



SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL DO BRASIL  
SUBSECRETARIA DE GESTÃO CORPORATIVA - SUCOR  
COORDENADENÇÃO DE PROGRAMAÇÃO E LOGÍSTICA - COPOL

## CONDICIONAMENTO DE AR

---

PROJETO DE REFORMA E READEQUAÇÃO - ALA "2" DO ANEXO AO BLOCO "O"

FEVEREIRO 2018

## Sumário

---

PARTE I: CADERNO DE ENCARGOS.....	7
1.0. OBJETIVO .....	8
2.0. DESCRIÇÃO DA OBRA .....	9
2.1. INSTALAÇÕES EXISTENTES .....	9
2.2. INSTALAÇÕES NOVAS .....	10
2.3. ESPECIFICAÇÕES PARA OS TESTES .....	11
PARTE II: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	13
1.0. OBJETIVO .....	14
2.0. REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	14
2.1. NORMAS ABNT.....	14
2.2. NORMAS INTERNACIONAIS.....	15
3.0. EQUIPAMENTOS .....	15
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	15
3.1.1. IDENTIFICAÇÃO .....	15
3.1.2. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO .....	16
3.2. CONDICIONADOR DE AR DO TIPO FAN-COIL .....	16
3.2.1. GABINETE E PAINÉIS.....	16
3.2.2. VENTILADOR .....	17
3.2.3. MOTOR.....	17
3.2.4. SERPENTINA.....	18
3.2.5. ESTERILIZAÇÃO POR LUZ UV .....	18
3.2.6. BANDEJA DE RECOLHIMENTO DE CONDENSADO.....	18
3.2.7. FILTRAGEM.....	19
3.3. CONDICIONADOR DE AR, SPLIT MINI VRF .....	19
3.3.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	19
3.3.2. GARANTIA .....	19
3.3.3. UNIDADE INTERNA (EVAPORADOR) .....	20
3.3.4. GABINETE.....	20
3.3.5. VENTILADOR .....	20

3.3.6. SERPENTINA.....	20
3.3.7. UNIDADE EXTERNA (CONDENSADOR).....	20
3.3.7.1. GABINETE.....	20
3.3.7.2. COMPRESSOR.....	21
3.3.7.3. SERPENTINA.....	21
3.3.7.4. CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO.....	21
3.3.7.5. VENTILADOR.....	22
3.3.7.6. PAINEL ELÉTRICO.....	22
3.3.8. SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO.....	22
3.4. VENTILADOR DE EXAUSTÃO.....	23
4.0. DUTOS.....	24
4.1. DUTOS RÍGIDOS.....	24
4.2. DUTOS FLEXÍVEIS.....	25
4.3. SUPORTES PARA DUTOS.....	25
4.4. ACESSÓRIOS PARA DUTOS.....	26
4.4.1. JUNTA FLEXÍVEL.....	26
4.4.2. PORTA DE INSPEÇÃO PARA DUTO.....	26
5.0. DIFUSÃO DE AR.....	27
5.1. CAIXA VAV.....	27
5.1.1. VAV RETANGULAR.....	27
5.1.2. VAV COM CONEXÃO CIRCULAR E RETANGULAR NAS EXTREMIDADES.....	27
5.2. GRELHA E DIFUSOR DE TETO.....	28
5.3. DIFUSOR DE JATO HELICOIDAL DE ALTA INDUÇÃO.....	28
5.4. REGISTRO DE REGULAGEM DE VAZÃO.....	28
6.0. REDE HIDRÁULICA.....	29
6.1. TUBOS.....	29
6.2. CONEXÕES.....	29
6.2.1. CONEXÕES ROSCÁVEIS.....	29
6.2.2. CONEXÕES SOLDÁVEIS.....	30
6.3. ACESSÓRIOS.....	30
6.3.1. FILTRO PARA ÁGUA.....	30

6.3.2. MANÔMETROS .....	30
6.3.3. TERMÔMETRO .....	30
6.3.4. PURGADOR DE AR.....	31
6.3.5. VÁLVULA DE CONTROLE E BALANCEAMENTO INDEPENDENTE DE PRESSÃO .	31
6.3.6. VÁLVULA DE ESFERA .....	31
6.3.7. Válvula De Esfera Para Manômetro .....	32
6.3.8. VÁLVULA DE GAVETA.....	32
6.4. ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA GELADA.....	32
6.4.1. CALHAS PRÉ-MOLDADAS.....	32
6.4.2. MATERIAIS COMPLEMENTARES .....	33
6.4.2.1. MASSA DE ACABAMENTO DE BASE ASFÁLTICA .....	33
6.4.2.2. SELANTE NÃO-SECATIVO.....	33
6.4.2.3. IMPERMEABILIZANTE DE BASE ASFÁLTICA OU ELASTOMÉRICA .....	33
6.4.2.4. FELTRO ASFÁLTICO .....	34
6.4.2.5. CHAPA DE ALUMÍNIO PARA PROTEÇÃO DO ISOLAMENTO.....	34
6.4.3. ACESSÓRIOS.....	34
6.4.3.1. ARAME DE FIXAÇÃO .....	34
6.4.3.2. CINTA DE FIXAÇÃO.....	34
6.4.3.3. SELO .....	35
6.4.3.4. CLIP.....	35
6.4.3.5. REBITE .....	35
6.5. SOLDAS DAS TUBULAÇÕES DE AÇO CARBONO .....	35
6.5.1. INSPEÇÕES E ENSAIOS DAS SOLDAS .....	37
6.6. PINTURA DAS TUBULAÇÕES .....	37
6.6.1. ESQUEMA DE PINTURA PARA AÇO CARBONO GALVANIZADO .....	38
6.6.1.1. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DE AÇO POR COMPOSTOS QUÍMICOS .....	38
6.6.1.2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DE AÇO GALVANIZADO POR JATEAMENTO ABRASIVO .....	38
6.6.1.3. TINTA DE FUNDO E DE ACABAMENTO .....	39
6.6.2. ESQUEMA DE PINTURA PARA AÇO CARBONO (PRETO) .....	39
6.6.2.1. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DE AÇO POR COMPOSTOS QUÍMICOS .....	39



6.6.2.2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE POR JATEAMENTO ABRASIVO .....	39
6.6.2.3. PINTURA DE FUNDO E DE ACABAMENTO .....	40
6.7. REQUISITOS TÉCNICOS E DE MONTAGEM DO ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES .....	40
6.7.1. MONTAGEM EM TRECHO RETO DE TUBULAÇÃO .....	41
6.7.2. MONTAGEM EM TRECHO CURVO E ACESSÓRIOS .....	43
6.8. IDENTIFICAÇÃO DAS TUBULAÇÕES .....	43
6.9. SUPORTES PARA TUBULAÇÕES .....	43
6.10. RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA REALIZAÇÃO DO BALANCEAMENTO HIDRÁULICO .....	44
6.11. TESTE HIDROSTÁTICO .....	44
7.0. REDE FRIGORÍFICA .....	44
7.1. TUBO DE COBRE .....	44
7.1.1. CONEXÕES .....	45
7.1.2. ACESSÓRIOS .....	45
7.1.2.1. VÁLVULAS DE SERVIÇO .....	45
7.1.3. ISOLAMENTO TÉRMICO .....	45
7.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS .....	46
8.0. REDE DE DRENAGEM DE CONDENSADO .....	48
8.1. TUBULAÇÕES DE DRENAGEM DE CONDENSADO .....	48
9.0. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	49
9.1. QUADRO ELÉTRICO .....	49
9.2. CONDUTORES ELÉTRICOS .....	52
9.3. ACESSÓRIOS .....	53
9.4. RECOMENDAÇÕES GERAIS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	54



Esse Memorial Técnico Descritivo estabelece diretrizes gerais e específicas para a execução de obras de reforma da ALA "2" DO ANEXO AO BLOCO "O", localizado na Explanada dos Ministérios, Brasília. Para melhor agrupamento das informações, esse Memorial foi dividido em duas Partes, com os seguintes conteúdos cada uma:

## **PARTE I: CADERNO DE ENCARGOS**

São apresentadas, de forma condensada, as disposições gerais que deverão ser observadas para a execução das obras e serviços de engenharia para o sistema de condicionamento de ar.

## **PARTE II: PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS**

São apresentados os procedimentos executivos propriamente ditos, as disposições, orientações, procedimentos e roteiros a ser seguidos pela empresa contratada pela Secretaria da Receita Federal do Brasil para a execução de suas obras e serviços de engenharia.



## PARTE I: CADERNO DE ENCARGOS

---

## 1.0. OBJETIVO

---

Os elementos que compõem este Projeto Básico visam orientar o CONTRATADO quanto ao escopo dos serviços que serão realizados de modo a alcançar o objeto do certame.

O Edifício da Secretaria da Receita Federal do Brasil, situado na Explanada dos Ministérios, Bloco "P", Anexo "A" será reformado e, para tanto, devem ser executadas intervenções e readequações nas instalações de condicionamento de ar.

Os serviços consistem basicamente em:

- 2 Desmontagem dos fechamentos hidráulicos dos *fan-coils* e rede de dutos existentes;
- 3 Instalação de novas redes hidráulica nas casas de máquinas e fechamentos hidráulicos dos *fan-coils*;
- 4 Instalação de rede frigorífica para o sistema mini VRF;
- 5 Pintura de proteção das novas tubulações de água gelada;
- 6 Isolamento térmico das tubulações de água gelada e tubulações frigoríficas;
- 7 Instalação dutos pré-isolados e elementos de difusão de ar;
- 8 Montagem dos quadros elétricos e quadros de automação;
- 9 Interligações elétricas, de controle e de automação;
- 10 Implantação do sistema de automação e supervisão;
- 11 Balanceamento hidráulico;
- 12 Balanceamento de ar;
- 13 Teste hidrostático;
- 14 Treinamentos para operação e manutenção.



## 2.0. DESCRIÇÃO DA OBRA

---

### 2.1. INSTALAÇÕES EXISTENTES

Trata-se *retrofit* das instalações de condicionamento de ar, visando à obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) Parcial da Edificação Construída.

As intervenções nas instalações de condicionamento de ar ocorrerão no pavimento térreo e no primeiro ao quarto pavimento. No subsolo, onde está localizada a central de água gelada, não será realizada nenhuma intervenção.

O sistema existente é do tipo expansão indireta com condensação a água. O sistema empregado tem circuito primário com vazão constante e circuito secundário com vazão de água variável.

A central de água gelada é composta por quatro unidades resfriadoras de líquido com capacidade individual de 200TR, três torres de resfriamento de água, quatro bombas de água gelada primária, quatro bombas de água gelada secundária e quatro bombas de água de condensação.

Atualmente em cada casa de máquinas estão instalados dois condicionadores de ar do tipo *fan-coil*, sendo que no térreo existe uma casa de máquinas e no primeiro ao quarto pavimento existem três casas de máquinas, uma em cada pavimento; dessa forma, atualmente a quantidade total de *fan-coils* é de vinte e seis unidades.

## 2.2. INSTALAÇÕES NOVAS

No projeto a ser implantado, cada casa de máquinas terá um condicionador de ar e um ventilador de exaustão para descarte de ar correspondente à vazão admitida para a renovação, exceto na casa de máquinas do térreo, onde serão instalados dois exaustores; assim, nesses ambientes (salas de aula e auditório) com possibilidade funcionamento em horários diferenciados, a captação do ar de renovação poderá ser individualizada. O total de novos condicionadores de ar será de treze unidades.

As Salas de Equipamentos (*racks*) de cada pavimento terão um condicionador do tipo *fancoil* hidrônico de teto embutido e um sistema reserva com condicionadores do tipo mini *split* VRF para operação fora do horário comercial, nos finais de semana, nos feriados e em caso de falhas do sistema de água gelada. O quadro elétrico do sistema VRF é alimentado pelo grupo moto gerador, sistema de back-up de energia, segundo projeto de instalações elétricas.

Será adotado o sistema de volume variável de ar com caixas terminais, VAV. A modulação da vazão de ar do ventilador de insuflação será realizada pelo inversor de frequência.

Sempre que possível nos ambientes com divisórias altas serão instaladas caixas VAV na insuflação e registros de regulação de vazão com atuador *on-off* de modo a possibilitar o isolamento do ambiente quando este não estiver ocupado, mediante ligações elétricas da caixa VAV que será intertravada com o registro.

Serão instalados reguladores de vazão de ar, VAV nos dutos principais para possibilitar o ajuste da vazão dos ambientes corporativos.



No circuito hidráulico serão instaladas válvulas de controle e balanceamento do tipo duas vias, com atuador proporcional.

Nos sanitários serão instalados ventiladores de exaustão individuais do tipo heliocentrífugos do tipo *in line*, com baixo nível de ruído.

Os dutos de insuflação, retorno, ar exterior e exaustão serão fabricados com painéis pré-isolados.

### 2.3. ESPECIFICAÇÕES PARA OS TESTES

Os teste e regulagens do sistema de VAC deverão ser procedidos pela apresentação de memorial descritivo contendo cronograma com a descrição dos serviços e os procedimentos a serem usados durante a fase de testes e a relações dos equipamentos, materiais e instrumentos a serem utilizados.

Todos os instrumentos devem estar calibrados pelos laboratórios, credenciados pelo INMETRO, em suas respectivas áreas de atuação.

Serão realizados, no mínimo, os seguintes testes:

- a) Teste de atuação de todos os componentes elétricos de comando e operação das unidades e demais equipamentos;
- b) Teste de atuação dos dispositivos de segurança, controle, alarme e proteção das unidades e dos demais equipamentos;
- c) Verificação dos níveis de ruído;
- d) Medição de correntes, tensões e rotações de todos os motores elétricos;
- e) Medição das temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido do ar na



entrada e saída dos condicionadores;

- f) Medição das rotações em todos os ventiladores;
- g) Funcionamento mecânico dos equipamentos;
- h) Verificação da regulagem dos "dampers";
- i) Funcionamento dos acessórios;
- j) Verificação da temperatura, umidade relativa e sobrepressão nos ambientes;
- k) Medição das condições psicrométricas e das vazões de ar exterior, de retorno, de insuflação;
- l) Medições de vazão de ar nos ramais principais e secundários das redes de dutos;
- m) Inspeção de qualidade da proteção anticorrosiva, da construção física e do acabamento de cada componente das instalações.

Após a aceitação dos testes, a CONTRATADA deverá efetuar a troca dos filtros dos condicionadores de ar.



## PARTE II: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

---

## 1.0. OBJETIVO

---

A presente Especificação Técnica tem por objetivo o estabelecimento das condições técnicas que devem ser observadas quanto à fabricação, fornecimento e montagem das instalações de condicionamento de ar, referente à reforma da ALA "2" DO ANEXO AO BLOCO "O", localizado na Explanada dos Ministérios, Brasília.

Esta Especificação Técnica é complementada pelo MEMORIAL SUPERVISÃO, COMANDO E CONTROLE, onde constam as definições da automação dos *fan-coils*, caixas de volume variável, variadores de frequência, atuadores de *dampers*, etc.

A CONTRATADA deve considerar no fornecimento, todos os componentes e serviços agregados, mesmo que não especificamente mencionados ou indicados, de maneira que o sistema opere de forma plenamente satisfatória.

## 2.0. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

---

Para efeitos destes serviços deverão ser seguidos os procedimentos e Normas a seguir descritos, os quais contêm prescrições válidas para sua realização.

### 2.1. NORMAS ABNT

NBR 16401 – Instalações Centrais de Ar-Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto;

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;



ABNT NBR IEC 60079-10:2006.

## 2.2. NORMAS INTERNACIONAIS

*ASHRAE – American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers;*

*SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association;*

*AMCA – Air Moving and Conditioning Association;*

*ARI – Air Conditioning and Refrigeration Institute;*

## 3.0. EQUIPAMENTOS

---

### 3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todos os equipamentos devem ser fornecidos novos, completos e testados, prontos para serem instalados.

#### 3.1.1. IDENTIFICAÇÃO

Os equipamentos devem ser fornecidos com placas de identificação. As placas devem ser fabricadas em aço inoxidável e estar fixadas em local visível e de fácil acesso. Devem constar, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Principais dados de operação (vazão de ar, capacidade, pressão, etc.);
- b) Principais dados elétricos (tensão, potência, amperagem, etc.);



c) Fabricante, ano e série de fabricação.

### 3.1.2. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Todos os materiais e equipamentos fornecidos e instalados devem estar de acordo com os regulamentos locais de proteção contra incêndio, devendo, também, serem obtidas todas as licenças aplicáveis que se fizerem necessárias.

Todos os materiais devem ser do tipo “não combustível” ou “auto extingüível”, sendo dada preferência sempre ao primeiro.

## 3.2. CONDICIONADOR DE AR DO TIPO FAN-COIL

### 3.2.1. GABINETE E PAINÉIS

O gabinete deve ser montado com perfis extrudados de alumínio, permitindo o auto encaixe das peças em cantos especiais.

Os painéis devem ser de parede dupla rígida formado por chapas de aço galvanizado e com o isolamento térmico de poliuretano expandido, espessura mínima de 25mm, hermeticamente encerrado entre as duas paredes. Não são aceitos revestimentos internos porosos ou fibrosos desprotegidos ou que produzam chama e fumaça.

Os painéis devem receber tratamento contra corrosão, com a aplicação de uma demão de tinta de fundo epóxi-fosfato de zinco com espessura mínima de película de 100 µm e tinta de acabamento com aplicação de uma demão de tinta de poliuretano acrílico, com espessura mínima de película seca de 100 µm.



Todos os componentes internos do condicionador de ar, passíveis de manutenção devem ter fácil acesso através de painéis removíveis ou portas de inspeção.

### 3.2.2. VENTILADOR

O ventilador deve ser selecionado para operação em plena carga no ponto de eficiência máxima de sua curva característica, ou pouco à direita deste, e evitando a faixa de instabilidade.

O Ventilador deve ser centrífugo de dupla aspiração com rotor de pás curvadas para trás, limit load com acionamento direto, motor diretamente acoplado ao eixo. O teste de desempenho do ventilador deve seguir a Norma AMCA 210. Devem ser fornecidos com amortecedores de vibração.

O ventilador deve receber tinta de fundo com a aplicação de uma demão de tinta epóxi-fosfato de zinco com espessura mínima de película de 100 µm e tinta de acabamento com aplicação de uma demão de tinta de poliuretano acrílico, com espessura mínima de película seca de 70 µm.

### 3.2.3. MOTOR

Motor deve ser de alto rendimento IR4 "super premium" WMagnet, com enrolamento de estator trifásico e rotor montado com ímãs permanentes para eliminação da perda por efeito Joule no rotor, para acionamento por inversor de frequência. O motor deve possuir baixo nível de ruído, alto fator de potência e etc., com grau de proteção IPW-55, isolamento de Classe F, 380V, 60Hz.

#### 3.2.4. SERPENTINA

A serpentina para resfriamento de ar deverá ser fabricada em tubos de cobre e aletas corrugadas de alumínio, cabeceiras de chapa de alumínio; as aletas devem ser montadas na base de 8 a 12 aletas por polegada linear, com serpentina 6 (seis) filas (rows).

As aletas devem possuir colarinho que apoiará sobre os tubos, o qual será expandido de modo a permitir a máxima transmissão de calor.

A serpentina deve receber tratamento protetivo com revestimento Epóxi.

O número de tubos na face e o número de circuitos deve ser tal que a perda de carga hidráulica seja compreendida entre 1,0 e 3,5 metros de coluna de água. A velocidade máxima do fluido (água) na serpentina não deverá ultrapassar 1,5m/s. A velocidade do ar na face da serpentina deve ser no máximo igual a 2,5m/s.

#### 3.2.5. ESTERILIZAÇÃO POR LUZ UV

Junto à serpentina deve estar previsto sistema de esterilização por luz ultravioleta (UV).

#### 3.2.6. BANDEJA DE RECOLHIMENTO DE CONDENSADO

Deve ser de aço inox, isolada termicamente, com dreno de fundo cego e com caimento adequado para evitar o acúmulo de água, evitando assim os problemas da estagnação da água e formação de fungos, mofos etc.

### 3.2.7. FILTRAGEM

O condicionador deve contar com um pré-filtro classe G4, e o filtro principal instalado dentro do gabinete e a montante da serpentina evaporadora. O filtro principal deve ter eficiência compatível com a classe F5 plissado plano da NBR-16.401, do tipo bactericida.

### 3.3. CONDICIONADOR DE AR, SPLIT MINI VRF

Equipamento do tipo Inverter com tecnologia de Refrigerante Variável (VRF) e condensação a ar, com modulação individual de capacidade da unidade interna, pela variação do fluxo de gás refrigerante através do inversor de frequência.

#### 3.3.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Equipamento deverá ter a sua eficiência energética atestada pelo fabricante, com os seguintes parâmetros mínimos:

- a) Coeficiente de Eficiência Energética (Carga de 100%) (kW/kW) de 3,81;
- b) Coeficiente de Eficiência Energética (NPLV\*) (kW/kW) de 4,50.

\*NPLV – Non-Standard Partial Load Value, segundo as condições de teste padrão ISO/JIS, coletadas e atestadas pelo fabricante do Equipamento em 25%, 50%, 75%, e 100%, segundo a equação:

$$NPLV = 0,01 * COP_{100} + 0,42 * COP_{75} + 0,45 * COP_{50} + 0,12 * COP_{25}$$

#### 3.3.2. GARANTIA

Todos os materiais e equipamentos devem ter garantia mínima de 01 (um) ano a contar da data de operação, ou 18 (dezoito) meses



contando da data que o sistema esteja em condições de operação, no caso de o sistema não começar a operar imediatamente.

### 3.3.3. UNIDADE INTERNA (EVAPORADOR)

Unidade evaporadora do tipo teto embutido, de alta pressão, compatível com gás refrigerante R410A, com as seguintes características técnicas:

### 3.3.4. GABINETE

Gabinete construído em chapa de aço galvanizado, devidamente tratado contra corrosão, com isolamento térmico e dotado de filtro Classe G4.

### 3.3.5. VENTILADOR

Devem ser do tipo centrífugo de dupla aspiração, com rotores de pás curvadas para frente, acoplados diretamente ao eixo do motor, com baixo nível de ruído, não podendo exceder 48 dB(A) na velocidade alta.

### 3.3.6. SERPENTINA

Construído inteiramente de tubos de cobre sem costura conforme norma ABNT NBR 7541:2004. Controle de capacidade por válvula de expansão eletrônica proporcional, instalada no interior do evaporador.

### 3.3.7. UNIDADE EXTERNA (CONDENSADOR)

#### 3.3.7.1. GABINETE

Gabinete deve ser metálico e de construção robusta, fabricado em chapa de aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento



a base de epóxi, com painéis frontais e laterais removíveis para manutenção.

#### 3.3.7.2. COMPRESSOR

Do tipo Scroll, ou DC rotativos, de alta eficiência com baixos níveis de vibrações e ruídos, protegidos contra sobrecarga elétrica por termistor, relé térmico, controle de inversão de fases e sobrecarga de pressão por pressostatos, sistema de lubrificação com visor de óleo no Carter. O Gás Refrigerante deve obrigatoriamente ser do tipo Ecológico, R410A.

Não serão aceitos compressores fixos, todos deverão ser do tipo inverter.

#### 3.3.7.3. SERPENTINA

Deve possuir película anticorrosiva, para proteção contra ação da poluição e de atmosferas corrosivas, e construídas em tubos de cobre com aletas em chapa de alumínio corrugado, montada sobre cabeceiras em chapa de aço galvanizado. A perfeita aderência entre os tubos e as aletas deve ser obtida por expansão mecânica dos tubos, conferindo ao conjunto elevada eficiência na troca térmica.

#### 3.3.7.4. CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO

Deve ser completamente hermético e construído inteiramente de tubos de cobre sem costura conforme norma ABNT NBR 7541:2004, interligando todos os componentes internos, incluindo: registros de serviço com válvula de tomada de pressão, filtro secador, visor de linha com detector de umidade, válvula de expansão termostática.



Deve ter máximo rigor na limpeza, desidratação, vácuo, e testes de pressão do circuito, antes da colocação do gás refrigerante.

#### 3.3.7.5. VENTILADOR

O ventilador deve ser do tipo axial, moldado com baixo nível de ruído, balanceado estática e dinamicamente e com controle de velocidade com variação de 0% a 100%, através de inversor de frequência.

#### 3.3.7.6. PAINEL ELÉTRICO

Devem possuir elementos de acionamento e todos os componentes de proteção e comando necessários ao perfeito funcionamento da unidade.

#### 3.3.8. SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Deve permitir a possibilidade de integração com o sistema de automação e supervisão predial através do protocolo de comunicação ModBus RTU.

Com as seguintes funções básicas: liga/desliga, status de operação, ajuste a temperatura, acesso aos parâmetros para fins de diagnósticos e serviços.

Deve fornecer interfaces RS232 e RS485 comuns, incluindo a porta Ethernet, com comandos de software para processo de integração contínuo.

O nível de interatividade com o sistema de supervisão será definido por meio de níveis de acesso sendo o nível básico o usuário "convidado", onde será permitido apenas a visualização do sistema e nível máximo



pelo “administrador”, que poderá alterar todos os parâmetros incluindo a lógica de controle.

O software de gerenciamento ou ao gerenciador de rede deverá permitir o agendamento do uso dos equipamentos bem como permitirão a geração de relatórios de uso para manutenção e gerenciamento do sistema.

Todas essas informações serão armazenadas na memória flash interna ao equipamento ou no PC com o software de gerenciamento, para posterior utilização na geração de relatórios e gráficos de tendência histórica para uso das equipes de manutenção.

O sistema VRF disponibilizara suas informações de estado (funcionando, parado, defeito, etc.) e parâmetros analógicos (temperaturas, demanda, pressões) via protocolo ModBus RTU.

### 3.4. VENTILADOR DE EXAUSTÃO

Os ventiladores de exaustão do ar para troca de ar e dos sanitários devem ser do tipo heliocentrífugos *in-line* com isolamento acústico, material fono-absorvente; fabricados com termoplástico e equipados com juntas de borracha nos bocais de entrada e saída.

Devem possuir caixa de bornes externa orientável, IP44, motor regulável 220V-60Hz, de 2 velocidades, Classe B, rolamentos de esfera com lubrificação permanente, com condensador e protetor térmico.

## 4.0. DUTOS

---

### 4.1. DUTOS RÍGIDOS

Os dutos de insuflação, retorno, ar exterior e exaustão devem ser fabricados com painéis pré-isolados de poliuretano, revestidos externamente por barreira de vapor e superfície interna e externa revestida de alumínio.

As medições de resistência térmica e a condutividade térmica dos painéis devem ser efetuadas de acordo com a ASTM C177 ou ASTM C518, ensaiadas a 24°C.

A resistência ao vapor de água da superfície externa do duto não pode ser inferior a 140 m<sup>2</sup>.h.Pa/mg, para evitar condensação no interior do duto. A resistência ao vapor de água deve ser determinada de acordo com a EM 12086.

Os painéis devem apresentar índice de propagação superficial de chama "Ip" inferior a 25 (classe A), de acordo com a ABNT NBR 9442 e índice de densidade ótica máxima de fumaça "Dm" inferior ou igual a 450, de acordo com a ASTM E 662-06. Materiais que desprendam vapores tóxicos em presença de chama não são aceitáveis.

Na superfície de alumínio deverá ser aplicada em fábrica, uma camada de nano partículas de prata e outros componentes antimicrobianos para minimizar a concentração de bactérias e fungos, unidades formadoras de colônias e assim reduzir as operações de manutenção na instalação.





Os dutos devem ser unidos através de perfis e cantos, com aplicação de massa de vedação em todas as juntas.

Os materiais dos dutos de ar e conectores, incluindo todas as fitas, tecidos, cimentos, massas ou outros materiais a serem utilizados na instalação, não devem ser residentes ou nutrientes para fungos (micélios, mofo e bolor).

#### 4.2. DUTOS FLEXÍVEIS

Os dutos flexíveis devem ter propriedades dimensionais e mecânicas de acordo com a Norma EN 13180.

Será constituído por um tubo alumínio isolado por uma manta de lã de vidro com espessura de 30mm, protegido externamente por outro tubo de alumínio.

Os dutos flexíveis devem ser instalados de forma a permitir sua retirada para limpeza e reinstalação com facilidade e devem ser instalados conforme orientações do fabricante.

Os dutos flexíveis devem ser interligados aos colarinhos para duto através de fitas autoadesivas e abraçadeiras de nylon.

#### 4.3. SUPORTES PARA DUTOS

Os perfilados, cantoneiras ou barras de sustentação e fixações dos dutos devem ser de aço SAE 1020, com proteção anticorrosiva e pintura epóxi com no mínimo 80µm de espessura, fixados por pinos Walsywa ou chumbador metálico de aço inox.



Os dutos devem ter fixação própria à estrutura, independente das sustentações de forros falsos e aparelhos de iluminação, observando o espaçamento máximo de 1,50 m entre suportes.

#### 4.4. ACESSÓRIOS PARA DUTOS

##### 4.4.1. JUNTA FLEXÍVEL

Nos acoplamentos dos condicionadores de ar devem ser utilizadas conexões flexíveis, confeccionadas de chapa galvanizada e lona de PVC, capazes de eliminar ou atenuar as vibrações entre os equipamentos e a rede de dutos.

##### 4.4.2. PORTA DE INSPEÇÃO PARA DUTO

Porta de inspeção do tipo “pipe” de aço galvanizado e com isolamento térmico de lã de vidro.

As portas de inspeção devem ser instaladas nas laterais ou na superfície superior do duto, com espaçamento entre as portas menor ou igual a 4,0 m, de modo a permitir a efetiva limpeza dos dutos. O acesso às portas de inspeção deve ser mantido permanentemente desobstruído.

O nível máximo de vazamentos ou infiltrações de ar através das portas de inspeção deve ser equivalente à classe de estanqueidade dos dutos.

## 5.0. DIFUSÃO DE AR

---

Serão admitidos somente os dispositivos fabricados por empresas especializadas, que publiquem catálogos com dados técnicos de desempenho dos dispositivos. Não serão aceitos, portanto, difusores, grelhas e acessórios de fabricação artesanal.

### 5.1. CAIXA VAV

#### 5.1.1. VAV RETANGULAR

Carcaça de formato retangular de perfis múltiplos para montagem entre flanges, dotada de *Damper* com estanqueidade de ar conforme DIN 1946 do tipo lâminas opostas e com elementos de selagem entre aletas e carcaça; acionamento por engrenagens em ambos os lados, com buchas seladas. Devem ter isolamento acústico para redução do ruído irradiado através da carcaça e proteção externa de chapa de aço galvanizado.

Deve ser fornecida com controlador de vazão de ar eletrônico e elementos de controle: transdutor e atuador.

#### 5.1.2. VAV COM CONEXÃO CIRCULAR E RETANGULAR NAS EXTREMIDADES

A caixa VAV deve ser constituída por carcaça com uma extremidade com conexão circular conforme as normas DIN 24145 e DIN 24146 e retangular pela outra extremidade, *damper* de controle, atenuador de ruído incorporado, e sensor multiponto de diferença de pressão para medição da vazão de ar. A lâmina do *damper* deve possuir selo de neoprene de modo a atender a estanqueidade da Norma DIN 1946.



Devem ter isolamento acústico para redução do ruído irradiado através da carcaça e proteção externa de chapa de aço galvanizado.

Deve ser fornecida com controlador de vazão de ar eletrônico e elementos de controle: transdutor e atuador.

## 5.2. GRELHA E DIFUSOR DE TETO

Devem ser fabricados com perfis de alumínio extrudado e anodizados; obrigatoriamente devem possuir registros de aletas convergentes para regulagem de vazão com acionamento pela parte frontal.

## 5.3. DIFUSOR DE JATO HELICOIDAL DE ALTA INDUÇÃO

A face do difusor deve ser fabricada com chapa de aço galvanizado e superfícies pré-tratada e com revestimento em pó branco (RAL 9010). As lâminas devem ser de termoplástico (PS 476L), com preta (semelhante a RAL 9005). Caixa plenum fabricada com chapa de aço galvanizado, e com borracha vedante.

## 5.4. REGISTRO DE REGULAGEM DE VAZÃO

Os registros para modulação de vazão devem ser do tipo de lâminas opostas, construído em chapa de aço galvanizado bitola # 16, com aletas apoiadas em eixos com mancais reforçados de nylon e com moldura externa.

Não devem possuir aletas com mais de 30 cm de largura ou 120 cm de comprimento. Para vãos maiores serão utilizadas combinações com diversas aletas. O acionamento deve ser efetuado mediante alavanca

externa, dotada de dispositivo de fixação e indicação do sentido de abertura e quando indicado no projeto deverão possuir atuadores elétricos.

## 6.0. REDE HIDRÁULICA

---

### 6.1. TUBOS

Tubos com diâmetros iguais ou inferiores a 2" devem ser de aço carbono galvanizado (ASTM A 106 Gr B) sem costura, SCH 80, rosca BSB, dimensões conforme padrão ASME B36.10.

Tubos com diâmetro igual ou superior a 2 1/2" devem ser de aço carbono preto (ASTM A 106 Gr B) com costura, SCH 40, ponta chanfrada, dimensões conforme padrão ASME B36.10.

### 6.2. CONEXÕES

#### 6.2.1. CONEXÕES ROSCÁVEIS

Joelho 90 e 45 Graus, Tê, Tê de redução, Luva, Luva de redução: Ferro maleável galvanizado ASTM A197, rosca BSP, ASME B1.20.1, padrão dimensional ASME B16.3.

Bujão: Ferro maleável galvanizado ASTM A197, rosca BSP, ASME B1.20.1, padrão dimensional ASME B16.14.

União: Ferro maleável galvanizado ASTM A197, rosca BSP, ASME B1.20.1, padrão dimensional ASME B16.39.



Niple: Ferro maleável galvanizado ASTM A106 Gr B, SCH 80, sem costura, padrão construtivo ASTM A733.

#### 6.2.2. CONEXÕES SOLDÁVEIS

Curva 90 e 45 Graus de raio longo, Redução concêntrica, Tê e Tê de redução: Aço carbono ASTM A234 Gr WPB, SCH40, ponta chanfrada, padrão dimensional ASME B1.16.9.

### 6.3. ACESSÓRIOS

#### 6.3.1. FILTRO PARA ÁGUA

1/2" a 2" - Filtro "Y" corpo e tampão de bronze, Classe 150, padrão dimensional ASME B16.5, rosca ASME B1.20.1, BSP; elemento filtrante em aço inox com perfuração  $\varnothing 1,6$  mm.

#### 6.3.2. MANÔMETROS

Manômetro com caixa de aço inox AISI 304 IP 55, Execução - A1, mostrador com glicerina,  $\varnothing 100$  mm, escala pressão (0 a 10 kgf/cm<sup>2</sup>), conexão com rosca NPT".

#### 6.3.3. TERMÔMETRO

Termômetro do tipo capela, com caixa em alumínio anodizado com formato em "V" (proteção do vidro), com graduações numéricas em graus centígrados, gravadas em preto. O elemento sensor deverá ser de mercúrio, com haste de imersão em latão de 109,8mm, conexão ao poço  $\varnothing 1/2$ ", rosca NPT. O capilar será de vidro com baixo coeficiente de dilatação. Faixa de temperatura 0 a 50 °C.

#### 6.3.4. PURGADOR DE AR

Purgador de ar do tipo automático universal, corpo em latão, conexões com rosca NPT, pressão de trabalho 150 psi, modelo ZUT X 25, Fabricante de referência, TA IMI.

#### 6.3.5. VÁLVULA DE CONTROLE E BALANCEAMENTO INDEPENDENTE DE PRESSÃO

1/2" a 2" – A Válvula de controle e balanceamento independente de pressão, deve possibilitar o desempenho das seguintes funções: características EQM para controle preciso de temperatura, controle de pressão diferencial (incorporado) conferindo alta autoridade de controle, estabilidade de controle e limitação automática da vazão de projeto. Deve possuir pontos de medição da vazão e da pressão de modo a possibilitar a otimização do sistema e diagnósticos.

Materiais de fabricação - Corpo da válvula, partes móveis internas e cone de liga de aço resistente à corrosão, molas e haste de aço inoxidável, juntas e membranas de EPDM. Classe de pressão PN 16, rosca macho conforme a ISO 228 e conexões (acessórios) com rosca NPT fêmea e macho de acordo com a ANSI/ASME B1.20.1-1983, modelo TA-Modulator. Atuador para controle proporcional, 24V, com detecção de curso e indicação de modo para *status* e posição, contato normalmente fechado, modelo TA-slider 500 *plus*. Fabricante de referência, IMI TA.

#### 6.3.6. VÁLVULA DE ESFERA

1/2" a 2" - Válvula de esfera, passagem plena, rosca ASME B1.20.1, BSP, Classe 150; corpo e tampa de bronze fundido ASTM B-62, esfera



de latão STM B-124-cromado, preme-gaxeta de latão laminado, sede e gaxeta de PTFE, haste prolongada de aço inoxidável AISI 304, alavanca e porca sextavada de aço SAE 1020-galvanizado.

#### 6.3.7. Válvula De Esfera Para Manômetro

1/2" a 2" - Válvula de esfera com furo de alívio (para manômetro), rosca ASME B1.20.1, BSP, Classe 150; corpo e tampa de bronze fundido ASTM B-62, esfera de latão STM B-124-cromado, preme-gaxeta de latão laminado, sede e gaxeta de PTFE, haste de latão, alavanca de aço carbono.

#### 6.3.8. VÁLVULA DE GAVETA

1/2" a 2" - Válvula gaveta de acionamento manual, padrão construtivo MSS SP-80 rosca ASME B1.20.1 BSP; acabamento da face conforme MSS SP-6; Classe de pressão 150, corpo de bronze ASTM B62; internos: obturador cunha inteiriça, obturador e sede de bronze ASTM B62; tampa união, haste ascendente com rosca interna, volante não ascendente e gaxeta de PTFE.

### 6.4. ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA GELADA

#### 6.4.1. CALHAS PRÉ-MOLDADAS

As tubulações devem ser isoladas com calha de poliuretano pré-moldado, Norma ABNT NBR 11726, com os seguintes requisitos adicionais: retardante de chamas, agente expensor isento de gás clorofluorcarbono (CFC), condutividade térmica conforme ASTM C591, ABNT 11726, Tipo 1.



## 6.4.2. MATERIAIS COMPLEMENTARES

### 6.4.2.1. MASSA DE ACABAMENTO DE BASE ASFÁLTICA

Composta de emulsão asfáltica, resistente a intempéries, contendo fibras de reforço, isenta de amianto, não devendo conter areia ou diatomácea, devendo ser elástica e apresentar, quando aplicada e seca, uma superfície lisa e uniforme, sem trincas e sem grânulos.

### 6.4.2.2. SELANTE NÃO-SECATIVO

Composição a base de borracha de silicone e temperatura de operação entre -65 °C a 260 °C.

### 6.4.2.3. IMPERMEABILIZANTE DE BASE ASFÁLTICA OU ELASTOMÉRICA

O impermeabilizante de base asfáltica ou elastomérica ou de poliuretano com asfalto deve ser quimicamente compatível com os materiais isolantes utilizados.

As faixas de temperatura de uso contínuo devem estar situadas nos seguintes intervalos -20 °C a 50 °C.

A percentagem mínima de sólidos deve ser de 50 % em volume.

A flexibilidade deve ser de forma a não apresentar trincas, quando uma película de espessura de 0,75 mm for dobrada, com um arco de 120° sobre um mandril de 3 mm de diâmetro.

A consistência deve ser compatível com o método de aplicação a ser utilizado.

O tempo de secagem ao toque deve ser de, no máximo, 4 h.



O impermeabilizante deve ter a propriedade de ser auto extingüível, de cor preta, com emissividade mínima de 0,90 ou admitir aplicação de sistema de pintura na cor preta.

#### 6.4.2.4. FELTRO ASFÁLTICO

Material constituído por fibras minerais com reforço de fibra de poliéster, impregnado com asfalto até a saturação. O feltro asfáltico deve ser de textura lisa e atender aos requisitos da ABNT NBR 9228.

#### 6.4.2.5. CHAPA DE ALUMÍNIO PARA PROTEÇÃO DO ISOLAMENTO

As chapas de alumínio devem ser nas ligas 3 003 ou 5 005 (têmpera H14 ou H16), conforme especificação ABNT NBR 7556. Classe A (chapa lisa), tipo II (sem barreira contra condensação), com largura de e espessuras de 0,5mm.

### 6.4.3. ACESSÓRIOS

#### 6.4.3.1. ARAME DE FIXAÇÃO

Arame de aço galvanizado conforme ABNT NBR 5589, macio, com diâmetro nominal de 1,25 mm (BWG 18), camada leve de zinco, de acordo com a ABNT NBR 6331.

#### 6.4.3.2. CINTA DE FIXAÇÃO

Cinta de tira de alumínio em liga 3 003 ou 5 005, conforme a ASTM B209, dureza H-14 a H-19, na largura de 12,7 mm e com espessura de 0,50 mm.



#### 6.4.3.3. SELO

Selo de alumínio em liga 3 003 ou 5 005, conforme ASTM B209, dureza H-14 a H-19 na largura de 12,7 mm e com espessura de 1,0 mm.

#### 6.4.3.4. CLIP

“Clip” em “S”, de alumínio em liga 3 003 ou 5 005, conforme ASTM B209, dureza H-14 a H-19, com espessura de 0,50 mm.

#### 6.4.3.5. REBITE

Rebite aberto ou hermético de alumínio, com mandris de aço com aba tipo abaulado, diâmetro nominal de 3,2 mm ou 4,0 mm, tipo “pop”.

### 6.5. SOLDAS DAS TUBULAÇÕES DE AÇO CARBONO

Deverão ser previamente definidas as técnicas e procedimentos de solda, bem como os soldadores e operadores de máquina de soldagem mais adequados aos materiais e condições de serviço, em consonância com as prescrições e qualificação da norma MB-262/62 - Qualificação de processos de soldagem, de soldadores e de operadores.

Os artífices mencionados, durante a execução dos serviços, deverão estar completamente protegidos pelos Equipamentos de Proteção Individual, EPI's, e outros recomendados pelas Normas de Segurança, de modo a se prevenir e evitar os perigos inerentes a este tipo de trabalho.

Os tubos e demais acessórios a serem soldados devem ter as extremidades previamente preparadas com chanfros retos duplos em “V”, ângulo incluso de 75º, e raiz de solda dimensionada em função do tubo (espessura, diâmetro).



Deverá ser aplicado verniz protetivo na cor vermelha ou azul nas partes preparadas para a soldagem.

Para as características dos materiais e serviços definidos neste Procedimento, o desalinhamento máximo entre as peças a soldar será de 1,6 mm, conforme preceituado na norma ANSI/ASA-B.16.25.

Os acessórios (conexões) devem ser fabricados industrialmente em aço-carbono ASTM-A-234, nas espessuras, chanfros e resistência dos correspondentes tubos aos quais serão soldados, e nas dimensões padronizadas pela norma ANSI / ASA-B.16.9.

Deverão ser utilizados eletrodos adequados aos materiais, posição das soldas, tipo de equipamento de soldagem, da junta, etc. atendendo às normas da ABNT, em especial às EB-79/62 – Eletrodos para soldagem elétrica de aços-carbono e dos aços-liga e CB-178/88 - Eletrodos revestidos de aço-carbono para a soldagem a arco elétrico (NBR-10614), e preferencialmente o tipo fortemente revestido.

Nos ponteamientos prévios das peças a serem soldadas, se os mesmos vierem a ser incorporados à solda, devem ser tomados todos os cuidados, no que diz respeito ao procedimento, eletrodo e soldados aqui especificados. Não se admitirá, também, execução de soldas sob ação de agentes contaminantes (chuva, ventania, etc.).

Especial atenção e cuidado devem ser tomados com relação à execução do primeiro cordão de solda na raiz, de modo a evitar defeitos de penetração, fusão, ajuste e suas consequências.



Não serão aceitas soldas com cordões irregulares, excesso ou falta de solda, desnível das bordas, cavidades, falta de penetração, inclusão de escória, fissuras, mordeduras, bolhas de gás, “pegamento” e outros defeitos de execução não condizentes com a qualificação exigida para os profissionais executores.

#### 6.5.1. INSPEÇÕES E ENSAIOS DAS SOLDAS

Serão realizados inspeção visual dos serviços de solda, eventuais testes de ruptura e esmerilhamento (se necessário) e teste hidrostático das linhas executadas. Caso detectadas imperfeições que denotem desqualificação dos artífices executores dos serviços, serão exigidas da CONTRATADA, às suas expensas, outras inspeções usuais, em ordem crescente da confiabilidade.

Constatado o não atendimento às presentes prescrições, por parte da CONTRATADA, a FISCALIZAÇÃO exigirá o refazimento total dos serviços, sem prejuízo dos materiais e sem ônus ao CONTRATANTE.

#### 6.6. PINTURA DAS TUBULAÇÕES

Os requisitos técnicos e práticas recomendadas descritas a seguir referem-se ao esquema de pintura de tubulações, inclusive flanges, válvulas, tês, reduções e demais acessórios.

O esquema de pintura considera as condições específicas a que estarão sujeitos: ambiente seco, sem salinidade, não contendo gases derivados de enxofre, e com isolamento térmico com temperatura mínima de operação de 7°C.



Os procedimentos de pintura deverão obedecer às normas específicas da ABNT e as prescrições do fabricante da tinta.

A cor deverá atender à padronização da ABNT.

Os recipientes, com os componentes das tintas devem se apresentar em bom estado de conservação, devidamente rotulados ou marcados na superfície lateral.

#### 6.6.1. ESQUEMA DE PINTURA PARA AÇO CARBONO GALVANIZADO

##### 6.6.1.1. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DE AÇO POR COMPOSTOS QUÍMICOS

Efetuar limpeza por ação física química, segundo as recomendações da ABNT NBR 15158, nas regiões contaminadas com óleo, graxa ou gordura.

Efetuar limpeza com água doce e escovamento simultâneo ou por hidrojateamento com pressão de, no mínimo, 5.000psi, jato em leque, para remover camadas de óxidos e outras impurezas. A água doce para limpeza ou para o hidrojateamento deve apresentar teor de cloretos abaixo de 40ppm.

##### 6.6.1.2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DE AÇO GALVANIZADO POR JATEAMENTO ABRASIVO

Efetuar jateamento abrasivo ligeiro, padrão Sa 1 da ISO 8501-1, utilizando granalha angular com granulometria de 0,425mm, que passa pela peneira no 40 conforme a ASTM E 11.

#### 6.6.1.3. TINTA DE FUNDO E DE ACABAMENTO

Aplicar uma demão de tinta de aderência epóxi-isocianato-óxido de ferro, especificada na RFB N-2198, por meio de pistola convencional, pistola sem ar ou trincha, de maneira a formar sobre a superfície galvanizada uma película com espessura compreendida entre 15µm e 20µm.

Após a aplicação da tinta de aderência e decorrido, no mínimo, 1 hora e, no máximo, 24 horas, aplicar duas demãos de tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas, por meio de rolo, trincha ou pistola sem ar, com espessura mínima de película seca de 160µm, por demão.

#### 6.6.2. ESQUEMA DE PINTURA PARA AÇO CARBONO (PRETO)

##### 6.6.2.1. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DE AÇO POR COMPOSTOS QUÍMICOS

Antes de preparar a superfície, deve-se remover toda sujeira, óleo ou graxa, utilizando-se de soluções aquosas de tensoativos ou detergentes biodegradáveis ou panos limpos embebidos em solventes apropriados.

##### 6.6.2.2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE POR JATEAMENTO ABRASIVO

Deve ser aplicado o grau Sa 2 1/2 - jateamento abrasivo ao metal quase branco: quando vista a olho nu, a superfície deve estar isenta de carepa de laminação, ferrugem e material estranho de maneira tão perfeita que seus vestígios apareçam somente como manchas tênues ou estrias.

A superfície deve apresentar, então, aspecto correspondente às gravuras com designação Sa 2 1/2. Os padrões de limpeza são: ASa 2 1/2, BSa 2 1/2, CSa 2 1/2 e DSa 2 1/2.

Após o jateamento abrasivo, a superfície deve ser limpa por meio de escova e/ou aspirador de pó, de forma a remover grãos de abrasivos e poeira.

#### 6.6.2.3. PINTURA DE FUNDO E DE ACABAMENTO

Aplicar revestimento único em duas demãos de tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas, por meio de rolo, trincha ou pistola sem ar, com espessura mínima de película seca de 160µm, por demão.

### 6.7. REQUISITOS TÉCNICOS E DE MONTAGEM DO ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES

O isolamento dos acessórios deve ser executado com o mesmo material e espessura usados para o isolamento de tubulação ou de equipamento à qual pertencem.

O início da aplicação do isolante só deve ser permitido após o tempo de secagem para repintura da tinta utilizada na proteção da tubulação.

Durante a aplicação do isolante, deve-se providenciar a proteção contra umidade até que a barreira de vapor seja aplicada.

A barreira de vapor deve ser aplicada, preferencialmente, durante a mesma jornada de trabalho de aplicação do isolante.





A proteção contra intempéries e danos mecânicos deve ser aplicada, o mais breve possível, após a secagem da barreira de vapor.

As peças isolantes pré-moldadas devem estar isentas de defeitos, tais como quinas, sulcos ou extremidades danificadas.

As peças isolantes pré-moldadas devem ser preparadas adequadamente para conformar-se às superfícies de aplicação, bem como às peças vizinhas.

Qualquer dano sofrido pela barreira de vapor deve receber reparos imediatos, a fim de evitar a penetração de umidade no sistema de isolamento. Toda peça interferência deve ser isolada com uma espessura igual à do isolante da tubulação estendendo-se de um comprimento igual a quatro vezes a espessura do isolante ou, no mínimo 300 mm.

As peças interferência devem ser seladas no contato da peça com a barreira de vapor utilizando selante não secativo à base de borracha de silicone com cura neutra, a fim de evitar a penetração de umidade no isolamento.

#### 6.7.1. MONTAGEM EM TRECHO RETO DE TUBULAÇÃO

A primeira camada isolante deve ser aplicada diretamente sobre a tubulação e as camadas subsequentes devem ser aplicadas sobre uma camada contínua de selante secativo ou de impermeabilizante de base asfáltica.

As juntas longitudinais e semicircunferências devem ser rejuntadas com selante secativo ou com impermeabilizante de base asfáltica.

As juntas longitudinais devem ser defasadas de 90° em relação às da camada anterior.



As juntas semicircunferências de peças isolantes das camadas ímpares devem ser desconstruídas de um comprimento igual à metade do comprimento da peça e as de camadas pares de um comprimento igual à quarta parte do comprimento da peça da camada anterior.

Devem ser previstas juntas de contração a cada 25 m de comprimento da tubulação, sendo que a existência de flange ou válvula substitui a junta de contração.

As peças isolantes devem ser fixadas por meio de fita adesiva filamentosa e sobre a fita deve ser aplicado arame de aço-carbono galvanizado de bitola BWG 16 para tubulações de diâmetros nominais até 12" afastadas 50 mm das extremidades das peças isolantes (juntas circunferenciais). Em isolamento de múltiplas camadas, as camadas internas devem ser fixadas apenas por meio de fita adesiva filamentosa.

A superfície externa da última camada de isolante deve receber uma barreira de vapor.

Deve-se aplicar sobre a barreira de vapor uma proteção contra intempéries e danos mecânicos, constituída pela aplicação de um revestimento de chapa de alumínio.

As chapas de proteção devem ser aplicadas com uma sobreposição de 50 mm tanto circunferencial quanto longitudinal.

Em trechos verticais ou com inclinação superior a 45°, a chapa superior deve se sobrepor à inferior, devendo ser instalados clipe "S" para suporte das chapas espaçados de 300 mm, utilizando-se, no mínimo, dois cliques defasados de 180°.



A sobreposição longitudinal deve ser localizada sempre no sentido de evitar penetração de água.

#### 6.7.2. MONTAGEM EM TRECHO CURVO E ACESSÓRIOS

No isolamento de juntas de expansão devem-se utilizar duas peças pré-moldadas ou fabricadas no canteiro de obra a partir de calhas ou segmentos utilizados em trechos retos de tubulação (utilizados também em curvas e etc.).

Em flanges e válvulas o isolamento deve se sobrepor ao isolamento da tubulação de um comprimento igual à espessura do isolamento da tubulação. As válvulas devem ser isoladas até o nível da gaxeta.

A fixação do revestimento de proteção dos acessórios nas chapas de revestimento da tubulação deve ser feita, na sobreposição circunferencial, por meio de parafusos autoroscantes, desencontrados de 90° e selados com selante não secativo.

#### 6.8. IDENTIFICAÇÃO DAS TUBULAÇÕES

Os tubos devem ser identificados com marcadores de tubulações auto-adesivos, feitos em vinil com cores e textos normalizados pela ABNT, com legendas específicas para cada aplicação, setas indicativas do sentido do fluxo instaladas em locais de fácil visualização.

#### 6.9. SUPORTES PARA TUBULAÇÕES

Todas as tubulações devem ser devidamente ancoradas e suspensas com apoios apropriados para evitar que qualquer tipo de vibração seja transmitido à estrutura do prédio.

## 6.10. RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA REALIZAÇÃO DO BALANCEAMENTO HIDRÁULICO

Deve ser realizado o balanceamento hidráulico da instalação de modo a tornar possível que, para todas as condições de carga térmica da instalação às unidades terminais operem com vazão de água necessária. O objetivo do balanceamento é ajustar as vazões de água da instalação, de modo que sejam satisfeitas, dentro das tolerâncias permitidas, as especificações de Projeto.

Antes da realização do balanceamento, a instalação deve ser submetida às seguintes operações:

- a) Limpeza a alta pressão da rede hidráulica;
- b) Limpeza de filtros;
- c) Enchimento e purga da instalação.

## 6.11. TESTE HIDROSTÁTICO

O Teste Hidrostático deve ser realizado pelo menos 48 horas depois de completada a última soldagem e antes de qualquer serviço de pintura ou de aplicação de qualquer revestimento, interno ou externo. A pressão de teste deve ser mantida constante durante 24 horas.

## 7.0. REDE FRIGORÍFICA

---

### 7.1. TUBO DE COBRE

Devem ser utilizados tubos de cobre extrudados e trefilados, sem costura, em cobre desoxidado recozido, fabricados e fornecidos de acordo com a



Norma NBR-7541 - Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar condicionado, Classe I. A espessura mínima dos tubos não deverá ser inferior a 0,7mm.

#### 7.1.1. CONEXÕES

Devem ser forjadas, de fabricação industrial, fornecidas de acordo com a norma EB 366/77 Conexões para unir tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar.

As conexões devem ser fabricadas por processo industrial e compatíveis com os elementos a serem unidos (espessura, solda, especificação de pressão), não se admitindo o uso de conexões fabricadas artesanalmente na obra. As curvas devem ser sempre de raio longo.

#### 7.1.2. ACESSÓRIOS

##### 7.1.2.1. VÁLVULAS DE SERVIÇO

Válvula de esfera para refrigeração com corpo de latão forjado compatíveis com os novos refrigerantes/lubrificantes, utilizada para isolamento de linha de sucção e de líquido durante a parada do sistema para manutenção. Fabricantes, Emerson, Danfoss ou equivalente.

#### 7.1.3. ISOLAMENTO TÉRMICO

As linhas de líquido e de sucção devem receber isolamento térmico por toda a extensão, com borracha esponjosa do tipo Armaflex ou equivalente, com classificação ao fogo M-1 (UNE-23727), resistência ao vapor de água  $\mu \geq 7.500$ , coeficiente de transmissão de 0,038 W/K e espessura mínima de 19 mm.



O material isolante deve ser resistente às intempéries, notadamente aos raios infravermelhos, ultravioletas e com barreira de vapor.

Os trechos do isolamento expostos a intempéries ou que possam sofrer esforços mecânicos devem possuir acabamento externo de proteção com pintura de acabamento com esmalte de proteção elástico na cor cinza.

## 7.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS

### 7.2.1. REDE FRIGORÍFICA

As linhas frigoríficas que interligam as unidades internas e externas dos condicionadores de ar devem ser executadas e instaladas em estrita obediência às instruções do fabricante, no que diz respeito ao dimensionamento das tubulações, comprimentos equivalentes, desníveis máximos, carga de refrigerante e isolamento térmica.

As linhas devem ser providas de elementos destinados a compensar efeitos físicos indesejáveis ao normal funcionamento do sistema, decorrentes, dentre outras causas, da distância e/ou altura entre as unidades a interligar (dilatação, vibração, fuga de óleo, retorno de líquido, umidade etc.).

Deve ser observada a correta inclinação das linhas na execução dos trechos horizontais evitando-se o emprego de linhas embutidas. A inclinação deve ser de 10 mm a cada 2 metros nos trechos horizontais.



As tubulações que passam em pisos, em locais de passagem de pessoas, devem possuir proteção mecânica feita de alvenaria (h=10 cm) nas laterais e grade de ferro na parte superior.

#### 7.2.2. JUNÇÃO DOS TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS

As junções serão executadas por soldagem ou brasagem capilar, à base de prata (mínimo 15%) ou fósforo-cobre.

Deve ser utilizada mão-de-obra especializada e com prática em tubulações de cobre munida de todo ferramental necessário, adequado e em bom estado. Os serviços serão desenvolvidos com observância, durante todo o tempo, dos aspectos de ordem e limpeza.

Os tubos devem ser do mesmo diâmetro nominal dos elementos conectados, estar limpos e conexões igualmente deverão estar limpas e isentas de cavidades, fendas e poros. A montagem dos acessórios deve ser perfeitamente executada, sem amassamento ou ovalizações.

A brasagem dos elementos deve ser executada com fluxo de gás inerte (nitrogênio) por dentro dos mesmos, evitando a formação de resíduos de oxidação (carepa) ou outras impurezas no circuito frigorífico.

Se não previsto no projeto de execução das linhas, não serão aceitas emendas de solda nas tubulações, nem conexões desnecessárias, as quais aumentam a perda de carga no dispositivo.

É indispensável o procedimento de limpeza interna em toda a linha após as operações de solda, para que não restem entupimentos parciais ou totais internamente aos tubos e conexões, bem como



remoção de impurezas, fuligem e carepas de solda eventualmente restantes.

A limpeza deve ser feita com material compatível com as regulamentações ambientais e as recomendações dos fabricantes dos equipamentos, como por exemplo o R-141b, substituto do R-11, na função de detergente.

Estando totalmente concluídas e limpas as linhas, deve se proceder a pressurização das mesmas para detecção e eliminação de eventuais vazamentos.

O teste de vazamento deve ser realizado sempre com nitrogênio, a uma pressão mínima de 400 psig, exceto no caso do refrigerante R410a, que deve ser cerca de 40% superior.

Antes da interligação das unidades que compõem o sistema, deve ser procedida a perfeita evacuação (250 a 500  $\mu$ mHg) das linhas com bomba de vácuo de alto rendimento aferida com vacuômetro.

Efetuar a carga de gás e óleo adicional, com posterior balanceamento termodinâmico, objetivando alcançar os valores de superaquecimento e sub-resfriamento, informados pelo fabricante.

## 8.0. REDE DE DRENAGEM DE CONDENSADO

---

### 8.1. TUBULAÇÕES DE DRENAGEM DE CONDENSADO

A ligação da unidade interna à rede de drenagem deve ser executada com tubos e conexões de PVC rígido.



O diâmetro mínimo do tubo de dreno do evaporador deve ser de 3/4". A tubulação deve ter caimento de pelo menos 1% na direção do deságue.

#### 8.1.1 ISOLAMENTO TÉRMICO DA TUBULAÇÃO DE DRENAGEM DE CONDENSADO

As tubulações devem ser isoladas termicamente com borracha elastomérica, (espessura não inferior a 6,0mm), com classificação ao fogo M-1 (UNE-23727), resistência ao vapor de água  $\mu \geq 7.500$ .

Nos locais em que as tubulações forem montadas aparentes, deverá ser aplicada pintura de acabamento com esmalte de proteção elástico na cor cinza.

## 9.0. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

---

As Instalações devem ser executadas em estrita concordância com as Normas aplicáveis da ABNT e IEC.

### 9.1. QUADRO ELÉTRICO

Os quadros de distribuição devem atender às normas ABNT NBR IEC 60.439.1, conjuntos com ensaios totalizados e parcialmente testados, e IEC 60.445, segurança na interface homem-máquina, marcação e identificação.

Os painéis elétricos devem ser auto-suportados, fabricados em chapa de aço carbono AISI-1020. A espessura da chapa deve ser no mínimo igual a 2,65mm (BITOLA 12), grau de proteção IP31.



Os painéis devem ser submetidos ao processo de tratamento de superfície por meio de fosfatização e posteriormente, revestidos com tinta de fundo EPÓXI, por meio de processo eletrostático, com espessura mínima de película seca de 90µm e uma demão de tinta de acabamento poliéster com espessura mínima de película seca de 80µm.

Os painéis elétricos devem ter ventilação mecânica de modo a assegurar que os limites de temperatura operacional dos componentes internos não sejam ultrapassados.

Os painéis elétricos devem possuir iluminação interna por meio de lâmpada do tipo "LED" na cor branca 15W/24V e interruptor para acionamento montado na moldura.

O painel deve ser provido de porta-documentos em seu espaço externo para arquivo e guarda de documentos técnicos pertencentes ao painel.

#### 9.1.1. CONJUNTOS DE PROTEÇÃO, MANOBRA E COMANDO

O acionamento dos disjuntores, botoeiras e chaves devem ser externos, sem a necessidade de abertura de portas para a realização de manobras.

O inversor de frequência deve ser instalado com "IHM" na porta do painel.

O disjuntor geral do quadro de distribuição deve possuir botoeira de emergência.



Os mostradores dos instrumentos de multimedição, dos relés de proteção e dos sinalizadores instalados nos compartimentos do painel devem ter intensidade de brilho conforme recomendações para iluminação de mostradores da ASTM F 1116 e suficiente contraste para assegurar que a informação requerida seja percebida pelo operador sob todas as condições esperadas de iluminação do ambiente.

#### 9.1.2. MONTAGEM / IDENTIFICAÇÃO

Devem existir placas intermediárias entre os bornes dos motores; os bornes devem ser montados acima de 30cm, a partir do fundo do quadro.

Os pontos elétricos vivos com acesso à frente dos painéis devem ser protegidos por chapas de acrílico transparente.

Os quadros devem ser identificados com marcadores auto-adesivos, tipo placa de advertência com símbolos gráficos feitos em vinil com cores e textos normalizados pela ABNT e com legendas específicas, de acordo com a aplicação. As plaquetas devem ser de acrílico preto e letras brancas.

As extremidades de todos os condutores devem possuir identificadores próprios permanentes e isolados com no mínimo a numeração do borne ao qual está conectado.

Todos os barramentos devem possuir identificação permanente com cores segundo a ABNT.

Os painéis devem possuir todos os barramentos e pontos de conexão de barramentos isolados, exceto o barramento de aterramento. O

isolamento deve envolver completamente cada barra, exceto nas ligações com as unidades adjacentes e nos pontos de dispositivos de desligamento.

Nas conexões elétricas, barramentos e disjuntores, os cabos devem utilizar terminais de compressão pré-isolados em cobre eletrolítico, revestidos de estanho por processo de eletrodeposição, do tipo pino, luva, olhal, garfo ou agulha. A escolha do tipo de terminal dependerá do local onde o cabo será conectado.

Os cabos no interior do quadro não poderão ficar suspensos livremente, devendo ser previsto amarração com abraçadeira plástica.

Não será admitida instalação de disjuntores de fabricantes diferentes em um mesmo painel.

## 9.2. CONDUTORES ELÉTRICOS

O cabo para alimentação de motor com partida por inversor de frequência deve ser do tipo multipolar com condutor fase de cobre nu, encordoamento classe NBR NM 280, 0,6/1,0kV, isolação de HEPR (90° C) conforme NBR 7286, condutor concêntrico com fios de cobre aplicados helicoidalmente, blindagem com fita cobre com espessura mínima de 0,07mm aplicada helicoidalmente e com cobertura de PVC sem chumbo. Fabricantes PRYSMIAN, FICAP ou WIREX CABLE.

O cabo para alimentação do painel e equipamentos (exceto para inversor de frequência) deve ser do tipo multipolar com condutor fase de cobre nu, encordoamento classe 5 conforme NBR NM 280, 0,6/1,0kV, isolação de HEPR (90° C) conforme NBR 7286, enchimento com composto poliolefínico não halogenado e coberto com composto termoplástico com base



poliolefinica não halogenada conforme NBR 13248. Fabricantes PRYSMIAN, FICAP ou WIREX CABLE.

### 9.3. ACESSÓRIOS

#### 9.3.1. ELETRODUTOS RÍGIDOS

Devem ser utilizados eletrodutos rígidos de aço carbono, zincado e galvanizado a fogo (NBR 5624/93), com costura.

Os eletrodutos devem receber esquema de pintura antioxidante nas roscas, em uma demão na cor cinza.

#### 9.3.2. ELETRODUTOS FLEXÍVEIS

Eletroduto flexível do tipo sealtubo sealflex preto (Grau de proteção IP-65), de aço zincando (NBR-7008 e NBR-7013), com cobertura de PVC extrudado e proteção adicional a raios UV.

#### 9.3.3. CAIXAS DE PASSAGEM

Condutele com corpo e tampa fabricados em liga de alumínio copper free (Grau de proteção IP-65), parafusos de aço inoxidável, acabamento em epóxi-poliéster na cor cinza, junta de vedação de neoprene, rosca NPT cônica (ANSI B1.20.1).

#### 9.3.4. CONECTORES

Para ligação entre coduletes/luvas e eletrodutos flexíveis, devem ser utilizados conectores compostos por niple metálico rosqueado no interior do tubo (garantir elevada resistência à tração e a continuidade elétrica) com anel de vedação de forma duplamente cônica, prensado entre o tubo e o niple (impedir à entrada de pó ou umidade no interior do eletroduto).

#### 9.3.5. BUCHAS E ARRUELAS

Em todas as conexões entre eletroduto e caixa ou eletroduto e quadro, utilizar buchas e arruelas em alumínio fundido, com rosca interna.

#### 9.3.6. ABRAÇADEIRAS

Os eletrodutos aparentes devem ser fixados através de abraçadeiras tipo “D” reforçada ou “U” de vergalhão.

### 9.4. RECOMENDAÇÕES GERAIS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Os serviços de instalações elétricas devem ser executados conforme Projeto fornecido, e devem obedecer às prescrições da ABNT, aos regulamentos das empresas concessionárias de fornecimento de energia elétrica e às especificações dos fabricantes.

Não será permitida por hipótese nenhuma emenda de cabos de força para alimentação de quadros elétricos.

Todos os cabos referentes aos circuitos de FORÇA e COMANDO devem ser identificados nas caixas de passagem e nas suas extremidades com anilhas indeléveis.

Todas as caixas de ligação, eletrodutos e quadros devem ser adequadamente nivelados e fixados de modo a constituírem um sistema de boa aparência e ótima rigidez mecânica.

Antes da enfição, todo eletroduto, caixa de ligação e de passagem deve ser devidamente limpos.



Os cabos devem ser ligados aos terminais dos motores por meio de conectores apropriados.

Todos os cabos devem ser marcados com anilhas indeléveis e amarrados com fitas plásticas apropriadas.

Toda emenda de cabos ou fios (quando liberado pela fiscalização) deverá ser executada através de conectores apropriados e isolados, somente dentro das caixas de passagens ou ligação, não sendo admitida sob hipótese nenhuma emenda no interior dos eletrodutos.

O isolamento das emendas e derivações deverá ter no mínimo, características equivalentes às do condutor considerado.

Todas as partes metálicas não destinadas à condução de energia devem ser solidamente aterradas. Exemplo: quadros, caixas, tubulações e etc.

Após o término da enfição, devem ser realizados Testes de Isolação dos alimentadores.