

MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO

Nome do cliente: **SESC - Colégio**

Cidade: **Governador Valadares - MG**

Responsável técnico: **Engº Gleidison Carlos Rodrigues**

Engº Mecânico – CREA-MG: 121.107D

ART serviço N°:

Belo Horizonte, 28 de dezembro de 2023

SUMÁRIO

1. OBJETIVO:	4
2. LISTA DE DESENHOS:	5
3. NORMAS TÉCNICAS:	6
4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA:	7
5. BASE DE CÁLCULO:	8
5.1. Ar Condicionado:	8
5.1.1. Condições externas:	8
5.1.2. Condições Internas:	8
5.1.3. Fontes Externas de Calor:	8
5.1.4. Vidros:	8
5.1.5. Fontes de calor	8
5.1.6. Taxa de ocupação:	9
5.1.7. Carga Térmica	9
6. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS - REFERÊNCIA:	9
6.1. Ar Condicionado Splits:	9
7. ESPECIFICAÇÕES GERAIS:	10
7.1. Notas e observações gerais:	10
7.2. Unidades Internas - Evaporadoras:	10
7.3. Gabinete	11
7.3.1. Ventilador	12
7.3.2. Motor De Acionamento	12
7.3.3. Trocador De Calor Do Evaporador	12
7.3.4. Válvula De Expansão	12
7.3.5. Filtro De Ar	12
7.4. Unidades Externas	12
7.4.1. Condensadoras	13
7.4.2. Gabinete Metálico	14
7.4.3. Compressor	15
7.4.4. Conjunto Motor Ventilador	15
7.4.5. Circuito Frigorífico	16

7.4.6.	Ponto De Força Das Condensadoras.....	16
7.4.7.	Coeficiente De Performance.....	16
7.5.	Generalidades sobre a instalação.....	17
7.5.1.	Controles Remoto:.....	17
7.6.	Linha frigorífica do sistema	18
7.6.1.	Tubulação	18
7.7.	Procedimentos De Solda (brasagem)	22
7.8.	Procedimento para teste Contra Vazamentos (Teste De Pressão).....	22
7.9.	Procedimento De Desidratação À Vácuo Do Sistema.....	23
7.10.	Carga De Refrigerante Adicional.....	24
8.	COMISSIONAMENTO E PARTIDA DOS EQUIPAMENTOS.....	26

1. OBJETIVO:

O presente memorial descritivo tem como finalidade de estabelecer e apresentar os Critérios Técnicos Básicos para o Sistema de Climatização do ar ambiente, contido nos diversos elementos técnicos gráficos e descritivos, apresentados a seguir e, que se destinam à completa caracterização e entendimento de todas as suas especificações técnicas, para sua futura contratação de execução e implantação nos ambientes do SESC – REFORÇO ESCOLAR – VENDA NOVA – MG.

2. LISTA DE DESENHOS:

Faz parte integral do presente memorial descritivo, o desenho da planta, cortes, esquemas e detalhes sob denominado:

- AC_Sesc_Venda_Nova_Reforço_Escolar_R00_01_02
- AC_Sesc_Venda_Nova_Reforço_Escolar_R00_02_02

3. NORMAS TÉCNICAS:

Para elaboração deste projeto, se tomou como base as últimas edições e respectivos adendos dos seguintes diplomas e códigos técnicos:

- ABNT NBR 16.401:2008 – Instalações de Condicionamento de Ar;
- ABNT NBR-5410 – Instalações Elétricas;
- ASHRAE – American Society of Heating and Air Conditioning Engineers;
- SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association;
- ABNT NBR 10.152 – Níveis de ruído para Conforto Acústico;

4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA:

O sistema adotado é o de expansão direta do fluido refrigerante, tipo Split System, com a utilização de equipamentos que possuem a tecnologia com compressor inverter e condensação a ar, equipamentos individuais com controles individuais, visando atender as necessidades de carga térmica do sistema e economiza de energia.

A instalação deste sistema de ar condicionado terá por finalidade proporcionar condições de conforto térmico durante o ano todo, com controle individual de temperatura.

Nos sistemas serão instalados 04 (quatro) Splits System tipo Hiwall Inverter 18.000 btu/h e 02 (duas) Splits system tipo Hiwall Inverter 9.000 btu/h, com tubulações individuais interligando condensadoras e evaporadoras.

Em função da variação de carga térmica das áreas beneficiadas, ocorrerá automaticamente uma variação na velocidade de rotação do compressor, comandada pelo inversor de frequência (controle *inverter*), que irá ajustar a capacidade da unidade condensadora.

O refrigerante utilizado será o **R-410A** que já é de nova geração sendo ambientalmente correto, ou seja, não agride a camada de ozônio.

Não será instalado um sistema de renovação de ar ambiente, por se tratar de ambientes com janelas, e portas que dão para o ar externo, e os espaços não ficarão confinados por longo período.

5. BASE DE CÁLCULO:

Para a elaboração deste projeto, foram adotados os seguintes parâmetros:

5.1. Ar Condicionado:

5.1.1. Condições externas:

Verão	
Temperatura do Bulbo seco	35°C
Temperatura do Bulbo úmido	24,4°C

5.1.2. Condições Internas:

Verão	
Temperatura do Bulbo seco	24,0°C ± 1°C
Umidade Relativa	50% sem controle

5.1.3. Fontes Externas de Calor:

Conforme lay out da arquitetura.

5.1.4. Vidros:

Foram considerados vidros de janela comum, 3mm, conforme indicado no projeto com um fator U de $5,79 \frac{W}{m^2K}$.

5.1.5. Fontes de calor

Foi adotada uma taxa de $30 \frac{W}{m^2}$ de iluminação;

Foi adotada uma taxa de $60 \frac{W}{m^2}$ de tomadas, tabela C.6 NBR16401-1;

Foi adotada 75W de Calor Sensível e 55W de Calor Latente por pessoa, conforme tabela C.1 NBR16401-1;

5.1.6. Taxa de ocupação:

Foi adotado um número de pessoas conforme a tabela do item 5.1.7, dados passados pela coordenação de manutenção.

Observações:

- Janelas e portas que se comunicam com o ar exterior e/ou ambientes não condicionados deverão permanecer fechadas;
- Nível de pressão sonora provocada pela instalação de ar condicionado deverá estar de acordo com o estabelecido pela norma ABNT – AB – 95.

5.1.7. Carga Térmica

Com base nos critérios de projetos adotados no memorial descritivo, aplicando-se as normas recomendadas, com auxílio de planilhas de cálculo baseadas na norma da ABNT 16401, resultou a seguinte tabela de resumo das cargas térmicas:

RELAÇÃO DE MÁQUINAS						
	Local	Área (m²)	Capacidade Btu/h	Máquina Btu/h	Qtde pessoas	Qtde equip
1	Sala aula 01	42,96	30.944	18.000	21	2
2	Sala aula 02	42,96	29.801	18.000	21	2
3	NAPS	13,80	12.478	9.000	05	2

Observação: Foram escolhidas duas máquinas por ambiente para melhor distribuição do ar nas salas. Por premissa os containers serão confeccionados com paredes termoacústicas e existirá telhas termoacústicas em toda cobertura, foram premissas passadas pelo setor de Arquitetura do SESC.

6. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS - REFERÊNCIA:

6.1. Ar Condicionado Splits:

Fabricante de Referencia:	MIDEA / SPRINGER
Tipo de Condicionador:	Split System Inverter tipo Hiwall
Modelo:	42MBCA18M5 / 38MBCA18M5
Capacidade:	18.000 btu/h
Fluido refrigerante	R410A

Tensão Elétrica:	220 / 1F / 60Hz
Quantidade:	4 pçs
Observação:	Somente Frio

Fabricante de Referencia:	MIDEA / SPRINGER
Tipo de Condicionador:	Split System Inverter tipo Hiwall
Modelo:	42MBCB09M5 / 38MBCB09M5
Capacidade:	9.000 btu/h
Fluido refrigerante	R410A
Tensão Elétrica:	220 / 1F / 60Hz
Quantidade:	2 pçs
Observação:	Somente Frio

7. ESPECIFICAÇÕES GERAIS:

7.1. Notas e observações gerais:

Onde a expressão “Fabricante de Referência” for utilizada ou se for citado marca de fabricante, deve-se entender que os documentos gráficos, detalhes e especificações foram elaborados com base nas informações técnicas desses fabricantes, podendo o proponente, optar pelo fornecimento de componentes de outro fabricante, de mesmo nível de qualidade e, devem ser efetivamente equivalentes, no que se referem à aplicação técnica, operacional e de desempenho. Na proposta, não serão aceitas as expressões “de referência”, “recomendáveis, similares ou equivalentes”, devendo o instalador especificar, explicitamente, as marcas e modelos ofertados. Juntamente com a proposta, deverão ser entregues folhas de dados e especificações detalhadas dos equipamentos, para submeter-se à análise e aprovação, dos mesmos, pelo contratante.

7.2. Unidades Internas - Evaporadoras:

Trocador de calor de tubo de cobre ranhurado e aleta de alumínio, válvula de expansão eletrônica de controle de capacidade, ventilador interno. Dois termistores na linha frigorífica um para líquido outro para gás. No lado do ar dois termistores um para o ar no retorno e outro no insuflamento. As unidades possuem um filtro de ar lavável no retorno, de fácil remoção.

As unidades evaporadoras serão instaladas nos ambientes condicionados e deverão apresentar as seguintes características técnicas:

- Três sensores de temperatura (retorno de ar, entrada de refrigerante e saída do refrigerante);
- Placa de controle micro processada com endereçamento para comunicação em rede com a unidade condensadora, e dispositivos de controle centralizado;
- Sistema automático de fechamento da passagem de refrigerante sob falta de energia parcial no circuito de alimentação de força do evaporador;
- Compatível com gás refrigerante R-410A;
- Conectores para sincronização externa, com tensão de 12VCC para acoplamento com relés de acionamento possibilitando as seguintes funções:
- Liga/desliga por pulso ou fechamento de contato (acionamento via outro equipamento, sistema de back-up, sensores de presença ou sincronização com iluminação, etc.); o Sinal remoto de status ligado (para acionamento de equipamentos auxiliares em paralelo);
- Sinal de falha (para alarme ou bloqueio de entrada de equipamentos auxiliares que necessitem do evaporador em funcionamento);

Retorno automático após falta de energia;

- Opção de acionamento pelo disjuntor;
- Permitir o controle da temperatura ambiente por sensor interno (instalado no retorno de ar) ou no controle remoto com fio.

7.3. Gabinete

De construção robusta, em perfis de plásticos de engenharia, alumínio ou chapa de aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento. Providos de isolamento térmico em material incombustível e de painéis facilmente removíveis. Os painéis removíveis deverão possuir guarnições de borracha, ou similar, devidamente coladas.

Deverão contar com bandeja de recolhimento de condensado, com tratamento anticorrosivo e isolamento térmico na face inferior.

7.3.1. Ventilador

Serão do tipo turbo de pás torcidas (tangencial) ou centrífugo de dupla aspiração com pás curvadas para frente. Serão de construção robusta e rotores balanceados estática e dinamicamente, acionado diretamente por motor elétrico. Os ventiladores deverão ter capacidade suficiente para circular as vazões de ar previstas.

7.3.2. Motor De Acionamento

Será um motor para cada evaporador. Todos os evaporadores devem ser alimentados com 220V - 60Hz monofásico, ou bifásico.

7.3.3. Trocador De Calor Do Evaporador

Construídas com tubos paralelos de cobre ranhurados internamente, sem costura, com aletas de alumínio, perfeitamente fixadas aos tubos por meio de expansão mecânica ou hidráulica dos tubos. O número de filas em profundidade será especificado pelo fabricante, de maneira que a capacidade do equipamento atenda esta especificação e seus anexos.

7.3.4. Válvula De Expansão

Válvula de expansão eletrônica para controle do sub-resfriamento / superaquecimento e balanceamento do fluxo de refrigerante no sistema.

7.3.5. Filtro De Ar

Os filtros serão montados no próprio condicionador. Serão do tipo permanente e lavável.

Os filtros de ar aqui especificados deverão ser montados nas entradas de ar dos condicionadores de modo a proteger o evaporador das unidades contra sujeiras e entupimentos.

Outras características: possuir dispositivo que permita sua fácil remoção para limpeza ou substituição. Permitir ativar ou desativar alarme de filtro sujo com ajuste do tempo de alarme entre 100h ou 2.50h.

7.4. Unidades Externas

7.4.1. Condensadoras

A construção modular deverá ser configurada em um formato que cada módulo seja autônomo composto no máximo por um compressor, trocador de calor, ventilador, quadro elétrico, sensores e válvulas de controle. Estes módulos deverão ser interligados via tubulação de cobre, dotados de válvulas de serviço individualizadas o que permitirá isolar módulos para a manutenção e troca de componentes sem a paralisação total do sistema.

Os módulos deverão possuir sistema de revezamento da operação em baixa utilização, permitindo que o tempo de uso de cada compressor seja balanceado, estendendo sua vida útil. Não será admitido uso de compressores auxiliares sem controle por inversor de frequência (liga/desliga), pois estes não são adequados a esta concepção de funcionamento. Quando o condensador possuir mais de um compressor (módulo), o revezamento deverá alterar a sequência de acionamento dos módulos sempre que forem totalizadas mais de duas horas contínuas de operação dos compressores.

O sistema deverá possuir o recurso de acionamento automático de emergência (back-up automático). No caso de falha em um módulo ou compressor, o próprio usuário deverá ter capacidade de reiniciar o sistema pelo controle remoto, acionando o modo de emergência. Nesta condição o módulo defeituoso será desabilitado e o sistema operará com os módulos restantes por um período de tempo suficiente para intervenção da equipe de manutenção reduzindo o impacto sobre as atividades normais do usuário.

O circuito eletrônico deverá ser micro processado, com os principais componentes agrupados em placas de circuito impresso de fácil substituição nos moldes "plug & play". A placa controladora principal deverá possuir sistema de visualização das condições operacionais via display alfanumérico, controlado por chaves seletoras que permitam:

- Leituras de todos os sensores de temperatura e pressão (evaporadores e condensadores);
- Leitura do status de todas as válvulas do sistema;
- Velocidade de rotação do compressor e ventilador
- Sub-resfriamentos superaquecimentos (Evaporadores e Condensador);
- Indicação do motivo e localização da falha no sistema (Código da falha).

- Histórico de falhas com data de ocorrência (ano /mês /dia /hora/ minuto).
- (Armazenados na memória interna do condensado);
- Tempo de operação acumulada dos compressores.
- Status e leituras de informações de todos os evaporadores conectados. - Leituras de corrente e tensão de alimentação dos inversores e compressores dos condensadores.
- Tempo decorrido desde a última inspeção dos filtros dos evaporadores.

O sistema de comunicação de rede proprietária do equipamento entre o condensador e evaporador deverá permitir a conexão de interface de manutenção serial ou USB para conexão de leitor de informações ou computador portátil com software de inspeção, permitindo as equipes de manutenção móveis acesso a monitoração, operação e configuração dos equipamentos de qualquer ponto da instalação sem interferência no funcionamento dos equipamentos ou acesso aos computadores do usuário. Desta forma os técnicos de manutenção poderão se conectar diretamente ao equipamento no local do serviço de manutenção e visualizar todos os dados operacionais e sensores do sistema (condensador + evaporadores) avaliando o progresso dos serviços em tempo real.

O sistema micro processado de controle e proteção deverá possuir: - Sensores de temperatura de descarga, sucção, temperatura ambiente e sub-resfriamento no mínimo.

- Sensores de pressão alta e baixa, e pressostato de alta.
- Sensores e corrente alternada na alimentação do compressor e contínua na alimentação do inversor.
- Detecção de variação de tensão, falta de fase ou inversão de fase.
- Filtro de ruído elétrico.

O quantitativo de condensadoras poderá ser variável dependendo do fabricante do equipamento, desde que devidamente comprovado o atendimento da carga térmica e equalização de valores total do conjunto:

7.4.2. Gabinete Metálico

De construção robusta, em chapa de aço, com tratamento anti-corrosivo e pintura de acabamento, com painéis frontais e laterais removíveis para manutenção.

7.4.3. Compressor

Do tipo "scrol/" (espiral), casco de baixa pressão, desenhado para gás refrigerante "ecológico" R-410A. Deverão ser dotados de cinta de aquecimento elétrico no cárter do compressor.

Quando um sistema requerer mais de um compressor para atendimento da capacidade projetada, cada compressor deverá ser instalado em um módulo independente para obtenção da capacidade total necessária pela soma de módulos. Estes módulos deverão possuir todos componentes para funcionamento individualizado se necessário.

Todos os compressores deverão possuir controle de capacidade independente por inversores de frequência (Inverter Drive), ou seja, todos os compressores deverão ser scroll 100% inverter.

Os microprocessadores dos módulos de um mesmo sistema deverão se comunicar de forma a manter os compressores em sua rotação e combinação de maior eficiência, evitando as faixas de rotação mais elevadas quando a utilização de um ou mais módulos em cargas parciais permitir melhor aproveitamento da energia (faixas de rotação ótimas)

O nível de ruído das unidades condensadoras não poderá ultrapassar a 66dB durante o dia. O condensador deverá possuir recurso de redução de ruído durante o período de operação noturna.

O compressor deverá ser instalado dentro de caixa metálica fechada com isolamento acústico de forma a evitar a fuga de ruído através do conjunto vazado do trocador de calor e prover proteção contra chuva e ação do tempo.

Os compressores deverão ter garantia mínima de 03 (três) anos contados a partir da data de aceite definitivo dos serviços.

7.4.4. Conjunto Motor Ventilador

Do tipo axial em resina de polipropileno moldado com desenho aerodinâmico alto desempenho e baixo nível de ruído, sendo a hélice estática e dinamicamente balanceada com controle de velocidade com variação de 0% a 100%, via inversor de frequência, sendo 1 (um) conjunto Motor Ventilador por Módulo da Unidade Externa.

7.4.5. Circuito Frigorífico

Deverá ser constituído de tubos de cobre, sem costura, em bitolas adequadas, conforme norma ABNT-NBR 7541, de modo a garantir a aplicação das velocidades corretas em cada trecho, bem como a execução do trajeto mais adequado.

Deverá ter máximo rigor na limpeza, desidratação a vácuo e testes de pressão do circuito, antes da colocação do gás refrigerante. O circuito interno deverá ter no mínimo, sub-resfriamento ativo dotado de válvula de expansão eletrônica em trocador de calor "tube in tube", acumulador de líquido de sucção, registros de serviço, separador de óleo na descarga do compressor, válvulas solenoides e capilares de by-pass de refrigerante/óleo e ligações para manômetros na entrada e na saída do compressor.

Após a execução de uma solda, o equipamento deverá ser testado com nitrogênio á pressão de 500 psig.

A serpentina deverá possuir película anticorrosiva "blue fin" ou equivalente, para proteção do alumínio contra ação da poluição e atmosferas corrosivas.

7.4.6. Ponto De Força Das Condensadoras

Deverá ser utilizado apenas um ponto de alimentação para cada unidade externa.

Todos os painéis e condicionadores deverão ser aterrados a partir de um cabo fornecido para esse fim. As bitolas dos cabos elétricos deverão ser selecionadas de acordo com a tabela de bitolas mínimas recomendadas pelo fabricante, devendo ser previsto, inclusive um ponto de força individual para cada um dos condensadores.

7.4.7. Coeficiente De Performance

Este índice é muito importante para avaliarmos o rendimento das unidades condensadoras. Ele relaciona a capacidade de remoção de calor da unidade condensadora (Energia útil) à potência requerida (Energia elétrica consumida). Quanto maior o COP (Índice de eficiência energética), maior será o rendimento do equipamento. O COP é calculado através da expressão:

$$COP = \frac{\text{Energia útil (w)}}{\text{Energia elétrica consumida (w)}}$$

Visando a maior economia de energia durante toda a vida útil dos equipamentos condicionadores de ar, não serão aceitos equipamentos com coeficientes de eficiência energética inferiores aos estabelecidos abaixo:

O COP (Coeficiente de Performance) médio (kW/kW) de cada unidade condensadora não poderá ser inferior a 3,41 para o modo refrigeração. O COP (Coeficiente de Performance) médio (kW/kW) de todos os equipamentos em operação a plena carga especificada, inclusive recuperadores de energia, não poderá ser inferior a 3,41 para o modo refrigeração. O fator de potência das unidades instaladas deverá ser sempre superior a 90%.

7.5. Generalidades sobre a instalação

7.5.1. Controles Remoto:

Para o controle individual das máquinas internas, deverá ser fornecido controle remoto sem fio, com as seguintes funções:

- Tela de cristal líquido;
- Liga/ Desliga;
- Velocidade do ventilador;
- Ajuste da temperatura;
- Direcionamento do jato de ar;
- Timer semanal;
- Contagem regressiva para auto desligamento;
- Trava de teclas com segredo;
- Sincronização e controle da unidade de renovação de ar;
- Indicação de alarme de falha com código de diagnóstico;
- Limitação da faixa de temperatura ajustável configurável;

7.6. Linha frigorífica do sistema

7.6.1. Tubulação

As interligações entre as unidades evaporadoras com as unidades condensadoras serão através de tubulação de cobre fosforoso sem costura, desoxidados, recozidos e brilhantes com liga C-122 com 99% de cobre, com características conforme norma ABNT NBR 7541.

A tubulação deverá ter especificação para resistir a uma pressão limite de 50 kgf/cm² no mínimo.

As tubulações de drenagem deverão ser dimensionadas de acordo com as normas vigentes e recomendações dos fabricantes e executadas em PVC com isolamento térmico, deverão ter caimento de pelo menos 1% na direção da saída.

As tubulações deverão ser isoladas termicamente (espessura 13mm ou maior) para evitar danos ao forro em caso de condensação. Quando o evaporador, dispor de bomba de dreno, o ponto mais alto da rede de drenagem deverá ser junto ao evaporador (distância máxima de 15cm) com caimento de 10cm para o tubo coletor geral (caso existam mais de um evaporador conectado a mesma rede de drenagem). A tubulação não deverá em hipótese nenhuma subir novamente no caminho para o ponto de saída ou formar pontos baixos.

Todas as tubulações deverão ser devidamente apoiadas ou suspensas em suportes e braçadeiras apropriadas com pontos de sustentação e apoio espaçados a cada 1,5m.

Tipo:

- A) Cobre flexível – (Tipo O) – Cobre macio, pode ser facilmente dobrado com as mãos;
- B) Cobre rígido – (Tipo 1/2H) – Cobre duro, fornecidos em barras;

Pressão máxima admissível:

- R-410A = 4,30Mpa – 43kg/cm² - 624psi.

Espessura mínimas recomendadas:

1/4"	0,8mm (1/32") flexível
3/8"	0,8mm (1/32") flexível
1/2"	0,8mm (1/32") flexível
5/8"	0,8mm (1/32") flexível
3/4"	1,2mm (1/16") flexível
3/4"	1,0mm (1/16") rígido
7/8"	1,0mm (1/16") rígido
1"	1,0mm (1/16") rígido
1.1/8"	1,0mm (1/16") rígido
1.1/4"	1,1mm (1/16") rígido
1.3/8"	1,5mm (1/16") rígido
1.1/2"	1,5mm (1/16") rígido
1.5/8"	1,5mm (1/16") rígido
1.3/4"	1,5mm (1/16") rígido

Obs.: Não utilizar tubos com espessura inferior a 1/32".

No dimensionamento da tubulação deve constar da perda de carga em função da distância entre o evaporador e o conjunto compressor-condensador e, portanto, **deve ser analisado e aprovado pelo fabricante do equipamento**, uma vez que pode variar de marca para marca.

Deverá receber ainda isolamento térmico por toda a extensão sendo do tipo espuma elastomérica, com coeficiente de transmissão de 0,038 W/K com espessura mínima de 13mm (maiores detalhes podem ser verificados junto ao fornecedor, uma vez que pode variar de um para outro), temperatura de operação até 105°C.

O isolamento deverá ser protegido externamente quando exposto ao sol com fita PVC, alumínio ou pintura especial resistente à radiação ultravioleta e a tensão mecânica.

Tanto a linha de líquido como de sucção deverão ser isoladas separadamente.

O isolante deverá suportar temperaturas máximas de até 105°C e possuir espessura adequada para evitar a condensação com fluido refrigerante circulando no interior dos tubos.

As espessuras deverão levar em conta o local por onde os tubos transitam servindo

de referência quando o nível de umidade e temperatura do ambiente a tabela abaixo:

POL - Milímetros	Líquido/Gás
1/4"-6,35mm	13mm
3/8"-9,52mm	13mm/18mm
1/2"-12,7mm	13mm/19mm
5/8"-15,88mm	13mm/20mm
3/4"-19,05mm	13mm/22mm
7/8"-22,20mm	23mm
1"-25,40mm	24mm
1.1/8"-28,58mm	24mm
1.1/4"-31,75mm	25mm
1.3/8"-34,93mm	25mm
1.1/2"-38,10mm	26mm
1.5/8"-41,28mm	27mm
1.3/4"-44,45mm	27mm

Obs.: Os valores são apenas de referência mínima devendo ser adequados às condições locais de instalação. Consultar o fornecedor do isolamento para indicação da espessura adequada.

- Locais normais = clima seco ou moderado, áreas internas com temperatura amena e pouca umidade.
- Locais úmidos = Locais úmidos porém com temperatura moderada.
- Locais críticos = Locais úmidos e com altas temperaturas.

Os tubos isolantes deverão ser vestidos na tubulação de cobre evitando-se cortá-los longitudinalmente. Quando isto não for possível, deverá ser aplicada cola adequada indicada pelo fabricante e cinta de acabamento autoadesiva em toda a extensão do corte.

Em todas as emendas deverá ser aplicada cinta de acabamento autoadesiva isolada de forma a não deixar os pontos de união dos trechos de tubo isolante que possuam com o tempo permitir a infiltração de umidade. Para garantir a perfeita união das emendas recomenda-se uso de cinta de acabamento exemplo: Cinta Armaflex ou equivalente.

Quando a espessura não puder ser atendida por apenas uma camada de isolante, deverá ser utilizado outro tubo com diâmetro interno equivalente ao externo da primeira camada. No caso de corte longitudinal para encaixe do tubo as emendas coladas deverão ser contrapostas em 180° e a emenda externa selada com cinta de acabamento em todo o seu comprimento. As espessuras deverão ser similares de ambas as camadas utilizadas.

Uma vez colado o isolamento expostos ao sol ou que possam sofrer esforços mecânicos deverão possuir acabamento externo de proteção, tais como: Uso de fita de PVC, folhas de alumínio liso ou corrugado ou revestimentos autoadesivos desenvolvidos pelo fornecedor de isolamento exemplo: Arma-check D ou Arma-check S ou equivalente.

Os suportes deverão ser confeccionados de forma a não esmagar o isolante ou cortá-los com o tempo. O tubo isolante e tubo de cobre não deverão possuir folgas internas de forma a evitar a penetração de ar e condensação. Os trechos finais do isolante deverão ter acabamento que impeça a entrada de ar entre o tubo de cobre e tubo isolante.

7.7. Procedimentos De Solda (brasagem)

- Não deverão ser realizadas soldas em locais externos durante dias chuvosos.
- Aplicar solda não oxidante.
- Se a tubulação não for conectada imediatamente aos equipamentos as extremidades deverão ser seladas.
- Para evitar a formação de óxidos e fuligem no interior da tubulação, que se dissolvidos pelo refrigerante irão provocar entupimento de orifícios, filtros, capilares e válvulas, é obrigatório injetar nitrogênio no interior da tubulação durante o processo de solda. O nitrogênio substituirá o oxigênio no interior da tubulação evitando a carbonização e ajudando a remover a umidade.
- Tampe todas as pontas da tubulação onde não está sendo feito o serviço. Pressurize a tubulação com 0,02MPa (0,2kg/cm² - 3psi) tampando a ponta onde se trabalhará com a mão. Quando a pressão atingir o ponto desejado remova a mão e inicie o trabalho.

Obs: A falta de atenção com a limpeza, teste de vazamentos, vácuo e carga adicional adequada, provocará funcionamento irregular e danos ao compressor.

7.8. Procedimento para teste Contra Vazamentos (Teste De Pressão)

- A) Aplicar nitrogênio até que a pressão atinja 0,5MPa (5kg/cm² - 73psi), aguardar por 05 minutos verificando se a pressão se mantém.
- B) Elevar a pressão para 1,5MPa (15kg/cm² - 218psi), aguardar mais 05 minutos e verifique se a pressão se mantém.
- C) Elevar a pressão da tubulação com o nitrogênio até 4MPa - 40kg/cm² 580psi.

Levar em conta a temperatura na avaliação da pressão. Observar a temperatura ambiente neste instante e anote.

A tubulação poderá ser aprovada se não houver queda de pressão em um período de 24h. Observe que a variação da temperatura entre o momento de pressurização e verificação da pressão (intervalo de 24h) pode provocar alteração da pressão por

contração e expansão do nitrogênio, considere que cada I OC equivale a uma variação de 0,01MPa (0,1kg/cm² -1 ,5psi) devendo ser levado em conta na verificação.

Se uma queda de pressão for verificada além da flutuação causada pela variação de temperatura, aplique o teste de espuma nas conexões, soldas e flanges, realize a correção quando encontrado o vazamento e proceda ao teste de vazamento padrão novamente.

7.9. Procedimento De Desidratação À Vácuo Do Sistema

Utilizar apenas bomba de vácuo com válvula de bloqueio contra refluxo em caso de desligamento. Caso contrário o óleo da bomba de vácuo poderá ser succionado para o interior da tubulação provocando contaminação.

A bomba deverá ser de boa qualidade e possuir manutenção adequada (verificar estado e nível do óleo). A bomba deverá ser capaz de atingir vácuo de 65Pa após 05 minutos de trabalho fechada no manovacuômetro em teste. O instalador deverá possuir e utilizar vacuômetro capaz de ler pressões absolutas inferiores à 650Pa durante o processo de vácuo.

Não utilizar o manifold, pois ele não é capaz de medir o vácuo de 650Pa (-755mmHg) com escala inferior a 130Pa (1 mmHg).

Procedimento:

- A) Iniciar o vácuo e aguardar até atingir um nível inferior a 130Pa.
- B) Manter o processo de vácuo por mais 01h. (A esta pressão a água irá evaporar espontaneamente a temperatura ambiente sendo removida da tubulação).
- C) Fechar o sistema e pare a bomba de vácuo, aguardando 01h. Devese observar que a pressão não se eleve acima do ponto em que estava no momento da parada da bomba de vácuo. Se houver variação superior a 130Pa, realizar o procedimento de vácuo especial.

Procedimento de vácuo especial:

Quando a pressão de 130Pa não puder ser atingida após 03h de trabalho, ou houver variação maior que 130Pa após 01h de espera com a bomba desligada após a obtenção de

pressão inferior a este valor, é possível que água tenha se acumulado no interior da tubulação ou exista um vazamento. Neste caso realize o processo de vácuo triplo.

- 1) Quando existir a suspeita de água quebre o vácuo com nitrogênio até a pressão de 0,05MPa (0.5kg/cm² 400mmHg ou 7psi) e inicie o vácuo novamente até atingir 650Pa•
- 2) Quebre o vácuo com Nitrogênio até atingir latm; e
- 3) Iniciar o vácuo até atingir 130Pa, aguarde 01h com a bomba operando, desligue a bomba e observe se após 01h parado e verifique se não ocorre elevação da pressão superior a 130Pa em relação à pressão no instante do desligamento da bomba. Este procedimento deverá ser realizado até que uma variação inferior a 130Pa seja obtida.

7.10. Carga De Refrigerante Adicional

Os condensadores serão fornecidos com uma carga de gás padrão de fábrica referente ao seu volume interno. De acordo com o comprimento da tubulação e volume dos trocadores de calor dos evaporadores deverá ser feita carga adicional de refrigerante calculada para cada sistema de acordo com as normas do fabricante.

O instalador deverá prever em sua proposta o serviço de adição da carga de gás necessária para compensar o comprimento de tubulação de cada sistema.

Uma vez que o vácuo desejado tenha sido obtido, conectar a garrafa de R-410A à tubulação e libere o refrigerante até que o peso calculado tenha sido inserido, ou a pressão da garrafa e tubulação tenham se igualado. Não abrir as válvulas de serviço, caso contrário o refrigerante no interior do condensador irá fluir para tubulação tornando mais difícil e demorada a inserção da carga adicional.

Caso não seja possível injetar a carga completa na quebra do vácuo, marcar a quantidade faltante, abrir as válvulas de serviço, acione o equipamento e realize o complemento da carga durante os primeiros 30 minutos de operação do sistema.

Embora a carga inicial tenha sido calculada, poderão existir variações de medidas entre a planta e obra que provoque a necessidade de ajuste manual após o final do teste do sistema.

Ficar atento à ocorrência de superaquecimento elevado, ou subresfriamento insuficiente ajustando a carga de gás conforme os critérios indicados pelo fabricante dos equipamentos.

A carga deverá ser realizada no estado líquido (garrafa virada de cabeça para baixo). Sempre utilizar balança para carga de gás.

8. COMISSIONAMENTO E PARTIDA DOS EQUIPAMENTOS

Todas as operações de pressurização da tubulação, vácuo e carga adicional de refrigerante deverão ser acompanhadas por Técnico Registrado do Fabricante.

As partidas dos equipamentos poderão ser feitas por um técnico habilitado e registrado pelo fabricante ou pelo próprio fabricante do equipamento, necessário apresentar documento de tal habilitação.

Gleidison Carlos Rodrigues
Engenheiro Mecânico
CREA/MG: 121.107D