 \times 33 \times 33$ cm, contendo 21 kg de maçãs dentro.
- Armazenagem de 390 toneladas de maçãs em caixas.

Altura máxima de empilhamento: 4m

Construção (fig. 158):

- Piso: sobre terra.
- Teto: sob telhado.
- Face Leste: Há uma câmara de peixes congelados a -20°C .
- Paredes de cor média.

Coeficientes totais de transmissão de calor:

- $U_{\text{parede interna}} = 0,428 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- $U_{\text{parede externa}} = 0,341 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- $U_{\text{teto}} = 0,244 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- $U_{\text{piso}} = (\text{calcular})$

Casa de máquinas: $2 \text{ m}^2/\text{TR}$

Iluminação:

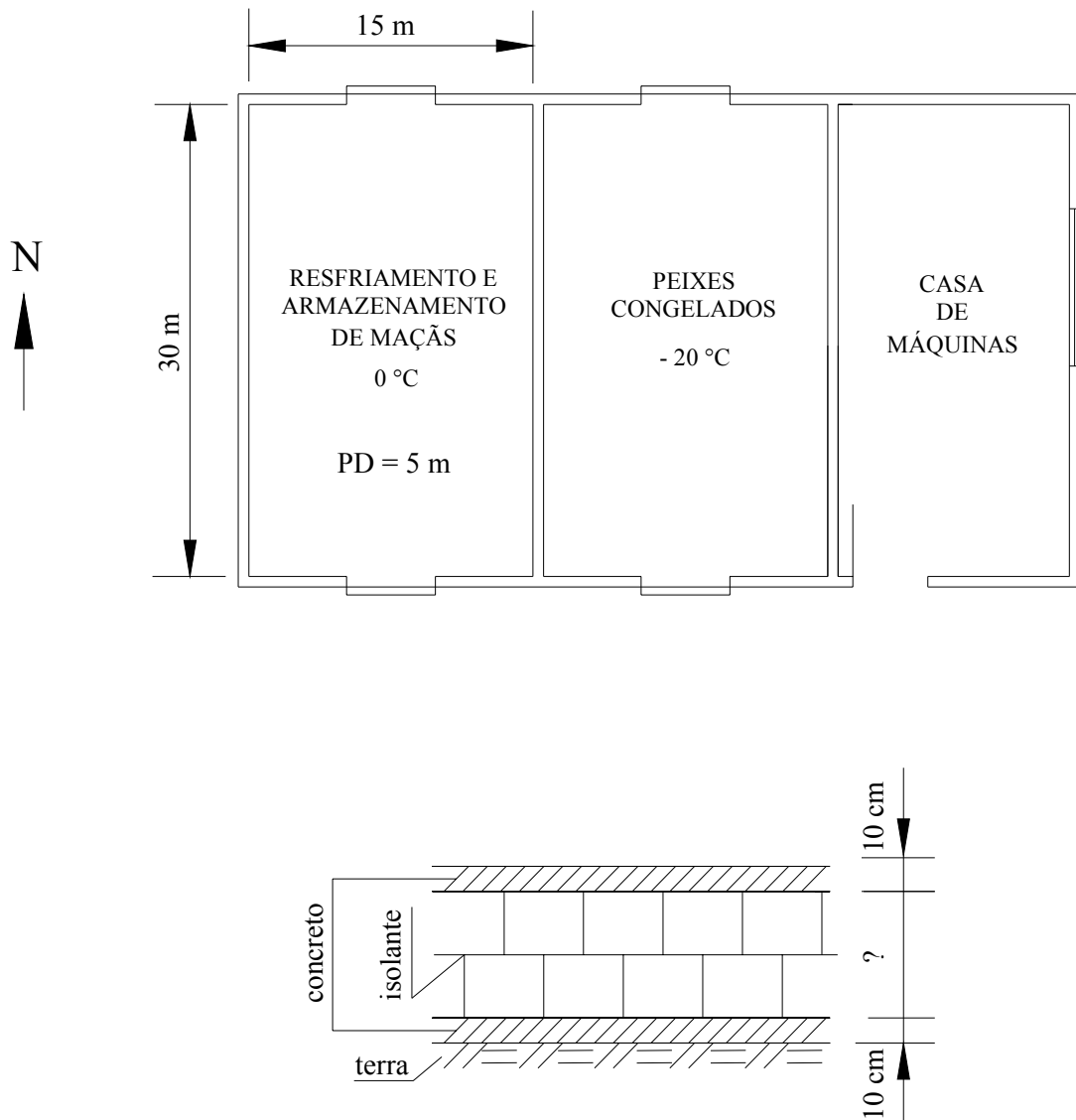
- Fluorescente especial para baixas temperaturas 5 W/m^2 (acendimento 8h/24h)

Tempo de funcionamento diário dos equipamentos: 20h/24h

Pessoas: 2 pessoas trabalhando 8h/dia.

Motor da empilhadeira: 10 CV (7360 W), funcionamento de 2h/24h.

FIGURA 158 - PLANTA BAIXA DA INSTALAÇÃO E PERFIL DO PISO



EXEMPLO 14.3.2: Pede-se para a câmara de maçãs do exemplo 14.3.1:

- montar um sistema de refrigeração com expansão direta e condensação a ar;
- selecionar no mercado os equipamentos e acessórios para montagem do referido sistema (unidade evaporadora, unidade condensadora ou condensador remoto mais compressores, válvula de expansão, válvula solenóide, pressostatos, visor de líquido, filtro secador e as portas frigoríficas);
- Com base na seleção das unidades evaporadoras recalculer a carga térmica relativa aos motores destas unidades que foi estimada no exemplo 14.3.1;
- calcular o ponto de força para alimentação elétrica da referida câmara em kW;
- calcular o diâmetro das linhas frigoríficas.