



# FIC Frio

Abr./Mai./Jun. de 2014 - Ano 23 - nº 88



*Tecumseh*

Impresso Especial

9912245188/2009 - DR/SP/1  
TECUMSEH DO BRASIL LTDA.

...CORREIOS...



TECUMSEH INVESTE  
NA AMPLIAÇÃO  
DA LINHA **DE**  
**EQUIPAMENTOS**  
**COM R-404A**



SOLUÇÕES DA TECUMSEH  
SERÃO APRESENTADAS  
NA 30ª FISPAL

PÁG. 4



PALESTRAS TÉCNICAS  
SÃO ESTENDIDAS PARA  
FABRICANTES

PÁG. 6



CORRETO DIMENSIONAMENTO  
DA TUBULAÇÃO MELHORA  
EFICIÊNCIA DO SISTEMA

PÁG. 10

# Inovação e sustentabilidade.



**Há 80 anos, a Tecumseh transforma grandes ideias em soluções inovadoras.**

Uma história de oito décadas, que se molda à história da própria humanidade na busca pela conservação de alimentos, medicamentos e o bem-estar das pessoas. Neste período, a Tecumseh consolidou sua liderança na indústria por suas linhas de produtos eficientes e confiáveis, fabricados a partir de sustentáveis processos tecnológicos. Comprometida com qualidade, evolução social e preservação do meio ambiente, a Tecumseh está presente na vida de todos.



*Cooling for a Better Tomorrow™*

Rua Ray Wesley Herrick, 700 | Jardim Jockey Club | São Carlos | SP  
CEP: 13565-090 | Fone: (16) 3362-3000 | (16) 3363-7219 | [www.tecumseh.com](http://www.tecumseh.com)



**EXPEDIENTE**

**Fic Frio é uma publicação da Tecumseh do Brasil**

Rua Ray Wesley Herrick, 700  
 Jardim Jockey Club - São Carlos - SP  
 CEP: 13565-090  
 Tel: (16) 3362-3000  
 Fax: (16) 3363-7219

**Coordenação:**  
 Guilherme Rubi

**Colaboram nesta edição:**  
 Carolina Silva, Eduardo Lorenção,  
 Gláucio Machado, Guilherme Rubi,  
 Homero Busnello, Marcelo Miranda,  
 Marilda Modenez Morelli,  
 Patrícia Ransani e Robson Marcelo Sperança.

**Produção:**  
 Agência de Imprensa  
 Tel.: (12) 3913- 3858  
 www.agenciadeimprensa.com.br

**Jornalista Responsável**  
 Areta Braga MTb.:38.005

**Edição**  
 Areta Braga

**Redação**  
 Areta Braga

**Projeto gráfico e editoração**  
 Luiz Carlos Coltro

**Revisão:**  
 Dyrce Araújo

**Gráfica**  
 São Francisco

**Tiragem**  
 2.500 exemplares



**N**esta edição a Fic Frio traz uma matéria especialmente preparada para oferecer conhecimento técnico sobre o correto dimensionamento da tubulação.

E como a Fic Frio sempre traz novidades, nesta edição apresentaremos a nova linha de equipamentos com R-404A e as novas soluções que divulgaremos durante a Fispal.

Você ainda irá conferir matérias sobre nossos parceiros comerciais, palestras da equipe Tecumseh por todo o Brasil, e também uma reportagem especial sobre o evento de segurança realizado na empresa, que reuniu crianças das escolas de São Carlos.

Boa leitura!



**e-mail**  
 ficfrio@tecumseh.com

**Site**  
 www.tecumseh.com  
 www.ficfrio.com.br

**Correios**  
 Tecumseh - Fic Frio  
 Rua Ray Wesley Herrick 700  
 Jardim Jockey Club  
 CEP: 13565-090 - São Carlos - SP

**SUMÁRIO**



**TECUMSEH PERTO DE VOCÊ**  
**4**



**CAPA**  
**8**



**TECUMSEH PERTO DE VOCÊ**  
**6**

	APa	bar	PSI
R-134a	27	3.92	5.6
R-22	37	5.3	7.7
R-404A	48	6.94	10.1
R-410A	57	8.27	12.0
R717	45	6.43	9.2

t<sub>1</sub>=40°C t<sub>2</sub>=1K

**SAIBA MAIS**  
**10**



**REFRIGERAÇÃO VERSÁTIL**  
**7**



**PROJETO SOCIAL**  
**14**



# SOLUÇÕES

# A A 30<sup>a</sup> FISPAL

CONFIRA O QUE A TECUMSEH IRÁ APRESENTAR NA FISPAL 2014



#### TA

Esse compressor atende a um range extenso de aplicações. É ideal para aplicações em aparelhos das linhas doméstica e comercial leve. Foi projetado para trabalhar com os refrigerantes hidrocarbonetos "verdes" R-600a e R-290, no entanto ele também pode ser utilizado com o R-134a. O produto apresenta uma redução de 17% no volume externo, em comparação com os modelos anteriores, com a expansão da capacidade frigorífica, o que proporciona uma economia de energia entre 10% e 15%.

#### S-Unit

Unidade condensadora outdoor. Devido a carenagem que protege os componentes elétricos ela é ideal para aplicação em ambientes externos. Apresenta nível reduzido de ruído.



#### AE2

Até 30% com mais eficiência em aplicações comerciais. Esse compressor é o mais eficiente de sua categoria, apesar do envelope reduzido, possui capacidade frigorífica de compressores de grande formato, alta performance com os gases R-290, atendendo também R-134a e R-404A.



#### T-Componentes

Linha completa de componentes para aplicações na linha comercial.



#### Black Units

Compactas, com baixo nível de ruído e consumo energético, estão disponíveis de 1 a 12 HP e são adequadas para aplicação com R-134a, R-22, R-404A e R-507.



#### Unidade Condensadora M-Unit

Com um design compacto, 22 centímetros menor que a concorrência, permite sua instalação em espaços reduzidos, e é adequada para aplicação com gases R-404A, R-134a. A M-Unit garante uma excelente performance de refrigeração em altas temperaturas ambientes, devido ao seu novo design de motores e ventilador.



#### Compressor Semi-Hermético

Nova linha de compressores de 1HP a 70HP, adequados para o segmento de transporte, supermercados e câmaras frigoríficas.



# PALESTRAS TÉCNICAS SÃO ESTENDIDAS PARA FABRICANTES

A Tecumseh do Brasil, focada em levar conhecimento técnico para o mercado de refrigeração, permanece com sua agenda de palestras e treinamentos para o ano de 2014.

Em 2013 houve a participação de aproximadamente 2000 pessoas nas palestras realizadas. “Nossa estimativa é de que 4000 pessoas participem de nosso programa de palestras neste ano, onde nossa intenção é levar para todas as regiões do Brasil, as informações sobre os produtos Tecumseh e suas corretas aplicações”, comenta

Gláucio Machado, Engenheiro de Aplicação da divisão de Refrigeração Comercial.

As palestras são realizadas para clientes, fabricantes e também para o público que deseja receber informações sobre o segmento de refrigeração e o que há de novidades neste mercado.

O programa de palestras já atingiu as cidades de Contagem – MG, Imperatriz – MA, São Luiz – MA, Marabá – PA, Fortaleza – CE, Campinas – SP e Sorocaba – SP.

## IMPERATRIZ - MA



## MARABÁ - PA



## SÃO LUÍS - MA



## SOROCABA - SP



# EVEREST E TECUMSEH, UMA PARCERIA DE LONGA DATA

Com mais de 40 anos de atuação, e atualmente produzindo purificadores de água e máquinas de gelo, a Everest se destaca no mercado pela qualidade dos produtos e pelas parcerias de sucesso. Uma destas parcerias é com a Tecumseh, que fornece compressores para a empresa desde os primeiros anos de sua história.

“Atualmente, todos os produtos que fabricamos, estão aptos para utilização dos compressores Tecumseh”, afirma o gerente de compras da Everest, Mário Lobato.

Entre os fatores que levaram a fabricante de purificadores a escolher a Tecumseh como sua fornecedora, estão sua ampla gama de produtos, qualidade e o custo benefício. “A empresa também nos oferece acompanhamento quanto à aplicação dos produtos, desenvol-



Máquina de gelo da Everest



Purificador da linha Soft da Everest

vimento de soluções adequadas às nossas necessidades”, afirma o diretor industrial da Everest Franck Junior.

Atualmente, a Everest utiliza em seus equipamentos os compressores da família TY, AE2 e AZ.

“O sucesso da nossa parceria com a Tecumseh se deve a disponibilidade de acompanhamento técnico, entendimento das necessidades específicas e contínuo desenvolvimento de soluções”, conclui Lobato.

## CONHEÇA OS PRODUTOS TECUMSEH ADOTADOS PELA EVEREST



### AE2

Esse compressor é o mais eficiente de sua categoria, apesar do envelope reduzido, possui capacidade frigorífica de compressores de grande formato, alta performance com o fluido R-290. Atende também R-134a e R-404A.



### AZ

Com tamanho reduzido, esse compressor tem alta eficiência e baixo nível de ruído o que o torna adequado para purificadores de água e outras aplicações onde o silêncio é essencial.



### TY

Este modelo de compressor possui altíssima robustez mecânica e excelente performance para trabalhar nas mais severas e variadas condições das aplicações comerciais. A família TY possui protetor térmico interno, que torna muito mais eficaz a proteção do motor elétrico contra sobrecarga.

# TECUMSEH INVESTE DA LINHA DE EQUIPAM

**E**nquanto empresa global e líder em refrigeração comercial na Europa e América do Norte, a Tecumseh já conta com alternativas para a substituição do R-22. A empresa disponibiliza para o merca-

do uma linha completa de Black Units e Dual Black Units utilizando fluido R-404A para aplicação M/HBP.

“Nossa linha para R-404A conta com a qualidade e desempenho já conhecidos pelo mercado. Além disso,

## CONFIRA A APLICAÇÃO DE ALGUNS PRODUTOS DA LINHA PARA R-404A

Refer. HP	Aplicação	Fluído Ref.	Tensão / Fase / Frequencia	Modelo NOVO
1.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ9513ZH
1.1/2	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ4517ZH
2.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	FH4524ZH
			220V 3~50-60Hz	TFH4524ZK
2.1/2	M/HBP	R-404A	400-440V 3~50-60Hz	TFH4524TZ
			208-220V 1~60Hz	FHS4531ZH
2.1/2	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TFHS4531ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TFHS4531TZ
3.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TFHS4540ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TFHS4540TZ
3.1/2	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4546ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4546TZ
4.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4553ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4553TZ
5.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4561ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4561TZ
5.1/2	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4568ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4568TZ
7.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD4590ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD4590TZ
8.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD4610ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD4610TZ
10.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD4612ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD4612TZ
11.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD4614ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD4614TZ
12.0	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD4615ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD4615TZ
1.1/2	LBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ2464ZH
2.0	LBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	FH2480ZH
			220V 3~50-60Hz	TFH2480ZK
2.0	LBP	R-404A	400-440V 3~50-60Hz	TFH2480TZ
			208-220V 1~60Hz	FH2511ZH
3.0	LBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TFH2511ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TFH2511TZ
4.0	LBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG2516ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG2516TZ
5.0	LBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG2522ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAG2522TZ
8.0	LBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD2532ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD2532TZ
10.0	LBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAGD2544ZK
			400-440V 3~50-60Hz	TAGD2544TZ

# NA AMPLIAÇÃO UNIDADES COM R-404A

essas soluções tem mesma gama de acessórios das unidades destinadas ao R-22, contando com itens como painel elétrico, pressostatos, tanque de líquido e acumulador de sucção”, afirma o vendedor técnico da Tecumseh, Marcelo Miranda Santos.

Largamente utilizado em todos os tipos de aplicações por ser um fluido refrigerante que apresenta bons rendimentos tanto em médias quanto baixas temperaturas, o R-22 é um HCFC e devido ao Protocolo de Montreal teve sua importação congelada desde 2013 e deve ser eliminado até 2040.

“Aparentemente, estamos muito longe do final imposto e não deveríamos sofrer tão cedo com a eliminação desta substância, no entanto, com uma oferta reduzida

de R-22, o que se notou foi um crescente aumento de preços deste fluido e a busca por alternativas para substituição dos mesmos, neste cenário o R-404A se apresenta como uma excelente opção”, destaca Marcelo.

Apesar de ser um blend, O R-404A já é largamente utilizado em aplicações de baixa temperatura de evaporação, como câmaras de congelados, por exemplo, o que torna fácil qualquer pessoa envolvida no ramo da refrigeração utilizá-lo. “Outro fator de extrema importância para a utilização do R-404A é que em aplicações de média/alta temperaturas de evaporação, ele apresenta características parecidas com as do R-22, mesmo trabalhando com pressões mais altas”, acrescenta Marcelo.

## Linha para R-404A conta com produtos para aplicações especiais

Dentre as unidades condensadoras voltadas a aplicações especiais, destacam-se as M-Units, destinadas ao mercado de resfriadores de leite. Contam com um design compacto, destinado para aplicações que necessitam de espaço reduzido, range de capacidade de 1HP a 6HP, apresentam baixo nível de ruído e alta eficiência energética proporcionados pelos compressores Tecumseh.

As M-UNIT contam ainda com tanque de líquido, filtro de sucção, controle de condensação e caixa elétrica com disjuntor, contatora e relé falta de fase.



## TABELA DE APLICAÇÃO DA M-UNIT

Refer. HP	Aplicação	Fluido Ref.	Tensão / Fase / Frequencia	Modelo NOVO
1	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ9480Z
1 1/4			208-220V 1~60Hz	CAJ9510Z
1 1/2			208-220V 1~60Hz	CAJ9513Z
1.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ9513EHZ
1.1/2			400-440V 3~50-60Hz	TAJ9513ETZ
2.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	CAJ4517EHZ
			220V 3~50-60Hz	FH4524FHZ
			400-440V 3~50-60Hz	TFH4524FHR
2.1/2	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	FHS4531FHZ
			220V 3~50-60Hz	TFHS4531FHR
			400-440V 3~50-60Hz	TFHS4531FHR
3.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	FH4540EHZ
			220V 3~50-60Hz	TFHS4540FHR
			400-440V 3~50-60Hz	TFH4540ETZ
3.1/2	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4546THR
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4546THR
4.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	AG5553EHR
			220V 3~50-60Hz	TAG4553THR
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4553THR
5.0	M/HBP	R-404A	208-220V 1~60Hz	AG5561EHR
			220V 3~50-60Hz	TAG4561THR
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4561THR
5.1/2	M/HBP	R-404A	220V 3~50-60Hz	TAG4568THR
			400-440V 3~50-60Hz	TAG4568THR

# CORRETO DIMENSIONAM MELHORA EFICIÊNCIA

**A**lém de evitar danos, dimensionar corretamente a tubulação da instalação é extremamente importante para garantir melhor rendimento do equipamento e promover economia de energia. Outros corretos dimensionamentos são: aumento da durabilidade dos equipamentos do sistema e a diminuição da necessidade de manutenções.

Para um eficiente dimensionamento da tubulação deve-se levar em conta os seguintes fatores:

- Capacidade do sistema;
- Finalidade da refrigeração a ser utilizada;
- Tipo de fluido refrigerante a ser utilizado;
- Diferença de altura em que se encontra a unidade condensadora em relação ao evaporador;
- Distância a ser percorrida pelo fluido refrigerante no sistema.

É de suma importância lembrar que a unidade condensadora deve estar o mais próxima possível do evapo-

rador e com menor quantidade de curvas.

Alguns danos ao sistema podem ser ocasionados por dimensionamentos inadequados. Como exemplo temos:

Ao dimensionar a tubulação utilizando-se um diâmetro maior, aumenta-se o investimento na compra da tubulação, bem como a quantidade de fluido refrigerante utilizado no sistema. Ocorrem também complicações no que diz respeito ao controle de líquido devido ao excesso de fluido. A condução do óleo no sistema torna-se ineficiente não ocorrendo o retorno do mesmo para o compressor. Além disso, há perda de eficiência, ocasionando um maior consumo de energia.

Se ao realizar o cálculo, utilizar-se de um diâmetro menor, ocorre perda de eficiência no sistema ocasionando assim um consumo maior de energia, bem como vibração excessiva da tubulação causando ruído e aumentando a possibilidade de vazamento ou rompimento da tubulação. Pode ocorrer ainda um possível dano nos componentes do sistema.

## Como calcular o dimensionamento corretamente

Para realizar o cálculo do dimensionamento da tubulação corretamente é importante que o projetista conheça as características e especificidades de cada linha (sucção, descarga ou líquido), bem como os fatores citados acima. Além disso, é preciso conhecer os princípios e aplicações da área de refrigeração para executar o dimensionamento, que deve ser realizado através de cálculos manuais ou por softwares apropriados.

## NO MODELO ABAIXO AS FÓRMULAS QUE SERÃO UTILIZADAS SÃO:

- Capacidade do evaporador

$$Q_{\text{Evap.}} = m_{\text{Ref.}} \times \Delta h$$

$$m_{\text{Ref.}} = Q_{\text{Evap.}} / \Delta h$$

- Vazão volumétrica do fluido refrigerante

$$V_{\text{Ref.}} = m_{\text{Ref.}} \times v \quad (1)$$

$$V_{\text{Ref.}} = V \times A_{\text{int tubo}} \quad (2)$$

$$V = \frac{V_{\text{Ref.}}}{A_{\text{int tubo}}}$$

Relacionando as equações (1) e (2) obtemos a seguinte fórmula:

$$V = \frac{Q_{\text{Evap.}} \times v}{\Delta h \times A_{\text{int tubo}}}$$

### Índice:

**Q<sub>Evap.</sub>** = Capacidade do Evaporador (Kw); (KJ/s)

**m<sub>Ref.</sub>** = Vazão em massa do fluido refrigerante (Kg/s)

**Δh** = Capacidade Frigorífica do Fluido Refrigerante (kJ/kg)

**V<sub>Ref.</sub>** = Vazão volumétrica do refrigerante (m<sup>3</sup> / s)

**v** = Volume específico do fluido refrigerante (m<sup>3</sup>/kg)

**A<sub>int tubo</sub>** = Área interna do tubo (m<sup>2</sup>)

**V** = Velocidade do fluido refrigerante (m/s)

## Considerações sobre a linha de descarga

A tubulação no sentido horizontal deve ter no mínimo 15 mm de inclinação a cada 3,5 m de tubo em sentido do fluxo do fluido refrigerante. Dessa forma evita-se o acúmulo do óleo no cabeçote do compressor durante o período de estagnação, evitando a quebra do equipamento ao ligar.

Se a tubulação vertical sem controle de capacidade exceder 2,5 m de altura faz-se necessário a utilização de um sifão na base da elevação para servir de acumulador de óleo. Se exceder ainda 3 metros, um sifão adicional deverá ser utilizado, levando em conta que a cada 3 metros excedidos deve-se adicionar um sifão. Se no projeto houver um separador de óleo, não será necessário utilizar-se do sifão.

# ENTO DA TUBULAÇÃO A DO SISTEMA

## Colocando em prática o que aprendemos

Temos um sistema de refrigeração usando o fluido refrigerante R-134a com capacidade de 175 Kw sendo sua temperatura de sucção e descarga, respectivamente, 4°C e 40°C.

Vamos determinar a tubulação de cobre tipo L, necessária para a linha de descarga do compressor com o comprimento equivalente de 14 metros.

Existem várias formas de dimensionar a tubulação, porém vamos utilizar o método COMCADI (COMprimento, CAPacidade e DIâmetro) elaborado pelo Professor Valter Rubens Gener, que utilizou como método de cálculo a equação de Colingbrook.

Pela tabela 1 “Capacidade da linha de descarga” o comprimento mais próximo é de 15 metros. Verificando

a perda de carga recomendada para o fluido refrigerante R-134a, a que consta na tabela 2 é de 27 KPa. Analisando a tabela 3, a coluna de comprimento equivalente e a coluna perda total de pressão sucessivamente encontramos a linha de 15 metros e a linha de 27 KPa, seguindo os valores de capacidade, na mesma linha, encontramos o valor de 279,302KW que satisfaz a condução de ser maior ou igual a capacidade do sistema do exercício, de 175KW, o valor encontrado nesta coluna corresponde a uma tubulação de diâmetro nominal de 54 mm.

Após seguir os passos descritos acima para dimensionarmos o diâmetro do tubo por tabelas, vamos verificar agora através da fórmula adquirida anteriormente se a velocidade do refrigerante está de acordo com o recomendado.

**TABELA 1**

Diâmetro Nominal		Diâmetros		Espessura da parede do tubo	Peso por metro de tubo Kg/m	Área interna do tubo mm <sup>2</sup>	Área superficial por metro de comprimento	
in	mm	Exterior mm	Interior mm				Exterior m <sup>2</sup>	Interior m <sup>2</sup>
¼	6	6,35	4,77	0,79	0,1239	18	0,02	0,0149
3/8	10	9,52	7,94	0,79	0,1946	50	0,03	0,0249
½	12	12,7	10,92	0,89	0,295	94	0,04	0,0343
5/8	15	15,58	13,84	1,02	0,424	151	0,05	0,0435
¾	19	19,05	16,92	1,07	0,539	225	0,06	0,0531
7/8	22	22,23	19,94	1,14	0,677	312	0,07	0,0626
1 1/8	28	28,58	26,04	1,27	0,973	532	0,09	0,0818
1 3/8	35	34,93	32,13	1,40	1,316	811	0,11	0,1009
1 5/8	42	41,28	38,23	1,52	1,701	1148	0,13	0,1201
2 ½	54	53,98	50,42	1,78	2,606	1997	0,17	0,1584
2 5/8	67	66,68	62,61	2,03	3,69	3079	0,209	0,1967
3 1/8	79	79,38	74,80	2,29	4,95	4395	0,249	0,2350
3 5/8	92	92,08	87,00	2,54	6,39	5944	0,289	0,2733
4 1/8	105	104,78	99,19	2,79	8,0	7727	0,329	0,3116
5 1/8	130	130,018	123,83	3,18	11,32	12041	0,409	0,3890
6 1/8	156	155,58	148,46	3,56	15,18	17311	0,489	0,4664

Fonte: ASHRAE HANDBOOK – HVAC System 1992

**TABELA 2**

Perdas de pressão recomendadas para descarga

	kPa	bar	PSI
R-134a	27	0,27	3,9
R-22	37	0,37	5,3
R-404A	44	0,44	6,3
R-410A	57	0,57	8,3
R717	43	0,43	6,2

t<sub>c</sub> = 40 °C Δt = 1 K

TABELA 3

Linha de Descarga R-134a														
Tabela 2A		Transportando Vapor Superaquecido de Refrigerante R-134a do Compressor para o Condensador (Capacidade em kW)												
		Diâmetro Nominal do Tubo de Cobre -Tipo L (mm)												
L	P	12	15	19	22	28	35	42	54	67	79	92	105	130
3	7	5.77	10.79	18.31	28.20	56.80	98.48	155.16	319.84	502.02	893.07	1.322.98	1.858.21	3.309.22
	15	8.65	16.13	27.34	42.05	84.55	146.41	230.43	473.97	832.44	1.321.84	1.956.50	2.746.47	4.886.63
	21	10.33	19.24	32.59	50.10	100.67	174.23	274.10	563.48	989.17	1.569.96	2.323.48	3.260.93	5.799.97
	27	11.78	21.94	37.14	57.08	114.63	198.32	311.92	640.93	1.124.82	1.784.86	2.641.04	3.706.06	6.590.16
6	7	3.98	7.46	12.67	19.54	39.42	68.45	107.95	222.73	392.09	623.61	924.48	1.299.29	2.316.12
	15	5.99	11.19	18.99	29.24	58.89	102.10	160.84	331.29	582.44	925.44	1.370.83	1.925.33	3.428.43
	21	7.16	13.37	22.67	34.89	70.22	121.67	191.58	394.33	692.91	1.100.54	1.629.68	2.288.28	4.073.04
	27	8.18	15.26	25.87	39.80	80.04	138.63	218.21	448.93	788.58	1.252.14	1.853.78	2.602.47	4.830.94
9	7	3.20	6.00	10.20	15.74	31.79	55.24	87.19	180.08	317.21	504.80	748.70	1.052.65	1.877.65
	15	4.82	9.02	15.32	23.61	47.59	82.57	130.16	268.33	472.06	750.45	1.112.07	1.562.43	2.783.75
	21	5.77	10.79	18.31	28.20	56.80	98.48	155.16	319.84	502.02	893.07	1.322.98	1.858.21	3.309.22
	27	6.60	12.32	20.91	32.18	64.79	112.28	176.84	364.11	639.96	1.016.62	1.505.83	2.114.34	3.764.14
12	7	2.74	5.13	8.74	13.49	27.27	47.42	74.87	154.75	272.76	434.25	644.27	906.10	1.617.00
	15	4.13	7.74	13.15	20.27	40.89	70.98	111.94	230.92	406.45	646.39	958.17	1.346.55	2.400.12
	21	4.95	9.26	15.72	24.22	48.83	84.71	133.52	275.24	484.17	769.65	1.140.48	1.602.27	2.854.53
	27	5.66	10.58	17.96	27.66	55.73	96.63	152.25	313.66	551.54	876.46	1.268.41	1.823.77	3.248.03
15	7	2.42	4.55	7.75	11.97	24.21	42.11	66.51	137.54	242.53	386.25	573.22	806.35	1.439.55
	15	3.67	6.86	11.67	18.00	36.33	63.10	99.54	205.48	361.78	575.53	853.35	1.199.49	2.138.72
	21	4.39	8.22	13.97	21.52	43.41	75.34	118.80	245.00	431.15	685.57	1.016.13	1.427.86	2.544.62
	27	5.03	9.40	15.96	24.59	49.56	85.97	135.50	279.30	491.30	780.96	1.157.20	1.625.72	2.896.20
23	7	1.92	3.61	6.15	9.50	19.28	33.51	52.98	109.64	193.50	308.36	457.88	644.39	1.151.27
	15	2.91	5.45	9.28	14.32	28.95	50.32	79.43	164.12	289.22	460.38	682.96	960.39	1.713.57
	21	3.49	6.54	11.12	17.14	34.62	60.14	94.88	195.89	344.98	548.87	813.91	1.144.16	2.040.35
	27	4.00	7.48	12.71	19.60	39.55	68.67	108.30	223.46	393.36	625.62	927.46	1.303.46	2.323.54
30	7	1.66	3.12	5.32	8.23	16.68	29.05	45.94	95.18	168.06	267.93	397.98	560.26	1.091.42
	15	2.52	4.72	8.04	12.42	25.12	43.89	68.99	142.65	251.51	400.51	594.33	835.99	1.492.27
	21	3.02	5.67	9.64	14.88	30.06	52.24	82.46	170.35	309.16	477.75	708.66	995.47	1.777.74
	27	3.46	6.49	11.03	17.01	34.36	58.88	94.17	194.41	342.39	544.77	807.84	1.135.64	2.025.21
38	7	1.46	2.74	4.68	7.24	14.68	25.58	40.47	83.89	148.20	236.36	351.19	494.51	884.28
	15	2.21	4.15	7.08	10.93	22.13	38.51	60.84	125.87	222.03	353.69	525.01	738.67	1.319.09
	21	2.66	4.99	8.49	13.10	26.50	46.08	72.76	150.39	265.11	422.11	626.31	880.87	1.572.13
	27	3.05	5.71	9.72	14.99	30.30	52.66	83.12	171.70	302.52	481.49	714.20	1.004.24	1.791.57
46	7	1.31	2.47	4.21	6.52	13.23	23.07	36.52	75.73	133.84	213.52	317.34	446.95	799.51
	15	1.99	3.74	6.38	9.86	19.97	34.77	54.95	113.74	200.70	319.80	474.82	668.19	1.193.64
	21	2.40	4.50	7.66	11.83	23.92	41.82	65.74	135.95	239.73	381.81	566.65	797.13	1.423.14
	27	2.75	5.15	8.77	13.54	27.36	47.58	75.12	155.25	273.65	435.66	646.36	909.03	1.622.22
53	7	1.21	2.28	3.90	6.04	12.25	21.37	33.83	70.19	124.08	198.01	294.33	414.61	741.85
	15	1.84	3.47	5.91	9.14	18.51	32.23	50.94	105.48	186.19	296.75	440.68	620.23	1.108.24
	21	2.22	4.16	7.09	10.96	22.18	38.59	60.96	126.12	222.47	354.39	526.05	740.13	1.321.69
	27	2.54	4.77	8.12	12.54	25.37	44.12	69.68	144.06	253.99	404.46	600.18	844.20	1.506.88
61	7	0.99	1.87	3.20	4.96	10.07	17.58	27.85	57.83	102.30	163.33	242.80	342.30	612.88
	15	1.51	2.85	4.86	7.51	15.24	26.55	42.00	87.04	153.74	245.17	364.26	512.88	917.01
	21	1.82	3.42	5.83	9.02	18.27	31.81	50.30	104.15	183.84	293.01	435.14	612.46	1.094.39
	27	2.09	3.92	6.69	10.33	20.91	36.40	57.52	119.03	210.00	334.59	496.73	698.95	1.248.39
76	7	0.90	1.69	2.90	4.49	9.13	15.94	25.26	52.47	92.86	148.31	220.61	310.95	556.94
	15	1.37	2.58	4.40	6.81	13.82	24.09	38.12	79.05	139.67	222.80	331.09	466.27	833.96
	21	1.65	3.10	5.29	8.18	16.58	28.88	45.67	94.62	167.07	266.37	395.66	557.00	995.62
	27	1.89	3.56	6.06	9.37	18.98	33.05	52.25	108.17	190.91	304.25	451.76	635.83	1.136.02
91	7	0.90	1.69	2.90	4.49	9.13	15.94	25.26	52.47	92.86	148.31	220.61	310.95	556.94
	15	1.37	2.58	4.40	6.81	13.82	24.09	38.12	79.05	139.67	222.80	331.09	466.27	833.96
	21	1.65	3.10	5.29	8.18	16.58	28.88	45.67	94.62	167.07	266.37	395.66	557.00	995.62
	27	1.89	3.56	6.06	9.37	18.98	33.05	52.25	108.17	190.91	304.25	451.76	635.83	1.136.02
107	7	0.90	1.69	2.90	4.49	9.13	15.94	25.26	52.47	92.86	148.31	220.61	310.95	556.94
	15	1.37	2.58	4.40	6.81	13.82	24.09	38.12	79.05	139.67	222.80	331.09	466.27	833.96
	21	1.65	3.10	5.29	8.18	16.58	28.88	45.67	94.62	167.07	266.37	395.66	557.00	995.62
	27	1.89	3.56	6.06	9.37	18.98	33.05	52.25	108.17	190.91	304.25	451.76	635.83	1.136.02
122	7	0.90	1.69	2.90	4.49	9.13	15.94	25.26	52.47	92.86	148.31	220.61	310.95	556.94
	15	1.37	2.58	4.40	6.81	13.82	24.09	38.12	79.05	139.67	222.80	331.09	466.27	833.96
	21	1.65	3.10	5.29	8.18	16.58	28.88	45.67	94.62	167.07	266.37	395.66	557.00	995.62
	27	1.89	3.56	6.06	9.37	18.98	33.05	52.25	108.17	190.91	304.25	451.76	635.83	1.136.02
137	7	0.90	1.69	2.90	4.49	9.13	15.94	25.26	52.47	92.86	148.31	220.61	310.95	556.94
	15	1.37	2.58	4.40	6.81	13.82	24.09	38.12	79.05	139.67	222.80	331.09	466.27	833.96
	21	1.65	3.10	5.29	8.18	16.58	28.88	45.67	94.62	167.07	266.37	395.66	557.00	995.62
	27	1.89	3.56	6.06	9.37	18.98	33.05	52.25	108.17	190.91	304.25	451.76	635.83	1.136.02

Nota: Valores baseados em Temperatura de Evaporação de 4 °C e Condensação 40 °C, com Superaquecimento e Subresfriamento de 5 K, para outras condições aplique o fator de correção da Tabela 2D antes de consultar esta tabela. L = Comprimento Equivalente (m) P = Perda Total de Pressão (kPa)

**Para isso precisamos de algumas informações importantes**

- Capacidade frigorífica do fluido refrigerante, também conhecida como diferença de entalpia ( $\Delta h$ ) R-134a no evaporador. Encontra-se na tabela 4 para uma temperatura de evaporação de 4°C e condensação de 40°C é de 143,31 KJ/Kg.
- O volume específico ( $V$ ) do mesmo refrigerante e nas mesmas condições pode ser encontrado na tabela 5 e é de 0,0201 m³/Kg.
- A área interna da tubulação de cobre (A) retirada da tabela 1 é de 1997 X 10-6m² ou 0,002m².

**Assim**

$$V = \frac{Q_{\text{Evap.}} \times v}{\Delta h \times A_{\text{int tubo}}}$$

$$V = \frac{175 \text{ KW} \times 0,0201 \text{ m}^3/\text{s}}{143,34 \text{ KJ/Kg} \times 1997 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$V = \frac{175 \text{ KW} \times 0,0201 \text{ m}^3/\text{s}}{143,34 \text{ KJ/Kg} \times 0,002 \text{ m}^2}$$

**Logo:**

$$V = 12,29 \text{ m/s}$$

Com este resultado verificamos que a velocidade do fluido refrigerante na linha de descarga com 14 metros de comprimento e 54 mm de diâmetro está acima da velocidade mínima e abaixo da velocidade máxima da tabela demonstrada na edição anterior. Vide Fic Frio nº 87, página 15.

Assim nosso dimensionamento do diâmetro da tubulação está correto tendo uma perda de capacidade dentro do recomendado e uma garantia de que não terá vibrações nesta tubulação.

**Obs.:** Para cada tipo de fluido existe uma tabela específica. Nesta demonstração utilizamos somente algumas e as mesmas encontram-se na última página desta revista.

**TABELA 4**

Tabela 2G		Capacidade Frigorífica do Fluido Refrigerante R-134a																
		Temperatura do Evaporador °C																
		-34	-32	-29	-26	-23	-21	-18	-15	-12	-10	-7	-4	-1	2	4	7	10
		h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
		kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
Temperatura de Condensação	29	135,97	137,85	139,71	142,19	143,42	144,85	146,48	148,30	150,10	151,90	153,08	154,85	156,60	158,34	159,48	161,19	162,87
	32	131,83	133,50	135,57	137,85	139,08	140,30	142,14	143,96	145,76	147,55	148,74	150,51	152,26	153,99	155,14	156,84	158,53
	35	127,24	129,12	130,98	133,46	134,69	135,92	137,75	139,57	141,38	143,17	144,36	146,12	147,88	149,61	150,75	152,46	154,14
	38	122,81	124,69	126,53	129,03	130,26	131,49	133,32	135,14	136,94	138,74	139,92	141,69	143,44	145,18	146,32	148,03	149,71
	40	119,83	121,71	123,57	126,05	127,28	128,51	130,34	132,16	133,96	135,76	136,94	138,71	140,46	142,20	143,31	145,05	146,73
	43	115,32	117,19	119,06	121,53	122,77	123,99	125,82	127,64	129,45	131,24	132,43	134,20	135,95	137,68	138,83	140,53	142,21
	46	110,75	112,63	114,49	116,97	118,20	119,43	121,26	123,08	124,88	126,68	127,86	129,63	131,38	133,12	134,26	135,97	137,65
	49	106,13	108,00	109,87	112,34	113,58	114,80	116,63	118,45	120,26	122,05	123,24	125,01	126,76	128,49	129,64	131,34	133,02
	52	101,44	103,32	105,18	107,66	108,89	110,12	111,95	113,77	115,58	117,37	118,56	120,32	122,07	123,81	124,95	126,66	128,34
	54	98,28	100,16	102,02	104,50	105,73	106,96	108,79	110,61	112,42	114,21	115,40	117,16	118,91	120,65	121,79	123,50	125,18
	57	93,48	95,36	97,22	99,70	100,93	102,16	103,99	105,81	107,62	109,41	110,60	112,36	114,11	115,85	116,99	118,70	120,38
	60	88,61	90,48	92,35	94,82	96,05	97,28	99,11	100,93	102,74	104,53	105,72	107,49	109,24	110,97	112,12	113,82	115,50
	63	83,64	85,52	87,39	89,80	91,09	92,32	94,15	92,27	97,78	99,57	100,76	102,52	104,28	106,01	107,16	108,86	110,54

Nota: Diferença de entalpia no evaporador em kJ/kg

**TABELA 5**

Tabela 2H		Volume Específico da linha de Descarga do Fluido Refrigerante R-134a																
		Temperatura do Evaporador °C																
		-34	-32	-29	-26	-23	-21	-18	-15	-12	-10	-7	-4	-1	2	4	7	10
		v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
		m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg	m³/kg
Temperatura de Condensação	29	0,0290	0,0276	0,0268	0,0274	0,0280	0,0284	0,0277	0,0271	0,0276	0,0280	0,0289	0,0293	0,0274	0,0282	0,0288	0,0273	0,0277
	32	0,0271	0,0264	0,0261	0,0266	0,0251	0,0264	0,0265	0,0275	0,0254	0,0254	0,0256	0,0252	0,0252	0,0253	0,0251	0,0252	0,0257
	35	0,0236	0,0250	0,0231	0,0237	0,0234	0,0232	0,0235	0,0231	0,0239	0,0231	0,0232	0,0231	0,0234	0,0235	0,0231	0,0231	0,0235
	38	0,0219	0,0215	0,0213	0,0212	0,0212	0,0216	0,0210	0,0217	0,0210	0,0213	0,0210	0,0212	0,0209	0,0216	0,0208	0,0212	0,0208
	40	0,0205	0,0204	0,0201	0,0204	0,0203	0,0210	0,0207	0,0208	0,0211	0,0205	0,0223	0,0209	0,0207	0,0207	0,0201	0,0194	0,0207
	43	0,0185	0,0188	0,0186	0,0181	0,0182	0,0182	0,0180	0,0182	0,0181	0,0184	0,0183	0,0180	0,0182	0,0180	0,0179	0,0180	0,0182
	46	0,0175	0,0172	0,0171	0,0173	0,0170	0,0169	0,0170	0,0169	0,0168	0,0169	0,0167	0,0171	0,0168	0,0166	0,0168	0,0167	0,0166
	49	0,0164	0,0161	0,0163	0,0159	0,0159	0,0160	0,0159	0,0157	0,0156	0,0159	0,0156	0,0157	0,0158	0,0154	0,0152	0,0154	0,0154
	52	0,0149	0,0147	0,0150	0,0146	0,0146	0,0148	0,0146	0,0145	0,0145	0,0144	0,0145	0,0144	0,0141	0,0143	0,0142	0,0143	0,0142
	54	0,0140	0,0139	0,0145	0,0138	0,0137	0,0137	0,0136	0,0136	0,0135	0,0134	0,0135	0,0136	0,0134	0,0132	0,0132	0,0134	0,0133
	57	0,0131	0,0131	0,0127	0,0129	0,0128	0,0126	0,0125	0,0124	0,0124	0,0122	0,0127	0,0123	0,0123	0,0124	0,0123	0,0125	0,0123
	60	0,0123	0,0122	0,0121	0,0121	0,0118	0,0168	0,0116	0,0114	0,0113	0,0115	0,0114	0,0117	0,0114	0,0116	0,0115	0,0116	0,0113
	63	0,0114	0,0112	0,0110	0,0112	0,0109	0,0109	0,0102	0,0107	0,0107	0,0106	0,0106	0,0108	0,0105	0,0104	0,0106	0,0105	0,0104

Nota: Volume Específico Médio do Refrigerante na Linha de Descarga em m³/kg

**Referências Bibliográficas**

GERNER, V. R. Dimensionamento de Tubulação de Fluido Refrigerante: Sistemas Frigoríficos. São Paulo: 2012.  
ASHRAE HANDBOOK - HVAC System 1992

# CRIANÇAS DAS ESCOLAS DE SÃO CARLOS VISITAM A TECUMSEH

Visando ampliar e estreitar o relacionamento com os bairros próximos à empresa, a equipe de Segurança do Trabalho da Tecumseh promoveu em abril um evento especial sobre segurança para crianças.

Cerca de 240 alunos, entre 9 e 10 anos das escolas E.M.E.B Dalila Gali e E.E. Professor Antonio Adolfo Lobbe visitaram a empresa e participaram de dinâmicas de grupo sobre segurança no lar, no trabalho, na escola e no trânsito.

“Elas passaram por uma apresentação que estava conectada com a dinâmica realizada, depois foram conduzidas ao refeitório para um gostoso café da tarde”, explica a técnica de segurança do trabalho



da Tecumseh Marilda Modenez Morelli.

O objetivo do evento foi contribuir com a adoção de comportamentos seguros na sociedade. “O compartilhamento de informações com as crianças, contribui para o futuro delas e se estende para toda a família e comunidade”, afirma o técnico de segurança de trabalho Robson Marcelo Sperança.

Cerca de 95% dos participantes do evento possuem parentes trabalhando na Tecumseh. No final do encontro muitas crianças manifestaram seu desejo de voltar e conhecer a fábrica, e futuramente trabalharem na empresa.





TECUMSEH PRODUCTS COMPANY

Celebrating

80

years



1934 - 2014

80 ANOS SEMPRE À FRENTE



Liderança na Indústria



Produtos Eficientes e Confiáveis



Tecnologia Sustentável

Conheça os produtos Tecumseh. Para mais informações, visite [www.tecumseh.com](http://www.tecumseh.com)



*Tecumseh*

*Cooling for a Better Tomorrow™*