

GUILHERME LISBOA RAMIREZ

Software para Cálculo da Carga Térmica em Câmaras Frigoríficas

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção da graduação em
Engenharia Mecânica com ênfase em
Energia e Fluidos

Prof Orientador: Alberto Hernandez Neto

São Paulo
2001

Serviço de Biblioteca
Biblioteca de Engenharia Mecânica, Naval e Oceânica

1 INTRODUÇÃO.....	2
2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ISOLANTES TÉRMICOS	2
3 NECESSIDADE DO ISOLAMENTO TÉRMICO EM CÂMARAS FRIGORÍFICAS.....	4
4 DEFINIÇÃO DE CARGA TÉRMICA	7
5 FATORES DA CARGA TÉRMICA	7
6 CARGA TÉRMICA DE PENETRAÇÃO	8
6.1 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO DE CALOR.....	8
6.2 EFEITO DA INSOLAÇÃO.....	12
7 CARGA TÉRMICA DE INFILTRAÇÃO	12
7.1 CÁLCULO DO NÚMERO DE TROCAS DE AR	14
7.2 CÁLCULO DA VARIAÇÃO DE ENTALPIA.....	14
8 CARGA TÉRMICA DO PRODUTO	15
8.1 CARGA TÉRMICA PARA MANTER A TEMPERATURA DO PRODUTO CONSTANTE NO INTERIOR DA CÂMARA.....	15
8.2 CARGA TÉRMICA DE RESPIRAÇÃO	16
9 CARGAS TÉRMICAS DIVERSAS.....	18
9.1 CARGA TÉRMICA DEVIDO AOS MOTORES	18
9.2 CARGA TÉRMICA DEVIDO À ILUMINAÇÃO.....	19
9.3 CARGA TÉRMICA DEVIDO ÀS PESSOAS.....	19
10 SOFTWARE PARA CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA.....	20
10.1 DESCRIÇÃO DE CADA FORMULÁRIO DO PROGRAMA.....	21
11 COMPARAÇÃO DA CARGA TÉRMICA DE CÂMARAS CONSTRUÍDAS COM ISOLANTES DIFERENTES (CALCULADA PELO SOFTWARE).....	39
11.1 DESCRIÇÃO DA CÂMARA A SER PROJETADA.....	39
11.2 QUADRO COMPARATIVO	40
11.3 CONCLUSÕES SOBRE A COMPARAÇÃO	41
12 BIBLIOGRAFIA	41

1 Introdução

Esse trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um software para cálculo da carga térmica em câmaras frigoríficas (o seu código em Visual Basic é apresentado no anexo 4).

Em complemento ao software serão desenvolvidos estudos sobre os isolantes térmicos (Anexo 1), sobre a construção de câmaras frigoríficas (Anexo 2) e sobre os fundamentos teóricos para o cálculo da carga térmica. O anexo 3 apresenta uma comparação entre o método utilizado para o cálculo da carga térmica no trabalho e o proposto pela ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers).

Finalizando o trabalho será apresentada uma comparação dentre os diversos materiais utilizados como isolantes térmicos.

2 Conceitos básicos sobre isolantes térmicos

O isolamento térmico consiste na utilização de materiais ou sistemas que imponham resistência as maneiras do calor se propagar, reduzindo essa velocidade de transmissão e portanto a quantidade transmitida por unidade de tempo. Esse isolamento tem como finalidades principais:

- Economia de energia
- Estabilidade operacional
- Conforto térmico
- Proteção pessoal
- Evitar condensação (respingo, corrosão)
- Proteção de estruturas

Devem ser conhecidas todas as propriedades mecânicas e térmicas do material para se projetar de forma adequada o sistema de montagem, a espessura do isolamento, a película hidrófuga com a qual deve ser protegido, etc.

Entre outros, pode-se citar como elementos isolantes de boa qualidade e comercialmente usados no mundo todo:

- Carbonato de magnésio
- Cimentos isolantes
- Concreto celular
- Cortiça expandida
- Espuma de borracha
- Espuma de vidro
- Espuma de poliuretano
- Fibras de madeira prensada
- Lã de escoria
- Lã de vidro
- Lã de rocha
- Lãs isolantes refratárias
- Massas isolantes
- Silicato de cálcio
- Multifolhados metálicos
- Papelão ondulado
- Perlita expandida
- Sílica diatomácea

- Sílica expandida
- Vermiculita expandida

3 Necessidade do isolamento térmico em câmaras frigoríficas

O objetivo básico de funcionamento de uma câmara frigorífica é evitar a degradação de produtos alimentícios perecíveis, mediante a conservação e manutenção dos mesmos em espaços fechados sob baixas temperaturas.

De uma maneira geral, pode-se dizer que o isolamento térmico trabalha no sentido de manter a temperatura interna de um equipamento frigorífico, deixando penetrar apenas uma pequena quantidade de calor.

Há produtos como a carne, o peixe congelado que podem ser armazenados por um período de 10 meses, a temperatura entre -20°C e -25°C , sem perda sensível das suas características peculiares.

Outros, como frutas e verduras, em temperaturas perto de 0°C , conservam praticamente íntegras suas propriedades durante vários meses, se após a colheita são levados para armazéns frigoríficos.

Durante os períodos de colheitas estes produtos perecíveis, cuja “vida” uma vez cortados da árvore ou extraídos da terra é de poucos dias, existe um excesso de oferta dos mesmos, diminuindo seu preço competitivo no mercado e sua rentabilidade para o agricultor.

Se não é prolongada artificialmente a vida destes produtos, mantendo-os em espaços refrigerados, eles perderão todo seu valor de mercado, já que um produto danificado perde sua “oportunidade” de venda.

Não há necessidade de um estudo mais profundo do ponto de vista oferta-demanda, ou ainda da repercussão no poder aquisitivo destes produtos perecíveis para se admitir a necessidade de acondicionamento desses produtos sob temperaturas frias em armazéns fechados para sua manutenção.

O isolamento térmico reduz a transmissão de calor através das superfícies devido ao seu baixo coeficiente de condutibilidade térmica.

Para se transformar energia mecânica ou qualquer outra forma de energia em energia térmica existem diversos custos envolvidos como, por exemplo, com energia elétrica e com fluidos frigoríficos. Isto significa que cada quilocaloria perdida da câmara para o meio ambiente através de paredes, piso e teto resulta em gastos desnecessários. Em termos ideais, dever-se-ia impedir tais perdas ao se colocar um isolante térmico com efeitos ilimitados mas, um isolamento com uma espessura muito elevada não é adequado, uma vez que estaria-se utilizando um espaço necessário para outras aplicações (o interior da câmara ou o espaço externo disponível no lugar em que a câmara está instalada seriam sensivelmente prejudicados). Analisando-se esses fatores chega-se no conceito de espessura ótima - econômica. Ilustrada de acordo com o gráfico abaixo :

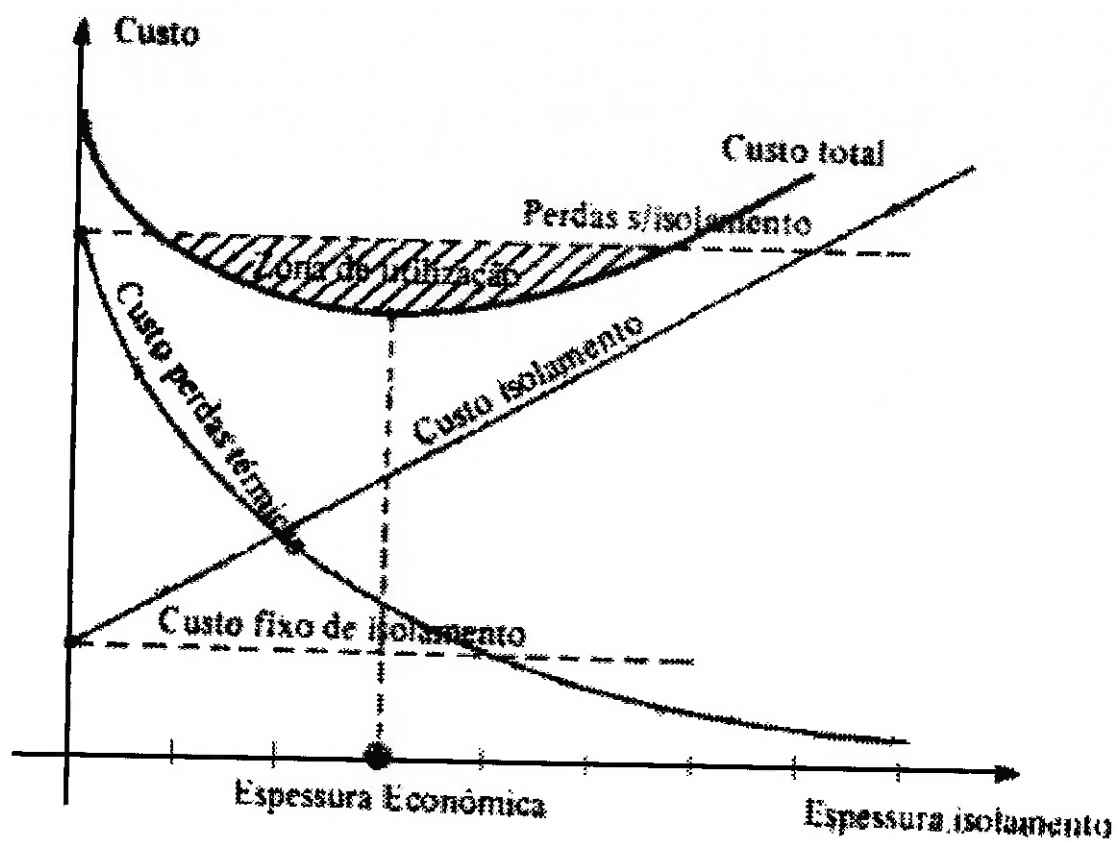


Gráfico 1 : Espessura Ótima Econômica

4 Definição de carga térmica

Carga térmica é a quantidade de calor que deve ser retirada de uma instalação frigorífica para que esta seja mantida a uma temperatura constante. O Cálculo da carga térmica é feito normalmente para 24 horas de operação.

Os equipamentos, como compressores, condensadores, evaporadores, etc., entretanto, devem funcionar menos do que 24 horas por dia, a fim de permitir sua manutenção, a operação de degelo, assim como uma reserva de capacidade para sobrecargas momentâneas. Normalmente adota-se 16 horas para câmaras acima de 1 °C e entre 18 e 20 horas para câmaras abaixo de 1°C.

Nestas condições a potência frigorífica é dada por:

$$Pf = \frac{Po}{n} \text{ Kcal/h}$$

Onde: P_o : Carga térmica de refrigeração em 24 horas

n : número de horas diárias de funcionamento.

5 Fatores da carga térmica

A carga térmica de refrigeração de um frigorífico pode ser dividida nos seguintes itens:

- Carga de Penetração
- Carga de Infiltração
- Carga do Produto

- Cargas Diversas

6 Carga térmica de penetração

É a parcela da carga térmica que corresponde ao calor transmitido através das paredes, pisos e forros das câmaras. Esse modelo de carga térmica de penetração foi proposto por Remi, 1974.

$$Q_{penetracao} = K * S * (T_e - T_i + \Delta) * 24 \text{ Kcal/24h}$$

Aonde : S: área

K: Coeficiente de transmissão de calor

T_e: Temperatura Externa

T_i: Temperatura Interna

Δ: Efeito da insolação

6.1 Cálculo do Coeficiente de Transmissão de Calor

É calculado por:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta n}{\lambda n} + \frac{1}{c} + \frac{1}{\alpha_i}$$

Aonde: K: Coeficiente de Transmissão de Calor (Kcal/m² h °C)

α_e: Coeficiente de película da face externa (Kcal/m² h °C)

δn : Espessura das diferentes camadas (m)

λn : Condutibilidade térmica de cada camada ($\text{Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)

c : Coeficiente devido ao espaçamento de ar ($\text{Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)

α_i : Coeficiente de película da face interna ($\text{Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)

Na prática o coeficiente de transmissão de calor K é calculado considerando apenas a camada de isolante térmico uma vez que a parcela de contribuição das outras camadas e das faces internas e externas é desprezível se comparada com a de isolante.

Valores de λ (Kcal / m² h °C):

Material	λ (Kcal / m ² h °C)
Asfalto	0,6
Concreto	0,7 a 1,5
Cortiça	0,04 a 0,06
Fibra de Madeira prensada	0,031
Lã de Rocha	0,028
Lã de Vidro	0,035 a 0,06
Madeira	0,14
Papelão Corrugado Asfaltado	0,054
Serragem	0,06
Tijolos	0,6 a 0,9
Vidro	0,5 a 0,9

Tabela 1 : Valores de λ (Remi, 1974)

Valores de c (Kcal / m² h °C) para superfícies polidas :

Espessura (cm)	c (Kcal / m ² h °C)
0,5	0,021
1	0,024
2	0,032
3	0,041
4	0,051
5	0,063
6	0,078
8	0,11
10	0,152
12	0,195
15	0,264

Tabela 2 : Valores de c para superfícies polidas (Remi, 1974)

Valores de c ($\text{Kcal} / \text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$) para superfícies não polidas :

Espessura (cm)	c ($\text{Kcal} / \text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)
0,5	0,037
1	0,056
2	0,096
3	0,136
4	0,178
5	0,222
6	0,268
8	0,364
10	0,47
12	0,58
15	0,74

Tabela 3: Valores de c para superfícies não polidas (Remi, 1974)

Valores de K ($\text{Kcal} . \text{m} / \text{m}^2 \text{ h}$) para os principais isolantes :

Isolante	K ($\text{Kcal} . \text{m} / \text{m}^2 \text{ h}$)
Poliuretano	0,016
Lã de Rocha	0,028
Cortiça	0,037
Lã de vidro	0,043
Silicato de Cálcio	0,052

Tabela 4: Valores de K (Remi, 1974)

No caso da utilização de vidros o valor de K_v ($\text{Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)

Numero de folhas	K_v ($\text{Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$)
1	5,5
2	2,25
3	1,45
4	1,03

Tabela 5: Valores de K_v (Remi, 1974)

6.2 Efeito da Insolação

Quando a parede está exposta ao sol é necessário acrescentar um fator de correção para a diferença de temperatura. O efeito de insolação depende da orientação da parede e do tipo de superfície, de acordo com a seguinte tabela :

Tipo de Superfície	Parede			Telhado
	Leste	Norte	Oeste	
Escura	4	2,5	4	11
Média	3	2	3	8
Clara	2	1	2	5

Tabela 6: Valores da correção ($^\circ\text{C}$) (Remi, 1974)

Para o piso assentado diretamente no solo, sem espaço de ventilação, a correção é de -11°C .

7 Carga térmica de infiltração

É a parcela da carga térmica correspondente ao valor do ar de ventilação que atinge a câmara através de suas aberturas. Esse modelo de carga térmica de infiltração foi proposto por Remi, 1974.

$$Q = n * V * \rho * \Delta H \text{ Kcal/24 h}$$

Aonde :n: números de trocas de ar

V: volume da câmara (m³)

ρ : massa específica do ar exterior (Kg/m³)

ΔH : variação de entalpia (Kcal/Kg)

7.1 Cálculo do número de trocas de ar

O número de trocas de ar é calculado com a tabela abaixo. Deve-se conhecer previamente o volume da câmara e sua temperatura interna (T_i).

Vcâmara (m ³)	$T_i < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_i \geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
7	29	38
8,5	26,2	34,5
11,5	22,5	29,5
14	20	26
17	18	23
23	15,3	20
28	13,5	17,5
42	11	14
57	9,3	12
85	8,1	9,5
115	7,4	8,2
140	6,3	7,2
170	5,6	6,5
230	5	5,5
280	4,3	4,9
420	3,8	3,9
570	2,6	3,5
700	2,3	3
850	2,1	2,7
1150	1,8	2,3
1400	1,5	2
2000	1,3	1,6

Tabela 7: Valor do número de trocas (Costa, 1982)

7.2 Cálculo da variação de entalpia

As entalpias são avaliadas através do diagrama psicométrico. Os parâmetros para a determinação da entalpia do ar exterior são a temperatura (externa) de bulbo

úmido e a de bulbo seco, enquanto que para a entalpia do ar interior são utilizados como parâmetros a temperatura (interna) de bulbo seco e a umidade relativa (interna).

8 Carga térmica do produto

É dividida entre a carga térmica necessária para manter a temperatura do produto constante no interior da câmara e a carga térmica devido à respiração do produto. Esse modelo de carga térmica do produto foi proposto por Remi, 1974.

8.1 Carga térmica para manter a temperatura do produto constante no interior da câmara

- Câmaras de armazenamento

Nesse caso a temperatura da câmara é superior a temperatura de congelamento do produto. Considera-se apenas o calor sensível a ser retirado do produto durante seu resfriamento,

$$Q = m * c_p * (T_p - T_i) \text{ Kcal/24h}$$

Aonde: m: massa do produto (Kg)

Cp: Calor específico do produto (Kcal/Kg*°C)

Tp: Temperatura do produto (°C)

Ti: Temperatura interna da câmara (°C)

- Câmaras de congelamento

Nesse caso a temperatura do interior da câmara é inferior a temperatura de congelamento do produto. Considera-se o calor latente de congelamento do produto além do calor sensível de resfriamento.

$$Q = m[cp*(Tp - Tc) + L + cpc*(Tc - Ti)] \quad \text{Kcal/24h}$$

Onde: m: massa do produto (Kg)

Cp: Calor específico do produto (Kcal/Kg*°C)

Tp: Temperatura do produto (°C)

Tc: Temperatura de congelamento do produto (°C)

L: Calor latente de solidificação do produto (Kcal/Kg)

Cpc: Calor específico do produto após solidificação
(Kcal/Kg*°C)

Ti: Temperatura interna da câmara (°C)

8.2 Carga térmica de respiração

A carga térmica de respiração é resultante do calor desprendido do metabolismo dos vegetais e frutas, os quais mesmo após a sua colheita continuam com suas reações vitais, consumindo O₂ e produzindo CO₂ e vapor de água.

Produto	Cp (Kcal/Kg °C)	Cpc (Kcal/Kg °C)	L (Kcal/Kg)	Tc (°C)	Respiração (Btu /ton*24hrs)
Abacaxi	0,9	0,5	71	-2	690
Alface	0,9	0,45	76	0	7392
Bananas Maduras	0,9	0,36		-1	3300
Bananas Verdes	0,9	0,36	60	-1	3300
Batatas	0,8	0,42	58	-1,71	
Batata Irlandesa	0,86	0,47	63	-2	1760
Cebola	0,91	0,51	66,5	-1,75	1100
Couve	0,93	0,47	73	0	1408
Carne Congelada	0,75	0,4	54	-3	
Carne de Porco	0,72	0,4	52		
Carne de Porco Congelada	0,68	0,38	48	-2	
Chocolate	0,76		30		
Feijão Seco	0,3	0,25	10		
Feijão Verde	0,92	0,47	71	-1,25	
Fígado Fresco	0,72	0,4	52,25		
Gelo	1	0,5	80		
Laranja	0,92	0,47	68	-2,23	1406
Leite Fresco	0,94	0,49	70	0	
Maçã	0,9	0,49	68	-2	880
Manga	0,9	0,46	74	0	506
Manteiga	0,64	0,34	8	-5	
Nozes			9	-6,5	
Ostras em Concha	0,84	0,44	64		
Ostras sem Concha	0,9	0,46	69		
Ovos	0,76	0,4	54,5		
Ovos Congelados	0,76	0,4	55	-3	
Ovos em caixa	0,76	0,4	55	-3	
Peixe Fresco	0,82	0,41	58,25	-2	
Peixe Congelado	0,8	0,41	56	-2	
Peixe Desecado	0,56	0,34	36		
Peras	0,92	0,49	67	-2,5	880
Pêssegos	0,92	0,48	70	-1,45	1980
Queijo	0,64	0,36	43	-13	
Sorvetes	0,78	0,45	26	-10	
Tomates	0,93	0,46	75	-0,9	572
Uvas	0,85	0,45	62	-2	1320

Tabela 8: Tabela de Produtos (Remi, 1974 e Costa, 1982)

Mas: 1 Btu/ton*24horas = 0,278 Kcal/ton*24 horas

9 Cargas térmicas Diversas

A parcela de carga térmica englobada sobre o título diversos, é devida aos equipamentos mecânicos, iluminação, pessoas e demais elementos que constituem fonte de calor no interior das câmaras. Esses modelos de cargas térmicas diversas foram propostos por Costa, 1982.

9.1 Carga térmica devido aos motores

- Motor e carga no interior da câmara

$$Q_{motor + carga} = \frac{P_{cv}}{\eta_{motor}} * 632 * \tau \quad \text{Kcal/24 horas}$$

Aonde: P_{cv} : potência do motor em cavalos

η_{motor} : rendimento do motor

τ : num. de horas de func. do equipamento por dia

- Carga no interior e motor fora da câmara

$$Q_{carga} = P_{cv} * 632 * \tau \quad \text{Kcal/24 horas}$$

- Motor no interior e carga fora da câmara

$$Q_{motor} = \frac{1 - \eta_{motor}}{\eta_{motor}} * P_{cv} * 632 * \tau \quad \text{Kcal/24 horas}$$

9.2 Carga térmica devido à iluminação

A dissipação provocada pela iluminação é dada por :

$$Q_{iluminacao} = 0,86 * W * \tau \quad \text{Kcal/24horas}$$

Aonde: W: potência total das lâmpadas ligadas (W/m²)

τ : número de horas de funcionamento por dia

9.3 Carga térmica devido às pessoas

As pessoas que trabalham na câmara liberam pelo seu metabolismo, uma quantidade de calor determinada por :

$$Q_{pessoas} = n * q * \tau \quad \text{Kcal/24 horas}$$

Aonde: n: número de pessoas

Q: calor emitido por pessoa (Kcal/hora)

τ : número de horas de permanência na câmara

por dia.

O calor emitido por pessoa pode ser obtido através da seguinte tabela :

Tcâmara (°C)	Q (Kcal / h pessoa)
10	180
4	215
-1	240
-7	265
-12	300
-18	330
-24	360

Tabela 9: Calor emitido por pessoa (Costa, 1982)

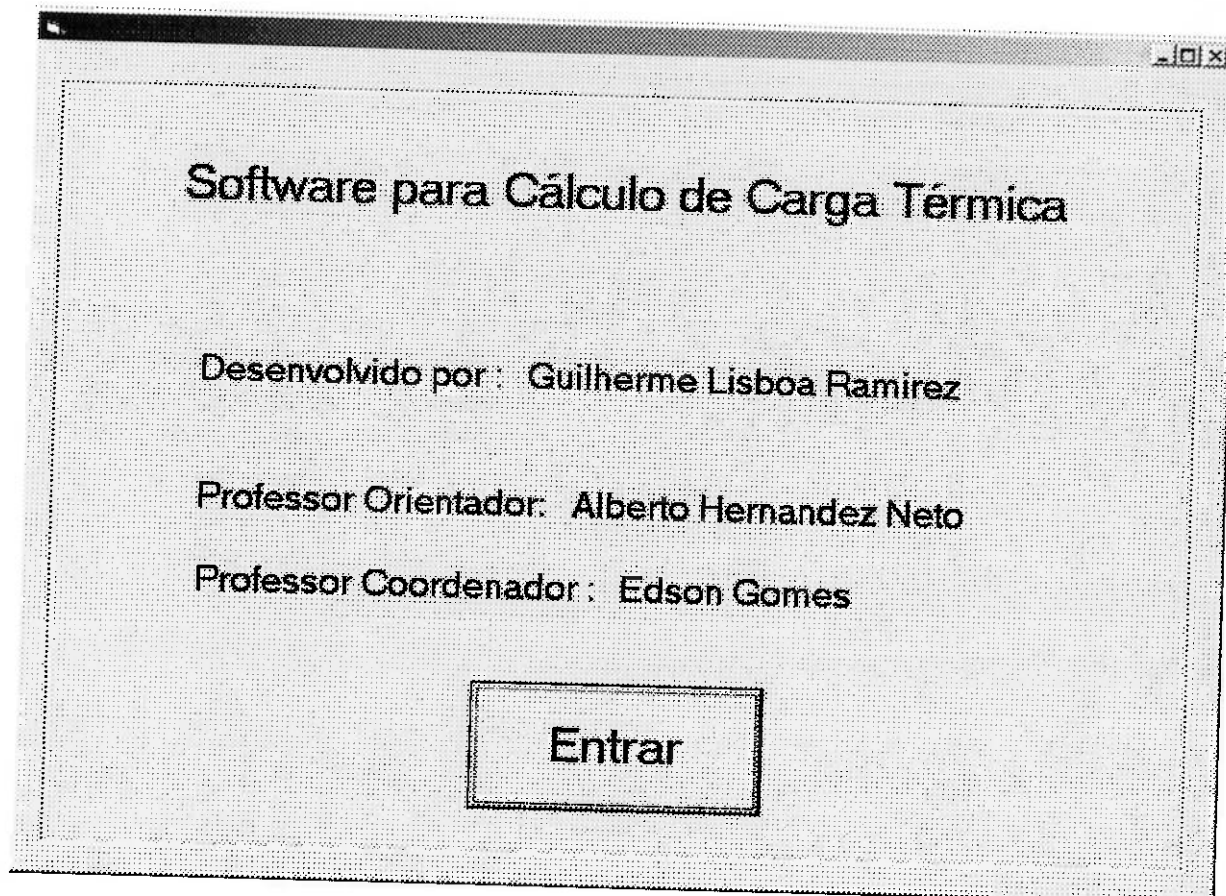
10 Software para cálculo da carga térmica

Foi desenvolvido um software em Visual Basic para calculo da carga térmica. Esse programa utiliza um banco de dados em Access para o armazenamento de tabelas. Segue abaixo uma cópia de cada tela com seu respectivo modo de utilização. As tabelas do Access não serão mostradas abaixo uma vez que já foram mostradas ao longo do trabalho. Para que o programa seja executado sem erros é necessário que o banco de dados em Access esteja na unidade de disquete "A:\".

O código do programa se encontra em anexo no fim do trabalho (Anexo 4).

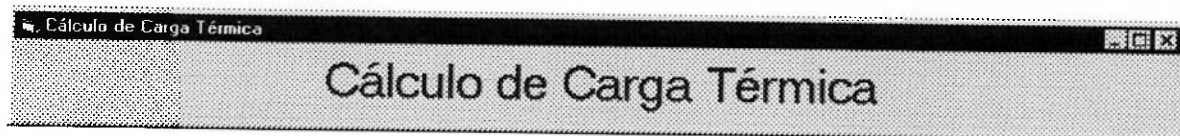
10.1 Descrição de cada Formulário do Programa

- Formulário de Abertura



Tela apenas introdutória, aonde o usuário deve apenas pressionar o botão "Entrar".

- Formulário Cabeçalho



Um mini formulário sempre presente na parte superior da tela, com função apenas estética.

- Formulário Menu Principal

Principal

Menu Principal

Entrada de Dados Iniciais

Carga Térmica de Penetração (Kcal/24 horas)

Carga Térmica do Produto (Kcal/24 horas)

Carga Térmica de Infiltração (Kcal/24 horas)

Carga Térmica Suplementar (Kcal/24 horas)

Sub - Total (Kcal/24 horas)

Fator de Segurança (%)

Carga Total (Kcal/24 horas)

Tempo de Funcionamento (Horas)

Carga Térmica Requerida por hora (Kcal/hora)

Calcular

Sair

Nessa tela o usuário deve inicialmente preencher os dados iniciais (serão descritos posteriormente) de sua câmara frigorífica.

Em seguida o usuário deve calcular individualmente cada parcela da carga térmica, através da lupa localizada no canto direito (cada tela da carga térmica será explicada posteriormente).

E, por ultimo, inserir o fator de segurança e o tempo de funcionamento, e pressionar o botão calcular, obtendo assim a Carga Térmica Requerida por Hora (em Kcal/hora).

O botao "Sair" é utilizado para terminar o programa.

- Formulário Dados Básicos

Dados Básicos 1 / 1

Temperatura Interna da Câmara (°C)	
Temperatura Externa de Projeto (°C)	
Temperatura Ambiente Bulbo Seco (°C)	
Temperatura Ambiente Bulbo Úmido (°C)	
Umidade Relativa Interna (%)	
Volume da Câmara (m³)	
Pressão do ar ambiente (Pa)	

Pressão atmosférica = 101325 Pa

Voltar

Nesse formulário o usuário deve inserir os dados pedidos nas unidades em que o programa trabalha (estas unidades estão especificadas no próprio desenho da tela). Em seguida, deve pressionar o botão “Voltar” para retornar ao Menu Principal.

- Formulário Penetração 1/4

Paredes	Área (m2)	k (Kcal/m2h°C)	ΔT (°C)	Q (Kcal)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Q Total (Kcal/24h)

Menu Limpar todos os campos Calcular Calcular Continuar

Nesse formulário o usuário vai calcular as parciais e depois totalizar a carga térmica de penetração da câmara frigorífica. Cada parcial é calculada através das lupas existentes na tela (serão melhor explicadas em seu próprio formulário).

Primeiramente o usuário deve entrar com o número de lados da câmara e, em seguida, calcular todas as parciais. Após isso o usuário deve pressionar o botão "Calcular" e o botão "Continuar" para voltar ao menu principal.

- Formulário Penetração 2/4

The image shows a screenshot of a software window titled "Penetração 2/4". Inside the window, there are three input fields: "Base (m)", "Altura (m)", and "Area (m2)". To the left of the "Area (m2)" field is a button labeled "Calcular". Below the "Area (m2)" field is a button labeled "Continuar". The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons.

Esse formulário é utilizado para calcular a área de cada parede da câmara frigorífica.

O usuário pode escolher entre digitar a base e a altura ou simplesmente entrar diretamente com o valor da área. Ao pressionar o botão "Continuar" o valor da área retornado ao campo correspondente no formulário penetração 1/4.

- Formulário penetração 3/4

Penetração 3/4

Tipo do Cálculo

☒ Cálculo pela espessura do isolante ☐ Cálculo completo

Cálculo pela espessura do isolante

Material

☐ Concreto ☐ Polietileno ☐ Lã de Rocha ☐ Lã de Vidro ☐ Silicato de Cálcio

☒ Vidro

Espessura

☒ Polegadas ☐ Centímetros

Espessura

K

K (Kcal * m / m² * h * °C)

K (Kcal / m² * h * °C)

Continuar

Penetração 3/4

Tipo do Cálculo

☐ Cálculo pela espessura do isolante ☒ Cálculo completo

Cálculo completo

Coef. de Película da face externa (Kcal / m² * h * °C)

Coef. de Película da face interna (Kcal / m² * h * °C)

Espesso de ar

☐ Sem espaço de ar ☒ Com espaço de ar

Limitado por reperfícios

☒ Polidas ☐ Não Polidas

Espessura (cm)

Cond. T. (Kcal / m² * h * °C)

Calcular

K (Kcal / m² * h * °C)

Voltar

Camadas

No Camadas

	1	2	3	4	5
Material					
Cond. T. (Kcal / m ² * h * °C)					
Espessura (cm)					

Esse formulário é utilizado para calcular o coeficiente de condutibilidade térmica K de cada parede da câmara.

Nesse formulário o usuário deve inicialmente escolher entre o cálculo completo ou o cálculo somente pela espessura do isolante.

No cálculo completo o usuário deve entrar com todos os parâmetros da parede como, por exemplo, os coeficientes de película das faces internas e externas, o material, a espessura e o coeficiente de condutividade térmica de cada camada (a relação completa dos parâmetros necessários está listada na própria tela).

No cálculo somente pela espessura do isolante o usuário deve entrar apenas com o material do isolante da parede e sua respectiva espessura. Esse cálculo simplificado é possível porque o coeficiente de condutividade térmica do isolante é muito menor do que o dos outros componentes, portanto, ao se desconsiderar esses outros componentes o erro apresentado não é muito grande.

- Formulário Penetração 4/4

The screenshot shows a software window titled "Penetração 4/4". It contains the following elements:

- Temperature Inputs:** Three text boxes labeled "Temperatura Externa de Projeto (oC)", "Temperatura do Ambiente (oC)", and "Temperatura Interna da Câmara (oC)".
- Temperature Source:** A section titled "Utilizar Temperatura" with two radio buttons: "Externa de Projeto (Correção necessária)" (selected) and "Do Ambiente (Correção não necessária)".
- Surface Selection:** Two columns of radio buttons. The "Paredes" column includes "Leste", "Norte", "Oeste", "Telhado", and "Piso". The "Superfície" column includes "Escura", "Média", and "Clara".
- Calculation Section:** A section titled "ΔT" containing a "Calcular" button, three output fields labeled "ΔT₀ (oC)", "Correção (oC)", and "ΔT (oC)", and a "Continuar" button.

Esse formulário calcula a ultima parcela da carga térmica de penetração, a parcela devida a insolação.

O usuário de digitar as temperaturas pedidas, a direção e o tipo da parede e, em seguida, pressionar o botão "Calcular".

Ao pressionar o botão "Continuar" o valor da correção é retornada ao campo correspondente no formulário penetração 1/4.

Formulário Produto 1/3

Produto 1/3

Produto

Editar Lista de Produtos:

Escolha o Produto

Produto (Kcal/24h) Q

Respiração (Kcal/24h) Q

Calcular

O produto total (Kcal/24h)

Voltar

Esse formulário calcula a carga térmica referente ao produto (as suas parciais e o valor total).

Inicialmente o usuário deve escolher o produto que vai ser armazenado na câmara. O cálculo de cada parcial sera apresentado com maiores detalhes em seu respectivo formulário.

Após o cálculo das duas parciais o usuário deve pressionar o botão "Calcular" e, em seguida, o botão "Voltar".

No caso da existência de mais de um produto, o valor das parciais fica armazenado na tela e, portanto, basta ao usuário entrar novamente no cálculo da parcial que o novo valor calculado será somado ao anterior.

O botão "Editar Lista de Produtos" é utilizado para dar manutenção na tabela de produtos (será melhor descrito no formulário "Lista de Produtos").

- Formulário Produto 2/3

Esse formulário calcula o valor da carga térmica necessário para resfriar o produto até a temperatura da câmara. Nesse cálculo existem duas possibilidades: a câmara pode ser de armazenamento ou de resfriamento.

No caso da câmara de armazenamento os campos “Temperatura de Congelamento”, “Calor latente de solidificação” e “Calor específico do produto após a solidificação” são invisíveis, uma vez que não são necessários.

Esse formulário trabalha com sub-totais, uma vez que o produto pode entrar com temperaturas diferentes, portanto, basta pressionar o botão “Mais um Produto”, para que os sub-totais sejam somados.

- Formulário Produto 3/3

The image shows a screenshot of a software application window. The title bar at the top left reads "Produto 3/3". The main title of the window is "Produto - Respiração". Below the title, there are two input fields: "Respiração (Kcal / 24h * ton)" and "Massa Armazenada (ton)". Below these fields is a button labeled "Calcular". Below the "Calcular" button is an output field labeled "Qrespiração total (Kcal/24h)". At the bottom of the window is a button labeled "Voltar".

Esse formulário calcula a carga térmica devido à respiração do produto. O usuário deve digitar apenas o calor de respiração e a massa armazenada na câmara.

- Formulário Lista de Produtos

Lista de Produtos

Lista de Produtos

Inserir Editar Excluir

Voltar

Lista de Produtos

Lista de Produtos

Inserir Editar Excluir

Inserir

Produto

Calor Específico (Kcal/Kg*oC) Calor Específico após Solidificação (Kcal/Kg*oC)

Calor latente de solidificação (Kcal/Kg)

Temperatura de Congelamento [oC]

Respiração (Kcal / 24h * ton)

Inserir Voltar

Lista de Produtos

Lista de Produtos

Insertir Editar Excluir

Editar

Produto

Calor Específico (Kcal/Kg*oC) Calor Específico após Solidificação (Kcal/Kg*oC)

Calor latente de solidificação (Kcal/Kg)

Temperatura de Congelamento (oC)

Respiração (Kcal / 24h * ton)

Editar Voltar

Lista de Produtos

Lista de Produtos

Insertir Editar Excluir

Excluir

Produto

Calor Específico (Kcal/Kg*oC) Calor Específico após Solidificação (Kcal/Kg*oC)

Calor latente de solidificação (Kcal/Kg)

Temperatura de Congelamento (oC)

Respiração (Kcal / 24h * ton)

Excluir Voltar

Nesse formulário o usuário pode incluir um produto novo na lista de produtos ao pressionar o botão "Inserir". Na inserção o único campo obrigatório é o nome do campo uma vez que o usuário pode não ter o conhecimento de todas as propriedades do produto que está sendo inserido.

Para modificar as propriedades de um produto o usuário deve pressionar o botão "Editar", selecionar um produto, modificar os campos que desejar e depois confirmar a modificação pressionando o botão "Editar" na parte inferior da tela.

Para eliminar um produto da lista o usuário deve pressionar o botão "Excluir", selecionar um produto e confirmar a eliminação pressionando o botão "Excluir" na parte inferior da tela.

- Formulário Infiltração 1/1

Infiltração

Volume interno (m3)	1	Temp. Externa Bulbo Seco (oC)	3
Numero de trocas de ar	30	Temp. Externa Bulbo Um. (oC)	4
Volume de ar (m3)	270	Entalpia Externa (Kcal/Kg)	
Temperatura Ambiente (oC)	3	Temperatura Interna (oC)	1
Pressão ar externo (Pa)	101325	Umidade Relativa Interna (%)	5
Massa especifica do ar (Kg/m3)	1.25453746176	Entalpia Interna (Kcal/Kg)	
Massa de ar (Kg/24 h)	1117.57959556		
		Calcular	
		Qinfiltração (Kcal/24h)	
		Voltar	

Esse formulário calcula a carga térmica de infiltração, basta ao usuário digitar a entalpia interna e a entalpia externa do ar (os outros dados já fioram previamente digitados no formulário "Dados Básicos").

- Formulário Diversos 1/1

Diversos

Pessoas

Calcular

Iluminação

Calcular

Motores

Calcular

Calcular

Qdiversostotal (Kcal/24h)

Voltar

Pessoas

Temp. Int. (oC)

1

Número de pessoas por dia

Tempo de Permanência (h)

Calor liberado por pessoas por hora (Kcal/h pessoas)

20

Calcular

Qpessoas (Kcal/24h)

Voltar

Diversos

Pessoas

Calcular

Iluminação

Calcular

Motores

Calcular

Calcular

Qdiversostotal (Kcal/24h)

Voltar

Iluminação

Potência total das lâmpadas ligadas (W/m2)

Número de horas de funcionamento (h)

Área (m2)

Calcular

Qiluminação (Kcal/24h)

Voltar

Diversos

Pessoas:

Iluminação:

Motores:

Qdiversototal (Kcal/24h):

Motores

Potência do motor (CV):

Número de horas de funcionamento (h):

Rendimento do Motor:

Situação:

- ☐ Motor e carga no interior da câmara
- ☐ Carga no interior e motor fora da câmara
- ☐ Motor no interior e carga fora da câmara

Esse formulário calcula a carga térmica devida as pessoas, a iluminação e aos motores.

No caso do cálculo da carga devida as pessoas o usuário precisa digitar o número de pessoas e o tempo de permanência.

No caso do cálculo da carga devida a iluminação o usuário deve digitar a potência, a área e o número de horas de funcionamento.

Para o cálculo da carga devida aos motores é necessário digitar a potência do motor, o rendimento, o número de horas de funcionamento e sua localização.

11 Comparação da carga térmica de câmaras construídas com isolantes diferentes (calculada pelo software)

Deseja-se agora fazer uma comparação entre os diferentes materiais usados como isolantes térmicos. Para executar essa comparação será efetuado o cálculo da carga térmica de uma câmara frigorífica (as características dessa câmara estão descritas no próximo item) para diversos materiais (cortiça, poliuretano, lã de rocha, lã de vidro, silicato de cálcio).

11.1 Descrição da câmara a ser projetada

Temperatura Interna = 2 °C

Temperatura Externa de Projeto = 32 °C

Temperatura Ambiente de Bulbo Seco = 32 °C

Temperatura Ambiente de Bulbo Úmido = 26 °C

Umidade Relativa Interna = 82 %

Parede Leste = 4X10 m²

Parede Oeste = 4X10 m²

Parede Norte = 4X15 m²

Parede Sul = 4X15 m²

Piso/Teto = 10X15 m² (piso assentado diretamente no solo, sem espaço de ventilação)

Superfície média

Volume da Câmara = 600 m³

Tempo de funcionamento = 16 horas

Produto = Cebola

Temperatura de entrada do Produto = 32 °C

Movimento Diário do Produto = 10000Kg /24 horas

Massa de produto armazenado = 20 ton

Espessura do isolante nas paredes = 5 polegadas

Espessura do isolante no teto = 6 polegadas

Espessura do isolante no piso = 4 polegadas

Pressão Ambiente = 101325 Pa

Número de pessoas por dia = 3

Número de horas por dia = 8 horas

Iluminação = 5W/m²

Motor de 0,5 Cv

Rendimento do Motor = 0,68

11.2 Quadro Comparativo

Agora os resultados obtidos (cargas térmicas para uma mesma câmara projetada com materiais de isolamento diferentes) serão mostrados no quadro comparativo abaixo:

Isolante	Q (Kcal/hora)
Cortiça	30487,73
Poliuretano	26484,56
Lã de Rocha	28772,08
Lã de Vidro	31631,49
Silicato de Cálcio	33347,13

Tabela 10: Quadro Comparativo

11.3 Conclusões sobre a comparação

O poliuretano se mostrou o isolante térmico mais eficiente, uma vez que a carga térmica encontrada com seu uso foi a menor dentre todos os isolantes. Se comparado com a cortiça, o material mais comumente utilizado, apresentou uma economia de 13,13 % (ou seja, 1.921.521,6 Kcal em um mês).

12 Bibliografia

1. ASHRAE. Refrigeration Handbook 1994.
2. Costa, Ennio. Refrigeração Ed. Edgar Blucher 1982.
3. Dossat, R. Princípios de Refrigeração Ed. Hemus 1986.
4. Remi, B. S. Instalações Frigoríficas Ed. EPU SP 1973.

Anexo 1

Estudo sobre isolantes térmicos

1 DESCRIÇÃO DE ALGUNS TIPOS DE MATERIAIS PARA ISOLANTES TÉRMICOS.....	3
1.1 LÃ DE ROCHA BASÁLTICA	3
1.1.1 <i>Características</i>	3
1.1.2 <i>Propriedades</i>	3
1.1.3 <i>Produtos - Descrição Resumida</i>	4
1.1.3.1 Painéis	4
1.1.3.2 Forro Ultracústico.....	10
1.1.3.2 Feltros (FSR)	12
1.1.3.3 Roll-Max® (RM)	16
1.1.3.4 Thermax-Flex® (TF)	19
1.1.3.5 Mantas Flexíveis de Lã de Rocha (MIT)	23
1.1.3.6 Isotubos.....	26
1.3.1.7 Flocos.....	31
1.3.1.8 Feltro de Lamelas	33
1.2 SILICATO DE CÁLCIO	37
1.2.1 <i>Características</i>	37
1.3 ESPUMA DE POLIURETANO	39
1.3.1 <i>Descrição</i>	39
1.3.2 <i>Características</i>	39
1.3.2 <i>Considerações Técnicas</i>	40
1.4 FIBRA DE VIDRO	42
1.5 SÍLICA DIATOMÁCEA.....	47
2 RELATÓRIO SOBRE VISITAS TÉCNICAS	48
3 COMPARAÇÃO DOS ISOLANTES TÉRMICOS	51

1 Descrição de alguns tipos de materiais para isolantes térmicos

1.1 Lã de Rocha Basáltica

A lã mineral, procedente de depósitos vulcânicos era empregada pelos nativos das ilhas havaianas na cobertura de suas moradias para protegê-los do frio e do calor. Foi a precursora de modernos materiais como a lã de rocha, isolante térmico com a mais favorável relação custo-benefício.

1.1.1 Características

- Incombustibilidade
- Resistência ao fogo
- Segurança
- Proteção pessoal
- Favorável custo-benefício
- Absorção acústica

1.1.2 Propriedades

- Facilidade de manuseio
- Boa resiliência
- Resistentes a vibrações
- Não higroscópicos
- Imputrescíveis e quimicamente neutros

Fabricada em todo o mundo, a lã de rocha devido às suas características termo-acústicas atende os mercados da construção civil, industrial, automotivo e eletrodoméstico entre outros. Garantindo conforto ambiental, segurança e aumento no rendimento de equipamentos industriais, gera economia de energia com aumento de produtividade.

A lã de rocha é fabricada a partir de rochas basálticas especiais e outros minerais. Aquecidos a 1500°C são transformados em filamentos que, aglomerados com soluções de resinas orgânicas, permitem a fabricação de produtos leves e flexíveis até muito rígidos, dependendo do grau de compactação.

1.1.3 Produtos - Descrição Resumida

1.1.3.1 Painéis

Painéis flexíveis, semi-rígidos e rígidos, aglomerados com resinas especiais, disponíveis em diferentes densidades e espessuras. Atendem as mais diversas necessidades dos segmentos de construção civil e industrial, isolando equipamentos em baixas, médias e altas temperaturas.

Descrição

Painéis em lã de rocha basáltica, aglomerados com resinas especiais. Flexíveis, rígidos ou semi-rígidos, são indicados para tratamentos termo-acústicos para a construção civil e indústria, podendo ser utilizados em baixas, médias e altas temperaturas.

Aplicações

Dispensam rejuntamento, são fáceis de serem cortados (com uma lâmina afiada) e instalados. Indicados para uso em superfícies irregulares, planas ou cilíndricas tais como:

Na construção civil:

- Caixas acústicas
- Como miolo para divisórias e alvenarias
- Sobre forros
- Em coberturas

Na indústria :

- Equipamentos industriais
- Tanques
- Tubulações
- Fogões
- Estufas
- Aquecedores

Propriedades Térmicas:

Apresentam baixa condutividade térmica, conservando energia e garantindo conforto térmico com baixos investimentos.

PSL - Recomendados para temperaturas até 300 °C

PSF - Recomendados para temperaturas até 500 °C

PSR - Recomendados para temperaturas até 750 °C

Acústicas

Os painéis demonstram sua versatilidade ao atuarem como auxiliares na redução de transmissão de som e como absorvedores acústicos.

Comportamento ao fogo

Os painéis em lã de rocha basáltica são classificados como incombustíveis, conforme testes realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e homologados pelo Ministério da Marinha.

Físicas

Resiliência: Recupera a espessura original, após a retirada da força que causou a deformação.

Resistência a água: A lã de rocha basáltica é repelente a água na forma líquida devido aos aditivos adicionados ao produto.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantém contato, quer seja a superfície externa ou o casco do equipamento.

Normas

ABNT NBR - 11364

N - 1618 - Revisão C

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m3)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PSL - 32	32	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSE - 48	48	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSE - 64	64	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSE - 80	80	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSR - 96	96	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSR - 112	112	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSR - 128	128	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSR - 144	144	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600
PSR - 160	160	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	1.200	600

Tabela 1: Especificações

Condutividade Térmica (Kcal/m.h.°C)

Produto	Temperatura de Operação (°C)							
	0	100	200	300	400	500	600	700
PSL - 32	0,028	0,039	0,050	0,062	0,081			
PSE - 48	0,028	0,038	0,050	0,062	0,080			
PSE - 64	0,027	0,037	0,049	0,061	0,079	0,100		
PSE - 80	0,029	0,037	0,046	0,057	0,071	0,087	0,107	
PSR - 96	0,028	0,034	0,042	0,051	0,062	0,074	0,089	
PSR - 112	0,028	0,034	0,042	0,051	0,062	0,073	0,088	0,105
PSR - 128	0,029	0,035	0,043	0,051	0,062	0,075	0,087	0,103
PSR - 144		0,035	0,042	0,051	0,058	0,071	0,083	0,098
PSR - 160		0,035	0,042	0,050	0,057	0,070	0,082	0,097

Tabela 2: Condutividade Térmica

Obs: Testes efetuados segundo o método ASTM C - 177

Coeficientes de Absorção Acústica

Produto	Espessura (mm)	Frequência (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	NCR
PSL - 32	50	0,346	0,478	0,737	0,883	0,911	0,960	0,752
PSL - 32	100	0,845	0,977	1,102	1,113	1,088	1,175	1,070
PSE - 64	50	0,497	0,585	0,906	1,047	1,055	1,059	0,898
PSE - 64	100	0,869	1,228	1,194	1,150	1,119	1,092	1,173

Tabela 3: Coeficientes de Absorção Acústica

Obs.: Os valores superiores a 1 são previstos em norma. Para efeito de projeto, utilizar igual a 1.

Testes efetuados de acordo com as Normas ISO/R-354 e ASTM - C - 423 - 81

1.1.3.2 Forro Ultracústico

Painéis rígidos revestidos em sua face visível com um filme de PVC texturizado. Proporciona absorção acústica aos ambientes que requerem baixa reflexão de ondas sonoras. Devido à sua alta resistência térmica, auxilia na conservação de temperaturas em ambientes climatizados e proporciona conforto térmico em condições naturais.

Descrição

Painel rígido em lã de rocha basáltica, revestido em sua face visível com um filme de PVC texturizado na cor branca.

Aplicações

Adequado para os ambientes que requerem estética, conforto termo-acústico e

praticidade. Sendo removível, permite fácil acesso à manutenção das instalações elétricas, hidráulicas e ar condicionado.

Propriedades

· Térmicas

Seu excelente desempenho térmico deve-se ao fato de possuir baixa condutividade térmica .

Instalados sob coberturas em edifícios naturalmente climatizados, amortecem as variações diárias de temperatura, reduzindo a passagem do calor para o interior, causando sensação de conforto físico ao usuário e conseqüentemente aumentando a produtividade.

Também é empregado quando há necessidade de conservar as condições térmicas interiores obtidas artificialmente, diminuindo os custos operacionais e consumos energéticos do edifício.

· Acústicas

Seja em escritórios, escolas, igrejas, ginásios de esportes, indústrias e outras edificações, os ocupantes ficam expostos a ruídos que dificultam a comunicação, com conseqüente perda de conforto e produtividade.

Através de absorção acústica, contribui na redução dos níveis de ruídos nos ambientes e conseqüente melhora da sensação de conforto.

· Higiene (Limpeza)

É inorgânico, não se decompõe e não é atacado por roedores e insetos. Sua película de PVC facilita a limpeza através de um pano úmido e detergente.

Norma

NBR 9442 - 86

1.1.3.2 Feltros (FSR)

Feltros leves e flexíveis, aglomerados com resinas especiais. Indicado para usos diversos em superfícies irregulares, planas ou cilíndricas. Melhora a performance termo-acústica de sistemas construtivos e equipamentos industriais.

Descrição

Feltros leves e flexíveis em lã de rocha basáltica, aglomerados com resinas especiais.

Devido aos baixos coeficientes de condutividade térmica e elevados índices de absorção acústica são empregados para tratamentos termo-acústicos na construção civil e indústria.

Aplicações

- Sob coberturas
- Sobre forros vazados
- Sobre forros falsos
- Entre telhas metálicas

- Entre alvenarias
- Entre divisórias
- Em equipamentos térmicos
- Em caixas acústicas

Propriedades

• Térmicas

Reduzem a troca de calor entre a superfície interna e externa isolada, devido à sua baixa condutividade térmica. Recomendados para temperaturas até 400 °C.

• Acústicas

Graças à sua estrutura fibrosa, possui elevados índices de absorção acústica, tornando possível a sua utilização na redução do ruído na fonte, através de tratamento acústico do ambiente, ou como auxiliar na redução na transmissão de som entre ambientes.

• Comportamento ao fogo

A lã de rocha basáltica, independente da densidade, é incombustível, o que assegura total tranquilidade durante a montagem e após sua aplicação, e principalmente em seu armazenamento.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantém contato, quer seja a superfície externa ou o casco do equipamento.

Norma

ABNT - NBR 11722

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
FSR - 32	32	25 , 50	12.000 / 8.000	600

Tabela 4: Especificações

Condutividade Térmica (Kcal/m.h.°C)

Produto	Temperatura de Operação (°C)								
	25	50	100	150	200	250	300	350	400
FSR - 32	0,032	0,034	0,039	0,044	0,050	0,057	0,062	0,075	0,081

Tabela 5: Condutividade Térmica

Coefficiente de Absorção Acústica

Produto	Espessura (mm)	Frequência (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	NCR
FSR - 32	100	0,845	0,977	1,102	1,113	1,088	1,175	1,070

Tabela 6: Coeficiente de Absorção Acústica

1.1.3.3 Roll-Max® (RM)

Feltros leves e flexíveis envelopados em polietileno. Depositados sobre forros falsos, vazados ou sob coberturas, proporcionam absorção acústica e isolamento térmico aos ambientes.

Descrição

Feltros leves, flexíveis em lã de rocha basáltica, envelopados em polietileno. Destinados as aplicações na construção civil em tratamentos de ambientes que requerem absorção acústica e isolamento térmico.

Aplicações

- sobre forros vazados
- sobre forros falsos
- sob coberturas

Propriedades

• Térmicas:

Devido sua baixa condutividade térmica, amortece e atrasa a passagem do calor, proporcionando conforto aos usuários.

• Acústicas:

Possui elevados índices de absorção acústica, que não são substancialmente alterados pelo polietileno, devido a pequena espessura deste.

· Comportamento ao fogo

A combinação entre a incombustibilidade da lã de rocha e a auto-extinguibilidade do polietileno, resulta em segurança as construções.

· Físicas

1. Resiliência: Recupera a espessura original, após a retirada da força que causou a deformação.
2. Resistência a água: A lã de rocha basáltica é repelente a água na forma líquida devido aos ativos adicionados ao produto.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantém contato, quer seja externa ou o casco do equipamento.

Norma

ABNT - NBR 11722

Montagem

A leveza e o acabamento superficial em polietileno permitem um manuseio fácil e seguro. Dispensa qualquer tipo de fixação, bastando desenrolar sobre o forro.

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
RM - 32	32	25 , 40 , 50	3600	600

Tabela 7: Especificações

Condutividade térmica

Produto	Condutividade térmica (Kcal / h.°C) Temperatura Média de 25°C
RM – 25	0,034

Tabela 8: Condutividade Térmica

Coefficientes de absorção Acústica

Espessura (mm)	Frequência (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	NCR
50	34,6	47,8	73,7	99,3	91,1	96,0	75,2

Tabela 9: Coeficientes de Absorção Acústica

1.1.3.4 Thermax-Flex® (TF)

Feltros leves e flexíveis revestidos com folha de alumínio em uma face. Utilizados para isolamento térmico em dutos de ar-condicionado que requeiram proteção à condensação

Descrição

Feltros leves e flexíveis em lã de rocha basáltica, com características térmicas, revestidos em uma das faces com uma folha de alumínio impermeável, proporcionando uma barreira contra a condensação superficial e a penetração de umidade no interior do isolante.

Aplicação

Para isolamento termo - acústico de:

- Dutos de ar condicionado
- Tubulações
- Equipamentos
- Coberturas
- Sobre forros
- Dutos de exaustão para cozinhas industriais e restaurantes

Propriedades

• Térmicas

A eficiente proteção oferecida pela barreira anticondensação, constituída pela folha de alumínio, faz do produto um excelente envolvente para os equipamentos de condicionamento de ar e conseqüente economia de energia.

• Comportamento ao fogo

A lã de rocha basáltica é classificada como incombustível, conforme testes realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas tecnológicas). Sua aplicação é recomendada em todos os tipos de edificações, particularmente naquelas em que o isolante deve prover uma proteção adicional contra o fogo. Em edificações com estruturas metálicas portantes, protegidas com materiais “fire-proofing”.

Em dutos de exaustão de cozinhas industriais e restaurantes, proporciona proteção por uma ou duas horas de incêndio, dependendo da espessura e densidade empregadas.

• Físicas

1. Resiliência: Recupera a espessura original, após a retirada da força que causou a deformação.
2. Resistência a água: A lã de rocha basáltica é repelente a água na forma líquida devido aos aditivos adicionados ao produto.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantêm contato, quer seja externa ou o casco do equipamento.

Norma

ABNT - NBR 11722

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m³)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
TF - 32	32	25, 40, 50	3600	600

Tabela 10: Especificações

Condutividade térmica

Produto	Condutividade (Kcal/h.°C) Temperatura Média de 25 °C
TF - 32	0,032

Tabela 11: Condutividade Térmica

Coefficientes de absorção acústica

Produto	Espessura (mm)	Frequência (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	NCR
TF - 32	50	0,346	0,478	0,737	0,883	0,911	0,960	0,752

Tabela 12: Coeficiente de Absorção acústica

Obs.: Valores superiores a 1 são previstos em norma. Para efeito de projeto, utilizar valor igual a 1

Testes efetuados de acordo com as Normas ISO/R-354 e ASTM - C - 423 - 81

1.1.3.5 Mantas Flexíveis de Lã de Rocha (MIT)

Mantas flexíveis revestidas com tela galvanizada em uma das faces. Apresentam resistência a altas temperaturas e grau de conformação elevado, o que facilita sua aplicação em tubulações e equipamentos de geometria irregular.

Descrição

Mantas flexíveis em lã de rocha basáltica, revestidas em uma das faces com tela de arame galvanizado.

Apresentam resistência a altas temperaturas e grau de conformação elevado, o que facilita sua aplicação em tubulações e equipamentos de geometria irregular.

Aplicações

Indicadas para isolamento térmico e acústico de superfícies cilíndricas, planas ou irregulares, caixas removíveis de flanges, válvulas e outros "fittings".

A maleabilidade, flexibilidade e conformabilidade das mantas, permitem a sua utilização em equipamentos e tubulações de formas e diâmetros variados. Além disso, a tela metálica de suporte serve como elemento de fixação.

Propriedades

Térmicas

Possuem baixos coeficientes de condutividade, conservam a energia e proporcionam excelente resultado na relação custo / benefício.

Acústicas

Possuem elevados índices de absorção acústica. Conjugadas com revestimentos massivos são freqüentemente utilizados para reduzir o nível de ruído de tubulações e equipamentos industriais.

Comportamento ao fogo

Incombustíveis, resistem a temperaturas até 750°C, sem modificar sua estrutura física. Além disso, suportam picos de temperatura superiores a 1000°C, com poucas alterações dimensionais e físicas, proporcionando segurança nos equipamentos sujeitos a súbitos descontroles de temperatura.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantém contato, quer seja externa ou o casco do equipamento.

Norma

ABNT - NBR 13047

N - 1618 - Revisão C

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
MIT – 48	48	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	3000	970
MIT – 64	64	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	3000	970
MIT – 80	80	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	3000	970
MIT – 96	96	25 , 40 , 50 , 63 , 75 , 90 , 100	3000	970

Tabela 13: Especificações

Condutividade Térmica (Kcal / m.h.°C)

Produto	Temperatura de Operação (°C)							
	0	100	200	300	400	500	600	700
MIT - 48	0,028	0,038	0,050	0,062	0,080			
MIT - 64	0,027	0,037	0,049	0,061	0,079	0,100		
MIT - 80	0,029	0,037	0,046	0,057	0,071	0,087	0,107	
MIT - 96	0,028	0,034	0,042	0,051	0,062	0,074	0,089	0,105

Tabela 14: Condutividade Térmica

1.1.3.6 Isotubos

Tubos de alta densidade, aglomerados com resinas especiais. Recomendados para isolamento termo-acústico de tubulações, flanges, válvulas e conexões.

Descrição

Tubos em lã de rocha basáltica, de alta densidade, aglomeradas com resinas especiais.

One-Piece-Pipe: tubos em uma peça única com corte longitudinal e um semi corte interno do lado oposto. Indicados para tubulações com diâmetros nominais até 4" em diversas espessuras.

Bipartidos: tubos em duas metades iguais e separadas. Indicados para tubulações com diâmetros nominais de 4"a 16", em diversas espessuras.

Aplicações

Recomendados para altas, médias e baixas temperaturas, em isolamentos térmicos de tubulações, flanges, válvulas e conexões, com aplicações nas áreas:

- Industrial
- Construção civil
- Naval
- Usinas termoelétricas
- Destilarias de álcool
- Usinas de açúcar

Propriedades

· Térmicas

Em função dos baixos coeficientes de condutividade térmica, contribuem para redução dos custos de operação e economia de energia. Suportam temperaturas até 750 °C sem deterioração. Suportam picos de temperaturas superiores a 1.000 °C, com pouca ou quase nenhuma modificação em sua estrutura física.

· Acústicas

Possuem elevados índices de absorção acústica. Conjugadas com revestimentos massivos são freqüentemente utilizados para reduzir o nível de ruído de tubulações e equipamentos industriais.

· Comportamento ao fogo

Além de serem incombustíveis, atuam como verdadeiras barreiras contra o fogo garantindo a segurança do aplicador durante o armazenamento e aplicação, protegendo os equipamentos isolados, em caso de incêndios.

· Físicas

1. Resiliência: Recupera a espessura original, após a retirada da força que causou a deformação.

2. Resistência a água: A lã de rocha basáltica é repelente a água na forma líquida devido aos aditivos adicionados ao produto.

- Mecânicas

Oferecem boa resistência ao manuseio, aplicação e estocagem, podendo ser utilizados em tubulações com freqüentes vibrações.

Inércia química

Não atacam as superfícies com as quais mantém contato, quer seja externa ou o casco do equipamento.

Normas

ABNT - NBR 13047

N - 1618 - Revisão C

Montagem

Principalmente os "One-Piece-Pipe", que fornecidos em peça única, reduzem a mão de obra, com perfeito fechamento das juntas no sentido longitudinal. Podem ser cortados em gomos, angulados ou não, para aplicações em curvas, flanges, válvulas, reduções, etc.

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (mm)	Diâmetro Nominal (pol)	Comprimento (mm)
ISOTUBO "One Piece Pipe"	Até 165	25,40,50,63,75	De ½ a 4	1000
ISOTUBO "Bipartidos"	Até 130	25,40,50,63,75	De 4 ½ a 16	1000
ISOTUBO "Bipartidos"	Até 130	100	De ½ a 16	1000

Tabela 15: Especificações

Espessuras Recomendadas

Diâmetro da tubulação		Temperatura de Operação (°C)								
Nominal (pol)	Externo do tubo (mm)	0	100	200	300	400	500	600	700	750
1/2	21,3	40	25	40	50	63	75	100	150	175
3/4	26,7	40	25	40	50	63	75	100	150	175
1	33,4	40	25	40	63	75	75	100	150	175
1 1/4	42,2	40	25	50	63	100	75	100	150	175
1 1/2	48,3	40	40	63	75	100	75	150	150	175
2	60,3	50	40	63	75	100	75	150	200	200
2 1/2	73,0	50	40	63	75	100	100	150	200	200
3	88,9	50	40	75	100	125	100	150	200	200
3 1/2	101,6	50	40	75	100	125	100	150	200	200
4	114,3	50	40	75	100	125	125	150	200	200
4 1/2	127,0	50	50	75	100	125	125	150	200	200
5	141,3	63	50	75	100	125	125	150	200	200
6	168,3	63	50	75	100	150	125	150	200	200
8	219,1	63	50	75	100	150	125	200	200	200
10	273,0	63	50	75	100	150	125	200	200	200
12	323,8	63	50	75	100	150	150	200	200	200
14	356,0	75	50	75	100	150	200	200	200	200
16	406,0	75	50	75	100	150	200	200	200	200

Tabela 16: Espessuras Recomendadas

Condutividade Térmica (Kcal / m.h. °C)

Temperatura de Operação (°C)								
0	100	200	300	400	500	600	700	750
0,030	0,035	0,041	0,048	0,057	0,066	0,077	0,089	0,096

Tabela 17: Condutividade Térmica

1.3.1.7 Flocos

Flocos amorfos constituídos por fibras em lã de rocha com diâmetro médio entre 6 e 7 microns, isentos de resinas. Devido à sua condição amorfa preenchem quaisquer sistemas ou equipamentos de difícil acesso que requeiram isolamento térmico.

Descrição

Flocos amorfos constituídos por fibras em lã de rocha, isentos de resinas e materiais orgânicos, possuem diâmetro médio entre 6 e 7 microns.

Aplicações

Satisfazem as exigências dos mais complexos sistemas de isolamentos térmicos e acústicos. Os Flocos são recomendados para preencher quaisquer sistemas e equipamentos de difícil acesso, tais como:

- Fornos e estufas
- Torres de oxigênio
- Paredes duplas de equipamentos
- Criogenia

Propriedades

• Térmicas

Suportam picos de temperatura superiores a 1000 °C.

Sua baixa condutividade térmica resulta em excelente eficiência, provendo economia de energia.

Trabalham dentro de uma larga faixa de temperatura de -200 °C a +750 °C.

· **Acústicas**

Possuem elevados índices de absorção acústica. Conjugadas com revestimentos massivos, são freqüentemente utilizados para reduzir o nível de ruído de tubulações e equipamentos industriais.

· **Comportamento ao fogo**

Por serem incombustíveis, oferecem grande segurança em sua aplicação, transporte e armazenamento.

Montagem

Por serem amorfos, os flocos podem ser aplicados em cavidades, com maior ou menor grau de compactação. A densidade final poderá ser obtida através de um cálculo do volume a ser preenchido e da quantidade do produto utilizada. O resultado térmico será análogo ao de painéis com iguais densidades.

Norma

EB - 590

1.3.1.8 Feltro de Lamelas

Segmentos rígidos em lã de rocha, suportados por um laminado constituído de papel kraft e alumínio. São dispostos sobre o laminado com as fibras orientadas no sentido vertical, resultando um produto maleável e de grande resistência à compressão. Utilizados para isolamento termo-acústico de superfícies cilíndricas com diâmetro acima de 6 polegadas

Descrição

Segmentos rígidos em lã de rocha basáltica, suportados por um laminado constituído de alumínio, entremeado por uma trama de fios de vidro ou poliéster, que conferem a esse laminado grande resistência ao manuseio.

Os segmentos são dispostos sobre o laminado com as fibras orientadas no sentido vertical, resultando um produto maleável e de grande resistência a compressão.

Aplicação

Principalmente utilizado no isolamento térmico e acústico de superfícies cilíndricas. Adapta-se também ao isolamento de flanges, válvulas, grupos de tubulações e tanques de armazenamento e processo.

Propriedades

• Térmicas

Possui baixo coeficiente de condutividade térmica, proporcionando economia de energia com baixos investimentos.

• Acústicas

Sua alta densidade e elevados índices de absorção acústica proporcionam sensível redução na transmissão do som.

• Comportamento ao fogo

A lã de rocha basáltica é incombustível, resistindo a temperaturas de até 750°C sem modificações em sua estrutura física. Suporta picos de temperatura superiores a 1000°C, o que torna seu uso ideal para equipamentos sujeitos a súbitos desconfortos de temperatura.

• Físicas

1. Resiliência: Recupera a espessura original, após a retirada da força que causou a deformação.
2. Resistência a água: A lã de rocha basáltica é repelente a água na forma líquida devido aos ativos adicionados ao produto. O laminado aluminizado protege ainda mais o produto, mesmo antes de receber o capeamento definitivo.

Produtos especiais

Os feltros de lamelas podem ser fornecidos com acabamentos superficiais diversos, para finalidades específicas. Os acabamentos disponíveis são: PVC, alumínio reforçado, véu de vidro, véu de poliéster, tecido de vidro, etc...

Montagem

Deve ser fixado com duas cintas de alumínio de 1/2" de largura, a cada 500 mm.

Em ambientes protegidos das intempéries, não há necessidade de proteção adicional. Recomenda-se, vedar as juntas com fita de alumínio auto-adesivo.

Em tubulações e equipamentos externos, deve ser protegido com chapas metálicas lisas (espessura mínima = 0,5 mm) ou alumínio corrugado (espessura 0,40 mm).

Especificações

Produto	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
LAMEL-MAX® 48	48	25	12500	600
		40	8000	600
		50	7000	600
		60	6000	600
		75	5000	600
		90	4000	600
		100	3500	600
LAMEL-MAX® 96	96	25	12500	600
		40	8000	600
		50	7000	600
		60	6000	600
		75	5000	600
		90	4000	600
		100	3500	600

Tabela 18: Especificações

Condutividade Térmica (Kcal / m.h.°C)

Produto	Temperatura de Operação (°C) - até 300°C						
	0	50	100	150	200	250	300
LAMEL-MAX 48	0,031	0,034	0,039	0,043	0,048	0,053	0,059
LAMEL-MAX 96	0,031	0,037	0,043	0,050	0,057	0,065	0,073

Tabela 19: Condutividade Térmica

Produto	Temperatura de Operação(°C) - de 350 a 600°C					
	350	400	450	500	550	600
LAMEL-MAX 48	0,067	0,075	0,085	0,095	0,106	0,118
LAMEL-MAX 96	0,081	0,090	0,098	0,107	0,116	0,125

Tabela 20: Condutividade Térmica

Coeficientes de absorção acústica

Produto	Espessura (mm)	Frequência (Hz)				
		250	500	1000	2000	4000
LAMEL-MAX® 96	50	0,31	0,68	0,94	0,85	0,77
	75	0,43	0,83	0,95	0,65	0,73
	100	0,59	0,87	0,89	0,65	0,65

Tabela 21: Coeficiente de Absorção acústica

1.2 Silicato de Cálcio

O Silicato de Cálcio é um material isolante térmico isento de amianto, fabricado base de silicato hidratado de cálcio de alta eficiência e resistência, com reforço de fibras, que permitem temperaturas de uso de até 800 °C.

Fornecido na forma calhas de 1/2" a 10", enquanto que para diâmetros superiores é produzido sob a forma de segmentos.

Para isolamento de superfícies planas é fornecido em forma de placas nas dimensões de 36"x36" ou 36"x12", nas espessuras de 1" a 3".

1.2.1 Características

- Densidade : 200 kg/m³.
- Faixa de utilização: ambiente até 800 °C.
- Resist. a compressão
5% de deformação (material seco): 10 Kgf/cm²
- Resistência a Flexão : 4,8 Kgf/cm²
- Condutibilidade Térmica: 0,052 Kcal.m/m²h.c à 150°C.
0,067Kcal m/m²h.c à 300°C.

Tabelas de Espessuras Recomendadas

Temperaturas

Diâmetro	38°C	93°C	149°	204°	260°	316°	371°	427°	482°	538°	593°
Nominal dos	á	á	C	C	C	C	C	C	C	C	C
tubos	92°C	148°	á	á	á	á	á	á	á	á	á
		C	203°	259°	315°	370°	426°	481°	537°	592°	848°
			C	C	C	C	C	C	C	C	C
Até 1.1/2"	1"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	2.1/2"	2.1/2"	3"	3"	3"
2"	1"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"
2.1/2"	1"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"
3"	1"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"
3.1/2"	1"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"	3.1/2"
4"	1"	1"	2"	2"	2.1/2"	2.1/2"	3"	3"	3.1/2"	4"	4"
4.1/2"	1"	1"	2"	2"	2.1/2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"
5"	1"	1"	2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"	4.1/2"
6"	1"	1"	2"	2"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"	4.1/2"
8"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4.1/2"	5"
10"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3"	3.1/2"	4"	4.1/2"	4.1/2"	5"
12"	1.1/2"	2"	2"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"	4.1/2"	5"	5"
14"	1.1/2"	2"	2"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"	4.1/2"	5"	5"
Acima de 16"											
e Superfícies	1.1/2"	2"	2"	3"	3.1/2"	3.1/2"	4"	4"	4.1/2"	5"	5"
Planas											

Tabela 22: Espessuras Recomendadas

O Silicato de Cálcio se enquadra nas normas ABNT-EB 221 e PETROBRAS N-1618a.

1.3 Espuma de Poliuretano

1.3.1 Descrição

A Espuma Rígida de Poliuretano aplicada pelo processo de "Injeção e Spray (Foam in Place)" é produzida pela reação Polimérica de Poliesteres e Poliéteres homogenizados com Poli-isocianato mediante catálise na presença dos agentes de expansão físico-químicos, estabilizadores e aditivos.

Enquanto as reações poliméricas ocorrem na mistura durante o aquecimento espontâneo (Reação Exotérmica), inicia-se a formação do gás, o qual é retido no material, formando células fechadas.

A expansão final corresponde a uma proporção de 15 á 30 vezes o volume original das matérias primas.

Após o Término da reação a espuma adquire as seguintes características:

1.3.2 Características

Densidade: 35 (+ ou – 3) Kg/m³ (ASTM C-302)

Células Fechadas (Mínimo): 90% (ASTM D 2856)

Resistência à compressão: 2,0 Kgf/cm² (ASTM C-446)

Resistência a Flexão: 2,0 Kgf/cm² (ASTM C-446)

Condutividade Térmica á 24°C: 0,016 Kcal.m/m².h. °C (ASTM C-335)

Absorção máxima a água: 0,025 g/cm² (ASTM D-2842)

Permeabilidade Máxima do Vapor de água: 2g. m²/m a 24 horas (DIN 53122)

Combustibilidade: Auto-Extinguível (ASTM D-3014)

1.3.2 Considerações Técnicas

A aplicação de espuma rígida de poliuretano pelo processo de “Injeção” deve obedecer a alguns cuidados especiais de forma a se obter uma espuma com as características indicadas.

Entre as recomendações habitualmente emitidas ao pessoal de campo que vai operar o equipamento constam as seguintes:

- Isolamento térmico deve ser executado em superfícies, cuja temperatura esteja entre 20 e 60°C.
- Material isolante deverá ser aplicado quando as condições atmosféricas forem favoráveis, isto é, quando se verificarem as seguintes condições:
 - Umidade relativa do ar menor ou igual a 80%.
 - Temperatura ambiente superior à 10 °C.
 - Deve ser dada especial atenção a temperatura das materiais primas que serão usadas na mistura, a fim de não afetar sua qualidade final.

Na determinação da espessura econômica em equipamentos que operam a temperaturas menores que a temperatura ambiente, leva-se em consideração não só o ganho de calor admissível, como também a temperatura superficial do isolamento a qual deve ser inferior ao ponto de orvalho, de forma a se evitarem eventuais condensações do vapor de água contido o ar que envolve o equipamento.

O ganho de calor que se verifica através do isolamento no sentido ambiente superfície do equipamento e função do gradiente de temperatura e, conseqüentemente, será tanto menor quanto maior for a espessura do material isolante.

Tabelas de Espessuras Ideais:

Diâmetro Nominal dos tubos	Temperaturas					
	+15°C á -15°C	-16°C á -33°C	-34°C á -47°C	-48°C á -62°C	-63°C á -77°C	-78°C á -92°C
1/2"	3/4"	1"	1.1/2"	1.1/2"	1.1/2"	2"
3/4"	1"	1"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2"
1"	1"	1"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2"
1.1/2"	1"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"
2"	1"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"
2.1/2"	1"	1.1/2"	1.1/2"	2"	2.1/2"	2.1/2"
3"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	2.1/2"
4"	1"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"
6"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	2.1/2"	3"
8"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3"
10"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"
12"	1.1/2"	2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"
Acima de 14" e Superfícies Planas	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	4"

Tabela 23 : Espessuras Ideais

Obs. : Temperatura ambiente 24°C e umidade relativa do ar em até 80%.

1.4 Fibra de Vidro

Tubos:

Os tubos de lã de vidro, são constituídos por fibras de vidro, aglomeradas com resinas sintéticas especiais incombustíveis, imputrescíveis, com alto poder isolante termo-acústico e moldados em tubos bipartidos em diversas espessuras.

Superfícies Cilíndricas

TEMP. (°C)	50		100		150		200		250		300		350		400		450	
Coef. De Condut.	0,030		0,033		0,037		0,041		0,046		0,051		0,058		0,064		0,072	
Diâmetro Nominal	E	Tff	E	Tff	E	tff	E	Tff	E	tff	E	Tff	E	Tff	E	tff	E	Tff
1/2"	25	22	25	26	40	26	40	29	50	30	50	33	63,5	33	63,5	37	75	37
3/4"	25	22	25	26	40	26	40	30	50	31	50	34	63,5	34	63,5	38	75	38
1"	25	22	25	27	40	27	40	31	50	31	63,5	31	63,5	35	75	35	75	39
1.1/4"	25	22	25	27	40	27	50	29	50	32	63,5	32	75	33	100	31	100	34
1.1/2"	40	21	40	24	40	28	63,5	27	63,5	29	75	30	75	33	100	32	100	35
2"	40	22	40	24	40	28	63,5	27	63,5	30	75	31	75	34	100	33	100	36
2.1/2"	40	22	40	25	50	26	63,5	27	75	29	75	32	100	31	100	34	125	33
3"	40	22	40	25	50	27	75	26	75	29	100	29	100	31	125	31	125	33
3.1/2"	40	22	40	25	50	27	75	27	75	29	100	29	125	29	125	31	125	34
4"	40	22	40	25	63,5	25	75	27	75	30	100	29	125	29	125	31	125	34
5"	50	21	50	24	63,5	26	75	27	75	20	100	30	125	29	125	32	125	35
6"	50	21	50	24	63,5	26	75	25	75	27	100	30	125	30	150	30	150	33
8"	50	21	50	24	63,5	26	100	26	100	28	125	28	150	29	150	31	150	34
10"	50	22	50	25	75	25	100	26	100	28	125	28	150	29	150	31	175	32
12"	50	22	50	25	100	24	100	26	100	28	125	29	150	29	175	30	175	32
14"	50	22	50	25	100	24	100	26	100	28	150	27	150	30	175	30	200	31

Tabela 24: Espessura do Isolante

Obs.: E = Espessura do isolante em mm

tff = Temperatura superficial externa (Face Fria) (°C)

Coeficiente de Condutibilidade térmica em (Kcal/m.h.°C)

Condições Admitidas: Temperatura Ambiente = 25°C

Emissividade = 0,20

Velocidade do ar = 0 m/s

Mantas (MI):

As mantas flexíveis de fibra de vidro são materiais isolantes termo-acústico, incombustíveis, constituídas de fibras finas de vidro, isentas de resina e aglomerante, tendo em uma das suas faces, uma tela de arame galvanizado de malha hexagonal.

Painéis (PSI):

Os painéis de lã de vidro, são constituídos por fibras finas de vidro, aglomeradas com resinas sintéticas especiais incombustíveis, imputrescíveis, com alto poder isolante termo-acústico. São fabricados sob a forma de painéis semi-rígidos (20 e 30 Kg/m³) e rígidos (40 e 60 Kg/m³).

Temp. De Opera ção (°C)	Produtos Recomend ados	Coef. De Condu t. Térmi ca	ESPESSURA DO PRODUTO															
			25mm		50mm		75mm		100m m		125m m		150m m		175m m		200m m	
			Q	tff	Q	Tff	Q	tff	Q	tff	Q	tff	Q	tff	Q	tff	Q	Tff
50	FSB-20/PSI-20	0,033	35	23	19	22	13	21	10	21	8	21	6	21	6	21	5	20
	PSI-30	0,031	33	23	18	22	12	21	9	21	7	21	6	21	5	21	5	20
	PSI-40/MI-540	0,030	32	23	17	22	12	21	9	21	7	21	6	21	5	21	4	20
	PSI-60/MI-560	0,029	31	23	16	22	11	21	8	21	7	21	6	21	5	20	4	20
100	FSB-20/PSI-20	0,037	103	30	55	26	38	24	29	23	23	22	19	22	17	22	15	21
	PSI-30	0,034	96	30	51	25	35	23	26	23	21	22	18	22	15	22	13	21
	PSI-40/MI-540	0,033	93	29	50	25	34	23	26	23	21	22	17	22	15	21	13	21
	PSI-60/MI-560	0,032	91	29	48	25	33	23	25	22	20	22	17	22	14	21	13	21
150	FSB-20/PSI-20	0,043	191	39	103	30	70	27	54	25	43	24	36	24	31	23	27	23
	PSI-30	0,040	179	38	96	30	66	27	50	25	40	24	34	23	29	23	25	23
	PSI-40/MI-540	0,037	168	37	90	29	61	26	46	25	37	24	31	23	27	23	24	22
	PSI-60/MI-560	0,036	164	36	87	29	60	26	45	25	36	24	30	23	26	23	23	22
200	PSI-30	0,046	280	48	152	35	104	30	79	28	64	26	54	25	46	25	40	24
	PSI-40/MI-540	0,041	254	45	136	34	93	29	71	27	57	26	48	25	41	24	36	24
	PSI-60/MI-560	0,039	243	44	130	33	89	29	68	27	54	25	46	25	39	24	34	23
250	PSI-30	0,053	402	60	220	42	152	35	116	32	94	29	78	28	68	27	59	26
	PSI-40/MI-540	0,047	364	56	198	40	136	34	103	30	83	28	70	27	60	26	53	25
	PSI-60/MI-560	0,043	338	54	182	38	125	32	95	29	76	28	64	26	55	26	48	25
300	PSI-40/MI-540	0,053	490	69	268	47	185	38	141	34	114	31	96	30	82	28	72	27
	PSI-60/MI-560	0,047	443	64	241	44	165	37	126	33	101	30	85	29	73	27	64	26
350	PSI-40/MI-540	0,060	639	84	354	55	244	44	187	39	151	35	127	33	109	31	96	30
	PSI-60/MI-560	0,051	559	76	305	51	210	41	160	36	129	33	109	31	93	29	82	28
400	PSI-60/MI-560	0,056	695	90	383	58	264	46	202	40	163	36	137	34	118	32	104	30
450	PSI-60/MI-560	0,061	843	104	468	67	323	52	247	45	208	40	168	37	145	34	127	33

500	MI-560	0,067	1.0 15	12 1	56 7	77	39 4	59	30 1	50	24 4	44	20 5	41	17 7	38	15 6	36
550	MI-560	0,075	1.2 23	14 2	69 1	89	48 2	68	37 0	57	30 0	50	25 2	45	21 8	42	19 2	39

Tabela 25: Espessura do Isolante

Obs.: Q = Perda de Calor através da Isolação (Kcal/m².h)

t_{tf} = Temperatura superficial externa (Face Fria) (°C)

Coeficiente de Condutibilidade térmica em (Kcal/m.h.°C)

Condições Admitidas: Temperatura Ambiente = 25°C

Emissividade = 0,20

 Espessuras que proporcionam máxima eficiência com o menor investimento possível.

1.5 Sílica Diatomácea

Denominação usual de um produto usado tanto para isolantes como para refratários, até 1.040°C. Similar, nas suas matérias-primas e processos de fabricação, ao silicato de cálcio.

O produto final apresenta as seguintes qualidades:

- Incombustibilidade: não queima nem propaga chamas.
- Resistência mecânica: não deforma sob carga
- Estabilidade dimensional: não há alterações na espessura.
- Leveza: não exige maiores esforços para aplicação.
- Quimicamente estável: não ataca nem apodrece.
- Resistência à água: não é afetado pela água.
- Baixa condutividade: não apresenta variações excessivas.

A ABNT, através da EB 231 (em revisão) - Isolantes Térmicos Pré-Moldados de Sílica

Diatomácea, que normaliza este produto, fixando as condições para materiais de isolamento térmico até 1.040°C , tem a seguinte definição deste produto, em seu item 3.1:

“Sílica diatomácea: nome comercial pelo qual é conhecida uma mistura de terra diatomácea ou diatomita, aglomerante inorgânico e outros minerais, possuindo as propriedades definidas nesta Norma”

Características	Valores	Unidades
Massa Específica aparente (máx)	416	kg/m ³
Condutibilidade térmica máximas às temperaturas de:		
250 °	0,096	kcal.m/m ² .h.°
400 °	0,104	kcal.m/m ² .h.°
540 °	0,109	kcal.m/m ² .h.°
Resistência mínima à compressão a 5% de deformação		
Material seco	448	kPa
Resistência à flexão	(A)	kPa
Alterações provocadas pela exposição durante 14 horas à temperatura máxima de trabalho:		
Condição linear (máx)	4,8	%

Tabela 26: Especificações

2 Relatório sobre visitas técnicas

Em nossa visita técnica a empresa Bayer que é um dos maiores complexos químicos do mundo, conta com mais de 125 anos de produção e pesquisa. Tem participação em aproximadamente 460 empresas em cerca de 70 países.

No Brasil atua desde 1896 e tem , atualmente 4000 colaboradores e cerca de 1200 produtos. A matriz da empresa fica no bairro de Socorro em São Paulo e suas atividades industriais estão concentradas no seu parque fabril de Belford Roxo, no Rio de Janeiro, com diversas fábricas ocupando uma área total de 1,5 milhões de m².

Neste complexo, destacam-se as unidades de fabricação de MIDI polimérico (20.000 Ton/ano), polióis formulados e isocianatos modificados (10.000 Ton/ano) e a recém inaugurada unidade de MIDI-Monomérico (6000 Ton/ano) produto fabricado de acordo com padrão internacional de qualidade e destinado ao mercado de elastômeros de PUR (fibras, solados, peças técnicas de elastômeros e TPU).

A Bayer do Brasil dota um processo totalmente verticalizado em suas plantas de produção de Poliuretanos, onde fabrica todas a matérias-primas básicas permitindo desta forma, plena auto-suficiência para sua linha de produtos.

Na visita realizada, pudemos conhecer, nas instalações situadas em São Paulo, os laboratórios de análise, onde são ensaiadas amostras de produtos para venda, ou ainda são analisadas amostras de clientes para a verificação de sua qualidade. Também são feitos ensaios em escala piloto para produção de geladeiras, freezers, câmaras industriais, com a finalidade de auxiliar no desenvolvimento de tecnologia para clientes da Bayer que operam nesse ramo. Assistimos a uma explanação, quando nos foi explicado o processo produtivo de poliuretanos, utilizados na produção de peças para automóveis (tais como pára-choques, volantes, forros, bancos, painéis), e também empregados em geladeiras, freezers, e ainda na construção civil.

Poliuretanos e CFCs.

A fonte de matérias primas para a produção do poliuretanos é basicamente o petróleo. Os poliuretanos são produzidos basicamente pela mistura de dois produtos primários, um poliisocianato e um poliol. Isocianatos tecnicamente importantes provêm de derivados de aromáticos (Benzeno) e os polióis de derivados alifáticos.

Várias combinações de poliisocianatos e polióis, assim como outros aditivos e reagentes químicos, proporcionam a base tecnológica que viabiliza a aplicação do poliuretano.

A correta especificação e controle das matérias primas, bem como a técnica de processamento por meio de equipamentos adequados, permite definir, através de reações como ou sem expansões, as características e propriedades dos poliuretanos.

Sistemas de poliuretanos que resultam em reação de expansão exigem a presença de agentes de expansão que podem ser dióxido de carbono, ar ou líquidos de baixo ponto de ebulição, como os fluorclorocarbonos.

Formulações que incorporam CFCs são comumente utilizadas , de acordo com aplicação desejada, para se obter determinados requisitos do poliuretano , tais como , densidade, dureza, fluidez e ajuste de viscosidade.

Entretanto, estudos atuais sobre o meio ambiente nos mostram que CFC dispersos na atmosfera têm contribuído para a redução da camada de Ozônio que envolve o globo terrestre, o que acarretará em pouco tempo sérios problemas para o ecossistema.

Neste campo, a Bayer, através de intensivos trabalhos, vem dando sua contribuição para a solução do problema, apresentando novos sistemas de matérias primas com redução ou eliminação de CFCs, uso de agentes de expansão alternativos mais compatíveis com o meio ambiente e refinamento dos métodos e processos de fabricação.

A extrema versatilidade de aplicação das espumas rígidas de PU propicia cada vez mais seu uso nos diversos ramos da indústria de isolamento térmico. Processos de aplicação por spray , enchimentos de cavidades , injeção e fixação de peças, nas mais variadas formas obtidas por laminação e modelação de blocos de espuma rígida, permitem ampla utilização nos segmentos das indústrias de refrigeração e construção civil.

A baixa condutividade térmica obtida permite a redução das espessuras de isolamentos, proporcionando maior rendimento térmico dos equipamentos e economia de energia.

A Bayer dispõe de moderno sistemas de aplicação das espumas rígidas de PU na indústria de refrigeração, que permitem rápidos ciclos de produção e com redução de até 50 % na utilização de agentes expansores CFCs , sem alteração nos características finais do produto.

O sistema de aplicação das espumas rígidas de PIR (poliisocianurato) foi desenvolvido especialmente para aplicação em equipamentos de produção contínua, para

fabricação em larga escala de telhas e elementos divisórios do tipo “ sanduíche “ , utilizado na indústria civil.

Com excelente aderência aos materiais de revestimento, com alto grau de resistência à chama e propiciando ótimo isolamento térmico e acústico, é a solução futura para construção de casas e galpões , fábricas e prédios , através de um processo muito econômico de produção e montagem.

3 Comparação dos isolantes térmicos

Demonstrando uma tabela comparativa entre algumas propriedades de materiais diversos podemos ter uma melhor idéia mais clara de suas aplicações:

TUBERA	MATERIAL (Composição)	Máximo Temp. de uso admissível °C	Densidade típica (g/cm³)	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA K e TEMPERATURA MÉDIA °C													
				-100	-75	-50	-25	0	25	50	75	100	150	200	250	300	350
Válvulas e Fletos	Pilares suportados externos, suportados ou vãos	1.200	5.10									0,25	0,32	0,39	0,34		
	Materiais com suporte metálico	1.000	2.540									0,38	0,31	0,40	0,60		
	Pilares suportados internos de vãos	300	0,40				0,22	0,26	0,27	0,28	0,30	0,32	0,40	0,55			
	Isolantes, fletos regulados para regulados	0,20	0,20				0,29	0,36	0,27	0,28	0,29	0,33	0,40	0,57			
		1,0					0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,26	0,31			
		1,0					0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,32	0,40			
		1,0					0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,28	0,39			
	Materiais isolantes fletos com regulados	1,00	0,40				0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,40	0,55			
		0,20					0,28	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,40	0,55			
		1,0					0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,40	0,55			
		1,0					0,23	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,39	0,51		
		1,0					0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,30	0,39	0,51		
	Pilares com regulados regulados	0,20	0,40				0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,39	0,51			
		0,20		0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,34			
		1.000	2,5											0,33	0,40	0,60	
	Condutores internos fletos metálicos fletos de ligação fletos regulados e metálicos fletos de ligação fletos de ligação fletos de ligação	1,00	1,0						0,20	0,20	0,20	0,20					

Tabela 27: Comparação entre Condutibilidades Térmicas I

TUBERA	MATERIAL (Composição)	Máximo Temp. de uso admissível °C	Densidade típica (g/cm³)	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA K e TEMPERATURA MÉDIA °C													
				-100	-75	-50	-25	0	25	50	75	100	150	200	250	300	350
Válvulas e Fletos	Agulhas (Acabamento) papéis de isolamento fletados fletados e papéis de isolamento fletados	1,00	0,4									0,40	0,45	0,50	0,60		
	Isolantes	1,00	11,0									0,50	0,57	0,65			
	Isolantes	1,00	11,0									0,48	0,51	0,54			
	Isolantes	1,00	11,0									0,47	0,50	0,53			
	Isolantes de vãos	1,00	11,10									0,52	0,57	0,62	0,75	0,80	0,85
	Isolantes regulados	0,20	0			0,22	0,23	0,25	0,26	0,28	0,32	0,40	0,44	0,50			
	Isolantes regulados	1,00	0,10												0,44	0,50	0,55
		1,00	0,10												0,40	0,45	0,50
	Isolantes regulados regulados regulados regulados	0,20	0,10	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,30			
		0,20							0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,30		
	Agulhas reguladas, fletos regulados regulados	1,00	1,10					0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,30	0,34		
	Agulhas reguladas regulados regulados	1,00	10,15									0,31	0,35	0,40	0,50		
		1,00	10,24									0,30	0,32	0,42	0,52	0,60	0,75
	Isolantes regulados regulados regulados	1,00	10,15									0,33	0,36	0,40	0,50		

Tabela 28: Comparação entre Condutibilidades Térmicas II

PROBLEMA	MATERIAL e Temperatura	Máximo Tempo de uso segurança*	Eficácia e classe (kg/cm²)	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA K e TEMPERATURA AMBIENTE °C													
				100	75	50	25	0	25	50	75	100	200	300	500	700	900
Materiais propostos para isolamento em paredes e tetos	Concreto (sem armadura)	330	6,5 a					0,24	0,25	0,26	0,27	0,28					
	Concreto com armadura e proteção termoisolante de cobertura	330	7 a 8					0,23	0,24	0,25	0,26	0,27					
	P. Isolamento rígido e flexível	130 *	2	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25					
	Alumínio	170	1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20					
	Isolamento ** B. L. Esp.	210	1,5 a 2,5	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24			
	Isolamento flexível (espuma)							0,20	0,21	0,22	0,23	0,24					
	Fibras resistentes a altas temperaturas de isolamento de cobertura	150	20					0,28	0,30	0,31	0,32						
Isolamento resistente	Fibras resistentes a altas temperaturas de isolamento de cobertura	1800	20 a 30									0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35

Tabela 29: Comparação entre Condutibilidades Térmicas III

Através da análise das tabelas e da própria recomendação dos fabricantes podemos citar que para isolamentos de baixas temperaturas é aconselhável utilização de polímeros, tanto por seu menor custo em grande escala de comercialização como também pela maior facilidade de manuseio e características físicas e mecânicas.

Anexo 2

Considerações sobre a construção de câmaras frigoríficas

1 PAREDES E TETOS	3
2 PISOS	4
3 ISOLAMENTO DA CÂMARA	5
4 IMPERMEABILIZAÇÃO DA CÂMARA	7
5 PORTAS FRIGORÍFICAS	7

1 Paredes e Tetos

O isolante deve ser sempre aplicado em duas camadas contrafiadas porque assim não haverá nenhum ponto com falha de isolamento (emenda das placas).

Para melhor fixar o isolante podem ser adotados sarrafos ou arames com chumbadores. A simples colagem do isolante com asfalto de baixo ponto de pressão não é aconselhável.

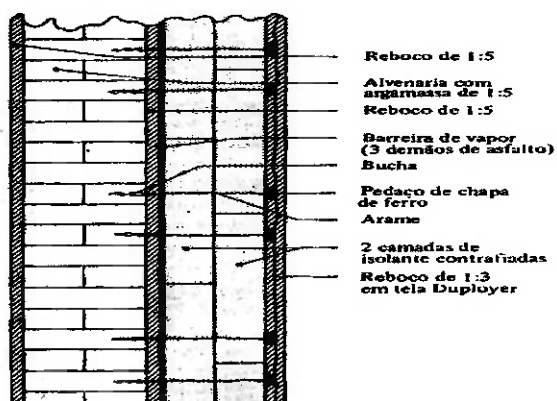


Figura 1: Parede sem espaço de ar

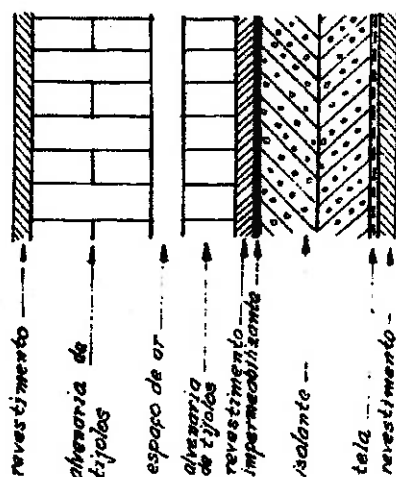


Figura 2: Parede com espaço de ar

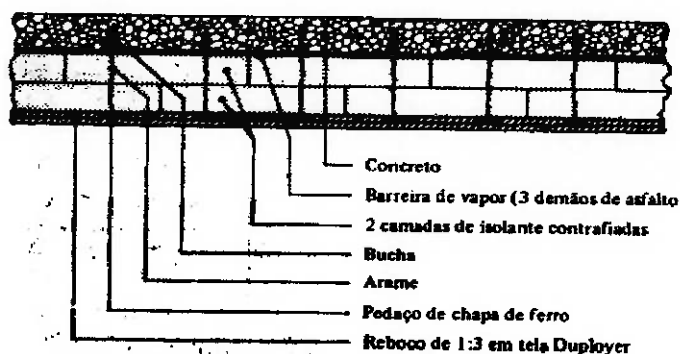


Figura 3: Teto

2 Pisos

Nos pisos de concreto, o isolante é lançado em duas camadas contrafiadas (pelo mesmo motivo apresentado no item anterior) simplesmente coladas com asfalto e, protegidas por lage de concreto para uniformização da carga.

Para pisos térreos com câmaras de temperaturas superiores a 0°C uma simples drenagem do solo é suficiente.

Quando se trata de câmaras de temperatura, inferiores a 0°C o piso não pode ser colocado diretamente sobre o solo, pois, por mais espesso que seja o isolamento, com o tempo o solo também chega a uma temperatura abaixo de 0°C e, conseqüentemente, haverá o congelamento da água presente no solo, que com o aumento do volume pode chegar a destruir o próprio piso da câmara.

Para evitar o congelamento do solo pode-se adotar : porão ventilado, tubos ventiladores ou através de resistências elétricas colocadas diretamente sobre o concreto (nesse caso coloca-se uma armadura de ferro sobre as resistências para permitir a melhor distribuição da temperatura, a qual é controlada por termostatos colocados em diversos pontos do piso).

Deve-se ressaltar que o importante é impedir que a terra sob a câmara fique abaixo de 0°C , portanto, qualquer solução que atenda a esse fim será satisfatória.

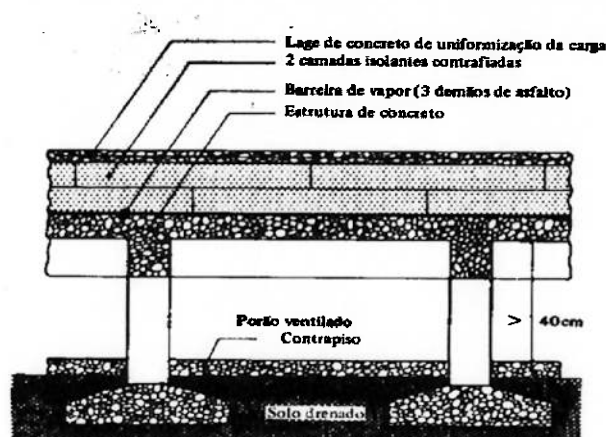


Figura 4: Piso com Porão Ventilado

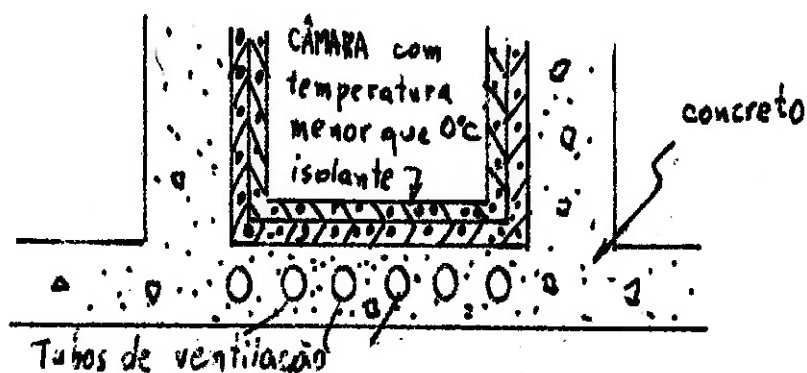


Figura 5: Piso com Tubos de Ventilação

3 Isolamento da câmara

Tanto em estruturas de alvenaria como em estruturas de concreto o isolante é aplicado de maneira contínua em todas as superfícies de modo a criar uma câmara estanque (Figura 6).

Nas paredes divisórias o isolante deve ser colocado nos dois lados da parede.

Se a espessura usada para cada lado for a metade da especificada no cálculo da estrutura será necessário um recobrimento adicional de isolante (Figura 6).

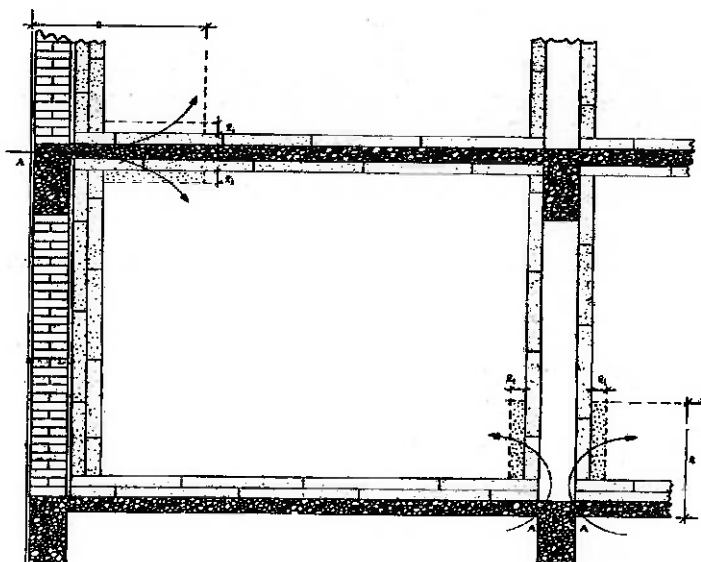


Figura 6: Recobrimento Adicional de Isolante

Se o isolamento do forro tiver que ser aplicado por cima da lage, deve-se ter o cuidado de se fazer uma faixa de recobrimento por baixo do isolamento (Figura 7).

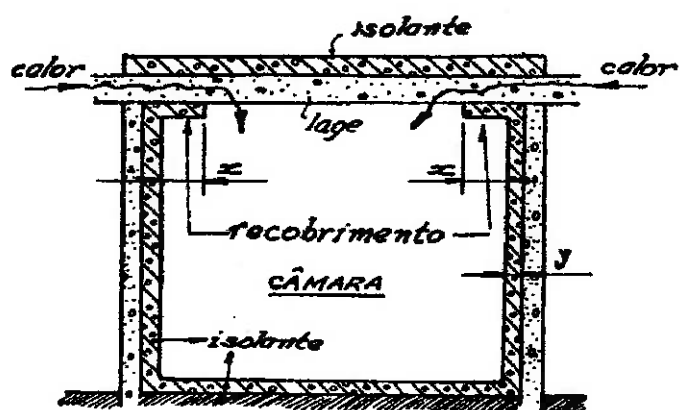


Figura 7: Faixa de Recobrimento de Concreto

4 Impermeabilização da Câmara

A impregnação de um isolante com água reduz a sua capacidade de isolamento.

Assim para cada aumento de 1% no teor em peso de umidade de um isolante, sua condutividade térmica aumenta de 1 a 3%.

Por outro lado a existência de água no isolamento de câmaras que trabalham abaixo de 0 °C possibilita o congelamento da mesmas, com a conseqüente destruição do isolante.

A penetração de umidade nos isolantes é devida a 2 fatores:

- a permeabilidade ao vapor d'água
- a ação higroscópica do material.

Assim havendo uma diferença de pressão do vapor entre as duas superfícies do isolante (a pressão do vapor do lado quente é sempre maior do que a pressão do vapor do lado frio) este será sede de um fluxo de vapor no sentido das pressões decrescentes, semelhante ao fluxo térmico que se verifica no sentido das temperaturas decrescentes.

Nessas condições a camada impermeabilizante, também chamada de barreira de vapor, deve-se sempre colocada no lado quente, pois, sendo assim, a umidade não chega a alcançar o isolamento.

A condutividade do vapor dos materiais é caracterizada por um coeficiente semelhante ao da condução térmica, que recebe o nome de permeabilidade.

5 Portas Frigoríficas

As portas para câmaras frigoríficas devem ser providas de isolamento. A espessura do isolamento deve ser sempre que possível igual a do isolamento das paredes.

Por motivo de segurança a porta deve possuir sempre um dispositivo para abrir por dentro.

A gacheta da porta não deve permitir a penetração de ar na câmara quando esta estiver fechada.

Para câmaras com temperatura interna superior a 0 °C a porta pode ser apenas encaixada.

Para câmaras com temperatura interna superior a 0 °C a porta é de encosto , por causa do perigo de congelamento do vapor de água entre a porta e o batente, empenando assim a porta (algumas câmaras possuem um dispositivo para degelo das partes em contato).

Se as câmaras têm ligação direta com o exterior (sem antecâmaras) deve-se evitar grandes penetrações de calor através da porta quando a mesma está aberta, portanto, adota-se uma proteção adicional que pode ser uma cortina de ar ou uma porta de vai e vem de plástico.

Anexo 3

Comparação entre o método utilizado para o cálculo da carga térmica no trabalho e o proposto pela ASHRAE

1 INTRODUÇÃO	3
2 MODELO TEÓRICO PARA A CARGA TÉRMICA DE INFILTRAÇÃO	3
2.1 CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA SENSÍVEL E LATENTE PARA ESCOAMENTO TOTALMENTE ESTABELECIDO	4
2.2 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE TEMPO DE ABERTURA DA PORTA.....	5
2.3 DETERMINAÇÃO DO FATOR DO ESCOAMENTO NA ENTRADA	5
2.4 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA PORTA.....	6
3 DETERMINAÇÃO DA CARGA TÉRMICA DE INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DA ASHRAE	6
4 COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS MÉTODOS.....	8
5 CONCLUSÕES	9

1 Introdução

A ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – adota um outro modelo matemático para a determinação da carga térmica se comparado com o modelo apresentado no trabalho.

A diferença básica entre os modelos está presente na determinação da carga térmica de infiltração.

Será apresentado um estudo teórico desse novo modelo e uma posterior comparação dos resultados entre o modelo proposto pela ASHRAE e o adotado durante o trabalho.

2 Modelo teórico para a carga térmica de infiltração

Conforme dito anteriormente a carga térmica de infiltração é a parcela da carga térmica correspondente ao valor do ar de ventilação que atinge a câmara através de suas aberturas.

A equação que a ASHRAE apresenta a seguinte equação para tal fenômeno:

$$Q_t = q * D_t * D_f * (1 - E) \quad \text{Kcal/ 24h}$$

Aonde: q : carga térmica sensível e latente para escoamento totalmente estabelecido (Kcal/24h)

D_t : fator de tempo de abertura da porta

D_f : fator do escoamento na entrada

E: eficiência da porta

2.1 Cálculo da carga térmica sensível e latente para escoamento totalmente estabelecido

Gosney e Olama (1975), apud ASHRAE 1994, estabeleceram a seguinte equação para troca de ar em escoamentos totalmente estabelecidos:

$$q = 4811,76 * A * (H_e - H_i) * \rho_i * \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_i}\right)^{0,5} * (g * H)^{0,5} * F_m \text{ Kcal/24h}$$

Aonde: A: área da entrada (m²)

H_e: entalpia externa (Kcal/Kg)

H_i: entalpia interna (Kcal/Kg)

ρ_e: massa específica do ar externo (Kg/m³)

ρ_i: massa específica do ar interno (Kg/m³)

g: aceleração da gravidade local (m/s²)

H: altura da entrada

F_m: fator de massa específica

Aonde:

$$F_m = \left(\frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_e} \right)^{0,5}} \right)^{1,5}$$

2.2 Determinação do fator de tempo de abertura da porta

Para cíclico, irregular e constante utilização da porta, única ou combinada, o fator de tempo de abertura da porta D_t pode ser calculado por:

$$D_t = \frac{(P * \theta_p + 60 * \theta_o)}{3600 * \theta_d}$$

Aonde: P: número de passagens pelas entradas

θ_p : tempo abertura-fechamento da porta (s/entrada)

θ_o : tempo que a porta fica aberta (min)

θ_d : período de tempo do dia (h)

O valor de θ_p para portas convencionais é de aproximadamente 25 s por passagem pela entrada e de 10 a 15 s por passagem para portas de alta velocidade. θ_o e θ_d devem ser fornecidos pelo usuário.

2.3 Determinação do fator do escoamento na entrada

O fator do escoamento na entrada D_f é a razão entre a troca de ar real e o escoamento totalmente estabelecido. Escoamento completamente estabelecido só ocorre no caso de uma porta aberta na direção de uma grande sala ou do ambiente externo, aonde o fluxo de saída (em baixa temperatura) não encontra nenhum obstáculo em seu caminho e pode escapar rapidamente da vizinhança da porta. Nessas condições $D_f = 1,0$.

O fator D_f para portas operadas ciclicamente com um diferencial de temperatura inferior a 11,1 °C é 1,1 e, para um diferencial de temperatura maior, adota-se $D_f = 0,8$.

2.4 Determinação da eficiência da porta

A eficiência E é estimada em 0,95 para portas corrediças, de dobradiças ou de sobrepor recém instaladas. Entretanto, dependendo do nível de utilização e da manutenção da porta, E pode rapidamente diminuir para 0,8 em câmaras de congelamento ou 0,85 nos outros tipos de câmaras. A efetividade das cortinas de ar varia desde um nível muito baixo até 0,7.

3 Determinação da carga térmica de infiltração através do método da ASHRAE

Nessa parte a carga térmica de infiltração será determinada utilizando os mesmo valores que foram adotados na resolução do exemplo do item 11 do trabalho.

$$q = 4811,76 * A * (H_e - H_i) * \rho_i * \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_i}\right)^{0,5} * (g * H)^{0,5} * Fm$$

Seja: $A = 4 \text{ m}^2$ (parâmetro novo)

$H_e = 23,88 \text{ Kcal/Kg}$ (para $T_{BS} = 32 \text{ °C}$ e $T_{BU} = 26 \text{ °C}$)

$H_i = 7,4 \text{ Kcal/Kg}$ (para $T_i = 2 \text{ °C}$ e umidade relativa interna = 82 %)

P (Pressão) = 101325 Pa (pressão atmosférica)

$R_{ar} = 292,6 \text{ J/Kg} \cdot \text{K}$

$T_e = 32 \text{ °C}$

$$\rho_e = \frac{P}{R_{ar} * T} = \frac{101325}{292,6 * (32 + 273)} = 1,135 \text{ Kg/m}^3$$

$$T_i = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_i = \frac{101325}{292,6 * (2 + 273)} = 1,259 \text{ Kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H = 2 \text{ m (parâmetro novo)}$$

$$Fm = \left(\frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_e} \right)^{0,5}} \right)^{1,5} = \left(\frac{2}{1 + \left(\frac{1,259}{1,135} \right)^{0,5}} \right)^{1,5} = 0,961$$

Portanto,

$$q = 4811,76 * 4 * (23,88 - 7,4) * 1,259 * \left(1 - \frac{1,135}{1,259} \right)^{0,5} * (9,8 * 2)^{0,5} * 0,961$$

$$q = 533207,55 \text{ Kcal/24h}$$

$$Qt = q * Dt * Df * (1 - E)$$

$$\text{Seja: } q = 533207,55 \text{ Kcal/24h}$$

$$D_t = \frac{(P * \theta_p + 60 * \theta_o)}{3600 * \theta_d}$$

$$\text{Aonde: } P = 40$$

$$\theta_p = 25 \text{ s}$$

$$\theta_o = 80 \text{ min}$$

$$\theta_d = 24 \text{ h}$$

$$D_t = \frac{(40 * 25 + 60 * 80)}{3600 * 24} = 0,067$$

$$D_f = 0,8$$

$$E = 0,8$$

Portanto,

$$q_t = 533207,55 * 0,067 * 0,8 * (1 - 0,8) = 5715,98 \text{ Kcal/24h}$$

4 Comparação entre os dois métodos

Nessa parte será feita uma comparação entre os dois métodos. Inicia-se essa comparação pelo quadro abaixo:

	Carga Térmica de Infiltração
Método utilizado	37997,95 Kcal/24h
Método Ashrae	5715,98 Kcal/24h

Tabela 1: Quadro comparativo carga térmica de infiltração

O método utilizado no trabalho estima uma carga térmica de infiltração 6,65 vezes maior. Essa diferença modifica a carga térmica total (para a câmara de poliuretano projetada no trabalho) conforme ilustrado no quadro a seguir:

	Carga Térmica Total
Método utilizado	26484,56 Kcal/h
Método Ashrae	24258,98 kcal/h

Tabela 2: Quadro comparativo carga térmica total

A carga térmica total, quando calculada pelo método proposto pela ASHRAE, é 9,17% menor.

5 Conclusões

Primeiramente é apresentada uma análise da contribuição de cada carga térmica na constituição da carga térmica total, conforme apresentado no gráfico abaixo:

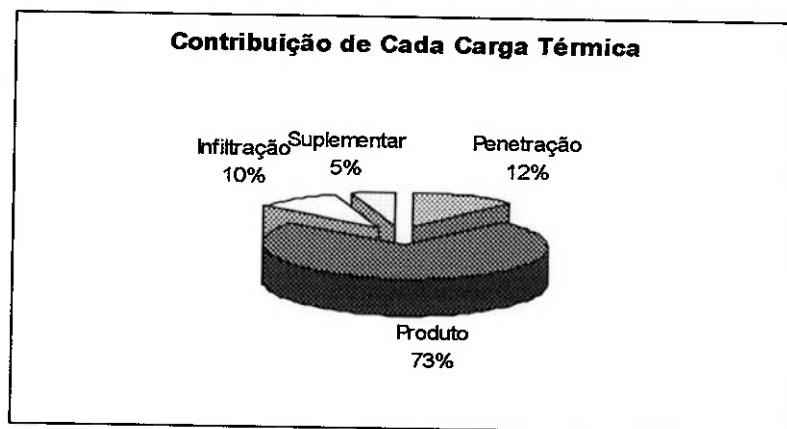


Gráfico 1: Contribuição de cada carga térmica

A carga térmica de infiltração corresponde a 10 % da carga térmica total, o que explica o fato de que, apesar da carga térmica de infiltração ser 6,65 vezes menor quando calculada pelo método da ASHRAE, a carga térmica total foi reduzida em apenas 9,17 %.

ANEXO 4

Código do Programa em Visual Basic

- Formulário de Abertura

Private Sub Inicial_Click()

 Titulo.Show

 Principal.Show

 Unload Me

End Sub

- Formulário Cabeçalho

Não apresenta nenhum código

- Formulário Menu Principal

Option Explicit

Private Sub Command1_Click()

Lados.Show

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Produto1.Show

End Sub

Private Sub Command3_Click()

Infiltracao.Show

End Sub

Private Sub Command4_Click()

Diversos.Show

End Sub

Private Sub Command5_Click()

Dados.Show

End Sub

Private Sub Command6_Click()

Unload Titulo

Unload Me

End Sub

Private Sub Command7_Click()

Dim parcial As Double

parcial = 0

```
If IsNumeric(Me.Pen.Text) Then parcial = CDbI(Me.Pen.Text)
If IsNumeric(Me.Text2.Text) Then parcial = parcial + CDbI(Me.Text2.Text)
If IsNumeric(Me.Text3.Text) Then parcial = parcial + CDbI(Me.Text3.Text)
If IsNumeric(Me.Text4.Text) Then parcial = parcial + CDbI(Me.Text4.Text)
If IsNumeric(parcial) Then Me.Text1.Text = parcial
If IsNumeric(Me.Text5.Text) Then parcial = parcial * (1 +
CDbI(Me.Text5.Text) / 100)
If IsNumeric(parcial) Then Me.Text6.Text = parcial
If IsNumeric(Me.Text7.Text) Then parcial = parcial / CDbI(Me.Text7.Text)
If IsNumeric(Me.Text7.Text) Then Me.Text8.Text = parcial
End Sub
```

- Formulário Dados Básicos

Option Explicit

Private Sub Command1_Click()

If IsNumeric(Dados.Text1.Text) Then

 If Dados.Text1.Text > 10 Or Dados.Text1.Text < -24 Then

 MsgBox "Favor inserir temperaturas entre 10°C e -24°C"

 Dados.Text1.Text = ""

 Else

 tempint = Dados.Text1.Text

 End If

End If

If IsNumeric(Dados.Text7.Text) Then

 If Dados.Text7.Text > 2000 Or Dados.Text7.Text < 7 Then

 MsgBox "Favor inserir volume entre 7 e 2000 m3"

 Dados.Text7.Text = ""

 Dados.Text7.SetFocus

 Else

 Vint = Dados.Text7.Text

 End If

End If

If IsNumeric(Dados.Text3.Text) Then tempamb = Dados.Text3.Text

If IsNumeric(Dados.Text2.Text) Then tempproj = Dados.Text2.Text

If IsNumeric(Dados.Text5.Text) Then umint = Dados.Text5.Text

If IsNumeric(Dados.Text4.Text) Then Tempambum = Dados.Text4.Text

```
If IsNumeric(Dados.Text8.Text) Then pamb = Dados.Text8.Text
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    If tempint <> "" Then Dados.Text1.Text = tempint
```

```
    If tempproj <> "" Then Dados.Text2.Text = tempproj
```

```
    If tempamb <> "" Then Dados.Text3.Text = tempamb
```

```
    If Tempambum <> "" Then Dados.Text4.Text = Tempambum
```

```
    If umint <> "" Then Dados.Text5.Text = umint
```

```
    If Vint <> "" Then Dados.Text7.Text = Vint
```

```
    If pamb <> "" Then Dados.Text8.Text = pamb
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_LostFocus()
```

```
    If IsNumeric(Dados.Text1.Text) Then
```

```
        If Dados.Text1.Text > 10 Or Dados.Text1.Text < -24 Then
```

```
            MsgBox "Fvor inserir temperaturas entre 10°C e -24°C"
```

```
            Dados.Text1.Text = ""
```

```
            Dados.Text1.SetFocus
```

```
        End If
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text7_LostFocus()
```

```
    If IsNumeric(Dados.Text7.Text) Then
```

```
        If Dados.Text7.Text > 2000 Or Dados.Text7.Text < 7 Then
```

```
            MsgBox "Favor inserir volume entre 7 e 2000 m3"
```

```
Dados.Text7.Text = ""
```

```
Dados.Text7.SetFocus
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

- Formulário Penetração ¼

```
Private Sub numlados_LostFocus()
```

```
    Dim n As Integer
```

```
    n = 0
```

```
    If Lados.numlados.Text <> "" Then
```

```
        If IsNumeric(Lados.numlados) Then
```

```
            n = Lados.numlados
```

```
            If (n >= 5 And n <= 10) Then
```

```
                nomelabel (n)
```

```
                habilita (n)
```

```
                desabilita (n)
```

```
                limparlados (n)
```

```
                Lados.PBVOLTAR.Enabled = True
```

```
                Lados.PBLIMPAR.Enabled = True
```

```
                Lados.PBCALCULAR.Enabled = True
```

```
                Lados.PBCONTINUAR.Enabled = True
```

```
                Lados.numlados.Enabled = False
```

```
            Else
```

```
                If n < 5 Then MsgBox "A câmara deve possuir no mínimo 5 lados ( 3  
lados + 1 piso + 1 telhado)"
```

```
                If n > 10 Then MsgBox "A câmara deve possuir no máximo 10 lados"
```

```
                Lados.numlados.Text = ""
```

```
                Lados.numlados.SetFocus
```

```
            End If
```

```

Else
    MsgBox "Valor nao numerico"
    Lados.numlados.Text = ""
    Lados.numlados.SetFocus
End If
End If
End Sub

Private Sub P1_Click(Index As Integer)
n = Index
Calck.Show
End Sub

Private Sub PA1_Click(Index As Integer)
n = Index
Area.Show
End Sub

Private Sub PBCALCULAR_Click()
calcularqt
End Sub

Private Sub PBCONTINUAR_Click()
Principal.Pen.Text = Lados.QT.Text
Unload Me
End Sub

Private Sub PBLIMPAR_Click()
limparlados (0)
End Sub

```

```

Private Sub PBMENU_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub PBVOLTAR_Click()
Dim cont As Integer
cont = 0
While cont < 0
Lados.Label6(cont).Caption = cont
cont = cont + 1
Wend
desabilita (0)
Lados.numlados.Enabled = True
Lados.PBVOLTAR.Enabled = False
Lados.PBLIMPAR.Enabled = False
Lados.PBCALCULAR.Enabled = False
Lados.PBCONTINUAR.Enabled = False
End Sub

Private Sub PD1_Click(Index As Integer)
n = Index
CalcDT.Show
End Sub

```

- Formulário Penetração 2/4

```
Private Sub Command1_Click()  
    If (IsNumeric(Area.Ba.Text) And IsNumeric(Area.Ai.Text)) Then  
        Area.Ar.Text = CDbI(Area.Ba.Text) * CDbI(Area.Ai.Text)  
    Else  
        MsgBox "Valores nao numericos"  
    End If  
End Sub  
  
Private Sub Command2_Click()  
    Dim num As String  
    Dim cont As Integer  
    cont = InStr(1, CStr(Area.Ar.Text), ",")  
    If cont <> 0 Then  
        num = Trim$(Mid$(CStr(Area.Ar.Text), 1, cont + 2))  
    Else  
        num = CStr(Area.Ar.Text)  
    End If  
    If (Area.Ar.Text) <> "" Then Lados.A(n).Text = num  
    Unload Me  
End Sub
```

- Formulário penetração 3/4

Option Explicit

Private Sub Combo1_Click()

Dim aux As Integer

Dim n As Integer

aux = Calck.Combo1.Text

n = 0

Calck.Label9(0).Visible = True

Calck.Label10(0).Visible = True

Calck.Label12.Visible = True

While (n < aux)

Calck.Combo2(n).Visible = True

Calck.Text1(n).Visible = True

Calck.Text2(n).Visible = True

Calck.Label11(n).Visible = True

n = n + 1

Wend

aux = Calck.Combo1.Text

While (aux <= 4)

Calck.Combo2(aux).Visible = False

Calck.Text1(aux).Visible = False

Calck.Text2(aux).Visible = False

Calck.Label11(aux).Visible = False

aux = aux + 1

```

Wend

End Sub

Private Sub Combo2_Click(Index As Integer)

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Dim n As Integer

n = 0

If (Calck.Combo2(Index).Text) <> "" Then

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("CondMat", dbOpenTable)

rst.MoveFirst

Do While (Not rst.EOF) And n = 0

    If Calck.Combo2(Index) = rst!Mat Then

        Calck.Text2(Index).Text = rst!Cond

        n = 1

    End If

    rst.MoveNext

Loop

rst.Close

dbs.Close

End If

End Sub

Private Sub Combo3_Click()

Dim tabela As String

Dim dbs As Database

```

```

Dim rst As Recordset

Dim n As Integer

If espacar <> "" Then

    If espacar = "pol" Then tabela = "Esparp"

    If espacar = "np" Then tabela = "Esparnaop"

n = 0

If (Calck.Combo3.Text) <> "" Then

    Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

    Set rst = dbs.OpenRecordset(tabela, dbOpenTable)

    rst.MoveFirst

    Do While (Not rst.EOF) And n = 0

        If Calck.Combo3.Text = rst!Espessura Then

            Calck.Text3.Text = rst!C

            n = 1

        End If

        rst.MoveNext

    Loop

rst.Close

dbs.Close

End If

End If

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Calck.Command1.SetFocus

Unload Me

```

End Sub

Private Sub Command2_Click()

valordek

Unload Me

End Sub

Private Sub Command4_Click()

Dim Cpele As Double

Dim Cpeli As Double

Dim Espacoar As Double

Dim K As Double

Dim lambda(5) As Double

Dim alfa(5) As Double

Dim aux As Integer

Dim n As Integer

Dim razao(5) As Double

Dim k1 As Double

If IsNumeric(Me.Pele.Text) And IsNumeric(Me.Peli.Text) And

IsNumeric(Me.Combo1.Text) Then

Cpele = 1 / CDbl(Me.Pele.Text)

Cpeli = 1 / CDbl(Me.Peli.Text)

If IsNumeric(Me.Text3.Text) Then Espacoar = 1 / CDbl(Me.Text3.Text)

k1 = Cpele + Cpeli

If IsNumeric(Me.Text3.Text) Then k1 = k1 + Espacoar

aux = Me.Combo1.Text

n = 0

```

While n < aux
    If IsNumeric(Me.Text2(n).Text) Then lambda(n) = Me.Text2(n).Text
    If IsNumeric(Me.Text1(n).Text) Then alfa(n) = Me.Text1(n).Text / 100
    If IsNumeric(Me.Text2(n).Text) And IsNumeric(Me.Text1(n).Text) Then
        razao(n) = alfa(n) / lambda(n)
        k1 = k1 + razao(n)
    End If
    n = n + 1
Wend

If IsNumeric(k1) Then
    K = 1 / k1
    Me.Text4.Text = K
End If

Else
    MsgBox "Introduza valores validos"
End If

End Sub

Private Sub Command5_Click()
    If IsNumeric(Me.Text4.Text) Then Lados.K(n) = Me.Text4.Text
    Unload Me
End Sub

Private Sub Espe_LostFocus()
    Dim Espe As Double
    If IsNumeric(Calck.Espe.Text) Then
        Espe = Calck.Espe.Text
    
```

```

Select Case tipo
    Case "cent"
        Espe = Espe / 100
    Case "pol"
        Espe = Espe * 0.0254
End Select

Calck.Kfim = Calck.K / Espe

valordek

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim n As Integer

n = 1

While n <= 5

    Calck.Combo1.AddItem n

    n = n + 1

Wend

End Sub

Private Sub Option1_Click()

Calck.Frame2.Visible = True

Calck.Frame8.Visible = False

End Sub

Private Sub Option10_Click()

Calck.Label3.Visible = True

Calck.Espe.Visible = True

```

```
tipo = "cent"

Calck.Espe.SetFocus

End Sub

Private Sub Option11_Click()

Calck.KV.Text = "5.5"

End Sub

Private Sub Option12_Click()

Calck.KV.Text = "2.25"

End Sub

Private Sub Option13_Click()

Calck.KV.Text = "1.45"

End Sub

Private Sub Option14_Click()

Calck.KV.Text = "1.03"

End Sub

Private Sub Option15_Click()

Calck.Frame12.Visible = False

Calck.Label13.Visible = False

Calck.Label14.Visible = False

Calck.Combo3.Visible = False

Calck.Text3.Visible = False

Calck.Text3.Text = ""

Calck.Combo3.Text = ""

End Sub

Private Sub Option16_Click()
```

```

Calck.Frame12.Visible = True

End Sub

Private Sub Option17_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Calck.Label14.Visible = True

Calck.Label13.Visible = True

Calck.Combo3.Visible = True

Calck.Text3.Visible = True

espacar = "np"

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Esparnaop", dbOpenTable)

Calck.Combo3.AddItem ""

rst.MoveFirst

Do While (Not rst.EOF)

    Calck.Combo3.AddItem rst!Espessura

    rst.MoveNext

Loop

rst.Close

dbs.Close

End Sub

Private Sub Option18_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Calck.Label14.Visible = True

```

```

Calck.Label13.Visible = True
Calck.Combo3.Visible = True
Calck.Text3.Visible = True
espacar = "pol"

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
Set rst = dbs.OpenRecordset("Esparp", dbOpenTable)
Calck.Combo3.AddItem ""
rst.MoveFirst

Do While (Not rst.EOF)
    Calck.Combo3.AddItem rst!Espessura
    rst.MoveNext
Loop
rst.Close
dbs.Close
End Sub

Private Sub Option2_Click()
Dim dbs As Database
Dim rst As Recordset
Dim n As Integer

Calck.Frame2.Visible = False
Calck.Frame8.Visible = True

n = 0

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
Set rst = dbs.OpenRecordset("CondMat", dbOpenTable)

While n <= 4

```

```

Calck.Combo2(n).AddItem ""
n = n + 1
Wend
rst.MoveFirst
n = 0
While n <= 4
    rst.MoveFirst
    Do While (Not rst.EOF)
        Calck.Combo2(n).AddItem rst!Mat
        rst.MoveNext
    Loop
    n = n + 1
Wend
rst.Close
dbs.Close
End Sub

Private Sub Option3_Click()
Calck.Frame4.Visible = True
Calck.Frame7.Visible = False
Calck.Material.Caption = "Cortiça"
Calck.K.Text = 0.037
End Sub

Private Sub Option4_Click()
Calck.Frame4.Visible = False
Calck.Frame7.Visible = True

```

End Sub

Private Sub Option5_Click()

Calck.Frame4.Visible = True

Calck.Frame7.Visible = False

Calck.Material.Caption = "Poliuretano"

Calck.K.Text = 0.016

End Sub

Private Sub Option6_Click()

Calck.Frame4.Visible = True

Calck.Frame7.Visible = False

Calck.Material.Caption = "Lã de Rocha"

Calck.K.Text = 0.028

End Sub

Private Sub Option7_Click()

Calck.Frame4.Visible = True

Calck.Frame7.Visible = False

Calck.Material.Caption = "Lã de Vidro"

Calck.K.Text = 0.043

End Sub

Private Sub Option8_Click()

Calck.Frame4.Visible = True

Calck.Frame7.Visible = False

Calck.Material.Caption = "Silicato de Cálcio"

Calck.K.Text = 0.052

End Sub

```
Private Sub Option9_Click()  
    Calck.Label3.Visible = True  
    Calck.Espe.Visible = True  
    tipo = "pol"  
    Calck.Espe.SetFocus  
End Sub
```

- Formulário Penetração 4/4

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    calculardt
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
    valordedt
```

```
    Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    CalcDT.Tam.Text = tempamb
```

```
    CalcDT.Tin.Text = tempint
```

```
    CalcDT.Tex.Text = tempproj
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option1_Click()
```

```
    temp = "Ex"
```

```
    CalcDT.Frame4.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option10_Click()
```

```
    sup = "cl"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option2_Click()
```

```
    temp = "Amb"
```

```
    CalcDT.Frame4.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option3_Click()  
    par = "l"  
    CalcDT.Frame6.Visible = True  
End Sub  
  
Private Sub Option4_Click()  
    par = "n"  
    CalcDT.Frame6.Visible = True  
End Sub  
  
Private Sub Option5_Click()  
    par = "o"  
    CalcDT.Frame6.Visible = True  
End Sub  
  
Private Sub Option6_Click()  
    par = "t"  
    CalcDT.Frame6.Visible = True  
End Sub  
  
Private Sub Option7_Click()  
    CalcDT.Frame6.Visible = False  
    par = "p"  
End Sub  
  
Private Sub Option8_Click()  
    sup = "es"  
End Sub  
  
Private Sub Option9_Click()  
    sup = "me"
```

End Sub

- Formulário Produto 1/3

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    produt = Produto1.Combo1.Text
```

```
    Produto.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command10_Click()
```

```
    If IsNumeric(Produto1.Prod.Text) And IsNumeric(Produto1.Res.Text) Then
```

```
        Produto1.Text14.Text      =      CDbI(Produto1.Prod.Text)      +
```

```
        CDbI(Produto1.Res.Text)
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
    produt = Produto1.Combo1.Text
```

```
    Produto2.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

ListProd.Show

Unload Produto1

End Sub

Private Sub Command6_Click()

If IsNumeric(Produto1.Text14.Text) Then

Principal.Text2.Text = Produto1.Text14.Text

End If

Unload Me

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim db As Database

Dim rst As Recordset

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

Produto1.Combo1.AddItem ""

rst.MoveFirst

Do While (Not rst.EOF)

Produto1.Combo1.AddItem rst!Produto

rst.MoveNext

Loop

rst.Close

db.Close

End Sub

- Formulário Produto 2/3

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
Dim qparcial As String
```

```
If (Produto.Text3.Text <> "" And Produto.Text4.Text <> "" And
Produto.Text5.Text <> "" And Produto.Text7.Text <> "" And
Produto.Text1.Visible = False And Produto.Text2.Visible = False And
Produto.Text8.Visible = False) Then
```

```
    qparcial = CStr(CDbl(Produto.Text3.Text) * CDbl(Produto.Text4.Text) *
(CDbl(Produto.Text5.Text) - CDbl(Produto.Text7.Text)))
    Produto.Text6.Text = qparcial
```

```
End If
```

```
If (Produto.Text3.Text <> "" And Produto.Text4.Text <> "" And
Produto.Text5.Text <> "" And Produto.Text7.Text <> "" And
Produto.Text1.Visible = True And Produto.Text2.Visible = True And
Produto.Text8.Visible = True) Then
```

```
    qparcial = CStr(CDbl(Produto.Text3.Text) * (CDbl(Produto.Text4.Text) *
(CDbl(Produto.Text5.Text) - CDbl(Produto.Text8.Text)) +
```

```
Cdbl(Produto.Text1.Text)      +      Cdbl(Produto.Text2.Text)      *  
(Cdbl(Produto.Text8.Text) - Cdbl(Produto.Text7.Text)))
```

```
    Produto.Text6.Text = qparcial
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
If IsNumeric(Produto1.Prod.Text) Then
```

```
    If IsNumeric(Produto.Text9.Text) Then
```

```
        If IsNumeric(Produto.Text6.Text) Then
```

```
            Produto1.Prod.Text      =      CStr(Cdbl(Produto1.Prod.Text)      +  
Cdbl(Produto.Text9.Text) + Cdbl(Produto.Text6.Text))
```

```
        Else
```

```
            Produto1.Prod.Text      =      CStr(Cdbl(Produto1.Prod.Text)      +  
Cdbl(Produto.Text9.Text))
```

```
        End If
```

```
    Else
```

```
        Produto1.Prod.Text      =      CStr(Cdbl(Produto1.Prod.Text)      +  
Cdbl(Produto.Text6.Text))
```

```
    End If
```

```
Else
```

```

If IsNumeric(Produto.Text9.Text) Then
    If IsNumeric(Produto.Text6.Text) Then
        Produto1.Prod.Text      =      CStr(CDbI(Produto.Text9.Text)      +
        CDbI(Produto.Text6.Text))
    Else
        Produto1.Prod.Text = Produto.Text9.Text
    End If
Else
    Produto1.Prod.Text = Produto.Text6.Text
End If

End If

Unload Me

End Sub

Private Sub Command3_Click()

If IsNumeric(Produto.Text6.Text) Then

Produto.Text3.Text = ""
Produto.Text5.Text = ""

```

```

If Not IsNumeric(Produto.Text9.Text) Then Produto.Text9.Text = 0

Produto.Text9.Text      =      CStr(CDbl(Produto.Text9.Text)      +
CDbl(Produto.Text6.Text))

Produto.Text6.Text = ""

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim db As Database
Dim rst As Recordset
Dim aux As Integer

Produto.Text7.Text = tempint

If produt <> "" Then

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

aux = 0
rst.MoveFirst

```

Do While (Not rst.EOF) And (aux = 0)

 If rst!Produto = produt Then

 If rst!Cp <> "" Then Produto.Text4.Text = rst!Cp

 If rst!Tc <> "" Then Produto.Text8.Text = rst!Tc

 If rst!Cl <> "" Then Produto.Text1.Text = rst!Cl

 If rst!Cpc <> "" Then Produto.Text2.Text = rst!Cpc

 aux = 1

 End If

 rst.MoveNext

Loop

rst.Close

dbs.Close

End If

End Sub

Private Sub Option1_Click()

 Produto.Text1.Visible = False

 Produto.Text2.Visible = False

 Produto.Text8.Visible = False

 Produto.Label1.Visible = False

 Produto.Label2.Visible = False

Produto.Label8.Visible = False

End Sub

Private Sub Option2_Click()

Produto.Text1.Visible = True

Produto.Text2.Visible = True

Produto.Text8.Visible = True

Produto.Label1.Visible = True

Produto.Label2.Visible = True

Produto.Label8.Visible = True

End Sub

- Formulário Produto 3/3

```
Private Sub Command10_Click()
```

```
If IsNumeric(Produto2.Text3.Text) And IsNumeric(Produto2.Text1.Text) Then
```

```
    Produto2.Text14.Text      =      CDbI(Produto2.Text3.Text)      *
```

```
    CDbI(Produto2.Text1.Text)
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
```

```
If IsNumeric(Produto1.Res.Text) Then
```

```
    If IsNumeric(Produto2.Text14.Text) Then
```

```
        Produto1.Res.Text      =      CStr(CDbI(Produto1.Res.Text)      +
```

```
        CDbI(Produto2.Text14.Text))
```

```
    End If
```

```
Else
```

```
    If IsNumeric(Produto2.Text14.Text) Then
```

```
        Produto1.Res.Text = Produto2.Text14.Text
```

```
    End If
```

```
End If
```

Unload Me

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim db As Database

Dim rst As Recordset

Dim aux As Integer

If produt <> "" Then

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

aux = 0

rst.MoveFirst

Do While (Not rst.EOF) And (aux = 0)

If rst!Produto = produt Then

If rst!Respiracao <> "" Then Produto2.Text3.Text = 0.278 * rst!Respiracao

aux = 1

End If

rst.MoveNext

Loop

rst.Close

dbs.Close

End If

End Sub

- Formulário Lista de Produtos

```
Private Sub Combo1_Click()
```

```
Dim dbs As Database
```

```
Dim rst As Recordset
```

```
Dim achou As Boolean
```

```
Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
```

```
Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)
```

```
If Me.Combo1.Text <> "" Then
```

```
    achou = False
```

```
    rst.MoveFirst
```

```
    While ((Not rst.EOF) And (achou = False))
```

```
        If rst!Produto = Me.Combo1.Text Then
```

```
            If rst!Cp <> "" Then
```

```
                Me.Text11.Text = rst!Cp
```

```
            Else
```

```
                Me.Text11.Text = ""
```

```
            End If
```

```
        If rst!Cpc <> "" Then
```

```
            Me.Text10.Text = rst!Cpc
```

```
        Else
```

```

        Me.Text10.Text = ""
    End If

    If rst!Cl <> "" Then
        Me.Text9.Text = rst!Cl
    Else
        Me.Text9.Text = ""
    End If

    If rst!Tc <> "" Then
        Me.Text8.Text = rst!Tc
    Else
        Me.Text8.Text = ""
    End If

    If rst!Respiracao <> "" Then
        Me.Text7.Text = rst!Respiracao
    Else
        Me.Text7.Text = ""
    End If

End If

rst.MoveNext

Wend

Else

MsgBox "Algum produto deve ser selecionado"

```

End If

End Sub

Private Sub Combo2_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Dim achou As Boolean

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

If Me.Combo2.Text <> "" Then

achou = False

rst.MoveFirst

While ((Not rst.EOF) And (achou = False))

If rst!Produto = Me.Combo2.Text Then

If rst!Cp <> "" Then

Me.Text12.Text = rst!Cp

```
Else
    Me.Text12.Text = ""
End If
If rst!Cpc <> "" Then
    Me.Text13.Text = rst!Cpc
Else
    Me.Text13.Text = ""
End If
If rst!Cl <> "" Then
    Me.Text14.Text = rst!Cl
Else
    Me.Text14.Text = ""
End If
If rst!Tc <> "" Then
    Me.Text15.Text = rst!Tc
Else
    Me.Text15.Text = ""
End If
If rst!Respiracao <> "" Then
    Me.Text16.Text = rst!Respiracao
Else
    Me.Text16.Text = ""
End If
End If
rst.MoveNext
```

Wend

Else

MsgBox "Algum produto deve ser selecionado"

End If

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Me.Combo1.Clear

Me.Combo2.Clear

limpareeditar

limpareexcluir

Me.Frame2.Visible = True

Me.Frame3.Visible = False

Me.Frame4.Visible = False

Me.Frame6.Visible = False

End Sub

Private Sub Command10_Click()

Produto1.Show

Unload Me

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Me.Combo2.Clear

limparinserir

limparexcluir

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

rst.MoveFirst

While Not rst.EOF

Me.Combo1.AddItem rst!Produto

rst.MoveNext

Wend

rst.Close

dbs.Close

Me.Frame2.Visible = False

Me.Frame3.Visible = True

Me.Frame4.Visible = False

Me.Frame6.Visible = False

End Sub

Private Sub Command3_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Me.Combo1.Clear

limparinserir

limpareditar

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

rst.MoveFirst

While Not rst.EOF

Me.Combo2.AddItem rst!Produto

rst.MoveNext

Wend

rst.Close

dbb.Close

Me.Frame2.Visible = False

Me.Frame3.Visible = False

Me.Frame4.Visible = True

Me.Frame6.Visible = False

End Sub

Private Sub Command4_Click()

Dim dbb As Database

Dim rst As Recordset

Dim achou As Boolean

Dim Produto As String

```

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

achou = False

rst.MoveFirst

If ListProd.Text1.Text <> "" Then
    Produto = ListProd.Text1

    Screen.MousePointer = vbHourglass

    While ((Not rst.EOF) And (achou = False))

        If UCase(rst!Produto) = UCase(Produto) Then

            Screen.MousePointer = vbNormal

            achou = True

            MsgBox "Esse produto já existe na tabela !"

        End If

        rst.MoveNext

    Wend

    Screen.MousePointer = vbNormal

    If achou = False Then

        rst.AddNew

        rst!Produto = Produto

        If Me.Text2.Text <> "" Then rst!Cp = Me.Text2.Text

        If Me.Text3.Text <> "" Then rst!Cpc = Me.Text3.Text

        If Me.Text4.Text <> "" Then rst!Cl = Me.Text4.Text

```

If Me.Text5.Text <> "" Then rst!Tc = Me.Text5.Text

If Me.Text6.Text <> "" Then rst!Respiracao = Me.Text6.Text

rst.Update

MsgBox "Produto inserido com sucesso"

Me.Frame6.Visible = True

Me.Frame2.Visible = False

limparinserir

rst.Close

dbs.Close

Exit Sub

End If

Else

MsgBox "O campo Produto deve ser preenchido"

End If

End Sub

Private Sub Command5_Click()

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Dim achou As Boolean

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

achou = False

rst.MoveFirst

If Me.Combo1.Text <> "" Then

 texto = "Deseja realmente editar os dados do produto " + Me.Combo1.Text +
 " ?"

 If MsgBox(texto, vbYesNo + vbQuestion) = vbYes Then

 While ((Not rst.EOF) And (achou = False))

 If rst!Produto = Me.Combo1.Text Then

 If Me.Text11.Text <> "" Then

 rst.Edit

 rst!Cp = Me.Text11.Text

 rst.Update

 Else

 rst.Edit

 rst!Cp = Null

 rst.Update

 End If

If Me.Text10.Text <> "" Then

 rst.Edit

 rst!Cpc = Me.Text10.Text

 rst.Update

Else

 rst.Edit

 rst!Cpc = Null

 rst.Update

End If

If Me.Text9.Text <> "" Then

 rst.Edit

 rst!Cl = Me.Text9.Text

 rst.Update

Else

 rst.Edit

 rst!Cl = Null

 rst.Update

End If

If Me.Text8.Text <> "" Then

 rst.Edit

 rst!Tc = Me.Text8.Text

 rst.Update

Else

 rst.Edit

 rst!Tc = Null

```

        rst.Update

    End If

    If Me.Text7.Text <> "" Then

        rst.Edit

        rst!Respiracao = Me.Text7.Text

        rst.Update

    Else

        rst.Edit

        rst!Respiracao = Null

        rst.Update

    End If

End If

rst.MoveNext

Wend

Combo1.Clear

limpareditar

Me.Frame6.Visible = True

Me.Frame3.Visible = False

rst.Close

dbs.Close

Exit Sub

End If

Else

    MsgBox "Algum produto deve ser selecionado"

End If

```

End Sub

Private Sub Command6_Click()

Dim texto As String

Dim dbs As Database

Dim rst As Recordset

Dim achou As Boolean

Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

Set rst = dbs.OpenRecordset("Produtos", dbOpenTable)

achou = False

rst.MoveFirst

If Me.Combo2.Text <> "" Then

texto = "Deseja realmente excluir o produto " + Me.Combo2.Text + " ?"

If MsgBox(texto, vbYesNo + vbQuestion) = vbYes Then

While ((Not rst.EOF) And (achou = False))

If rst!Produto = Me.Combo2.Text Then

rst.Delete

achou = True

```
        End If
        rst.MoveNext
    Wend
    Combo2.Clear
    limporexcluir
    Me.Frame6.Visible = True
    Me.Frame4.Visible = False
    Exit Sub
End If
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command7_Click()
```

```
Me.Combo1.Clear
Me.Combo2.Clear
limparinserir
Me.Frame6.Visible = True
Frame2.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command8_Click()
```

Me.Combo1.Clear

Me.Combo2.Clear

limpareditar

Me.Frame6.Visible = True

Me.Frame3.Visible = False

End Sub

Private Sub Command9_Click()

Me.Combo1.Clear

Me.Combo2.Clear

limparexcluir

Me.Frame6.Visible = True

Frame4.Visible = False

End Sub

Formulário Infiltração 1/1

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
If IsNumeric(Me.Text12.Text) And IsNumeric(Me.Text13.Text) Then
```

```
    Me.Text14.Text = CDbI(Me.Text7.Text) * (CDbI(Me.Text12.Text) -  
    CDbI(Me.Text13.Text))
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
```

```
If IsNumeric(Me.Text14.Text) Then Principal.Text3.Text = Me.Text14.Text
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Dim dbs As Database
```

```
Dim rst As Recordset
```

```
Dim aux1pr As Double
```

```
Dim aux1ul As Double
```

```
Dim aux2pr As Double
```

```
Dim aux2ul As Double
```

```
Dim Vant As Double
```

```
Dim Nant As Double
```

```
Dim Vprox As Double
```

```
Dim Nprox As Double
```

```
Infiltracao.Text5.Text = Vint
```

```
Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")
```

```

Set rst = dbs.OpenRecordset("Numtroca", dbOpenTable)

rst.MoveLast

aux1ul = rst!Vcamara

If tempint < 0 Then aux2ul = rst!Inf

If tempint >= 0 Then aux2ul = rst!sup

rst.MoveFirst

aux1pr = rst!Vcamara

If tempint < 0 Then aux2pr = rst!Inf

If tempint >= 0 Then aux2pr = rst!sup

If Vint <> aux1ul And Vint <> aux1pr Then

    Do While (Not rst.EOF) And (aux = 0)

        Vant = rst!Vcamara

        If tempint < 0 Then Nant = rst!Inf

        If tempint >= 0 Then Nant = rst!sup

        rst.MoveNext

        Vprox = rst!Vcamara

        If tempint < 0 Then Nprox = rst!Inf

        If tempint >= 0 Then Nprox = rst!sup

        If ((Vint = Vant) Or (Vint = Vprox) Or ((Vint > Vant) And (Vint < Vprox)))

Then aux = 1

    Loop

    Infiltracao.Text1.Text = interpola(Vant, Vprox, Nant, Nprox, Vint)

Else

    If Vint = aux1pr Then Infiltracao.Text1.Text = aux2pr

    If Vint = aux1ul Then Infiltracao.Text1.Text = aux2ul

```

```
End If

Me.Text2.Text = CDbI(Me.Text5.Text) * CDbI(Me.Text1.Text)

Me.Text3.Text = pamb

Me.Text4.Text = tempamb

Me.Text6.Text = pamb / (292.6 * (tempamb + 273))

Me.Text7.Text = CDbI(Me.Text2.Text) * CDbI(Me.Text6.Text)

Me.Text8.Text = umint

Me.Text9.Text = tempint

Me.Text10.Text = Tempambum

Me.Text11.Text = tempamb

End Sub
```

- Formulário Diversos 1/1

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
Diversos.Frame2.Visible = True
```

```
Diversos.Frame3.Visible = False
```

```
Diversos.Frame5.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command10_Click()
```

```
Dim aux As Double
```

```
aux = 0
```

```
If IsNumeric(Diversos.Pes.Text) Then aux = Diversos.Pes.Text
```

```
If IsNumeric(Diversos.II.Text) Then aux = aux + Diversos.II.Text
```

```
If IsNumeric(Diversos.Mot.Text) Then aux = aux + Diversos.Mot.Text
```

```
If IsNumeric(aux) Then Diversos.Text14.Text = aux
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Diversos.Frame3.Visible = True
```

```
Diversos.Frame2.Visible = False
```

```
Diversos.Frame5.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
Diversos.Frame2.Visible = False
```

```
Diversos.Frame3.Visible = False
```

```
Diversos.Frame5.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
If IsNumeric(Diversos.Text5.Text) And IsNumeric(Diversos.Text3.Text) And  
IsNumeric(Diversos.Text2.Text) And IsNumeric(Diversos.Text1.Text) Then
```

```
    Diversos.Text4.Text = Diversos.Text3.Text * Diversos.Text2.Text *  
Diversos.Text1.Text
```

```
Else
```

```
    MsgBox "Valores Inválidos"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
```

```
If IsNumeric(Diversos.Text4.Text) Then
```

```
    If IsNumeric(Diversos.Pes.Text) Then
```

```
        Diversos.Pes.Text = CDbI(Diversos.Pes.Text) + CDbI(Diversos.Text4.Text)
```

```
    Else
```

```
        Diversos.Pes.Text = Diversos.Text4.Text
```

```
    End If
```

```
End If
```

```
Diversos.Frame2.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
```

```
If IsNumeric(Diversos.Text14.Text) Then Principal.Text4.Text =  
Diversos.Text14.Text
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command7_Click()
```

If IsNumeric(Diversos.Text9.Text) Then

 If IsNumeric(Diversos.II.Text) Then

 Diversos.II.Text = CDbI(Diversos.II.Text) + CDbI(Diversos.Text9.Text)

 Else

 Diversos.II.Text = Diversos.Text9.Text

 End If

End If

Diversos.Frame3.Visible = False

End Sub

Private Sub Command8_Click()

 If IsNumeric(Diversos.Text6.Text) And IsNumeric(Diversos.Text7.Text) And

 IsNumeric(Diversos.Text8.Text) Then

 Diversos.Text9.Text = Diversos.Text6.Text * Diversos.Text7.Text *

 Diversos.Text8.Text

 Else

 MsgBox "Valores Inválidos"

 End If

End Sub

Private Sub Command9_Click()

 If IsNumeric(Diversos.Text13.Text) Then

 If IsNumeric(Diversos.Mot.Text) Then

 Diversos.Mot.Text = CDbI(Diversos.Mot.Text) +

 CDbI(Diversos.Text13.Text)

 Else

 Diversos.Mot.Text = Diversos.Text13.Text

```

End If

End If

Diversos.Frame5.Visible = False

End Sub

Private Sub Form_Load()

    Dim tempant As Double

    Dim tempprox As Double

    Dim calant As Double

    Dim calprox As Double

    Dim dbs As Database

    Dim rst As Recordset

    Dim aux As Integer

    Dim inter As Double

    Dim aux1pr As Double

    Dim aux1ul As Double

    Dim aux2pr As Double

    Dim aux2ul As Double

    aux = 0

    Diversos.Text5.Text = tempint

    Set dbs = OpenDatabase("A:\Banco.mdb")

    Set rst = dbs.OpenRecordset("Pessoas", dbOpenTable)

    rst.MoveLast

    aux1ul = rst!Tcamara

    aux2ul = rst!Kcal

    rst.MoveFirst

```

```

aux1pr = rst!Tcamara
aux2pr = rst!Kcal

If tempint <> aux1ul And tempint <> aux1pr Then

    Do While (Not rst.EOF) And (aux = 0)

        tempant = rst!Tcamara

        calant = rst!Kcal

        rst.MoveNext

        tempprox = rst!Tcamara

        calprox = rst!Kcal

        If ((tempint = tempant) Or (tempint = tempprox) Or ((tempint < tempant)
And (tempint > tempprox))) Then aux = 1

        Loop

        Diversos.Text1.Text = interpola(tempant, tempprox, calant, calprox, tempint)

    Else

        If tempint = aux1pr Then Diversos.Text1.Text = aux2pr

        If tempint = aux1ul Then Diversos.Text1.Text = aux2ul

    End If

rst.Close

dbs.Close

End Sub

Private Sub Option1_Click()

If IsNumeric(Diversos.Text10.Text) And IsNumeric(Diversos.Text11.Text) And
IsNumeric(Diversos.Text12.Text) Then

    Diversos.Text12.Visible = True

    Diversos.Label15.Visible = True

```

```

Diversos.Text13.Visible = True

Diversos.Label16.Visible = True

Diversos.Text13.Text = (Diversos.Text10.Text * 632 * Diversos.Text11.Text) /
Diversos.Text12.Text

Else

    MsgBox "Valores Inválidos"

End If

End Sub

Private Sub Option2_Click()

If IsNumeric(Diversos.Text10.Text) And IsNumeric(Diversos.Text11.Text) Then

    Diversos.Text12.Visible = False

    Diversos.Label15.Visible = True

    Diversos.Text13.Visible = True

    Diversos.Label16.Visible = True

    Diversos.Text13.Text = Diversos.Text10.Text * 632 * Diversos.Text11.Text

Else

    MsgBox "Valores Inválidos"

End If

End Sub

Private Sub Option3_Click()

If IsNumeric(Diversos.Text10.Text) And IsNumeric(Diversos.Text11.Text) And
IsNumeric(Diversos.Text12.Text) Then

    Diversos.Text12.Visible = True

    Diversos.Label15.Visible = True

    Diversos.Text13.Visible = True

```

```
Diversos.Label16.Visible = True  
  
Diversos.Text13.Text = (Diversos.Text10.Text * 632 * Diversos.Text11.Text)  
* ((1 - Diversos.Text12.Text) / Diversos.Text12.Text)  
  
Else  
  
    MsgBox "Valores Inválidos"  
  
End If  
  
End Sub
```

- Código do módulo

Option Explicit

Global n As Integer

Global tipo As String

Global par As String

Global sup As String

Global temp As String

Global tempint As String

Global tempamb As String

Global tempproj As String

Global umint As String

Global Tempambum As String

Global Vint As String

Global pamb As String

Global produt As String

Global espacar As String

Public Function limparinserir()

ListProd.Text1.Text = ""

ListProd.Text2.Text = ""

ListProd.Text3.Text = ""

ListProd.Text4.Text = ""

ListProd.Text5.Text = ""

ListProd.Text6.Text = ""

End Function

Public Function limpareditar()

ListProd.Text7.Text = ""

ListProd.Text8.Text = ""

ListProd.Text9.Text = ""

ListProd.Text10.Text = ""

ListProd.Text11.Text = ""

End Function

Public Function limparexclur()

ListProd.Text12.Text = ""

ListProd.Text13.Text = ""

ListProd.Text14.Text = ""

ListProd.Text15.Text = ""

ListProd.Text16.Text = ""

End Function

```
Public Function interpola(ByVal var1ant As Double, ByVal var1prox As Double,  
ByVal var2ant As Double, ByVal var2prox As Double, ByVal valor As Double)  
As Double
```

```
Dim aux1 As Double
```

```
Dim aux2 As Double
```

```
Dim aux3 As Double
```

```
Dim aux4 As Double
```

```
aux1 = Abs(var1prox - var1ant)
```

```
aux2 = Abs(var2prox - var2ant)
```

```
aux3 = Abs(valor - var1ant)
```

```
aux4 = aux3 / aux1
```

```
If var2prox > var2ant Then interpola = (aux4 * aux2) + var2ant
```

```
If var2prox < var2ant Then interpola = var2ant - (aux4 * aux2)
```

```
End Function
```

```
Public Sub calcularqt()
```

Dim QT As Double

Dim cont As Integer

Lados.QT.Text = 0

cont = 0

While cont < 10

 If Lados.A(cont).Text <> "" And Lados.K(cont) <> "" And Lados.DT(cont) <> ""

Then

 Lados.Q(cont).Text = CDbI(Lados.A(cont).Text) * CDbI(Lados.K(cont).Text)

 * CDbI(Lados.DT(cont).Text) * 24

 Lados.QT.Text = CDbI(Lados.Q(cont).Text) + CDbI(Lados.QT.Text)

End If

 cont = cont + 1

Wend

End Sub

```
Public Sub calculardt()
```

```
    If temp = "Amb" Then
```

```
        CalcDT.dt0.Text = CalcDT.Tam.Text - CalcDT.Tin.Text
```

```
        CalcDT.dtfim.Text = CalcDT.Tam.Text - CalcDT.Tin.Text
```

```
        CalcDT.cor.Text = ""
```

```
    End If
```

```
    If temp = "Ex" Then
```

```
        CalcDT.dt0.Text = CalcDT.Tex.Text - CalcDT.Tin.Text
```

```
        If (sup = "es" And par = "l") Then CalcDT.cor.Text = "4"
```

```
        If (sup = "es" And par = "n") Then CalcDT.cor.Text = "2,5"
```

```

If (sup = "es" And par = "o") Then CalcDT.cor.Text = "4"
If (sup = "es" And par = "t") Then CalcDT.cor.Text = "11"
If (sup = "me" And par = "l") Then CalcDT.cor.Text = "3"
If (sup = "me" And par = "n") Then CalcDT.cor.Text = "2"
If (sup = "me" And par = "o") Then CalcDT.cor.Text = "3"
If (sup = "me" And par = "t") Then CalcDT.cor.Text = "8"
If (sup = "cl" And par = "l") Then CalcDT.cor.Text = "2"
If (sup = "cl" And par = "n") Then CalcDT.cor.Text = "1"
If (sup = "cl" And par = "o") Then CalcDT.cor.Text = "2"
If (sup = "cl" And par = "t") Then CalcDT.cor.Text = "5"
If (par = "p") Then CalcDT.cor.Text = "-11"

If (Not ((sup = "es" And par = "l") Or (sup = "es" And par = "n") Or (sup = "es"
And par = "o") Or (sup = "es" And par = "t") Or (sup = "me" And par = "l") Or
(sup = "me" And par = "n") Or (sup = "me" And par = "o") Or (sup = "me" And
par = "t") Or (sup = "cl" And par = "l") Or (sup = "cl" And par = "n") Or (sup = "cl"
And par = "o") Or (sup = "cl" And par = "t") Or (par = "p")))) Then

    MsgBox "Selecione alguma opcao"

End If

CalcDT.dtfim.Text = CSng(CalcDT.dt0.Text) + CSng(CalcDT.cor.Text)

End If

End Sub

```

```
Public Sub limparlados(ByVal num)
```

```
While num < 10
```

```
    Lados.A(num).Text = ""
```

```
    Lados.K(num).Text = ""
```

```
    Lados.DT(num).Text = ""
```

```
    Lados.Q(num).Text = ""
```

```
    num = num + 1
```

```
Wend
```

```
End Sub
```

```
Public Sub desabilita(ByVal n As Integer)
```

```
While n < 10
```

Lados.PA1(n).Enabled = False

Lados.PD1(n).Enabled = False

Lados.P1(n).Enabled = False

n = n + 1

Wend

End Sub

Public Sub habilita(ByVal n As Integer)

Dim cont As Integer

cont = 0

While cont < n

Lados.PA1(cont).Enabled = True

Lados.PD1(cont).Enabled = True

Lados.P1(cont).Enabled = True

cont = cont + 1

Wend

End Sub

Public Sub nomelabel(ByVal num)

Lados.Label6(num - 2).Caption = "Teto"

Lados.Label6(num - 1).Caption = "Piso"

While num < 10

Lados.Label6(num) = ""

num = num + 1

Wend

End Sub

Public Sub valordedt()

Dim num As String

Dim cont As Integer

cont = InStr(1, CStr(CalcDT.dtfim.Text), ",")

If cont <> 0 Then

num = Trim\$(Mid\$(CStr(CalcDT.dtfim.Text), 1, cont + 2))

Else

num = CStr(CalcDT.dtfim.Text)

End If

If (CalcDT.dtfim.Text) <> "" Then Lados.DT(n).Text = num

End Sub

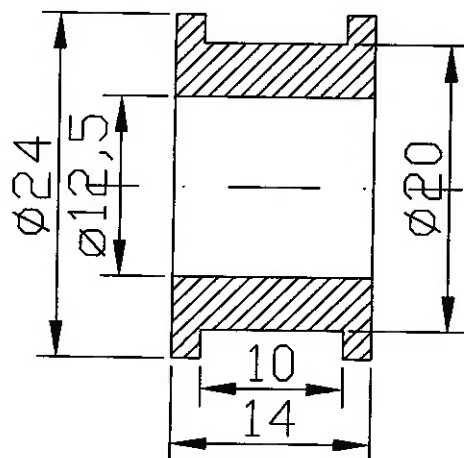
Public Sub valordek()

If (Calck.Kfim.Text) <> "" Then Lados.K(n) = Calck.Kfim.Text

If (Calck.KV.Text) <> "" Then Lados.K(n) = Calck.KV.Text

End Sub

ANEXO II - DESENHOS DE FABRICAÇÃO



Item: 01	Quantidade: 01	Material: PP		
Responsável			Data	Escala
Marcos Alexandre Scholtz - 2367330			26/11/01	1:1
Hugo Leonardo Paiva Rodrigues - 2367452				
Título				
Polia terminadora do cabo de aço				