



## **SEÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO PREDIAL E ENGENHARIA (PB-SAPE)**

### **PROJETO BÁSICO DFD Nº 17/2020 - SAPE/JFPB**

## **APÊNDICE III - PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO**

### **1. OBJETIVO**

Este documento foi feito com o objetivo de estabelecer os procedimentos mínimos quanto à execução dos serviços de manutenção preventiva, corretiva, instalação, desinstalação, extra manutenção dos sistemas de ar condicionado e refrigeração.

### **2. RECOLHIMENTO DE FLUÍDO REFRIGERANTE**

Antes de iniciar o trabalho em sistema frigorífico, é essencial assegurar que o equipamento e as ferramentas apropriadas estejam disponíveis. A ausência de equipamento apropriado pode resultar em procedimentos incorretos, assim como no uso de ferramentas inadequadas, podendo ocasionar acidentes, em último caso.

- Checar se o equipamento apropriado está disponível, como:
- Máquina Recolhedora de Refrigerantes;
- Bomba de Vácuo;
- Manifolds de serviço, manovacuômetro de pressão;
- Termômetros, Termopares;
- Detector eletrônico de refrigerantes, água e sabão;
- Extintor de incêndio;
- Equipamentos de proteção individual: óculos, luvas, botas, capacetes;
- Balanças e Cilindro dosador;
- Ferramentas comuns para trabalho em tubulações do sistema;
- Filtro secador.

Outros equipamentos não listados acima podem ser necessários também. Assegurar que todo o equipamento esteja em perfeitas condições de funcionamento, que o profissional esteja familiarizado com o equipamento e devidamente treinado para operar tais ferramentas e máquinas.

O refrigerante poderá ser recolhido de um sistema em função de vários motivos, incluindo a necessidade de acesso a partes do sistema que requeiram reparo ou troca de componentes. Troca de refrigerante que tenha sido contaminado após o ingresso de outros fluidos devido à queima do

motor, reparo de vazamentos, ou se o sistema tiver que ser levado para manutenção. Normalmente, um refrigerante recolhido será descartado **se estiver contaminado**; em alguns casos, a qualidade do refrigerante é aceitável para reutilização ou recarga; Em TODOS os casos, os procedimentos e o tratamento dados ao refrigerante recolhido são relevantes para quaisquer tipos de fluidos. A transferência de refrigerante para armazenamento em containers ou cilindros de recolhimento é perigosa, e as medidas apropriadas devem ser sempre seguidas. Estes procedimentos também são importantes para manutenção da integridade do sistema.

## **2.1. PROCEDIMENTO PADRÃO DE SEGURANÇA PARA RECOLHIMENTO DE LÍQUIDO/VAPOR**

Regras Gerais de Segurança:

- 2.1.1. Leia todas as regras de segurança e de operação e todas as instruções antes de operar a estação recolhedora;
- 2.1.2. Apenas um técnico qualificado deve operar uma estação recolhedora;
- 2.1.3. Leia todo o procedimento técnico de como manusear refrigerantes e óleos refrigerantes com segurança, inclusive, tabelas de segurança do material. Essas tabelas podem ser obtidas dos fabricantes de refrigerantes;
- 2.1.4. Sempre vista luvas e óculos de proteção ao trabalhar com refrigerantes para proteger a pele os olhos dos gases e líquidos refrigerantes;
- 2.1.5. Evite contato com líquidos ou gases cáusticos;
- 2.1.6. Trabalhe em locais bem ventilados;
- 2.1.7. Utilize apenas tanques refrigerantes reutilizáveis autorizados;
- 2.1.8. Tanques com pressão mínima de funcionamento de 27,6 bar;
- 2.1.9. Não transborde o tanque de armazenamento;
- 2.1.10. O tanque fica cheio quando alcança 80% do volume;
- 2.1.11. Deve existir espaço suficiente para a expansão do líquido – caso o tanque transborde, explosões violentas podem ocorrer;
- 2.1.12. Uma balança deve ser utilizada para evitar que o tanque de armazenamento transborde;
- 2.1.13. Não exceda a pressão de funcionamento do cilindro do tanque de recuperação;
- 2.1.14. Nunca misture refrigerantes diferentes em um tanque;
- 2.1.15. Antes de recuperar o refrigerante, o tanque deve atingir o nível de vácuo: (- **0,1mpa**), que serve para purgar os gases não condensáveis;
- 2.1.16. Finalizado o recolhimento, certifique-se de que não ficou refrigerante no equipamento. Refrigerantes líquidos deixados no aparelho podem expandir e destruir os componentes;
- 2.1.17. Quando a máquina de recolhimento não estiver sendo utilizada, todas as válvulas devem permanecer fechadas para que o ar e sua umidade não danifiquem o equipamento ou reduzam sua eficiência;
- 2.1.18. Ao utilizar uma extensão, esta deve ser apropriada para o consumo da potência elétrica, esta deve ter no mínimo 2,0mm de espessura e, no máximo, 7,6 metros de comprimento; caso contrário, pode causar uma queda de tensão e danificar o aparelho;
- 2.1.19. Deve-se sempre utilizar filtro secador seco;
- 2.1.20. Deve-se trocá-lo frequentemente ( $\Delta T$  maior que  $2^{\circ}C$ ), pois se verificar diferença na temperatura de saída em relação com a temperatura maior que o de entrada em  $2^{\circ}$ , isso indica que o filtro está obstruído e está ocorrendo a expansão do gás dentro do filtro;

- 2.1.21. Utilizar o filtro secador especificado pelo fabricante;
- 2.1.22. Se a pressão do tanque exceder 20,7bar, use o PROCEDIMENTO DE RESFRIAMENTO DO TANQUE PARA REDUZIR a pressão do mesmo;
- 2.1.23. Para maximizar os índices de recolhimento, utilize a menor medida possível de 3/8", ou uma mangueira maior;
- 2.1.24. Recomenda-se uma mangueira de, no máximo, 0,9m;
- 2.1.25. Ao recolher grandes quantidade de líquido, use o PROCEDIMENTO DE EMPURRAR/PUXAR O LÍQUIDO;
- 2.1.26. Após o recolhimento, verifique que não há mais refrigerante na máquina;
- 2.1.27. Lei o PROCEDIMENTO AUTO-PURGATÓRIO com cuidado;
- 2.1.28. Vestígios de refrigerante líquido podem expandir e destruir os componentes;
- 2.1.29. Se a recolhedora for estocada por um longo período sem utilização, recomenda-se que todo refrigerante residual seja evacuado e que a máquina seja purgada com nitrogênio seco;

## 2.2. PROCEDIMENTO PADRÃO PARA RECOLHIMENTO DE LÍQUIDO/VAPOR

- 2.2.1. Verifique se a estação recolhedora está em boas condições de uso;
- 2.2.2. Verifique se todas as conexões estão apropriadas;
- 2.2.3. Abra a porta de líquidos do tanque de armazenamento;
- 2.2.4. Verifique se a válvula de modo (MODE) esteja em recolher (RECOVERY);
- 2.2.5. Abra a porta de saída da estação recolhedora;
- 2.2.6. Abra a porta de líquidos do seu aparelho medidor de manifold; quando a porta for aberta, o líquido será removido do sistema. Após o líquido ser evacuado, abra a porta de vapor do manifold para terminar de evacuar o sistema.

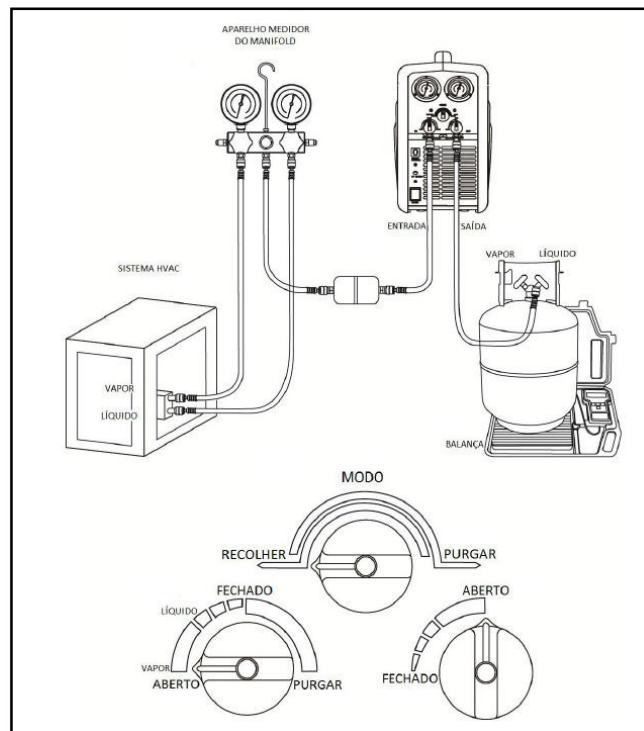


Figura 1 – Estação recolhedora

- 2.2.7. Conecte a estação recolhedora a uma saída apropriada (verificar no equipamento);
- 2.2.8. Coloque o interruptor de energia na posição ON (ligado);
- 2.2.9. Ative o interruptor START;
- 2.2.10. Abra lentamente a porta de entrada da máquina;
  - a) Se o compressor começar a “bater”, diminua lentamente a força da válvula de entrada até que o barulho pare;
  - b) Se a força da válvula de entrada foi diminuída, a válvula deve estar totalmente aberta assim que o líquido tiver sido removido do sistema (a porta de vapor do sistema medidor do manifold também deve estar aberta nesse momento);
- 2.2.11. Deixe a máquina funcionar até que o nível de vácuo desejado seja atingido;
  - a) Feche as portas do vapor e de líquidos do aparelho medidor de manifold;
  - b) Desligue a máquina;
  - c) Feche a porta de entrada da estação recolhedora e inicie o processo de AUTO-PURGAÇÃO;
- 2.2.12. Caso a estação recolhedora não inicie, gire a válvula de entrada (INPUT) e a válvula de modo (MODE) até a posição de purga (PURGE);
- 2.2.13. Então, gire a válvula de modo (MODE) até a posição de recolhimento (RECOVERY), e abra a válvula de entrada (INPUT);
- 2.2.14. Atenção: sempre faça a purga da estação após cada uso;
- 2.2.15. A não realização da purga dos vestígios de refrigerante da estação pode resultar em degradação ácida dos componentes internos, ocasionando danos prematuros;

### **2.3. PROCEDIMENTO DE AUTO PURGA**

- 2.3.1. Feche as portas do sistema em funcionamento que estão conectadas à entrada da máquina;
- 2.3.2. Desligue a estação recolhedora;
- 2.3.3. Coloque a válvula de entrada (INPUT) na posição purgar (PURGE);
- 2.3.4. Coloque a válvula de modo (MODE) na posição purgar (PURGE);
- 2.3.5. Reinicie a máquina;
- 2.3.6. Opere a máquina até atingir o nível de vácuo desejado;
- 2.3.7. Feche as portas do tanque de recolhimento e da máquina;
- 2.3.8. Desligue a máquina;
- 2.3.9. Coloque a válvula de modo (MODE) na posição de recolhimento (RECOVERY);
- 2.3.10. Desconecte e guarde todas as mangueiras e o filtro secador;

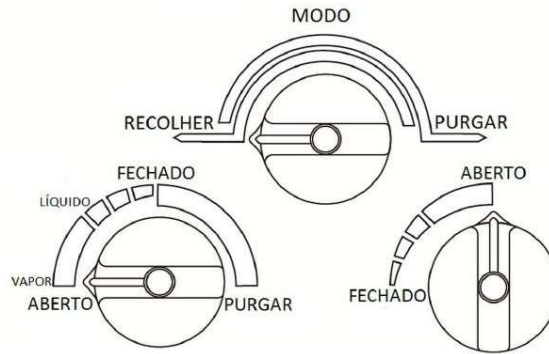


Figura 2 – Válvula de MODO

## 2.4. PROCEDIMENTOS DE PULL/PUSH LÍQUIDO

- 2.4.1. O procedimento de PULL/PUSH funciona apenas em sistemas grandes, nos quais o refrigerante líquido pesa, no mínimo, 6,8kg;
- 2.4.2. Coloque a válvula de modo (MODE) na posição de recolhimento (RECOVERY);
- 2.4.3. Abra a válvula de saída (OUTPUT);
- 2.4.4. Abra a válvula de entrada (INPUT);
- 2.4.5. Quando a balança estabilizar, feche todas as portas;
- 2.4.6. Desligue a máquina;
- 2.4.7. SEMPRE UTILIZAR BALANÇA;

## 2.5. PROCEDIMENTO DE ESFRIAMENTO DO TANQUE

- 2.5.1. Conecte as mangueiras conforme figura abaixo;
- 2.5.2. Coloque a válvula de modo (MODE) na posição de recolhimento (RECOVERY);
- 2.5.3. Abra as válvulas de líquido (LIQUID) e de vapor (VAPOR) do tanque de armazenamento;
- 2.5.4. Ligue a máquina e ative o compressor;
- 2.5.5. Abra a válvula de entrada (INPUT) e a de saída (OUTLET);
- 2.5.6. Abra a válvula de saída (OUTPUT) da máquina até que a pressão de saída fique 100Psi acima da pressão de entrada (INPUT), mas não deixe a diferença de pressão ultrapassar 300Psi;
- 2.5.7. Opere a máquina até que o tanque esfrie;

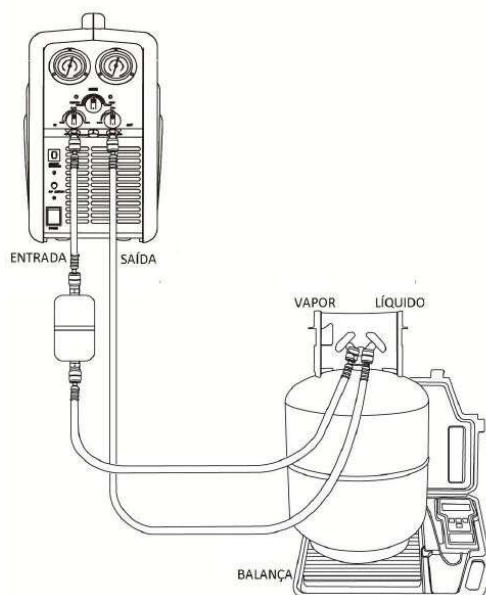


Figura 3 – Compressor / Tanque de armazenamento

## 2.6. PROCEDIMENTO DE SEPARAÇÃO DE ÓLEO

- 2.6.1. Verifique se todas as conexões estão corretas e apertadas;
- 2.6.2. Verifique se a porta da válvula de dreno está fechada;
- 2.6.3. Verifique se a válvula de modo (MODE) está na posição de recolhimento (RECOVERY);
- 2.6.4. Abra a porta de líquidos (LIQUID) do tanque de armazenamento;
- 2.6.5. Abra a porta de saída (OUTPUT) da estação e a porta de líquidos (LIQUID) do aparelho medidor do manifold;
- 2.6.6. Coloque o interruptor de energia em ON;
- 2.6.7. Abra lentamente a válvula de entrada (INPUT) até a posição LIQUID;
- 2.6.8. Opere a máquina até completar o recolhimento;
- 2.6.9. Desligue a recolhedora;
- 2.6.10. Abra a porta da válvula de drenagem de óleo e drene o óleo;
- 2.6.11. Armazene-o em um local apropriado;
- 2.6.12. Feche a porta de drenagem do óleo;
- 2.6.13. Desconecte as mangueiras.

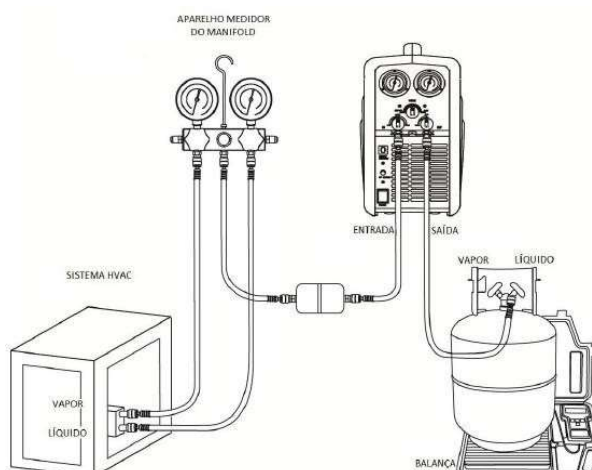


Figura 4 – Conexões e mangueiras

## 2.7. INSTALAÇÃO DO BULBO SENSOR DA VÁLVULA DE EXPANSÃO

Para o aparelho RTC (Splitão), o bulbo da válvula de expansão deve ser fixado no momento da instalação conforme abaixo.

Nas unidades RTC, deve-se tomar alguns cuidados referentes à conexão com as linhas frigoríficas:

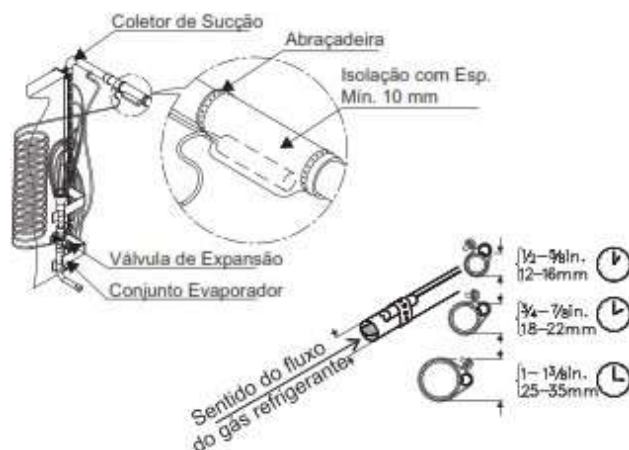


Figura 5 – Cuidados com a conexão linhas frigorífica

O bulbo deve ser instalado no sentido horizontal, mais próximo possível da saída do evaporador a ser isolado.



Figura 6 – Instalação do Bulbo

- Após realizar a solda de interligação da linha de sucção, fixar o bulbo sensor da válvula de expansão, conforme identificado na etiqueta afixada no bulbo da válvula e isole a linha;
- O filtro secador vai avulso e deve ser instalado na linha de líquido somente após estar com toda a parte referente a solda de interligação pronta. Isto faz com que o saturamento do elemento filtrante por sujeira ou umidade seja evitado;
- É muito importante que as proteções do filtro secador sejam removidas somente no momento da instalação do mesmo;
- A carga de refrigerante deve ser feita somente pela tomada de pressão na linha de líquido.

## 3. SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

### 3.1. TROCA DE VÁLVULAS SOLENÓIDE / FILTRO SECADOR / VISOR DE LÍQUIDO

O filtro secador e visor de líquido são outros componentes importantes do ciclo também fornecidos.

Deve-se tomar um cuidado especial com o filtro secador, o qual recomendamos que seja o último item a ser instalado antes de fechar o ciclo frigorífico e iniciar o vácuo.

Este não deve ser deixado aberto ao ambiente pois retém umidade facilmente e mesmo após o vácuo poderá apresentar problemas de saturação.

Instalar sempre conforme seqüência abaixo:



Figura 7 – Instalação da válvula solenóide, filtro secador e visor de líquido

### 3.2. INSTALAÇÃO MECÂNICA

Evite problemas de aquecimento excessivo dos componentes, aconselha-se manter uma distância mínima de 150 mm entre eles e utilize um pano úmido envolto nos componentes para melhorar a dissipação de calor e evitar possíveis danos internos.

Para solda (brasagem) da Válvula Solenóide, deve-se retirar a bobina para esta não seja danificada devido ao aquecimento.

Os componentes devem ser instalados sempre o mais próximo possível (até 1 m de distância) da unidade evaporadora para que tenham seu funcionamento correto no ciclo.

**NOTA:** Com a instalação da válvula solenóide se faz necessário vácuo nas linhas de líquido e sucção simultaneamente, pois a válvula bloqueia o fluxo isolando as linhas entre si.

#### **OBSERVAÇÃO:**

O visor de líquido limpo sem bolhas não necessariamente indica que a carga de fluido refrigerante está correta pois esta pode estar acima do recomendado, então deve-se sempre verificar o “superaquecimento”.

O superaquecimento é o item mais importante a ser verificado pois assim consegue-se verificar se a carga de gás está devidamente regularizada e o sistema funcionando dentro de seus limites operacionais.

#### **IMPORTANTE:**

Superaquecimento alto  $> 20^{\circ}\text{C}$  pode ocasionar a queima do compressor com funcionamento contínuo nesta condição.

Superaquecimento baixo  $< 8^{\circ}\text{C}$  pode ocasionar a quebra de componentes internos do compressor com funcionamento contínuo nesta condição

### 3.3. FILTRO SECADOR

O filtro secador possui a função de reter alguma umidade residual após o vácuo e pequenas partículas de sujeira da tubulação frigorífica, mas isto não isenta o dever de ser feita uma



instalação devidamente limpa e correta, pois o filtro possui uma área de filtragem bem reduzida apenas para pequenos resíduos que eventualmente sobram dentro da tubulação.

Portanto se a instalação das linhas frigoríficas não for efetuada adequadamente, mantendo-as limpas e em seguida realizar vácuo conforme recomendado, este irá saturar prejudicando o funcionamento e até causando parada do sistema.

O visor de líquido por sua vez, serve para verificação, após estabilizado o valor de superaquecimento (SH) com o sistema ligado, verificar.





SITUAÇÃO	VERIFICAÇÃO	RESULTADO	AÇÃO
1	 <p>VISOR DE LÍQUIDO INDICADOR VERDE, SEM BOLHAS</p>	Aprovado (Ok)	Verificar somente o Superaquecimento com o objetivo de confirmar se a carga de refrigerante no ciclo esta correta.
2	 <p>VISOR DE LÍQUIDO INDICADOR AMARELO, COM OU SEM BOLHAS</p>	Reprovado (Ruim)	Adotar as seguintes providências: Parar o sistema imediatamente, substituir o refrigerante, providenciar a substituição do filtro secador e efetuar o processo de vácuo novamente, possível presença de umidade do sistema.
3	 <p>VISOR DE LÍQUIDO VISOR COM BOLHAS</p>	Verificar:	<p>Verificação das temperaturas: <math>T_1</math> (antes) e <math>T_2</math> (depois) do filtro secador, para a seguinte análise:</p> <p>Fluxo <math>T_1</math>  <math>T_2</math></p> <p>● Temp. de Ent. maior que a de saída ●</p> <p>A) Se: <math>(T_1 - T_2) &gt; 2^\circ\text{C}</math>, então: Filtro secador saturado ou com entupimento (com "sujeira"). Providenciar substituição do componente e verificar limpeza da linha.</p> <p>B) Se: <math>(T_1 - T_2) \leq 2^\circ\text{C}</math>, então: Filtro OK.</p>

Figura 8 – Verificação do filtro secador

### 3.4. INSTALAÇÃO DA VÁLVULA SOLENÓIDE

Para a instalação da válvula solenóide na linha de líquido, em campo especial, deve-se seguir algumas recomendações conforme abaixo:

- Verifique o Sentido do Fluxo: estas válvulas funcionam somente quando instaladas corretamente no sentido do fluxo. Instale próximo a saída da Unidade Condensadora;
- Soldagem: para válvula solenóide com conexões tipo solda, proteger o corpo, conexões e O-rings, contra aquecimento e qualquer tipo de respingo durante o processo;
- Verifique se a válvula solenóide está na posição aberta pela alimentação da tensão na bobina;
- Passagem dos Cabos: atente para o correto posicionamento dos cabos d alimentação.

### 3.5. TESTE DE ESTANQUEIDADE

Verifique eventual vazamento nas tubulações de interligação utilizando gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) na pressão de 30 kgf/cm<sup>2</sup>. Execute teste de estanqueidade pela junta de inspeção da válvula da linha de sucção e líquido. Pressurize com 25 kgf/cm<sup>2</sup> e verifique se o ciclo está estanque (pelo manômetro), somente depois eleve a pressão de teste até o ponto de 30 kgf/cm<sup>2</sup>.

**NOTA:** Deve se usar nitrogênio

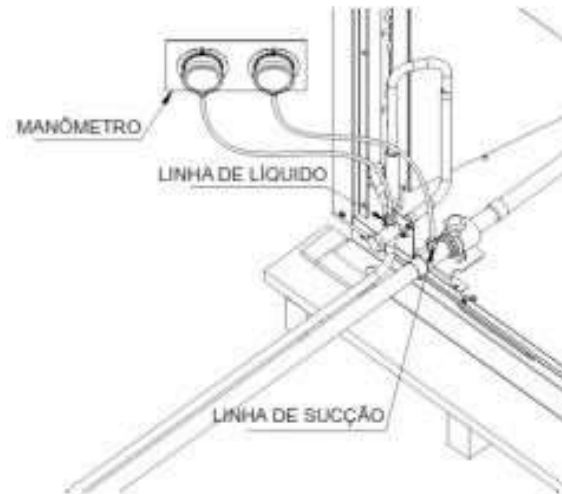


Figura 9 – Teste de estanqueidade

**ATENÇÃO:** Não ultrapasse o tempo de 24h com o ciclo pressurizado a 30kgf/cm<sup>2</sup>, isto poderá causar deformações nos pontos de conexão rosca e causar vazamentos.

Variação Aceitável (0 ~ 0,5 kgf/cm<sup>2</sup>)

### 3.6. EFETUAR VÁCUO

Antes de iniciar o vácuo, a bomba, as mangueiras ou tubos de cobre deverão ser devidamente testados, a bomba devendo atingir valor máximo (150). Caso contrário, o óleo contido na bomba poderá estar contaminado e portanto deverá ser trocado. Para andamento, consulte o óleo especificado pelo fabricante no manual da bomba.

Caso persistir o problema, a bomba necessita de manutenção, não devendo ser utilizada para a realização do trabalho de vácuo.

Conecte a bomba nas tomadas de pressão das válvulas de sucção e líquido, fazer vácuo até atingir a pressão £ 66,7 PA (500 mmHg) no vacuômetro com a bomba de vácuo isolada, isto é, colocar um registro entre a bomba e o circuito frigorífico. A leitura deverá ser efetuada no vacuômetro eletrônico após este registro estar totalmente fechado e posterior ao tempo de estabilização (20 min).

Com o objetivo de melhorar o resultado final no procedimento de vácuo, deve-se efetuar uma “quebra” do vácuo com pressão de nitrogênio em torno de 0,5kgf/cm<sup>2</sup>.

**NOTA:** 1 kPa = 7,5 mmHg

#### **IMPORTANTE:**

O vacuômetro eletrônico deverá ser devidamente isolado, para evitar possíveis danos ou algum tipo de avaria.

Dando andamento, realizar novo vácuo até atingir a pressão □ 66,7 PA (500 □ mHg) novamente dentro do procedimento citado.

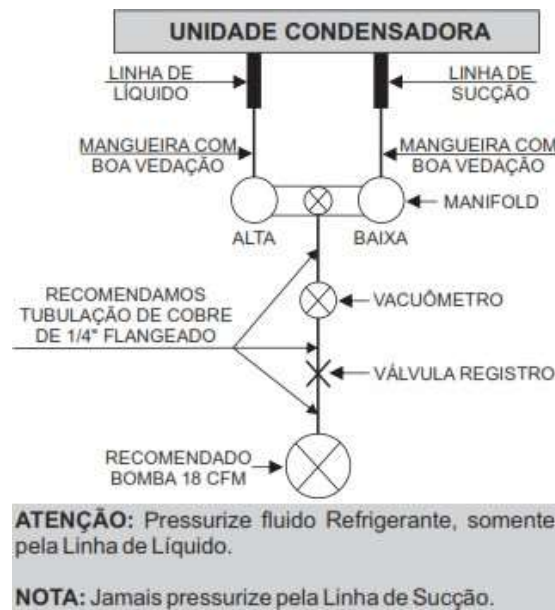


Figura 10 - Vacuômetro na unidade condensadora

### 3.7. PREPARAÇÃO DO EQUIPAMENTO ANTES DA SOLDA

Abrir a tomada de pressão da linha de sucção que está localizada no lado externo da máquina, e remover a sua válvula schrader (não perder esta válvula, pois será necessário recolocá-la quando for executar o vácuo na instalação).

Remover o tampão enviado no tubo da linha de sucção. Envolver o tubo e a válvula de serviço da linha de sucção com um pano úmido para evitar danos aos componentes internos da válvula e ao sensor instalado na linha de sucção, o aquecimento excessivo pode causar explosão devido à alta pressão no ciclo do equipamento.



Figura 11 – Cuidados com a preparação da solda

Mesmo utilizando o pano úmido, a solda brasagem não deve se estender por um período muito longo, pois, a unidade está pressurizada com fluido refrigerante HFC R-410A e o aumento de temperatura na tubulação incidirá no aumento de pressão, podendo causar acidentes ou danos a válvula de serviço.

No gráfico abaixo mostra o comportamento de propagação de calor do tubo durante a soldagem com o pano úmido indicando os valores de temperatura antes e depois da válvula de serviço.

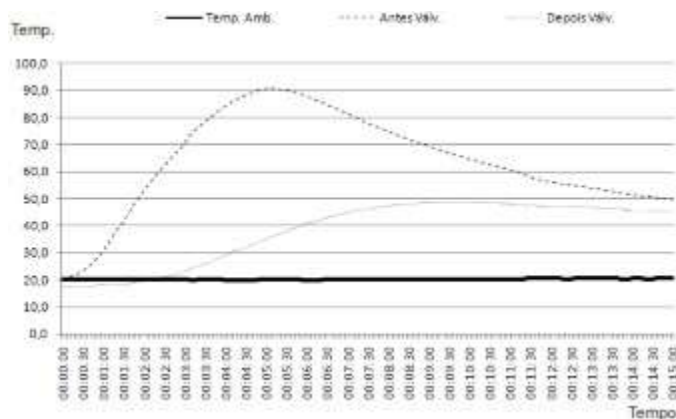


Figura 12 – Propagação do calor durante a soldagem

### 3.8. TRABALHO DE SOLDAGEM

O trabalho mais importante na atividade de tubulação de refrigerante é o de soldagem. Se houver vazamento devido à falta de cuidados e falhas devido à geração de hidratos ocorridos acidentalmente, causará entupimento dos tubos capilares ou falhas sérias do compressor. Um método de soldagem básico é mostrado abaixo:

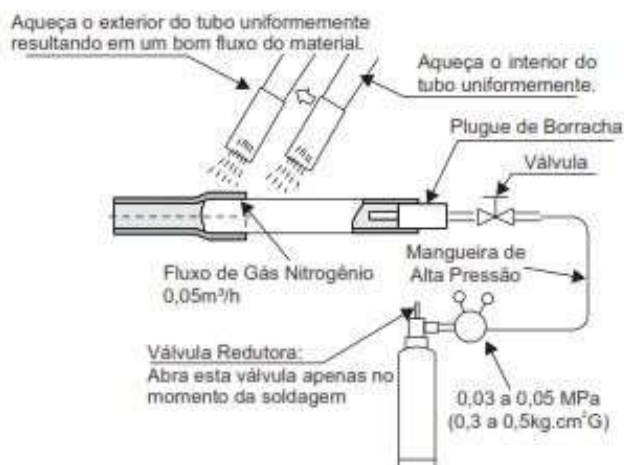


Figura 13 – Método de soldagem básico

#### ATENÇÃO:

Use gás nitrogênio para soprar durante a soldagem do tubo. Se oxigênio, acetileno ou gás uorcarbono é utilizado, causará uma explosão ou gases venenosos. Um filme com muita oxidação se formará dentro dos tubos se não for aplicado nitrogênio durante a soldagem. Esta película irá desprender após a operação e circulará no ciclo, resultando em válvulas de expansão entupidas, etc. causará problemas ao compressor. Certifique-se que os tubos de cobre não tenham interna e externamente resíduos de óleo e outras partículas.

Use uma válvula redutora quando gás nitrogênio é soprado durante a soldagem. A pressão do gás deve ser mantida entre 0,03 à 0,05 Mpa. Se uma alta pressão é excessivamente aplicada em um tubo, causará uma explosão.

**IMPORTANTE:** Utilização de nitrogênio no Processo de solda é obrigatório, se identificado o não uso perde-se a Garantia do Compressor.

#### PERIGO!



Figura 14 – Cuidados

### ATENÇÃO

- Equipamento pressurizado com nitrogênio.
- Abra a válvula e retire a pressão do sistema antes de realizar a solda na válvula de sucção.
- Remova a válvula schrader da tomada de pressão da válvula de sucção conforme ilustrado.

### 3.9. TUBULAÇÃO DE INTERLIGAÇÃO



Figura 15 – Uso do sifão nas tubulações

### IMPORTANTE

O nível de óleo deve ser verificado para qualquer comprimento de interligação e para qualquer que seja o desnível entre as Unidades Condensadoras e Evaporadoras, até mesmo para as instalações com menos de 15 metros de comprimento linear.

### 3.10 CARGA DE FLUIDO REFRIGERANTE

As etapas seguintes deverão ser executadas somente por pessoas treinadas e qualificadas. Por se tratar de uma família de equipamento do tipo "dividido", a carga final de refrigerante que irá operar no sistema será sempre efetuada pelo instalador, que deverá confirmá-la através dos parâmetros de Superaquecimento ("SH") e Sub resfriamento ("SC").

Para a correta Carga de Refrigerante, a instalação deve ser elaborada da seguinte forma:

- a) Verificação da Pressão de "Carga Mínima";
- b) Teste de Estanqueidade;

- c) Efetuar Vácuo;
- d) Carga de Refrigerante inicial (Unidade Condensadora).

**ATENÇÃO:** O óleo utilizado para o refrigerante HFC R-410A, apresenta uma característica higroscópica forte, ou seja, este óleo absorve facilmente a umidade do meio ao qual está exposto.

Portanto:

- a) NÃO deixe o ciclo aberto em hipótese alguma;
- b) Para componentes como por exemplo Filtro Secador e Visor de Umidade, retire o selo ou vedação somente no momento em que for efetuada a instalação.

### 3.11. ITENS DE VERIFICAÇÃO

Ao final da instalação/manutenção de equipamentos, a ficha de manutenção deverá ser preenchida.

## 4. APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO

Os procedimentos técnicos descritos neste documento são de caráter **OBRIGATÓRIO**. Abaixo segue os procedimentos obrigatórios para a instalação correta do isolamento térmico.

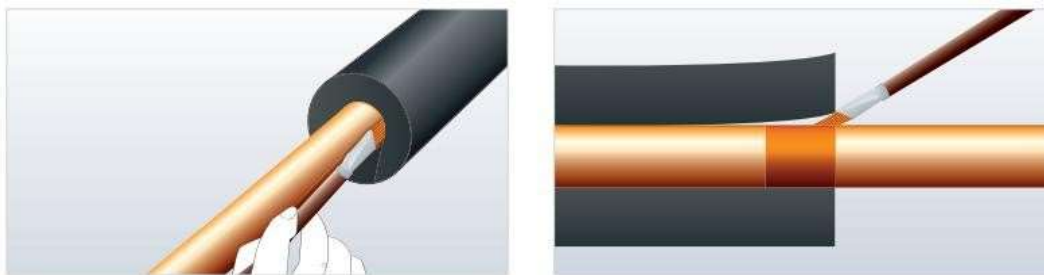
### 4.1. FERRAMENTAS PARA INSTALAÇÃO DA ARMAFLEX

De acordo com o manual do fabricante, essas são as ferramentas obrigatórias para a realização da instalação correta do isolamento térmico em borracha elastomérica.

	Fita métrica / metro dobrável		Esquadro
	Lápis de giz para marcar formas irregulares		Molde (impresso nas caixas do Armaflex)
	Marcador de tinta prateada		Tesoura
	Compasso de pontas		Pincel de pelo curto e firme
	Compasso medidor		Espátula lisa
	Faca curta * 75mm		Pontas de tubos com os extremos afiados para os diâmetros mais frequentes
	Faca longa* 300mm		Rolos para colar as superfícies
	Pedra de afiar *		GlueMaster

Figura 16 – Ferramentas obrigatórias

### 4.2. COLAGEM ENTRE COQUILHAS



- a) Em todas as instalações de frio, os extremos das coquilhas e pranchas devem ser fixados à superfície das tubagens com o adesivo;
- b) O comprimento da colagem em cada extremo da coquilha deverá ter, no mínimo, a espessura do isolamento.



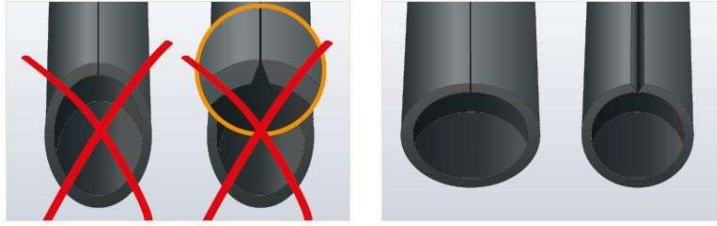
- c) Na selagem húmida final da coquilha ou prancha, deve-se separar a união no topo, comprimir a coquilha com o dedo e aplicar uma película fina e homogénea de adesivo nos dois extremos da junta, com um pincel pequeno.
- d) Aplique uma pressão firme e homogénea à junta colada utilizando os dedos para o acabamento.

#### 4.3. CORTE EM COQUILHAS

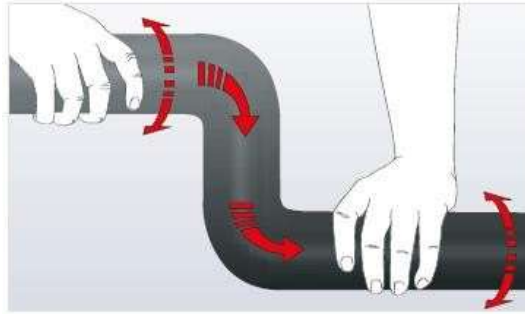


- a) Utilize uma faca afiada e mantenha-a em ângulo agudo ao cortar a coquilha;

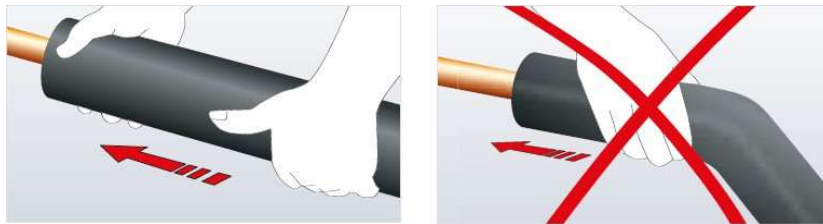
- b) Utilize pontas de tubos afiados para fazer os furos;



- c) Corte sempre nos extremos planos das coquilhas;



- d) Não tente puxar a coquilha Armaflex para movê-la ao longo da tubagem, já que esta pode se rasgar;



- e) Empurre sempre a coquilha Armaflex sobre a tubagem, como indicado acima.

#### 4.4. TINTA ELASTOMÉRICA PARA PROTEÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO

- 4.4.1. Aplicar com pincel ou trincha;
- 4.4.2. O produto deverá ser aplicado sobre os isolantes térmicos de borracha elastomérica em duas demãos;
- 4.4.3. Intervalo mínimo de 4 horas entre as demãos;
- 4.4.4. Aplicação das demãos em direções perpendiculares;
- 4.4.5. As superfícies devem estar limpas, livres de pó, sujeira e óleos;
- 4.4.6. A tinta deverá ser bem misturada para sua homogeneização;
- 4.4.7. O produto não poderá ser diluído;
- 4.4.8. A aplicação deverá ser realizada em temperaturas entre 10 e 30° C;
- 4.4.9. Humidade relativa máxima de 85%.

#### 5.0 ALINHAMENTO DE POLIAS

A transmissão por correias está exposta a poeira, água e outras sujidades. Com o tempo, esses contaminantes juntamente com a patinação causarão o desgaste da correia e da polia. As polias das correias em “V” devem ser revisadas e limpas antes da instalação de uma nova correia.



Todo o acúmulo de sujeira ou resíduo de óleo nos canais das polias deve ser imediatamente removido com o auxílio de jato de ar comprimido e uma escova seca macia. O ideal é verificar as condições da polia a cada ciclo de manutenção e/ou junto com a troca da correia.

Na verdade, se houver óleo em qualquer uma das polias e ele não for removido, assim que for dada a partida, a nova correia será revestida por ele e a falha aparece novamente.

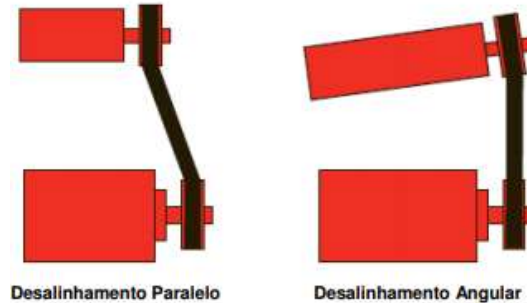


Figura 16 – Os dois tipos de desalinhamento

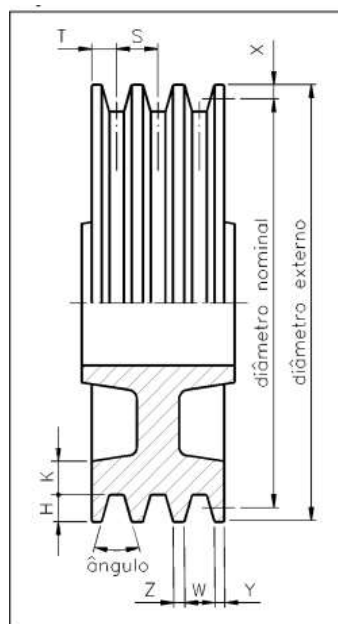
O desalinhamento paralelo ocorre nas polias que estão fora do plano das outras polias no sistema de acionamento, mas cujos eixos permanecem paralelos com os outros componentes. O posicionamento adequado de uma polia sobre um eixo garantirá que todas as polias estejam em um plano comum.

O desalinhamento angular ocorre nas polias que estão dentro do plano do sistema de acionamento, mas estão inclinadas porque seus eixos não estão paralelos. Os dois tipos de desalinhamento podem causar problemas de tração da correia, desgaste excessivo, ruídos e problemas de estabilidade da correia. Apenas alguns graus de desalinhamento já podem aumentar a temperatura em  $16^{\circ}\text{C}$ , reduzindo a vida útil da correia pela metade.

O barulho do desalinhamento ocorre com mais frequência nos menores vãos de um sistema, que muitas vezes surge entre uma polia lisa e uma polia ranhurada adjacente. O alinhamento adequado da polia é muito importante nesses locais. Desgastes laterais nas correias indicam que há um desalinhamento no sistema.

As polias são classificadas em dois grupos: planas e trapezoidais. As polias trapezoidais são conhecidas pelo nome de polias em “V” e são as mais utilizadas em máquinas.

A figura abaixo e a tabela a seguir dão os parâmetros dos dimensionamentos normalizados para as polias em “V”.



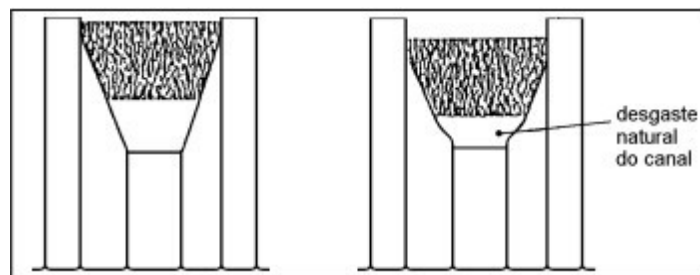
ELEMENTOS NORMALIZADOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS POLIAS EM "V"										
PERFIL PADRÃO DA CORREIA	DIÂMETRO EXTERNO DA POLIA (mm)	ÂNGULO DO CANAL	MEDIDAS EM MILÍMETROS							
			T	S	W	Y	Z	H	K	X
<b>A</b>	de 75 a 120 de 125 a 190 acima de 200	34° 36° 38°	9,5	15	13	3	2	13	5	5
<b>B</b>	de 125 a 170 de 180 a 270 acima de 280	34° 36° 38°	11,5	19	17	3	2	17	6,5	6,25
<b>C</b>	de 200 a 350 acima de 350	36° 38°	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	8,25
<b>D</b>	de 300 a 450 acima de 450	36° 38°	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	11
<b>E</b>	de 485 a 630 acima de 630	36° 38°	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	13

Figura 17 – Dimensões normalizadas para polias em V

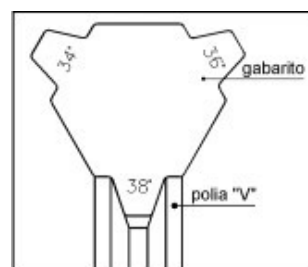
As polias, para funcionarem adequadamente, exigem os seguintes cuidados:

- Não apresentar desgastes nos canais;
- Não apresentar as bordas trincadas, amassadas, oxidadas ou com porosidade;
- Apresentar os canais livres de graxa, óleo ou tinta e corretamente dimensionados para receber as correias.

Observe as ilustrações seguintes. À esquerda, temos uma correia corretamente assentada no canal da polia. Note que a correia não ultrapassa a linha do diâmetro externo da polia nem toca no fundo do canal. À direita, por causa do desgaste sofrido pelo canal, a correia assenta-se no fundo. Nesse último caso, a polia deverá ser substituída para que a correia não venha a sofrer desgastes prematuros.



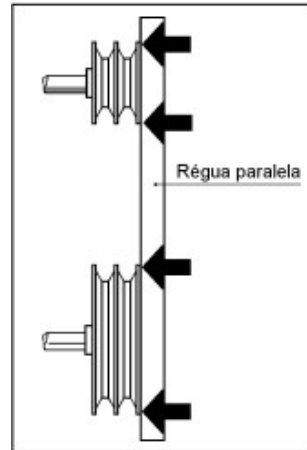
A verificação do dimensionamento dos canais das polias deve ser feita com o auxílio de um gabarito contendo o ângulo dos canais.



A cada manutenção deverá ser verificado os canais da polia utilizando-se o gabarito mostrado na figura anterior.

Além dos cuidados citados anteriormente, as polias em “V” exigem alinhamento. Polias desalinhadas danificam rapidamente as correias e forçam os eixos aumentando o desgaste dos mancais e os próprios eixos.

É recomendável, para fazer um bom alinhamento, usar uma régua paralela fazendo-a tocar toda a superfície lateral das polias, conforme mostra a figura.



## 6.0. CORREIAS DE TRANSMISSÃO

As correias são elementos de máquinas cuja função é manter o vínculo entre duas polias e transmitir força. As mais utilizadas são as planas e as trapezoidais. As correias trapezoidais também são conhecidas pelo nome de correias em “V”

Uma correia é como um pneu rodando em uma estrada; sem uma tensão adequada ele vai patinar e perder material. Isso altera as características da correia, fazendo com que perca o atrito necessário para transferir energia para todos os acessórios. Ao longo do tempo, as paredes laterais externas se desgastarão e a correia se endurecerá devido ao calor, um processo conhecido como vitrificação. Quanto mais vitrificada for a superfície da correia, maiores as chances de fazer barulho e não ter a capacidade suficiente para transmitir força.

Existem três condições ideais para que uma correia funcione corretamente:

- Polias em boas condições de funcionamento – livre de poeira, graxa, sujeira ou desgaste;
- Alinhamento adequado – todo desalinhamento deve ser reparado antes da instalação de uma nova correia;
- Tensão adequada – se a correia não está tensionada adequadamente, ela começará a patinar, causando aquecimento acima do normal que resultará em falha prematura e ruídos.

Outras situações que podem criar problemas relacionados à tensão são:

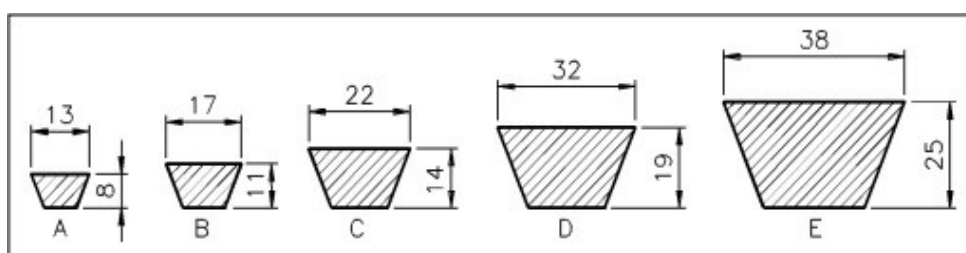
- Desgastes na parte lateral externa da correia causados por patinação ou desalinhamento no sistema;
- Desgastes nos canais da polia causados por patinação ou desalinhamento no sistema;
- Falta de inserção ou de nova regulagem da tensão se a correia for nova (sistemas tensionados manualmente);
- Prolongamento da correia causado pelo tempo de uso excessivo;

- Instalação de correias com comprimento incorreto;

A causa de ruídos é muitas vezes atribuída ao “esticamento” da correia. No entanto, o uso do termo “esticar” é incorreto para designar a verdadeira causa da perda de tensão criada por um dos fatores acima. A deformação da correia geralmente não é motivo suficiente para a perda de tensão. As correias muito tensionadas podem não fazer barulho, mas podem encurtar a vida útil dos rolamentos devido aos esforços excessivos no cubo. O excesso de tensão também pode resultar no desgaste excessivo da correia, no aumento de sua temperatura e na sua quebra prematura. Mudança nas distâncias entre centro do sistema.

Existem cinco perfis principais padronizados de correias em “V” para máquinas industriais e três perfis, chamados fracionários, usados em eletrodomésticos. Cada um deles tem seus detalhes, que podem ser vistos nos catálogos dos fabricantes.

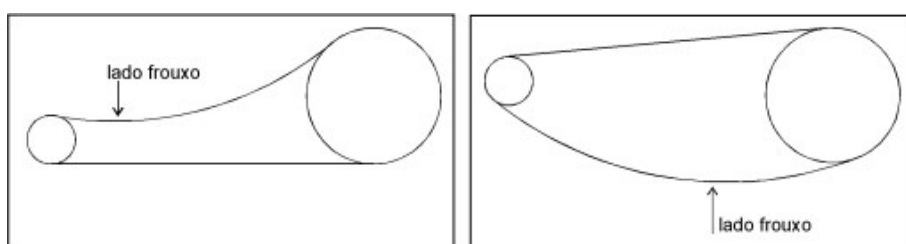
No caso das correias em “V”, para máquinas industriais, seus perfis, com as suas respectivas dimensões, encontram-se ilustrados a seguir.



Para colocar uma correia vinculando uma polia fixa a uma móvel, deve-se recuar a polia móvel aproximando-a da fixa. Esse procedimento facilitará a colocação da correia sem perigos de danificá-la.

Não se recomenda colocar correias forçando-as contra a lateral da polia ou usar qualquer tipo de ferramenta para forçá-la a entrar nos canais da polia. Esses procedimentos podem causar o rompimento das lonas e cordonéis das correias.

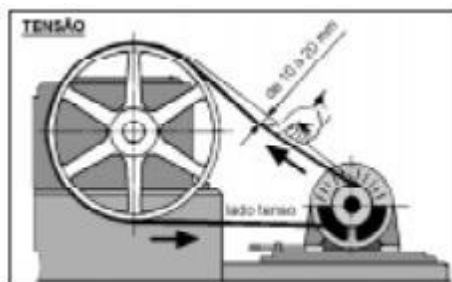
Após montar as correias nos respectivos canais das polias e, antes de tensioná-las, deve-se girá-las manualmente para que seus lados frouxos fiquem sempre para cima ou para baixo, pois se estiverem em lados opostos o tensionamento posterior não será uniforme.



O tensionamento de correias exige a verificação dos seguintes parâmetros:

- tensão ideal: deve ser a mais baixa possível, sem que ocorra deslizamento, mesmo com picos de carga;
- tensão baixa: provoca deslizamento e, conseqüentemente, produção de calor excessivo nas correias, ocasionando danos prematuros;
- tensão alta: reduz a vida útil das correias e dos rolamentos dos eixos das polias.

Na prática, para verificar se uma correia está corretamente tensionada, bastará empurrá-la com o polegar, de modo tal que ela se flexione aproximadamente entre 10 mm e 20 mm conforme ilustrado a seguir.



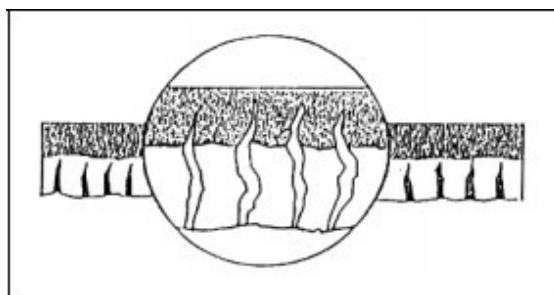
A primeira recomendação para a manutenção das correias em “V” é mantê-las sempre limpas. Além disso, devem ser observados os seguintes requisitos:

- Nas primeiras 50 horas de serviço, verificar constantemente a tensão e ajustá-la, se necessário, pois nesse período as correias sofrem maiores esticamentos;
- Nas revisões de 100 horas, verificar a tensão, o desgaste que elas sofreram e o desgaste das polias;
- Se uma correia do jogo romper, é preferível trabalhar com uma correia a menos do que trocá-la por outra, até que se possa trocar todo o jogo. Não é aconselhável usar correias novas junto às velhas. As velhas, por estarem lasseadas, sobrecarregam as novas;
- Jogos de correias deverão ser montados com correias de uma mesma marca. Esse cuidado é necessário porque correias de marcas diferentes apresentam desempenhos diferentes, variando de fabricante para fabricante;
- Tomar cuidado para que o protetor das correias nunca seja removido enquanto a máquina estiver em operação;
- Nunca tentar remendar uma correia em “V” estragada.

### 6.1. DANOS TÍPICOS DAS CORREIAS

As correias, inevitavelmente, sofrem esforços durante todo o tempo em que estiverem operando, pois estão sujeitas às forças de atrito e de tração. As forças de atrito geram calor e desgaste, e as forças de tração produzem alongamentos que vão lasseando-as. Além desses dois fatores, as correias estão sujeitas às condições do meio ambiente como umidade, poeira, resíduos, substâncias químicas, que podem agredi-las.

Um dano típico que uma correia pode sofrer é a rachadura. As causas mais comuns deste dano são: altas temperaturas, polias com diâmetros incompatíveis, deslizamento durante a transmissão, que provoca o aquecimento, e poeira. As rachaduras reduzem a tensão das correias e, conseqüentemente, a sua eficiência.



Outro dano típico sofrido pelas correias é sua fragilização. As causas da fragilização de uma correia são múltiplas, porém o excesso de calor é uma das principais. De fato, sendo vulcanizadas, as correias industriais suportam temperaturas compreendidas entre 60°C e 70°C, sem que seus materiais de construção sejam afetados; contudo temperaturas acima desses limites diminuem sua vida útil. Correias submetidas a temperaturas superiores a 70°C começam a apresentar um aspecto pastoso e pegajoso.

Um outro dano que as correias podem apresentar são os desgastes de suas paredes laterais. Esses desgastes indicam derrapagens constantes, e os motivos podem ser sujeira excessiva, polias com canais irregulares ou falta de tensão nas correias. Materiais estranhos entre a correia e a polia podem ocasionar a quebra ou o desgaste excessivo. A contaminação por óleo também pode acelerar a deterioração da correia.

Outros fatores podem causar danos às correias, como desalinhamento do sistema; canais das polias gastos e vibrações excessivas. Em sistemas desalinhados, normalmente, as correias se viram nos canais das polias. O emprego de polias com canais mais profundos é uma solução para minimizar o excesso de vibrações.

Um outro fator que causa danos tanto às correias quanto às polias é o desligamento entre esses dois elementos de máquinas. Os danos surgem nas seguintes situações: toda vez que as correias estiverem gastas e deformadas pelo trabalho; quando os canais das polias estiverem desgastados pelo uso e quando o sistema apresentar correias de diferentes fabricantes.

Os danos poderão ser sanados com a eliminação do fator que estiver prejudicando o sistema de transmissão, ou seja, as polias ou o jogo de correias.

É possível resumir os danos que as correias podem sofrer tabelando os problemas, suas causas prováveis e soluções recomendadas.

PROBLEMAS COM CORREIAS	CAUSAS	SOLUÇÕES
Perda da cobertura e inchamento.	Excesso de óleo.	Lubrificar adequadamente, limpar polias e correias.
Rachaduras	Exposição ao tempo	Proteger; trocar as correias
Cortes	Contato forçado contra a polia; obstrução; contato com outros materiais.	Instalar adequadamente; verificar o comprimento da correia; remover obstrução.
Derrapagem na polia	Tensão insuficiente; polia movida presa.	Tensionar adequadamente; limpar e soltar a polia presa.
Camada externa (envelope) gasta.	Derrapagens constantes; sujeira excessiva.	Tensionar adequadamente; alinhar o sistema; proteger.
Envelope gasto desigualmente.	Polias com canais irregulares.	Trocar as polias; limpar e corrigir a polia.
Separação de componentes.	Polia fora dos padrões; sujeira excessiva.	Redimensionar o sistema; instalar adequadamente.
Cortes laterais.	Polia fora dos padrões.	Redimensionar o sistema.
Rompimento.	Cargas momentâneas excessivas; material estranho	Instalar adequadamente; operar adequadamente; proteger.
Deslizamento ou derrapagem	Polias desalinhadas; polias gastas; vibração excessiva.	Alinhar o sistema; trocar as polias.
Endurecimento e rachaduras prematuras.	Ambiente com altas temperaturas.	Providenciar ventilação.
Correias com squeal (chiado)	Cargas momentâneas excessivas.	Tensionar adequadamente.
Alongamento excessivo.	Polias gastas; tensão excessiva; sistema insuficiente (quantidades de correias; tamanhos).	Trocar as polias; tensionar adequadamente; verificar se a correia está correta em termos de dimensionamento.
Vibração excessiva	Tensão insuficiente; cordonéis danificados.	Tensionar adequadamente; trocar as correias.
Correias muito longas ou muito curtas na instalação.	Correias erradas; sistema incorreto; esticador insuficiente.	Colocar correias corretas; verificar equipamentos.
Jogo de correias mal feito na instalação.	Polias gastas; mistura de correias novas com velhas; polias sem paralelismo; correias com marcas diferentes.	Trocar as polias; trocar as correias; alinhar o sistema; usar somente correias nova; usar correias da mesma marca.

## **7.0 MANUTENÇÃO EM ROLAMENTOS**

A montagem é um dos estágios críticos do ciclo de vida do rolamento. Se o rolamento não é montado adequadamente com o método e as ferramentas corretas, a sua vida útil é reduzida. Aproximadamente 16% de todas as falhas prematuras em rolamentos são resultado da má colocação ou utilização de técnicas de montagem incorretas.

Em algum ponto, o rolamento atingirá o final de sua vida útil e terá de ser substituído. Embora o rolamento não vá ser utilizado novamente, é extremamente importante desmontá-lo corretamente para que a vida útil do rolamento substituto não seja comprometida. Primeiramente, o uso de métodos e ferramentas de desmontagem corretos ajuda a prevenir danos a outros componentes da máquina, como o eixo e o mancal, que frequentemente são reutilizados. Em segundo lugar, técnicas de desmontagem incorretas podem ser perigosas para o operador.

Deverão ser seguidas todas as orientações específicas dos fabricantes de rolamentos quanto à forma correta de substituição e instalação para fins de garantir a adequada vida útil destes elementos de máquina.