

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE SISTEMAS
FRIGORÍFICOS NA INDÚSTRIA PESQUEIRA

Everto Correia Celestino

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA DE PESCA DO CENTRO DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ,
COMO PARTE DAS EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE ENGENHEIRO DE PESCA

Fortaleza-Ceará

1982

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C386c Celestino, Evertto Correia.
Considerações gerais sobre sistemas frigoríficos na indústria pesqueira / Evertto Correia Celestino. – 1982.
48 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1982.
Orientação: Prof. Guillardio Goes Ferreira Gomes.

1. Indústria pesqueira. I. Título.

CDD 639.2

Prof. Ass. GUILLARDO GOES FERREIRA GOMES
- Orientador -

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Ass. JOSÉ RAIMUNDO BASTOS
- Presidente -

Prof. Ass. MOISÉS ALMEIDA DE OLIVEIRA

VISTO:

Prof. Ass. MOISÉS ALMEIDA DE OLIVEIRA
Chefe do Departamento de Eng. de Pesca

Prof. Ass. FRANCISCA PINHEIRO JOVENTINO
Coordenadora do Curso de Eng. de Pesca

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo esforço e carinho dispensados na minha educação.

Ao Dr. GUILLARDO GOES FERREIRA GOMES pela valiosa orientação deste trabalho.

Ao Departamento de Manutenção da Thermus Refrigeração S.A. na pessoa do Dr. MÁRCIO CAMPOS BEZERRA.

A D. ANA e ao EDILSON, pelo carinho e amizade.

Ao Sr. ROBERVAL NOGUEIRA DE SOUSA, pelos serviços datilográficos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para elaboração deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo
carinho e compreensão a mim
dedicados.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE SISTEMAS FRIGORÍFICOS NA INDÚSTRIA PESQUEIRA

Everto Correia Celestino

1. - INTRODUÇÃO

O avanço na tecnologia dos frios, que são utilizados na conservação de produtos alimentícios de origem vegetal ou animal, tem levado o homem a determinar, antes de montar um sistema frigorífico para nele acondicionar um certo tipo de alimento, os principais parâmetros que são imprescindíveis ao mesmo, para lhe permitir um rendimento econômico e satisfatório ao utilizar este processo de conservação.

Portanto, baseado em tal afirmação resolvemos apresentar no presente trabalho, alguns dados sobre a construção de sistemas frigoríficos bem como a sua manutenção corretiva e preventiva.

2. - CÁLCULOS DAS CARGAS TÉRMICAS

O regime ao qual o calor deve ser removido do material ou câmara refrigerada, a fim de produzir e manter as condições de temperatura desejada, é chamado carga térmica. Na maioria das aplicações de refrigeração, a carga total de esfriamento no equipamento de refrigeração, é a soma dos ganhos de calor de várias fontes diferentes:

- (1) O calor transmitido por condução através de paredes isoladas;

- (2) O calor que deve ser removido do ar quente que entra na câmara através de partes abertas e fechadas;
- (3) O calor que deve ser removido do produto refrigerado para reduzir a temperatura deste à temperatura de armazenamento; e
- (4) O calor cedido por trabalhadores na câmara ou por motores, luzes e outros equipamentos de produção de calor funcionando na câmara.

O sistema frigorífico por nós idealizado é composto basicamente de: Sala de Lavagem do Pescado, Câmara de Espera, Sala de Beneficiamento, Tunel de Congelamento, Sala de Embalagem de Gelo, Fábrica de Gelo e Casa de Máquinas.

2.1. - Câmara de Espera

- Produto: Peixe fresco com gelo
- Pé direito: $c = 3,5\text{m}$
- Planta: $a \times b = 3 \times 5 \text{ (m)}$
- Área: 15m^2
- Volume: $52,5\text{m}^3$
- Temperatura de entrada do produto: $t_p = 20^\circ\text{C}$
- Temperatura no interior da câmara: $t_c = 2^\circ\text{C}$
- Carga diária: $C = 3.000\text{kg}$
- Capacidade de estocagem: 12.000kg
- Isolamento: Poliestireno expandido (styropor):
4 polegadas.

(a) Cálculo do Ganho por Transmissão: Q_I

(a.1) Ganho por transmissão com a sala de lavagem: Q_{1A} .

$$Q_{1A} = K.A.\Delta t \text{ (K cal/h).}$$

K = conf. de transmissão de valor (K cal/m²h°C). Varia de acordo com o material isolante e da sua espessura. A espessura do isolante é dada em função da temperatura interna da câmara. (TABELA 1).

A = Área da parede correspondente a Δt .

Δt = Variação da temperatura da sala de lavagem e da câmara de espera.

$$K = 0,4 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$A = a \times c = 5 \times 3,5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t = t - t_c = 24 - (-2) = 26^\circ\text{C}$$

$$Q_{1A} = 0,4 \times 17,5 \times 26 : \circ$$

$$Q_{1A} = 182 \text{ K cal/h.}$$

(a.2) Ganho por transmissão com a sala de beneficiamento: Q_{1B} .

$$Q_{1B} = K.A_1.\Delta t_1$$

A_1 = área da parede correspondente a Δt_1

Δt_1 = variação da temperatura da sala de beneficiamento e da câmara de espera.

$$K = 0,4 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$A_1 = b \times c = 3 \times 3,5 = 10,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t_c = 24 - (-2) = 26^\circ\text{C}$$

$$Q_{1B} = 0,4 \times 10,5 \times 26 : \circ$$

$$Q_{1B} = 109,2 \text{ K cal/h.}$$

(a.3) Ganho por transmissão com o exterior: Q_{1C} .

$$Q_{1C} = K.A_2.\Delta t_2$$

A_2 = área da parede, piso e teto correspondente a Δt_2

Δt_2 = variação da temperatura externa e da câmara de espera

$$K = 0,4 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$A_2 = 2ab + bc = 2 \times 5 \times 3 + 3 \times 3,5 = 40,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_c = 32 - (-2) = 34^\circ\text{C}$$

$$Q_{1C} = 0,4 \times 40,5 \times 34 : \circ$$

$$Q_{1C} = 550,8 \text{ K cal/h.}$$

(a.4) Ganho por transmissão com a fábrica de gelo: Q_{1D}

$$Q_{1D} = K \cdot A_3 \cdot \Delta t_3$$

A_3 = área da parede correspondente a Δt_3

Δt_3 = variação da temperatura da fábrica de gelo e da câmara de espera.

$$K = 0,4 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$A_3 = a \times c = 5 \times 3,5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_3 = 27 - (-2) = 29^\circ\text{C}$$

$$Q_{1D} = 0,4 \times 17,5 \times 29 \therefore$$

$$Q_{1D} = 203 \text{ K cal/h.}$$

$$Q_1 = Q_{1A} + Q_{1B} + Q_{1C} + Q_{1D}$$

$$Q_1 = 182 + 109,2 + 550,8 + 203 \therefore \underline{Q_1 = 1.045 \text{ K cal/h}}$$

(b) Cálculo do Ganho por Abertura de Portas: Q_2

$Q_2 = 0,4 \times Q_1$, onde 0,4 é uma constante utilizada na prática.

$$Q_2 = 0,4 \times 1.045 \therefore \underline{Q_2 = 418 \text{ K cal/h}}$$

(c) Cálculo do Ganho por Resfriamento do Produto: Q_3

$$Q_3 = m \cdot C_e \cdot \Delta t$$

m = carga diária/18 horas

C_e = Calor específico acima do congelamento (TABELA 2)

Δt = Variação da temperatura de entrada do produto

$$m = \frac{3.000}{18} = 166,66\text{kg}$$

$$C_e = 0,82 \text{ K cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_p - 0 = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 166,66 \times 0,82 \times 20 \therefore$$

$$Q_3 = 2.733,22 \text{ K cal/h.}$$

(d) Cálculo do Ganho por Pessoas: Q_4

$$Q_4 = n \times Q_p$$

n = número de pessoas trabalhando no interior da câmara.

Q_p = calor liberado por pessoas quando trabalham na câmara.

$$n = 3$$

$Q_p = 130 \text{ K cal/h}$ (Catálogo do Mipal - Fábrica de Evaporadores).

$$Q_4 = 3 \times 130 \therefore Q_4 = 390 \text{ K cal/h.}$$

(e) Cálculo do Ganho por Equipamentos: Q_5

$$Q_5 = n_1 \times H_p \times 632$$

n_1 = número de motores = 3

H_p = potência dos motores = 1/4

632 = fator de transformação de H_p em K cal/h

$$Q_5 = 3 \times 1/4 \times 632 \therefore$$

$$Q_5 = 474 \text{ K cal/h}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \therefore$$

$$Q_T = 1.045 + 418 + 2.733,22 + 390 + 474 \therefore$$

$$Q_T = \underline{5.061 \text{ K cal/h}}$$

2.2. - Tunel de Congelamento

- Produto: Peixe beneficiado
- Pê direito: $c = 3,5$
- Planta: $a \times b = 3 \times 5 \text{ (m)}$
- Área: 15 m^2
- Volume: $52,5 \text{ m}^3$
- Temperatura no interior do tunel: $t_c = -26^\circ \text{C}$
- Temperatura de entrada do produto = $t_p = 25^\circ \text{C}$
- Número de congelamento por dia: 3
- Carga por vez: 1.000kg
- Tempo de congelamento: 4 horas
- Isolante: Poliestireno expandido (Styropor): 8 polegadas.

(a) Cálculo do Ganho por Transmissão: Q_1

(a.1) Ganho por transmissão com a sala de beneficiamento e embalagem: Q_{1A} .

$$Q_{1A} = K.A.\Delta t$$

A = área das paredes da sala de beneficiamento e embalagem correspondente a Δt .

Δt = variação das temperaturas da sala de beneficiamento e embalagem com o tunel de congelamento.

$$K = 0,2 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \text{ (TABELA 1)}$$

$$A = 2bc = 2 \times 3 \times 3,5 = 21\text{m}^2$$

$$\Delta t = t - t_t = 24 - (-26) = 50^\circ\text{C}$$

$$Q_{1A} = 0,2 \times 21 \times 50 : \circ$$

$$Q_{1A} = 210 \text{ K cal/h.}$$

(a.2) Ganho por transmissão com a câmara de estocagem do pescado: Q_{1B}

$$Q_{1B} = K A_1 \Delta t_1$$

A_1 = área da parede da câmara correspondente a Δt_1 .

Δt_1 = variação da temperatura da câmara e do tunel.

$$A_1 = a \times c = 5 \times 3,5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t_t = (-4) - (-26) = 22^\circ\text{C}$$

$$Q_{1B} = 0,2 \times 17,5 \times 22 : \circ$$

$$Q_{1B} = 77 \text{ K cal/h}$$

(a.3) Ganho por transmissão com o exterior: Q_{1C}

$$Q_{1C} = K.A_2.\Delta t_2$$

A_2 = Área da parede, peso e teto correspondente a Δt_2

Δt_2 = variação da temperatura externa e do tunel.

$$A_2 = 2ab + ac = 2 \times 5 \times 3 + 5 \times 3,5 = 47,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_t = 32 - (-26) = 58^\circ\text{C.}$$

$$Q_{1C} = 0,2 \times 47,5 \times 58 : \circ$$

$$Q_{1C} = 551 \text{ K cal/h}$$

$$Q_1 = A_{1A} + Q_{1B} + Q_{1C}$$

$$Q_1 = 210 + 77 + 551 : \circ$$

$$Q_1 = 838 \text{ K cal/h}$$

(b) Cálculo do Ganho por Aberturas de Portas: Q_2

$$Q_2 = 0,4 \times 838 : Q_2 = 335,2 \text{ K cal/h}$$

(c) Cálculo do Ganho por Resfriamento do Produto: Q_3

$$Q_3 = m \cdot C_e \cdot \Delta t$$

m = carga diária/4 horas

C_e = calor específico acima do congelamento (TABELA 2)

Δt = variação da temperatura de enzrado do produto e congelamento

$$m = \frac{1.000}{4} = 250 \text{ kg}$$

$$C_e = 0,82 \text{ K cal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 25 - 0 = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 250 \times 0,82 \times 25 : \circ$$

$$Q_3 = 5.125 \text{ K cal/h}$$

(d) Cálculo do ganho por Congelamento do produto: Q_4

$$Q_4 = m \times Q_2$$

Q_2 = calor latente de solidificação do produto (TABELA 2)

$$m = 250 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 58 \text{ K cal/kg}$$

$$Q_4 = 250 \times 58 : \circ$$

$$Q_4 = 14.500 \text{ K cal/h}$$

(e) Cálculo do Ganho por Sub-Resfriamento do Produto: Q_5

$$Q_5 = m \times C'_e \cdot \Delta t$$

C'_e = calor específico abaixo do congelamento (TABELA 2)

Δt = variação da temperatura de congelamento e depois do congelamento

$$m = 250 \text{ kg}$$

$$C_e = 0,41 \text{ K cal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 0 - (-25) = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_5 = 250 \times 0,41 \times 25 \text{ :}$$

$$Q_5 = 2.562,5 \text{ K cal/h}$$

(f) Cálculo do Ganho por Equipamentos: Q_6

$$Q_6 = n \times \text{Hp} \times 632$$

$$n = 3 \text{ motores}$$

$$\text{Hp} = 1$$

$$Q_6 = 3 \times 1 \times 632 \text{ :}$$

$$Q_6 = 1.896 \text{ K cal/h}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \text{ :}$$

$$Q_T = 838 + 335,2 + 5.125 + 14.500 + 2.562,5 + 1.896 \text{ :}$$

$$Q_T = 25.257 \text{ K cal/h}$$

2.3. - Câmara de Estocagem do Pescado

- Produto: Peixe congelado

- Pê direito: $c = 3,5\text{m}$ $a_1 = a_1 + a_2 = 5\text{m} + 3\text{m}$

- Planta: $a \times b = 8 \times 7(\text{m})$ $b = b_1 + b_2 = 2\text{m} + 5\text{m}$

- Área: 56m^2

- Volume: 196m^3

- Temperatura de entrada do produto: $t_p = -15^\circ\text{C}$

- Temperatura no interior da câmara: $t_c = -4^\circ\text{C}$

- Capacidade de estocagem: 24.000kg

- Carga diária: $C = 3.000\text{kg}$

- Isolamento: Poliestireno expandido (Styropor):
4 polegadas

(a) Cálculo do Ganho por Transmissão: Q_1

(a.1) Ganho por transmissão com a casa de máquinas: Q_{1A}

$$Q_{1A} = K.A.\Delta t$$

A = área da parede correspondente a Δt

Δt = variação da temperatura da sala de máquinas e câmara

$$K = 0,4 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \text{ (TABELA 1)}$$

$$A = b_1 \times c : A = 2 \times 3,5 = 7\text{m}^2$$

$$\Delta t = t - t_c = 30 - (-4) = 34^\circ\text{C}$$

$$Q_{1A} = 0,4 \times 7 \times 34 : \circ$$

$$Q_{1A} = 95,2 \text{ K cal/h}$$

(a.2) Ganho por transmissão com a câmara de estocagem de gelo:

$$Q_{1B} = K.A_1.\Delta t_1$$

A_1 = área da parede correspondente a Δt_1

Δt_1 = variação da temperatura da câmara de estocagem de gelo e cama de estocagem do produto

$$A_1 = b_2 \times c = 5 \times 3,5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t_c = (-8) - (-4) = -4^\circ\text{C}$$

$$Q_{1B} = 0,4 \times 17,5 \times (-4) : \circ$$

$$Q_{1B} = -28 \text{ K cal/h}$$

(a.3) Ganho por transmissão com o tunel de Congelamento: Q_{1C}

$$Q_{1C} = K.A_2.\Delta t_2$$

A_2 = área da parede correspondente a Δt_2

Δt_2 = variação da temperatura do tunel e da câmara

$$A_2 = a_1 \times c = 5 \times 3,5 = 17,5$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_c = (-26) - (-4) = -22^\circ\text{C}$$

$$Q_{1C} = 0,4 \times 17,5 \times (-22) : \circ$$

$$Q_{1C} = -154 \text{ K cal/h}$$

(a.4) Ganho por transmissão com a sala de embalagem: Q_{1D}

$$Q_{1D} = K.A_3.\Delta t_3$$

A_3 = área da parede correspondente a Δt_3

Δt_3 = variação da temperatura da embalagem e da câmara

$$A_3 = a_2 \times c = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_3 = 24 - (-4) = 28^\circ\text{C}$$

$$Q_{1D} = 0,4 \times 10,5 \times 28 :$$

$$Q_{1D} = 117,6 \text{ K cal/h}$$

(a.5) Ganho por transmissão com o exterior: Q_{1E}

$$Q_{1E} = K \cdot A_4 \cdot \Delta t_4$$

A_4 = área das paredes, piso e teto correspondente a Δt_4

Δt_4 = variação da temperatura do exterior e da câmara

$$A_4 = c(a+b) + 2ab = 3,5 \times 15 + 2 \times 8 \times 7 = 164,5 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_4 = t_4 - t_c = 32 - (-4) = 36^\circ\text{C}$$

$$Q_{1E} = 0,4 \times 164,5 \times 36 :$$

$$Q_{1E} = 2.368,8 \text{ K cal/h}$$

$$Q_1 = Q_{1A} + Q_{1B} + Q_{1C} + Q_{1D} + Q_{1E} :$$

$$Q_1 = 95,2 + (-28) + (-154) + 117,6 + 2.368,8 :$$

$$Q_1 = 2.399,6 \text{ K cal/h}$$

(b) Cálculo do Ganho por Aberturas de Portas: Q_2

$$Q_2 = 0,4 \times Q_1 : \cdot Q_2 = 0,4 \times 2.399,6 : \cdot Q_2 = 959,84 \text{ K cal/h}$$

(c) Cálculo do Ganho por Pessoas: Q_3

$$Q_3 = n \times Q_p : \cdot Q_3 = 3 \times 130 : \cdot Q_3 = 390 \text{ K cal/h}$$

$$n = 3 \text{ pessoas}$$

$$Q_p = 130 \text{ K cal/h}$$

(d) Cálculo do Ganho por Equipamentos: Q_4

$$Q_4 = n_1 \times H_p \times 632 : \cdot Q_4 = 2 \times 1/4 \times 632 : \cdot Q_4 = 316 \text{ K cal/h}$$

$$n_1 = 2 \text{ motores}$$

$$H_p = 1/4$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 2.368,8 + 2.399,6 + 390 + 316 : \cdot$$

$$Q_T = 4.065,44 \text{ K cal/h}$$

2.4. - Câmara de Estocagem de Gelo

- Pé direito: $c = 3,5\text{m}$
- Planta: $a \times b = 3 \times 5(\text{m})$: $b = b_1 + b_2$ ($b_1 = 3\text{m}$, $b_2 = 2\text{m}$)
- Área: 15m^2
- Volume: $52,5\text{m}^3$
- Temperatura no interior da câmara: $t_c = -8^\circ\text{C}$
- Carga diária: 5.000kg
- Tempo de estocagem: 18 horas
- Isolamento: Poliestireno expandido (Styropor): 7 polegadas

(a) Cálculo do Ganho por Transmissão : Q_1

(a.1) Ganho por transmissão com a câmara de estocagem do pescado: Q_{1A}

$$Q_{1A} = K.A. \Delta t$$

A = área da parede correspondente a Δt

Δt = variação da temperatura da câmara de estocagem do pescado e da câmara de estocagem de gelo

$$A = b \times c = 5 \times 3,5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t = t - t_c = (-4) - (-8) = 4^\circ\text{C}$$

$$K = 0,23 \text{ K cal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \text{ (TABELA 1)}$$

$$Q_{1A} = 0,23 \times 17,5 \times 4 \text{ :}$$

$$Q_{1A} = 16,1 \text{ K cal/h}$$

(a.2) Ganho por transmissão com a casa das máquinas: Q_{1B}

$$Q_{1B} = K.A_1. \Delta t_1$$

A_1 = área da parede correspondente a Δt_1

Δt_1 = variação da temperatura da casa das máquinas e da câmara

$$A_1 = c(a+b_2) = 3,5 \times 5 = 17,5\text{m}^2$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t_c = 30 - (-8) = 38^\circ\text{C}$$

$$Q_{1B} = 0,23 \times 17,5 \times 38 \text{ :}$$

$$Q_{1B} = 152,95 \text{ K cal/h}$$

(a.3) Ganho por transmissão com a Fábrica de Gelo:
 Q_{1C}

$$Q_{1C} = K.A_2.\Delta t_2$$

A_2 = área da parede correspondente a Δt_2

Δt_2 = variação da temperatura da Fábrica de Gelo e da câmara

$$A_2 = b_1 \times c = 3 \times 3,5 = 10,5m^2$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_c = 27 - (-8) = 35^\circ C$$

$$Q_{1C} = 0,23 \times 10,5 \times 35 =$$

$$Q_{1C} = 84,525 \text{ K cal/h}$$

(a.4) Ganho por transmissão com a sala de beneficiamento:
 Q_{1D}

$$Q_{1D} = K.A_3.\Delta t_3$$

A_3 = área da parede correspondente a Δt_3

Δt_3 = variação da temperatura da sala de beneficiamento e da câmara

$$A_3 = a \times c = 3 \times 3,5 = 10,5m^2$$

$$\Delta t_3 = t_3 - t_c = 24 - (-8) = 32^\circ C$$

$$Q_{1D} = 0,23 \times 10,5 \times 32$$

$$Q_{1D} = 77,28 \text{ K cal/h}$$

(a.5) Ganho por transmissão com o exterior (piso e teto): Q_{1E}

$$Q_{1E} = K.A_4.\Delta t_4$$

A_4 = área correspondente a Δt_4

Δt_4 = variação da temperatura do exterior e da câmara

$$A_4 = 2ab = 2 \times 3 \times 5 = 30m^2$$

$$\Delta t_4 = t_4 - t_c = 32 - (-8) = 40^\circ C$$

$$Q_{1E} = 0,23 \times 30 \times 40 =$$

$$Q_{1E} = 276 \text{ K cal/h}$$

$$Q_1 = Q_{1A} + Q_{1B} + Q_{1C} + Q_{1D} + Q_{1E} =$$

$$Q_1 = 16,1 + 152,95 + 84,525 + 77,28 + 276 =$$

$$Q_1 = 606,9 \text{ K cal/h}$$

(b) Cálculo do Ganho por Abertura de Portas: Q_2

$$Q_2 = 0,4 \times Q_1 \therefore Q_2 = 0,4 \times 606,9 \therefore Q_2 = 242,8 \text{ K cal/h}$$

(c) Cálculo do Ganho por Sub-Resfriamento do Produto: Q_3

$$Q_3 = m \times C_e \times \Delta t$$

m = carga diária/18 horas

C_e = calor específico do produto congelado (TABELA 3)

Δt = variação da temperatura de congelamento e da de depois de congelamento

$$m = \frac{5.000}{18} = 277,78 \text{ kg}$$

$$C_e = 0,5 \text{ K cal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 0 - (-8) = 8^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 277,78 \times 0,5 \times 8 \therefore$$

$$Q_3 = 1.112,12 \text{ K cal/h}$$

(d) Cálculo do Ganho por Pessoas: Q_4

$$Q_4 = n \times Q_p \therefore Q_4 = 2 \times 130 \therefore Q_4 = 260 \text{ K cal/h}$$

n = 2 pessoas

$$Q_p = 130 \text{ K cal/h}$$

(e) Cálculo do Ganho por Equipamentos: Q_5

$$Q_5 = n_1 \times H_p \times 632 \therefore Q_5 = 2 \times 1/4 \times 632 \therefore Q_5 = 316 \text{ K cal/h}$$

n_1 = 2 motores

$$H_p = 1/4$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \therefore$$

$$Q_T = 606,9 + 248,8 + 1.112,12 + 260 + 316 \therefore$$

$$Q_T = \underline{2.537 \text{ K cal/h}}$$

2.5. - Fábrica de Gelo

- Temperatura da água nas condições ambientais:
 $t = 27^{\circ}\text{C}$
- Temperatura da água congelada (Gelo): $t_G = -8^{\circ}\text{C}$
- Carga diária: 5.000kg
- Tempo de congelamento: 18 horas

(a) Cálculo do Ganho por Resfriamento da Água:

 Q_1

$$Q_1 = m \times C_e \times \Delta t$$

$$m = \frac{5.000}{18} = 277,78\text{kg}$$

 C_e = calor específico da água antes do congelamento (TABELA 3) Δt = variação da temperatura da água antes do congelamento e da de depois do congelamento

$$C_e = 1,0 \text{ K cal/h}^{\circ}\text{Ckg}$$

$$\Delta t = t - 0 = 27^{\circ}\text{C}$$

$$Q_1 = 277,78 \times 1 \times 27 \text{ :}$$

$$Q_1 = 7.500 \text{ K cal/h}$$

(b) Cálculo do Ganho por Congelamento da Água:

 Q_2

$$Q_2 = m \times Q_L$$

 Q_L = calor latente de congelamento da água (TABELA 3)

$$Q_L = 80 \text{ K cal/kg}$$

$$Q_2 = 277,78 \times 80 \text{ :}$$

$$Q_2 = 22,222 \text{ K cal/h}$$

(c) Cálculo do Ganho por Sub-Resfriamento da Água: Q_3

$$Q_3 = m \times C'_e \times \Delta t$$

 C'_e = calor específico da água depois do congelamento (TABELA 3) Δt = variação da temperatura de congelamento e depois do congelamento

$$C_e = 0,5 \text{ K cal/h}^{\circ\text{C}} \text{ kg}$$

$$\Delta t = 0 - t_G = -(-8) = 8^{\circ\text{C}}$$

$$Q_3 = 277,78 \times 0,5 \times 8 \text{ :}$$

$$Q_3 = 1.111,12 \text{ K cal/h}$$

- Sub-Total da Carga Térmica:

$$ST = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ :}$$

$$ST = 7.500 + 22.222 + 1.111,12 \text{ :}$$

$$ST = 30.833,12 \text{ K cal/h}$$

Considerando os ganhos de calor por abertura do tanque das formas de gelo, o calor transmitido do exterior para o tanque e o calor proveniente dos agitadores da salmoura, é da ordem de 25% da carga térmica total:

$$Q_T = 25\% \text{ de } ST + ST \text{ :}$$

$$Q_T = 40.000 \text{ K cal/h}$$

3. - SELEÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

3.1. - Forçadores de Ar

A seleção e o dimensionamento foi feito em função da carga térmica e da distribuição de ar nas câmaras.

CÂMARA DE ESPERA

Para a carga térmica de 5.061 K cal/h e utilizando-se um diferencial térmico de 8°C, entrando-se na TABELA 4 Mipal para Forçadores de Ar série TB escolhemos o forçador TB-7, apresentando o mesmo a capacidade frigorífica de 6.400 K cal.

$$\text{Motor indicado (Hp)} = 3 \times 1/4$$

TUNEL DE CONGELAMENTO

Utilizamos para resfriamento do produto um UNIT COOLER cuja serpentina terá uma capacidade frigorífica de 27.000 K cal, sendo o movimento do ar no tunel, forçado por 3 ventiladores axiais de motores elétricos de 1Hp.

CÂMARA DE ESTOCAGEM DO PESCADO

Para a carga térmica de 4.065,5 K cal/h e usando-se um diferencial térmico de 8°C, entrando-se na TABELA 4 escolhemos o forçador TB-6, apresentando o mesmo a capacidade frigorífica de 5.150 K cal.

Motor indicado (Hp) = 2 x 1/4.

CÂMARA DE ESTOCAGEM DE GELO

Para a carga térmica de 2.537 K cal/h e usando-se um diferencial térmico de 8°C, entrando-se na TABELA 4 escolhemos o forçador TB-4, apresentando o mesmo a capacidade frigorífica de 3.700 K cal.

Motor indicado (Hp) = 2 x 1/4.

FÁBRICA DE GELO

Para a capacidade de 40.000 K cal/h será confeccionada uma serpentina com essa capacidade ou um pouco superior a esta.

3.2. - Compressores

Serão usados dois compressores, um atendendo apenas o tunel de congelamento e outro que atenderá a câmara de espera, câmara de estocagem do pescado, câmara de estocagem de gelo e fábrica de gelo.

O dimensionamento foi feito em função da temperatura de evaporação, temperatura de condensação e carga térmica total.

3.2.1. - Compressor para o Tunel de Congelamento (1)

- Temperatura de evaporação: -30°C
- Temperatura de condensação: 35°C
- Refrigerante: Freon 22
- Carga térmica total: 25.257 K cal/h

De acordo com o catálogo da Mycom utilizaremos um compressor modelo F6A2 (TABELA 5).

DADOS DO COMPRESSOR

Deslocamento volumétrico = $232,7 \text{ m}^3/\text{h}$
 Rotação máxima = 1.200 rpm
 Rotação mínima = 700 rpm
 Capacidade nominal = 33.300 K cal/h

DADOS DO MOTOR PARA O COMPRESSOR

Rotação = 1.770 rpm
 Potência = 40 C.V (30 KW)
 Polaridade = 4 polos
 Número de fases = 3/380 volts
 Corrente nominal = 60 amp
 Momento inércia = $0,405 \text{ kg/m}^2$

3.2.2. - Compressor para a Câmara de Espera, Câmara de Estocagem do Pescado, Câmara de Estocagem de Gelo e Fábrica de Gelo (2)

- Temperatura de evaporação = -20°C
- Temperatura de condensação = 35°C

- Refrigerante = Freon 22
- Carga térmica total = 51.664 K cal/h

De acordo com o catálogo da Mycom utilizaremos um compressor modelo F6A2 (TABELA 5).

DADOS DO COMPRESSOR

Deslocamento volumétrico = 232,7 m³/h
Rotação máxima = 1.200 rpm
Rotação mínima = 700 rpm
Capacidade nominal = 63.500 K cal/h

DADOS DO MOTOR PARA O COMPRESSOR

Rotação = 1.770 rpm
Potência = 50 C.V. (37 KW)
Polaridade = 4 polos
Número de fases = 3/380 volts
Corrente nominal = 75 amp
Momento de inércia = 0,444 kg/m²

3.3. - Válvula de Expansão

O selecionamento foi feito em função da carga do Evaporador, Temperatura de Condensação e Temperatura de Evaporação.

O dimensionamento foi feito em função da carga térmica expressa em TR/h.

CÂMARA DE ESPERA

Carga térmica = 1,67 TR/h - Válvula de expansão ,
TIX 2.2 (FLIGOR) (TABELA 6).

TUNEL DE CONGELAMENTO

Carga térmica = 8,35 TR/h - Válvula de expansão,
TIX 5 (FLIGOR) (TABELA 6).

CÂMARA DE ESTOCAGEM DO PESCADO

Carga térmica = 1,34 TR/h - Válvula de expansão,
TIX 2 (FLIGOR) (TABELA 6).

CÂMARA DE ESTOCAGEM DE GELO

Carga térmica = 0,84 TR/h - Válvula de expansão,
TIX 1.5 (FLIGOR) (TABELA 6).

FÁBRICA DE GELO

Carga térmica = 13,22 TR/h - Válvula de expansão,
TIX 6 (FLIGOR) (TABELA 6).

3.4. - Condensador

Para a seleção de condensador utilizamos o método da dissipação de calor.

- Refrigerante = R.22
- Temperatura de condensação = 35°C
- Temperatura do bulbo úmido = 26°C
- Potência frigorífica: compressor (1) = 33.300 K cal/h
Compressor (2) = 63.500 K cal/h
- Potência elétrica absorvida pelos compressores (BHP)
Compressor (1) = 31,4 x 636 = 19.971 K cal/h
Compressor (2) = 41 x 636 = 26.076 K cal/h

Dissipação total de calor: 142.847 K cal/h.

Na TABELA 7 entra-se com a temperatura de condensação e do bulbo úmido, encontra-se o fator de correção: 1,67.

Logo $142.847 \times 1,67 = 238.555$ K cal/h, com esse valor entra-se na TABELA 8 e encontra-se o condensador evaporativo modelo VNC = 70A, cuja dissipação nominal é de 257.250 K cal/h.

4. - MANUTENÇÃO

4.1. - Manutenção Preventiva

Pode ser feita diariamente, semanalmente, mensalmente e anualmente.

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA:

(a) Manutenção diária

1. Observar se ocorre vazamento de refrigerante através de solução de sabão e água ou usando detectores;
2. Verificar no evaporador o meio refrigerado, a temperatura de evaporação, fazer o degelo, evitar variação de carga e observar se ocorre vazamentos;
3. Verificar a umidade;
4. Verificar o filtro secador.

(b) Manutenção semanal

1. Verificar o nível de óleo do compressor;
2. Verificar a pressão do óleo;

3. Depois do funcionamento, com o compressor para do, verificar se ocorre vazamento de óleo no selo de vedação e nas guarnições do compressor;
4. Verificar o diário de funcionamento e confirmar a não existência de anormalidades.

(c) Manutenção mensal

1. Observar o óleo lubrificante no motor;
2. Observar e ajustar correias;
3. Observar pressão de descarga. Se a mesma estiver alta, examinar a água ou ar do sistema de resfriamento;
4. Observar pressão de sucção. Se a mesma estiver anormal, examinar evaporador, encanamento de sucção e válvulas de expansão;
5. Verificar vazamento do gás refrigerante;
6. Verificar a operação do relê de alta pressão bem como outros equipamentos de segurança;
7. Verificar sujeira na água de resfriamento;
8. Verificar o isolamento dos aparelhos e equipamentos elétricos.

(d) Manutenção anual

1. Retirar a água do condensador e fazer a limpeza nos encanamentos do sistema de resfriamento;
2. Examinar o mancal do motor elétrico;
3. Examinar as correias;
4. Examinar válvulas, pistões e vedação do eixo do compressor. Fazer revisão geral do mesmo após 5.000 horas de trabalho;

5. Examinar as válvulas de segurança, e se necessário, testar a pressão regulada;
6. Fazer a troca da carga do filtro secador;
7. Examinar o isolamento elétrico do controle de partida e controle geral, verificando se estão operando normalmente.

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

- PREPARAÇÃO PARA COLOCAR O SISTEMA EM FUNCIONAMENTO

1. Examinar as tubulações, instalação elétrica e tensão na rede;
2. Verificar o abastecimento de água de arrefecimento do condensador, cabeçote e cárter do compressor, colocando o mesmo em funcionamento antes de acionar o sistema frigorífico;
3. Verificar a quantidade de óleo existente no cárter, através do vidro indicador de óleo;
4. Verificar a pressão interna do cárter. A pressão interna do cárter é igual a pressão indicada no manômetro de óleo menos a pressão de sucção (lado de baixa). Se caso a pressão no interior do cárter for inferior a pressão de sucção, abrir a válvula de bloqueio de sucção ligeiramente e fechá-la imediatamente. Se a pressão de sucção for elevada, algumas vezes o motor não parte, devido ao fato de estar sobrecarregado. Se esta exceder 3 a 4 kg/cm², sangrar o excesso de pressão pela válvula de sangria e dar a partida do motor.

- COMO DAR PARTIDA NO SISTEMA

1. Abrir a válvula de bloqueio de descarga do compressor;
2. Verificar a pressão de óleo colocando o compressor em movimento. Verificar a amperagem ao mesmo tempo;
3. Quando o compressor tiver atingido sua rotação normal, abrir a válvula de bloqueio de sucção lentamente até que a pressão de sucção atinja a pressão normal de trabalho. Não abrir a válvula abruptamente, pois isto permitiria o retorno do líquido refrigerante remanecente no interior da tubulação ou do cabeçote de sucção para o cárter;
4. Quando a pressão no lado de baixa aumentar, reduzir o volume de sucção de gás ou manter o motor dentro de sua carga permitida, reduzindo a carga do compressor;
5. Quando a pressão do lado de baixa estiver inferior a pressão normal, abra a válvula de expansão girando-a 1/10 ou 1/8 de volta, caso a válvula de bloqueio de sucção já se encontre totalmente aberta. Se a válvula de bloqueio de sucção não estiver totalmente aberta, abri-la lentamente até o ponteiro do manômetro de baixa marcar a pressão normal;
6. Por a operação de refrigeração em funcionamento ajustando, se necessário, a abertura da válvula de expansão e verificando se ocorre congelamento no cabeçote de sucção ou na tubulação de sucção para o compressor;

7. O resultado do funcionamento mostra-se uma ou duas horas após a abertura da válvula de expansão. Devido a isto, faça o compressor funcionar ligeiramente superaquecimento até que ele comece a operar normalmente;

- PARALISAÇÃO DO SISTEMA

1. Passar tanto refrigerante quanto for possível do evaporador para o tanque de líquido. Para isso fechar a válvula de saída de líquido refrigerante do tanque de líquido 15 minutos antes da paralisação do sistema. Com isto torna a partida seguinte mais fácil;
2. Fechar a válvula de bloqueio de sucção do compressor e reduzir a pressão do cárter quanto for possível;
3. Parar o motor e fechar a válvula de bloqueio de descarga;
4. Parar a bomba de água de arrefecimento somente 10 minutos após a paralisação do compressor.

- INSTRUÇÕES A SEREM OBSERVADAS DURANTE A OPERAÇÃO

1. Fazer anotações acuradas sobre as condições do funcionamento do sistema de refrigeração no diário do operador pelo menos a cada duas horas, verificando e anotando as pressões de sucção e descarga do compressor, pressão do óleo, temperaturas de sucção e descarga do compressor, temperatura de entrada e saída da água do condensador, voltagem e amperagem nas três fases. Estas anotações, não só permitem a operação eficiente e segura do sistema, como também ajudam a determinar as causas de defeitos rapidamente e com precisão;

2. Medir a temperatura da salmoura diariamente e não deixar que a mesma tenha sua densidade nem acima, nem abaixo de 21° Baumé;
3. Parar o sistema três vezes no espaço de 24 horas em intervalos de tempo iguais (de 8 em 8 horas). As paradas devem ser de 30 a 60 minutos;
4. Ao parar o sistema, abrir a válvula de serviço do separador de óleo e ligar a válvula solenóide que aciona o mecanismo de abertura da tubulação que liga o separador ao cárter do compressor, para que todo o óleo contido no separador desça ao cárter.

- COMO PROCEDER AO OCORRER RETORNO DE LÍQUIDO

1. No caso de ocorrer pequeno retorno de líquido, fechar as válvulas de expansão firmemente ou ligeiramente logo que o líquido retornar ao cárter e observar o funcionamento. Ao mesmo tempo examinar a tubulação pela qual ocorreu o retorno. Se o retorno for muito pequeno, descarregar o refrigerante líquido pela válvula de sangria, aquecer o cárter até cerca de 30°C, e colocar o compressor em funcionamento;
2. Para retorno de líquido de maiores proporções: quando começar a aparecer água condensada no corpo do cárter e a temperatura da bomba de óleo estiver a 30°C, mesmo após a temperatura do gás de sucção ter caído a 20°C, tome as seguintes medidas:
 - (a) evaporar o refrigerante líquido no evaporador e na tubulação de sucção do compressor primeiramente fechando as válvulas de expansão, a válvula de bloqueio de sucção e continuando o funcionamento com a pressão de baixa próxima de 0kg/cm²;

(b) Quando a pressão do lado de baixa estiver caído, soltar a válvula de bloqueio de sucção ligeiramente e observar a pressão, mantendo-a a 0kg/cm^2 . O sistema está em segurança se o retorno não ocorrer novamente quando a válvula de bloqueio de sucção estiver completamente aberta, após 30 ou 60 minutos. Isto indica que a maior parte do refrigerante existente na tubulação de sucção evaporou;

(c) Quando o compressor tiver voltado à operação normal, abrir a válvula de expansão e recomeçar a operação.

3. No caso de retorno violento: quando o líquido retornado ao cárter puder ser visto em camadas através do vidro indicador de óleo. A temperatura abaixo de 20°C , a temperatura de descarga é menor que 40°C e os cabeçotes estão frios. Neste caso, a recuperação demora de 3 a 5 horas. Parar o compressor e proceder da seguinte maneira:

(a) Fechar a válvula de bloqueio de sucção e de descarga;

(b) Conectar uma mangueira à válvula de drenagem do óleo;

(c) Drenar o óleo e o refrigerante;

(d) abastecer o cárter com óleo lubrificante aquecido a $60 - 70^{\circ}\text{C}$ através da válvula de abastecimento de óleo no lado da bomba de óleo. Durante esta operação, dar a partida e parar o compressor repentinamente;

(e) Quando o cârter estiver abastecido com a quantidade correta de óleo, fazer o compressor funcionar durante alguns minutos e estabelecer vácuo no cârter. Após isto, reabastecer com óleo fresco até o nível especificado;

(f) Após terminar o reabastecimento de óleo, recolocar o compressor em funcionamento;

SELEÇÃO DO ÓLEO LUBRIFICANTE

1. Verificar se o óleo contém impurezas ou qualquer corpo estranho;
2. Verificar se o óleo está sujo ou velho;
3. Após a aquisição, o óleo deve ser guardado com o máximo de cuidado para evitar sua contaminação por impurezas como água ou pó. Isto causaria o desgaste anormal ou a corrosão do compressor.

ÓLEOS MAIS ADEQUADOS PARA OS COMPRESSORES MYCON

<u>MARCA</u>	<u>TIPO</u>
Texaco	Capella OLL WF 32
Shell	Clavass - 68
Mobil Oil	Gargoyle Artic C Heavy
Petrobrás	Lubrax Industrial CP - 42 PF.

4.2. - Manutenção Corretiva

Aqui apresentaremos algumas falhas, suas possíveis causas e seus consertos dos equipamentos básicos de um sistema frigorífico.

COMPRESSOR

- (a) Quando o motor apresenta barulho estranho e não dá partida, pode ter ocorrido um defeito no motor, é necessário examinar, reparar ou fazer uma substituição por um novo. Se a causa for um excesso de carga, deve-se abrir a válvula de desvio para sangrar a pressão do cárter. Em seguida fecha-se a válvula de bloqueio de sucção e abrir a válvula de bloqueio de descarga e dá partida no motor;
- (b) Se o motor para logo após a partida, deve-se observar o nível do óleo, caso o mesmo esteja baixo faz-se o reabastecimento do óleo;
- Quando a pressão do óleo é baixa se faz necessário o reajuste da pressão do óleo;
 - Quando o compressor se encontra cheio de gás não condensável, deve-se fazer a sangria desse gás;
 - Caso ocorra um escapamento de refrigerante, deve-se detectar o vazamento, consertar e reabastecer o refrigerante.
- (c) Se o motor funciona e o compressor não, o acoplamento deve estar quebrado ou cortado, é necessário fazer um conserto ou uma substituição;
- (d) Quando o compressor não funciona e se encontra congelado, o mecanismo de segurança deve estar travado ou danificado, deve-se fazer uma vistória no compressor e remover a causa.
- (e) Fortes desgaste mecânico indica falha de lubrificação, por falta de óleo, capacidade reduzida de lubrificação por diluição de óleo pelo refrigerante, temperatura de óleo demasiadamente alta ou sujeira na instalação. Após

a eliminação da causa, deve-se efetuar uma troca adicional de óleo após 8 horas de operação. No caso de sujeira excessiva, instalar um filtro no lado da sucção.

(f) Depósitos de cobre nas placas de válvulas, pistões, virabrequins, selo de vedação, etc ... indicam a presença de ar ou umidade na instalação de descarga elevada, provocando carbonização de óleo na placa de válvula. Após eliminação das falhas (conforme o caso poderá ser necessário um resfriamento adicional), deve-se executar impreterivelmente uma troca de óleo, controle do teor de ácido, troca de secadores de filtro e evacuação correta da instalação;

(g) Retorno de líquido ocorre devido, ao ser admitido mistura de óleo mais refrigerante nos cilindros do compressor, dependendo da quantidade, pode ocasionar danos de custos elevados. O líquido ao ser admitido no cilindro por ser incompressível impede a rotação do girabrequim, ocasionando quebra das palhetas, empenamento das bielas, pistões e até mesmo empenamento do girabrequim, caso o retorno de líquido ao compressor seja demasiadamente grande. Caso o sistema funcione automaticamente coloca-se uma válvula magnética antes da válvula de expansão. O recolhimento do líquido refrigerante é feito no tanque do condensador após o fechamento da válvula magnética.

Também pode ocorrer retorno de líquido quando o acumulo do mesmo é em grande quantidade nas curvas do encanamento, daí esse líquido passar para o compressor.

CONDESADOR

(a) Se temperatura e pressão de condensação é muito alta, indicam:

- Presença de ar no condensador, é necessário fazer a remoção desse ar e verificar se ocorre vazamento na parte de admissão e fazer o conserto;
- Se os caños de resfriamento apresentam sujeiras deve-se fazer uma limpeza;
- Quando ocorre vazamento na parte que fecha os tubos do condensador faz-se uma solda;
- A quantidade de água ou ar é deficiente, observar a quantidade de água ou ar e fazer o reajuste.

(b) Caso o visor não funcione normalmente é por que está havendo um vazamento de refrigerante, é necessário se detectar o vazamento e consertá-lo, ajustar o vidro do visor;

(c) Quando o cano de resfriamento está estragado devido a corrosão, procurar fazer o exame da água e ajustar o "pass" que controla a velocide da água.

VÁLVULA DE E*PANSÃO

(a) Quando a válvula de expansão não opera devido a um escape de gás do termostato ou um mau funcionamento do mecanismo interno, deve-se fazer a troca dessa válvula;

Caso tenha havido um erro no carregamento de gás é necessário fazer um reajuste no carregamento do gás.

- (b) Se ocorrer retorno de líquido é porque o diâmetro da válvula é maior, deve-se fazer a troca dessa válvula;
- (c) Óleo com impurezas fecha a passagem da válvula de expansão ocasionando um mau funcionamento.

EVAPORADOR

- (a) A insuficiência de refrigeração pode ocasionar:
- Um resfriamento não homogêneo no evaporador, é necessário fazer um reajuste da quantidade do refrigerante;
 - Um acúmulo excessivo de neve no evaporador, deve-se ajustar a temperatura de evaporação que pode estar muito baixa, reduzir o intervalo de tempo de degelo;
 - Deficiência de meios de refrigeração e também a temperatura do meio refrigerante é muito baixa, deve-se fazer um reajuste tanto dos meios de refrigeração como também da temperatura;
- (b) Retorno de óleo decorrente de uma variação de carga, ocasionando a válvula de expansão não funcionar quando ocorre variação de carga, é necessário verificar o posicionamento da válvula de expansão e colocar um separador de líquido-gás na tubulação de sucção;
- (c) Ocorrência de neve na superfície da parte isolada do evaporador, ocasionado por um mau isolamento de calor nas funções metálicas, é necessário um novo isolamento.

SEPARADOR DE ÓLEO

(a) Quando não ocorre separação de óleo indica que:

- Houve um acúmulo de óleo, é necessário observar a válvula, bóia e o cano de volta do compressor;
- As peças internas estão fora da posição normal e ocorre vazamento, deve-se reajustar as peças internas e consertar o vazamento.

(b) Presença em grande quantidade de líquido refrigerante no separador de óleo, o gás de sucção resfria e condensa, é necessário que se espere que o separador de óleo aqueça, com o cuidado de verificar através do visor do óleo lubrificante, localizado na carcaça do compressor a formação de espuma, no cárter do compressor.

5. - DISCUSSÃO

Na montagem de um sistema frigorífico para acondicionar um determinado tipo de alimento é necessário que se determine as principais parâmetros que são de fundamental importância para o mesmo.

Para o cálculo das cargas térmicas foram levadas em conta os ganhos de calor por transmissão, por abertura de portas, resfriamento do produto, congelamento do produto, sub-resfriamento do produto, por pessoas e equipamentos.

Entre os tipos de isolantes térmicos usados na refrigeração, o poliestireno expandido é de grande aceitação devido o seu baixo custo, fácil manuseio (modelagem), grande resistividade ao desgaste com o tempo, Lem como sua eficiência.

Os compressores foram dimensionados em função do refrigerante (R-22), temperaturas de evaporação e condensação e a carga térmica total. Foi escolhido de acordo com o catálogo da MYCOM os compressores modelo F6A2 (TABELA 5).

Na escolha dos condensadores foi utilizado o método da dissipação de calor. Foi escolhido os compressores modelo VNC - 70A (TABELA 8). Os evaporadores (forçadores de ar) foram dimensionados em função da carga térmica total usando-se um diferencial de 8°C , sendo escolhido de acordo com MIPAL (TABELA 4) os forçadores de ar da série TB.

As válvulas de expansão foram dimensionadas em função das cargas térmicas em TR/h. De acordo com a FLIGOR (TABELA 6) foram escolhidas as válvulas de expansão do tipo TIX.

O refrigerante por nós utilizado foi o Freon-22. Usamos o sistema de simples estágio devido as temperaturas de evaporação serem superiores a -30°C , também foi levado em consideração o seu baixo custo em relação ao de duplo estágio.

Quando um sistema frigorífico opera perfeitamente, o produto acondicionado apresentará uma ótima qualidade. Para que a manutenção de um sistema frigorífico seja eficiente e necessário que o técnico tenha relativos conhecimentos de manutenção e que o mesmo acompanhe o total funcionamento do sistema, ou seja desde a partida até a parada total.

Na manutenção preventiva procuramos através de um projeto de manutenção, como um técnico deve operar na inspeção do sistema. Na manutenção corretiva apresentamos algumas falhas, suas possíveis causas e seus consertos dos equipamentos básicos de um sistema frigorífico.

6. - CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos e o material bibliográfico utilizado, foram obtidas as seguintes conclusões:

- Podemos selecionar e dimensionar equipamentos que compõem um sistema frigorífico. Sendo que as características destes equipamentos foram anteriormente descritas.
- O técnico deve procurar seguir um manual de operação do sistema e através de um controle de operação, fazer anotações de duas em duas horas.
- Para o bom funcionamento do sistema frigorífico e necessário que o técnico tenha largo conhecimento em manutenção.
- Toda vez que possível trocar e não reparar os equipamentos danificados.

7. - SUMÁRIO

A refrigeração vem apresentando um grande destaque na conservação do Pescado na Indústria Pesqueira. Daí a idéia de com este trabalho fornecer alguns dados sobre a construção de um Sistema Frigorífico para a conservação de Pescado.

Procuramos também idealizar um programa de manutenção de modo que os defeitos do sistema possam ser determinados antes que os mesmos apareçam. Foram descritos alguns defeitos, suas causas e seus consertos do equipamento básico de um sistema frigorífico.

8. - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CAVALCANTE, J.R.P., 1981 - Projeto e Construção de um Entreposto Frigorífico. Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.
- DOSSAT, R.J. - Manual de Refrigeração, Vol. I, 214pp, Editora Hemus, São Paulo, Brasil.
- ELONK, S.M. - 1978 - Manual de Refrigeração e Ar Condicionado, Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda., 391pp., S. Paulo, Brasil.
- MANLY, H.P. - 1965 - Refrigeracion Pratica, Editora José Montesó, 344pp., Barcelona, Espanha.
- MARQUES, M.S.L., 1981 - Padronização do Sistema de Manutenção na Refrigeração Industrial. Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.
- MOYER, J.A. & FITTZ, R.V. - 1957 - Refrigeracion, Libreria y Editorial Alsina, 558pp., Buenos Aires - Argentina.
- POHLMANN, W. - 1971 - Manual de Técnica Frigorífica, Edición Omega S.A., 632pp., Barcelona, Espanha.
- SILVA, R.B. - 1970 - Manual de Refrigeração e Ar Condicionado, DLP - Departamento de Livros e Publicações do Grêmio Politécnico, São Paulo, Brasil.
- SILVA, R.B. - 1973 - Manual de Refrigeração e Ar Condicionado, Grêmio Politécnico, São Paulo, Brasil.
- TORREIRA, R.P. - 1979 - Refrigeração e Ar Condicionado, Fulton Editora Técnica Ltda, São Paulo, 1327pp.

TABELA 1

Temp. Interna (°C)	Espessura do Isolamento (polegada)	Coef. de Transmissão Calor (Kcal/m ² h °C)
+ 15	2	0,82
+ 10	2	0,82
+ 5	4	0,40
0	4	0,40
- 5	4	0,40
- 10	7	0,23
- 15	7	0,23
- 20	8	0,20
- 25	8	0,20
- 30	10	0,16
- 35	10	0,16
- 40	10	0,16

Produto	Temperatura do ar p/ congelamento rápido °C	Temperatura de estocagem		Umidade relativa %	Calor específico		Calor Latente Kcal/Kg	Ponto de congelamento °C	Respiração Kcal/Kg · dia
		Longa	Curta		Acima de congelamento	Abaixo de congelamento			
					Kcal/Kg · °C	Kcal/Kg · °C			
	-	0-1	10	85-90	0,89	0,40	51	-2	0,39
	-	1-2	4-7	-	0,92	0,48	69	-1	-
	-	13-14	-	80-85	0,91	0,39	107	-2	0,22
	-26	-1-0	3-5	85-88	0,92	0,39	51	-2	0,42
	-9	-	4-7	-	0,64	0,34	9	-	-
	-	1-2	-	-	0,65	0,34	9	-	-
	-	1-4	4-7	75-85	0,95	0,35	6	-2	0,56
	-	0	7	85-90	0,88	-	-	-2	2,28
	-	0	4-7	95-95	0,90	-	-	-1	0,56
	-	0-10	2-4	65-75	0,80	0,24	8	-7	-
	-	-	0-3	-	0,8	0,45	67	-	-
Músculos	-23	-1	-	-	0,78	0,40	15	-	-
Músculo, com gelo	-26	-4	(-1)	-	0,8	0,41	18	-	-
Carne seca	-32	1-4	-	70-75	0,56	0,14	30	-	-
	-	0-1	4-7	70-80	-	-	-	-	-
	-	7-10	7-10	8-85	0,7	-	-	-1	-
	-	-	4	85-90	0,70	0,43	59	-2	3,67
	-	-1	10	85-90	0,9	0,42	61	-1	0,56
	-	-	4-7	85-95	0,90	-	-	-1	1,31
	-	-	2-4	80	0,68	0,38	48	-	-
	-9	0	4-7	-	0,75	-	-	-	-
	-34	0	7	90-95	0,93	0,47	72	-1	0,96
Carne cozida (chucrute)	-	1-2	2-3	85	0,91	0,47	71	-	-
	-34	0	10	90-95	0,95	0,48	75	-1	1,26
Carne enlatada	-	-	2-4	-	0,76	0,41	56	-	-
Carne fresca	-	0-2	2-4	80	0,89	-	-	-	-
Carne de vaca	-31 (-17)	-	18 (-12)	-	0,50-0,80	0,45	96	-	-
Carne de frango	-	10-15	13-15	70-75	0,90	-	-	-1	-
Carne de porco	-	-2	13-15	50-60	0,83	0,44	58	-	-
Carne de cordeiro	-	4-10	13-21	85-90	0,95	-	75	-1	0,28
Carne de vaca	-	-1-0	2-4	80-85	0,92	-	62	-3	0,28
Carne de vaca	-26	-2 (-1)	2-4	-	0,71	0,39	51	-2	-

Tabela 3

Produto	Calor específico Kcal/kgf.°C		Calor laten te de soli- dificação	Temp. de con- gelamento
	Produto resfriado	Produto congelado	Kcal/kgf	°C
Abacaxi	0,90	0,50	71,0	-2,0
Aipo	0,91	-x-	70,0 a 76,0	-1,07
Alface	0,90	0,45	76,0	0
Aspargo	0,95	0,44	74,5	-1,22
Bananas maduras	0,90	0,36	-x-	-1,0
Bananas verdes	0,90	0,36	60,0	-1,0
Batatas	0,80	0,42	58,0	-1,71
Batata irlandesa	0,86	0,47	63,0	-2,0
Cebola	0,91	0,51	64,0 a 71,0	-1,6 a -1,9
Cenoura	0,87	0,45	66,0	-1,35
Cereja	0,92	-x-	66,0	-2,35
Couve	0,93	0,47	73,0	0
Carne congelada	0,75	0,40	54,0	-3,0
Carne de porco	0,72	0,40	52,0	-x-
Carne de porco congel.	0,68	0,38	48,0	-2,0
Chocolate	0,76	-x-	30,0	-x-
Ervilhas verdes	0,80	0,42	60,0	-x-
Feijão seco	0,30	0,25	10,0	-x-
Feijão verde	0,92	0,47	71,0	-1,25
Fígado fresco	0,72	0,40	52,25	-x-
Gelo	1,00	0,50	80,0	0
Laranja	0,92	0,47	68,0	-2,23
Leite fresco	0,94	0,49	70,0	0
Limão	0,92	-x-	66,0 a 71,0	-2,16
Maçã	0,90	0,49	68,0	-2,0
Manga	0,90	0,46	74,0	0
Manteiga	0,64	0,34	8,0	-18 a -1,0
Mel	0,35	0,26	14,0	-x-
Melão	0,92	-x-	71,0	-1,6 a 1,9
Nozes	-x-	-x-	9,0	-6,5
Ostras em concha	0,84	0,44	64,0	-x-
Ostras sem concha	0,90	0,46	69,0	-x-
Ovos	0,76	0,40	54,5	-x-
Ovos congelados	0,76	0,40	55,0	-3,0
Ovos em caixa	0,76	0,40	55,0	-3,0
Peixe fresco	0,82	0,41	58,25	-2,0
Peixe congelado	0,80	0,41	56,0	-2,0
Peixe dessecado	0,56	0,34	36,0	-x-
Peras	0,92	0,49	67,0	-2,2 a -2,8
Pêssegos	0,92	0,48	70,0	-1,45
Queijo	0,64	0,36	43,0	-13
Sorvetes	0,78	0,45	26,0	-18 a -3,0
Tomates	0,93	0,46	75,0	-0,90
Uvas	0,85	0,45	62,0	-2,0

Tabela 4

DIMENSÕES										DESEMPENHO TERMICO					
Modelo	EM MILIMETROS					EM POLEGADAS				Degelo Eletrico 220 V		Capacidade Reserv.		Motor Indicado (HP)	Potência Máxima do Compressor HP*
	A	B	C	D	E	F	Height	Entrada	Saida	Watts	Amperes	5°C	8°C		
TB-1	660	650	550	650	530	1 1/2	16			6.400	10,9	1300	2.000	1	5
TB-2	660	750	550	650	630	1 1/2	16			6.400	10,9	1600	2.000	1	5
TB-3	660	850	550	650	730	1 1/2	16			6.500	11,6	1800	2.000	1	7
TB-4	660	1050	550	650	840	1 1/2	2 1/8			6.500	12,2	2.200	3700	2 1/2	9
TB-5	660	1250	550	650	950	1 1/2	2 1/8			6.600	21,0	2.000	4500	2 1/2	11
TB-6	660	1450	550	650	1.060	1 1/2	2 1/8			6.700	25,5	3.000	5.150	3 1/2	12
TB-7	660	1750	550	650	1.540	1 1/2	3 1/8			6.1000	30,5	4000	6400	3 1/2	15
TB-8	660	1850	600	700	3.000	1 1/2	3 1/8			6.1000	36,3	5000	8000	3 1/2	19

* Temperatura de Evaporação -30°C

Tabela 5

CAPACIDADE DE COMPRESSORES A SIMPLES ESTÁGIOS

Refrigerante	Modelo	Deslocamento volumétrico M ³ /h	R. P. M.	Capacidades em Kcal/h (x 1.000)										B. H. P. (1 BHP x 1,20 = 1HP)						
				Temperatura de										Condensação - 35°C						
				Temperatura de Evaporação										Temperatura de Evaporação						
				-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	30	25	-20	-15	-10	-5	0		
NH3	N 2A	77,5	1.200	11,5	16,3	21,8	28,7	36,9	46,3	57,5	70,2	84,4	10,4	11,9	13,3	14,6	15,7	16,5	16,9	16,9
	N 4A	155,1	1.200	23,0	32,4	43,8	57,5	73,8	92,8	114,9	140,6	170,8	20,8	23,7	26,6	29,1	31,3	33,0	33,9	33,9
	N 6A	232,7	1.200	34,5	48,7	65,6	86,2	110,7	139,1	172,4	210,8	253,2	31,2	35,6	39,8	42,7	47,0	49,4	50,7	50,7
	N 8A	310,3	1.200	45,7	64,7	87,7	114,9	147,6	185,7	229,8	280,9	338,4	41,5	47,4	53,1	58,3	62,7	65,9	67,7	67,7
	N 4B	318,6	1.000	47,2	66,5	89,8	118,2	151,5	190,5	236,2	288,5	347,6	42,0	48,7	54,6	59,8	64,3	67,7	69,1	69,1
	N 6B	477,9	1.000	70,5	99,8	134,9	177,2	227,1	285,8	354,1	432,7	519,4	64,0	73,1	81,8	89,8	96,5	101,5	104,3	104,3
R 22	N 8B	637,1	1.000	94,0	132,8	179,9	236,2	302,7	381,0	472,0	577,0	69,3	79,4	109,1	119,7	128,7	135,4	139,1	139,1	139,1
	F 2A2	77,6	1.200	11,2	15,7	21,2	27,5	35,1	43,8	53,8	65,6	79,5	12,1	13,7	15,1	16,4	17,4	17,9	17,9	17,9
	F 4A2	155,1	1.200	22,1	31,4	42,3	55,3	70,2	87,7	108,0	131,2	158,0	20,0	24,2	27,3	30,3	32,8	34,7	35,8	35,8
	F 6A2	232,7	1.200	33,3	47,2	63,5	82,9	105,5	131,5	161,8	196,6	234,4	31,4	36,2	41,0	45,4	49,2	52,1	53,7	53,7
	F 8A2	310,3	1.200	44,5	62,9	84,7	110,4	140,6	175,4	215,9	262,2	314,4	41,8	48,3	54,7	60,6	65,6	69,4	71,6	71,6
	F 4B2	318,6	1.000	45,7	64,4	86,8	113,4	144,2	180,2	221,7	269,1	323,4	42,9	49,6	56,2	62,2	67,4	71,3	73,5	73,7
	F 6B2	477,9	1.000	68,4	96,8	130,3	169,9	216,5	270,3	332,3	403,7	484,4	54,4	64,2	73,5	81,0	106,9	110,3	110,3	110,3
	F 8B2	637,1	1.000	91,3	128,8	173,9	226,8	288,5	360,5	443,3	538,3	645,8	69,2	81,3	124,4	134,7	142,5	147,0	147,4	147,4
	F 2A	77,6	1.200	7,0	9,7	13,0	16,6	21,2	26,6	32,7	39,6	47,4	7,7	8,7	9,7	10,2	11,0	11,5	11,5	11,5
	F 4A	155,1	1.200	13,9	19,4	25,7	33,6	42,6	53,2	65,3	79,5	95,9	12,3	14,2	16,4	18,5	20,4	21,9	23,0	23,4
R 12	F 6A	232,7	1.200	20,9	29,0	38,7	50,2	63,8	79,8	98,0	119,4	144,4	18,4	21,5	24,6	27,7	30,6	32,9	34,5	35,2
	F 8A	310,3	1.200	27,5	38,4	51,7	67,1	85,3	106,4	130,9	159,1	194,5	24,5	28,6	32,9	37,0	40,7	43,8	46,0	46,9
	F 4B	318,6	1.000	28,4	39,6	52,9	68,6	87,4	109,2	134,3	163,3	202,2	25,2	29,4	33,7	38,0	41,8	45,0	47,2	48,1
	F 6B	477,9	1.000	42,6	59,3	79,5	103,1	131,2	164,5	201,4	244,9	297,8	37,8	44,1	50,6	56,9	62,7	67,5	70,8	71,7
	F 8B	637,1	1.000	56,9	79,2	105,8	137,6	174,8	218,3	268,5	326,5	394,4	50,4	58,8	67,5	75,9	83,6	90,0	94,4	96,3

NOTA: A capacidade frigorífica do compressor, pode ser alterada em função da rotação, aumentando ou diminuindo sua capacidade (700 a 1200 RPM).

Tabela 6

Modelo	Capac. nominal em TR/h			Conexões		Capilar m/m	Dimensões		Peso E
	R-12	R-22	R-502	Ent.	Saída		A	B	
TIX 1.5	0,5	1,1	0,8	1/4"	5/8"	1000	94	91	830
TIX 2	0,7	1,3	0,9	1/4"	5/8"	1000	94	91	830
TIX 2.2	1,0	2,0	1,4	1/4"	5/8"	1000	94	91	830
TIX 2.5	1,1	2,1	1,5	3/8"	5/8"	1000	94	91	830
TIX 3	1,25	2,25	1,6	3/8"	5/8"	1000	94	91	830
TIX 3.5	2,0	3,8	2,6	1/2"	5/8"	1000	100	91	860
TIX 4.5	3,3	7,2	4,9	1/2"	5/8"	1000	100	91	870
TIX 5	5,0	10,0	7,2	5/8"	5/8"	2000	123	102	1125
TIX 6	7,0	14,7	10,2	5/8"	5/8"	2000	123	102	1125
TIX 7	9,0	18,7	12,5	5/8"	5/8"	2000	123	102	1125
TIX 8	11,0	23,0	15,5	5/8"	5/8"	2000	123	102	1125
TIX 10	13,5	27,4	19,0	5/8"	5/8"	2000	123	102	1125

Tabela 7

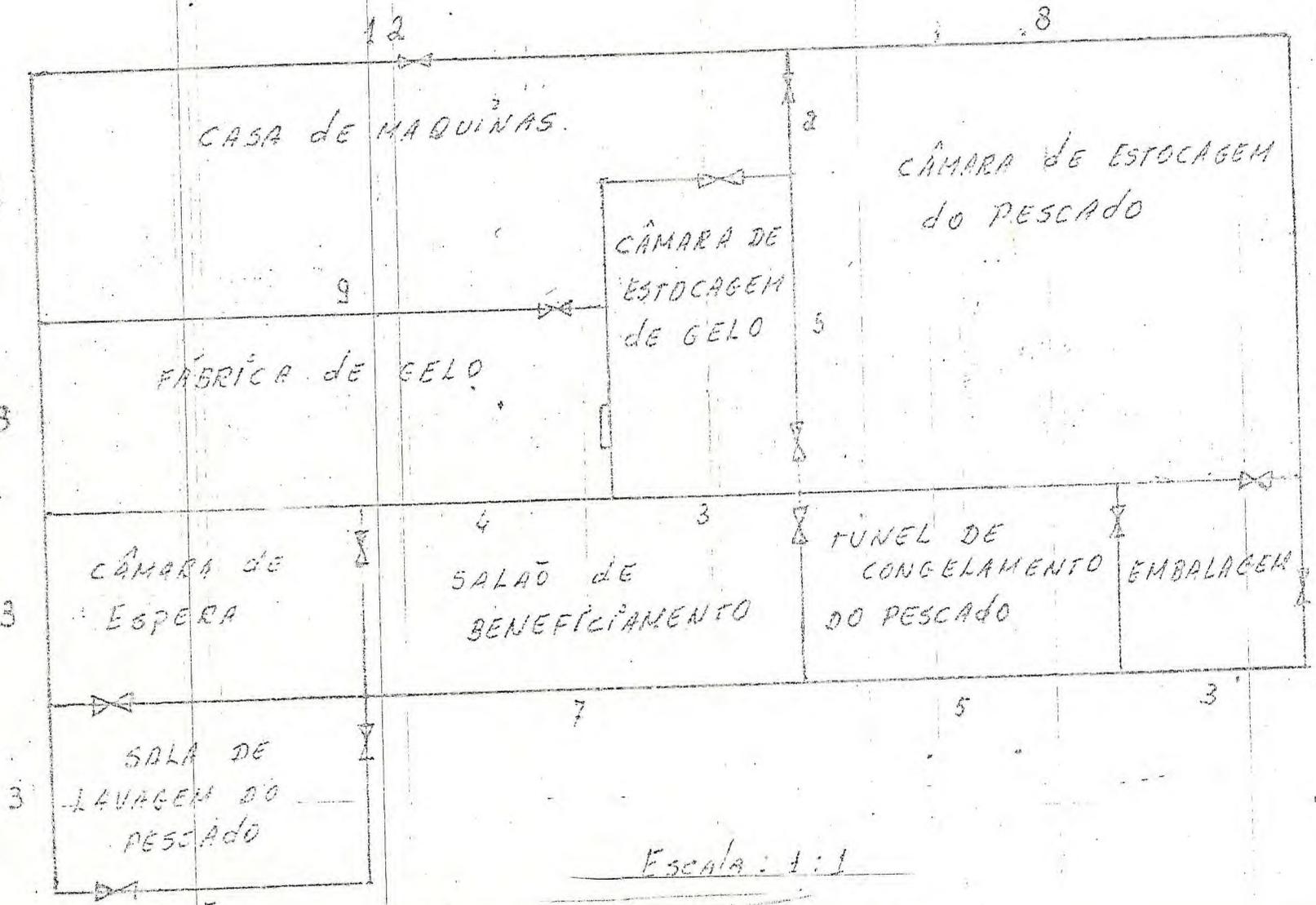
Fatores de Correção de Capacidade para Refrigerantes R-12, R-22, R-500 e R-502

Pressão de condensação (kg/cm ²)		Temp. de Cond. (°C)	Temperatura do bulbo úmido (°C)											
R-12	R-22		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
8,86	11,1	30	1.06	1.12	1.22	1.36	1.56	1.82	2.18	2.78	-	-	-	-
7,97	11,8	32	.94	1.00	1.08	1.19	1.33	1.50	1.76	2.05	2.60	-	-	-
7,61	12,8	35	.80	.85	.91	.97	1.05	1.16	1.29	1.46	1.67	2.08	2.86	-
6,75	14,6	40	.64	.67	.70	.74	.79	.84	.90	.96	1.07	1.22	1.41	1.68
10,0	16,6	45	-	.53	.55	.57	.60	.63	.67	.71	.76	.82	.90	1.01
11,4	18,8	50	-	-	-	-	.48	.50	.52	.54	.57	.60	.64	.69

Tabela 8

Dissipação Básica de Calor

MODELO Nº	Kcal/h.	MODELO Nº	Kcal/h.
VNC-10A	36.750	VLC-130A	477.750
VNC-15A	55.126	VLC-150A	551.250
VNC-20A	73.500	VLC-175A	643.125
VNC-25A	91.875	VLC-200A	735.000
VNC-30A	110.250	VLC-225A	826.875
VNC-35A	128.625	VLC-250A	918.750
VNC-40A	147.000	VLC-275A	1.010.625
VNC-45A	165.375	VLC-300A	1.102.500
VNC-50A	183.750	VLC-350A	1.286.250
VNC-60A	220.500	VLC-400A	1.470.000
VNC-70A	257.250	VLC-450A	1.653.750
VNC-75A	275.625	VLC-500A	1.837.500
VNC-80A	294.000	VLC-550A	2.021.250
VNC-90A	330.750	VLC-600A	2.205.000
VNC-100A	367.500	VLC-700A	2.572.500
VNC-110A	404.250	VLC-800A	2.940.000
VNC-120A	441.000	VLC-900A	3.307.500
		VLC-1000A	3.675.000



Escala: 1:1

