



5.5. PROJETO BÁSICO

5.5.3.5 Projeto de Instalações Mecânicas

Ventilação, exaustão e Ar Condicionado

MUSEU JULIO DE CASTILHOS PORTO ALEGRE

Outubro/2018

Responsável: Guilherme Albert

Revisão e complementação: Marcelo Arioli Heck



MINISTÉRIO DA
CULTURA





SUMÁRIO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO DE INSTALAÇÕES MECÂNICAS

1. INTRODUÇÃO	4
2. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA	4
2.1. Normas Nacionais	4
2.2. Normas Internacionais	4
3. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO	5
3.1. Generalidades	5
4. PARÂMETROS DE PROJETO	6
4.1. Temperatura e Umidade	6
4.2. Renovação de Ar	9
4.3. Sistema de Captação de Ar Exterior	10
4.4. Carga Térmica	10
4.5. Definição do Sistema	10
5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	11
5.1. Unidades Condensadoras VRF	11
5.1.1. Características Construtivas	11
5.1.2. Compressores	11
5.1.3. Fluido Refrigerante	11
5.1.4. Painel Elétrico	12
5.1.5. Circuito de Refrigeração	12
5.1.6. Nível Sonoro	12
5.1.7. Eficiência Energética	12
5.1.8. Dados de Seleção	13
5.2. Unidades Evaporadoras VRF	13
5.3. Controle Remoto	14
5.4. Sistema de Automação	15
5.5. Filtração	15
5.6. Nível Sonoro	15
5.7. Unidades -Ventilador - <i>Booster</i>	16
5.7.1. Gabinete	16
5.7.2. Ventilador	16
5.7.3. Isoladores de Vibração	16
5.7.4. Dados de Seleção	16
5.8. Rede de Dutos de Distribuição de Ar	17
5.8.1. Isolamento Térmico	18
5.8.2. Montagem	18





5.9. Difusores de Ar	19
5.10. Interligações Elétricas e Comando	19
5.10.1. Objetivo	19
5.10.2. Características Técnicas	19
5.10.3. Quadro Elétrico.....	20
5.10.4. Controles	20
5.11. Interligações de cobre Sistema VRF	21
5.11.1. Material	21
5.11.2. Procedimentos de Solda da Tubulação de cobre	22
5.11.3. Procedimentos de Teste de Vazamento	23
5.11.4. Procedimento de desidratação a vácuo do sistema	24
5.11.5. Carga de refrigerante adicional	25
6. RESPONSÁVEL TÉCNICO.....	26





1. INTRODUÇÃO

Este caderno de especificações estabelece diretrizes gerais e específicas, métodos de trabalho e padrões de conduta do Projeto para as instalações do Sistema de Climatização, Ventilação e Controle da Qualidade do Ar, para o Museu Julio de Castilhos.

2. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O fornecimento e instalação dos equipamentos de ar condicionado, materiais, deverão obedecer às últimas edições das seguintes normas técnicas e documentos:

2.1. NORMAS NACIONAIS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, concernentes aos diversos assuntos específicos, e, principalmente,

- NBR-16401-2008:
 - Parte 1: Projetos das Instalações.
 - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico.
 - Parte 3: Qualidade do ar interior.

- NBR-5410-2004 Versão Corrigida 2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

Portaria 3523/GM de 28 de Agosto de 1998 do Ministério da Saúde, complementada pela Resolução nº 9 de 16/01/2003 da ANVISA,

2.2. NORMAS INTERNACIONAIS

- ARI - Air Conditioning and Refrigeration Institute.
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
- SMACNA - Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association.
- ANSI.AHRI Standard 1230 - 2010 with Addendum 1



MINISTÉRIO DA
CULTURA





3. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

3.1. Generalidades

Edificações para processos e armazenagem de produtos fotográficos, exigem um controle rígido sobre as condições de temperatura, umidade e Qualidade do Ar. Fabricantes de produtos fotográficos e processos apresentam recomendações para as condições operacionais e devem ser sempre consultados.

Na maioria dos casos é relativamente simples o projeto de controle de temperatura e Umidade. Entretanto é crucial o entendimento de que o projeto de climatização é secundário em relação ao desempenho do envelope da Edificação, que é significativo em relação à viabilidade de sistemas críticos.

Esta afirmativa é ainda mais evidente em Prédios históricos quando projetistas de HVAC são levados a desenvolver sistema para garantir a qualidade interna do meio ambiente e observam a necessidade de correção dos problemas de isolamento térmico e impermeabilização que no projeto original não foram considerados.

Edificações localizadas em condições externas extremas com Inverno frio, e Verão Quente e úmido e com uma necessidade de manter uma temperatura e Umidade constante ao longo do ano, o Envelope do prédio (paredes, cobertura e janelas) irá experimentar significantes diferenças nas condições Internas e Externas. E tendo uma diferença significativa de temperatura e principalmente umidade entre a estrutura do prédio e o meio ambiente a pressão externa exercida sobre paredes é substancial.

Em caso de estas estruturas (paredes, cobertura e aberturas) terem sido construídas sem a preocupação de evitar a entrada de umidade e/ou controle de temperatura as consequências podem ser catastróficas. Estas consequências podem ser desde a condensação junto ao que se quer preservar até ao crescimento de mofo.

O entendimento pela equipe de trabalho de como as condições térmicas e hidrotérmicas e suas limitações estão presentes no projeto de um prédio histórico é fundamental. Paredes com muita massa e pouco ou nenhum isolamento é um grande desafio para manutenção das condições ambientais.

Os dados de permeabilidade e isolamento térmico são fundamentais para o sucesso da manutenção das condições ambientais e conservação do Acervo.





4. PARÂMETROS DE PROJETO

4.1. Temperatura e Umidade

Não temos duas coleções idênticas, e com este conceito também não podemos definir isoladamente as condições ideais de temperatura e umidade que devem ser definidas tomando por base os fatores de risco e a realidade específica da coleção.

Para a cidade de Porto Alegre, consideramos as seguintes condições externas de cálculo.

Porto Alegre	Resfriamento		Desumidificação		
	TBS (°C)	TBU (°C)	TBS (°C)	TBU (°C)	(g/kg)*
Verão - (1%)	35.0	25,0	31.0	26.0	19,15
Inverno – (99%)	7.0	6.5			

Demais condições Gerais de cálculo adotado:

Valores Gerais	
Iluminação	15,0 W por m ²
Equipamentos	5,0 W por m ²
Calor Sensível Pessoas	70 W por pessoa
Calor Latente Pessoas	60 W por pessoa
Fator de Segurança Sensível	10%
Fator de Segurança Latente	10%
Fator de Segurança Aquecimento.	5%
Fator de Diversificação de Pessoas	90%
Coeficiente de Transmissão - Telhado	0,680 w/m ² C
Coeficiente de Transmissão - Paredes	2,460 w/m ² C
Coeficiente de Transmissão - Divisórias	0,760 w/m ² C
Coeficiente de Transmissão - Vidros	4,60 w/m ² C





O Projeto Básico foi calculado levando em consideração as condições internas conforme tabela 1 abaixo:





TABELA 1 - DADOS DE SELEÇÃO

Local	Ambiente	Pessoas	h/dia	ÁREA	SISTEMA	TEMPERAT.	UMIDADE RELATIVA	VAZÃO DE AR EXTERIOR	VAZÃO TOTAL	CARGA SENSÍVEL	CARGA LATENTE	CARGA TÉRMICA	FILTRAÇÃO
				m ²		°C	%	L/s	L/s	kW	kW	kW	AE + UE + CAIXA
Térreo	Reserva Técnica 1	2	24	143,49	VRF	20 ± 1	50%	68,0	1.621,0	16,600	0,766	17,366	M5 + M5 + F8
2º Pav.	Reserva Técnica 2	2	24	30,81	VRF	20 ± 1	50%	23	917	8,576	0,262	8,838	M5 + M5 + F8
2º Pav.	Reserva Técnica 3	2	24	109,27	VRF	20 ± 1	50%	54	1451	15,158	0,459	15,617	M5 + M5 + F8
3º Pav.	Reserva Técnica 4	2	24	19,94	VRF	20 ± 1	50%	18	937	8,809	0,216	9,025	M5 + M5 + F8
3º Pav.	Reserva Técnica 5	2	24	81,10	VRF	20 ± 1	50%	43	1896	20,039	0,368	20,407	M5 + M5 + F8
TOTAL				384,613				206,0	6.822,0	69,2	2,1	71,3	

Legenda : AE = Ventilador de Ar Exterior
 UE = Unidade Evaporadora
 CAIXA = Unidade Booster

20	TR
----	----



4.2. Renovação de Ar

A nova Norma Brasileira ABNT NBR 16401 de 2008, dedica um capítulo inteiro a qualidade interna do ar interior. A quantidade de ar exterior mínima de qualidade aceitável a ser suprida, chamada “Vazão Eficaz”, é constituída pela soma de duas partes, avaliadas separadamente, a vazão relacionada às pessoas e a vazão relacionada à área ocupada, conforme equação que vemos abaixo):

$$V_{ef} = (P_z * F_p) + (A_z * F_a)$$

Equação 1

Onde:

- V_{ef} Vazão Eficaz de ar exterior, expressa em litros por segundo (L/s);
- F_p Vazão por pessoa, expressa em litros por segundo ($L/s * pessoa$);
- F_a Vazão por área útil ocupada, em litros por segundo ($L/s * m^2$);
- P_z Número máximo de pessoas na zona de ventilação;
- A_z Área útil ocupada pelas pessoas, expressa em metros quadrados (m^2).

Para este estudo adotamos:

- 5,8 L/s por pessoa, e;
- 0,5 L/s por m^2 de Piso,

Esta taxa é classificada, segundo a Tabela 1 da ABNT-16401-3:2008 como Nível 3 os níveis de classificação são os seguintes:

- Nível 1 – Nível mínimo vazão de ar Exterior para ventilação.
- Nível 2 – Nível intermediário da vazão de ar exterior para ventilação.
- Nível 3 – Vazão de ar Exterior para ventilação que segundo estudos existem evidencias de redução de reclamação e manifestações alérgicas. Conforme Tabela 1 (ABNT-16401-3:2008).



4.3. Sistema de Captação de Ar Exterior

O sistema de captação de ar exterior será na parte externa da edificação e está dimensionado segundo a Norma Brasileira ABNT NBR 16401-3: 2008, tabela 1, conforme item 4.2, o sistema é pressurizado com caixa de filtração com Filtros classificação M5.

4.4. Carga Térmica

A carga Térmica e as exigências de renovação de ar determinam a quantidade de Vazão de Ar necessária para atingir as condições de temperatura, umidade e qualidade interna do ar do ambiente a ser climatizado.

A carga térmica foi calculada com o software da Elite CHVAC. Adotou-se o método “*Radiant Time Series (RTS)*”, que é derivado do método “*Heat Balance*”, que foi desenvolvido pela ASHRAE, e indicado pela norma ABNT 16.401, e leva em consideração o efeito da massa da edificação sobre a carga térmica.

O Software utilizado é o da Elite Software – CHVAC 7.01.168, os valores forma arredondados para uma maior simplificação na análise de dados. Os relatórios detalhados de carga térmica encontram-se anexados ao processo.

4.5. Definição do Sistema

O prédio estudado em função de suas características especiais exige equipamentos de alta eficiência e baixo consumo de energia, principalmente em cargas parciais.

Optou-se pela instalação de Equipamentos do Tipo VRF, em ambientes que apresentam preferencialmente controle de temperatura e que possui tecnologia de Fluxo de Refrigerante Variável, permitindo a modulação individual de capacidade em cada unidade interna pela variação do fluxo de fluido refrigerante, apresentando ótima eficiência em cargas parciais, atingindo ICOP na faixa de 7,00.

Para um melhor controle da Umidade, está previsto a instalação de unidade dedicada para tratamento do ar Exterior, injetando ar frio e seco, no retorno das unidades internas.



Em função das exigências de filtração, os equipamentos dutados VRF não atingem a perda de pressão necessária. Optamos pela utilização de unidades *booster* com ventilador do tipo EC.

Para o controle de Umidade está previsto a utilização de sistema de reaquecimento por meio de resistências elétricas aletadas, instaladas nos *booster*.

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

5.1. Unidades Condensadoras VRF

O sistema a ser adotado é o de expansão direta do refrigerante com a utilização de equipamentos do tipo Inverter “*Driven Multi Split System*”, que possui tecnologia de Refrigerante Variável (VRF) e condensação a Ar, permitindo modulação individual de capacidade em cada unidade interna, pela variação do fluxo de gás refrigerante.

5.1.1. Características Construtivas

Deverá ser construída em chapas e perfis de aço galvanizado com pintura eletrostática a base de poliuretano, após todos os processos fabris, para conferir alta resistência à corrosão e totalmente à prova de tempo possuindo todos os painéis removíveis para o fácil acesso a todos os componentes internos.

5.1.2. Compressores

Do tipo *Scroll*, ou DC rotativos, de alta eficiência com baixos níveis de vibrações e ruídos, protegidos contra sobrecarga elétrica por termistor, relê térmico, controle de inversão de fases e sobrecarga de pressão por pressostatos, sistema de lubrificação com visor de óleo no Carter.

5.1.3. Fluido Refrigerante

O Fluido selecionado para este projeto é R410A.

11



MINISTÉRIO DA
CULTURA





5.1.4. Painel Elétrico

Deverá ser fornecido, para montagem interna ao gabinete possuindo todos os elementos de acionamento, contendo todos os componentes de proteção e comando necessários ao perfeito funcionamento, inclusive prevendo o comando e a sinalização remotos.

5.1.5. Circuito de Refrigeração

Deverá ser completamente hermético e construído inteiramente em tubos de cobre sem costura 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, preferencialmente dotados de flanges para facilitar os serviços de reparos e, deverá ser incluído sistema de controle da rotação dos ventiladores de condensação (Variador de Frequência), atuado pela pressão de descarga;

5.1.6. Nível Sonoro

O Equipamento deverá atender segundo a norma ARI-Standart 550/590-98 as seguintes características sonoras:

Nível Sonoro a Plena carga (máximo)	65 dB (A)
-------------------------------------	-----------

5.1.7. Eficiência Energética

O licitante deverá apresentar planilha com os valores de cálculo do IEER segundo a fórmula abaixo (norma AHRI Standard 1230 - 2010 with Addendum 1), e fornecer os documentos de catálogo do fabricante atestando a veracidade dos valores aplicados no cálculo, como forma de se analisar a eficiência dos equipamentos não apenas nominal a 100% mas também em outros níveis de utilização mais comuns no dia a dia (Ver Exemplo abaixo).

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



Coeficiente de Eficiência Energética (Carga de 100%) (kW/kW)	4,00
Coeficiente de Eficiência Energética (IEER) (KW/kW)	7,00

*Obs.– COP – Todos os COP referenciados na condição de Refrigeração

5.1.8. Dados de Seleção

Temperatura de Entrada do Ar Externo (Verão)	+35oC
Temperatura de Entrada do Ar Externo (Inverno)	+5oC
Temperatura de Entrada do Ar Interno (Verão Bulbo seco)	+23oC
Temperatura de Entrada do Ar Interno (Verão Bulbo Úmido)	+18oC
Temperatura de Entrada do Ar Interno (Inverno Bulbo seco)	+20oC
Faixa de Operação	+43oC/- 5oC
Capacidade de Refrigeração	(Ver Planta)

5.2. Unidades Evaporadoras VRF

As unidades internas serão do tipo Duto, Embutido, constituídas basicamente de tubos de cobre ranhurados e aleta de alumínio, válvula de expansão eletrônica proporcional, com sistema de fechamento automático na falta localizada de energia, instalada no interior do evaporador, de controle de capacidade ventilador que permite operar com três velocidades, com as seguintes características técnicas;

Sensor de temperatura de retorno do ar, entrada e saída de refrigerante.

Ventilador de baixo nível de ruído;

Placa de controle micro-processada com endereçamento para comunicação em rede com a unidade condensadora, e dispositivos de controle centralizado;

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.);

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 direto pelo disjuntor;

Permitir o controle da temperatura ambiente por sensor interno (instalado no retorno de ar) ou no controle remoto com fio.

Temporizador para alarme de inspeção do filtro a cada 2500h de uso.

Construído em chapa de aço devidamente tratado contra corrosão, ou plástico injetado, providos de isolamento térmico.

O ventilador deverá ser rigorosamente balanceado estática e dinamicamente, acionado diretamente por motor elétrico, de funcionamento silencioso.

Serpentina fabricada em tubos de cobre sem costura, diâmetro mínimo de 1/8", com aletas de alumínio, sendo o número de filas em profundidade especificado pelo fabricante, de maneira que a capacidade do equipamento seja adequada à especificada.

5.3. Controle Remoto

Os controles remotos para as unidades deverão ser com fio, instalado na tampa do quadro elétrico, e possuir os seguintes elementos:

- Tela de cristal líquido;
- Liga/Desliga;
- Velocidade do ventilador;
- Ajuste da temperatura;
- 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.



5.4. Sistema de Automação

O sistema de supervisão e controle das unidades consistirá em um dispositivo gerenciador inteligente e integrado fornecido e desenvolvido pelo fabricante dos equipamentos, capacitado para monitorar todos os equipamentos e controlar todas as funções operacionais e termodinâmicas de forma individualizada ou em grupos, com função de programação horária semanal e anual. O dispositivo deverá possuir além de conexão para rede (via placa de rede padrão Ethernet interna) para comunicação com computador PC, tela de cristal líquido e teclado para operação manual local.

O sistema de automação deverá ter protocolo aberto que, permitirá a interconexão com o sistema de automação predial, BMS, através da rede LAN (*Ethernet*). O hardware necessário deverá ser fornecido incluso no pacote dos equipamentos, ficando os custos de licenças, acessórios de obtenção livre no mercado ou softwares adicionais para ativação do hardware a cargo da empresa Contratada para o serviço de automação predial e responsável pela instalação do Software de supervisão predial (BMS).

5.5. Filtração

O sistema de condicionamento de ar deve remover continuamente os contaminantes, sólidos e gasosos contidos no ar exterior e os gerados internamente.

As unidades dutadas deverão ser fornecidas com Filtro Padrão M5, os filtros deverão ser instalados a montante das serpentinas de troca de calor.

Quando o ambiente estiver especificado filtração F8, deverá ser instalada dupla filtração, com o filtro M5 no condicionador e o F8 na caixa “Booster” instalada em série para vencer as perdas de pressão.

5.6. Nível Sonoro

O Equipamento deverá atender segundo a norma ARI-Standard 550/590-98 as seguintes características sonoras:

Nível Sonoro a Plena carga (máximo)

50 dB (A)



5.7. Unidades -Ventilador -Booster

5.7.1. Gabinete

Gabinete metálico estruturado em painéis padronizados e aparafusados entre si, apresentando excelente rigidez mecânica, que atendem às mais severas exigências das normas internacionais quanto à higiene, limpeza e estanqueidade, com isolamento termo acústico em poliuretano expandido, painéis Sanduiche de 45 mm de espessura, em chapa de aço zincado (internamente e externamente) e pintura externa padrão, com uma camada base de tinta epóxi. O acesso para manutenção e limpeza é feito através de portas de inspeção, com trincos que possibilitam a abertura tanto do lado interno quanto externo.

5.7.2. Ventilador

Serão do tipo Ventilador Radial (montado tipo *FanArray*), com tecnologia eletrônica (chamado EC), com controle de vazão integrado, acionado por sensor diferencial de pressão.

5.7.3. Isoladores de Vibração

Deverão constar do fornecimento absorvedor de vibração do tipo mola, para assentamento das unidades, de modo a minimizar a transmissão gerada pelo equipamento a níveis satisfatórios.

Junto com o equipamento deverá ser fornecido desenho com a localização e instruções para a instalação dos amortecedores.

5.7.4. Dados de Seleção

As unidades deverão ser selecionadas para garantir a Vazão total da Unidade Evaporadora com o objetivo de vencer a perda total de pressão do Sistema.

Nível Sonoro a Plena carga (máximo) 65 dB (A)



Descrição	VA-01	VA-02	VA-03	VA-04	VA-05
Vazão de Ar (L/s)	1.200	550	833	550	1200
Pressão Estática (Pa)	500	500	500	500	500
Temperatura de Operação - BS	10 - 40°C				
Nível de Ruído (dbA)	60	60	60	60	60
Tipo de Ventilador	EC	EC	EC	EC	EC
Rotação Nominal (rpm)			1750	1750	1750
Reaquecimento Elétrico (W)	2 x 3000	2 x 2.250	2 x 3000	2 x 2.250	2 x 3.000
Tipo de Controle	Diferencial de Pressão				
Quantidade Equipamentos (cj)	01	01	01	01	01
Filtragem	F8	F8	F8	F8	F8

5.8. Rede de Dutos de Distribuição de Ar

Serão utilizados dutos de fabricação retangulares – Juntas TDC classe ± 250 Pa (Tabela B.8, NBR 16410), e fabricação de dutos circulares (Tabela B.9, NBR 16410). Deverão ser executados em chapa de aço galvanizada nas bitolas prevista pela ABNT NBR 16401, para dutos de baixa pressão com velocidade inferior a 20 m/s. Durante a montagem os dutos deverão ser mantidos fechados com sacos plásticos, para evitar a entrada de poeira e sujeira nos interior dos mesmos. Todas as reduções ou ampliações deverão ter um comprimento mínimo igual a 4 (quatro) vezes a diferença entre as dimensões maiores e menores para reduções ou ampliações excêntricas e 2 (duas) vezes para reduções ou ampliações concêntricas. Deverão ter veios defletores em todas as mudanças de direção do ar (curvas derivações e difusores). Os suportes de sustentação dos dutos deverão ser em perfis metálicas cantoneiras de aço com proteção anticorrosiva. Os dutos serão fixados às paredes ou lajes por meio de suportes e chumbadores, observando os espaçamentos máximos de 1,5 m, a fim de evitar deformações nos dutos. Toda e qualquer alteração necessária no layout dos dutos deverá ser acertada previamente com a fiscalização da obra.

Todos os dutos, depois de construídos e montados, terão as costuras calafetadas, utilizando silicone não acético.



Os mangotes flexíveis serão do tipo duto acústico perfurado com isolamento térmico e acústico de 25 mm de lã de vidro e protegido por capa de alumínio.

5.8.1. Isolamento Térmico

O isolamento térmico dos dutos de insuflamento deverão ser em espuma elastomérica flexível, com estrutura celular fechada, condutividade térmica 0,037 W/(m.k), classe 1, auto extingüível de 10 mm de espessura com revestimento metalizado.

Os dutos de insuflamento em áreas externas deverão ser isolados com espuma elastomérica flexível, com estrutura celular fechada, condutividade térmica 0,037 W/(m.k), classe 1, auto extingüível, de 30 mm de espessura, com revestimento metalizado protegidos com chapa galvanizada #28 (rechapado).

5.8.2. Montagem

Deverão ser executados conforme traçado, dimensionamento e espessura das chapas indicadas nas pranchas. A locação dos dispositivos de insuflação deverá obedecer às cotas indicadas nas pranchas e observando a modulação prevista no projeto arquitetônico.

Na montagem dos dutos principais, deve-se tomar cuidado para não locar juntas dos dutos nas derivações para difusores. As emendas dos dutos deverão ser executadas sempre com as juntas na maior dimensão e chavetas para o lado menor do duto.

Os dutos com dimensões maiores que 70 cm, deverão ser vincados.

Após a junção dos dutos, todo o contorno da emenda deverá ser calafetado com massa de calafetar.

O distanciamento entre os elementos de sustentação dos dutos deverá obedecer aos padrões da SMACNA.

Na execução das curvas e cotovelos, deve ser prevista a colocação de veios internos.

Toda a derivação para grelhas deverá ser pintada internamente com tinta preto fosco.



5.9. Difusores de Ar

Os difusores de ar deverão ser executados em chapa Galvanizada com primer de aderência e pintura de acabamento. Partes posteriores em chapa de aço esmaltadas a fogo na cor preto fosco.

As grades de retorno em perfil de alumínio anodizado na cor natural.

As grades de Exaustão em plástico ABS.

5.10. Interligações Elétricas e Comando

5.10.1. Objetivo

Esta especificação tem como objetivo fornecer as condições mínimas necessárias à execução das interligações elétricas, controles e quadro elétrico.

5.10.2. Características Técnicas

Toda instalação elétrica deverá atender as respectivas normas técnicas da ABNT/NBR-5410, e demais normas relacionadas. Ver demais características e orientações técnicas no projeto elétrico do prédio. Caberá ao instalador do sistema de climatização, fornecer, instalar e executar todas as interligações elétricas necessárias a partir do ponto de força (A partir do ponto de força junto ao quadro elétrico, entre equipamentos e painéis de comando, controladores, e todas mais necessárias à adequada montagem do sistema), fornecendo e instalando todo material elétrico (cabos, eletrodutos, calhas, acessórios, etc) necessário. Os condutores de força e comando deverão ser de cobre eletrolítico, tipo cabo flexível, de boa qualidade, classe de isolamento 750 V, não propagadores de chamas, resistentes a umidade e ao calor, com temperatura de operação não superior a 60 graus Celsius. A bitola mínima para os condutores é de 2,5 mm². Os condutores de comando deverão ser perfeitamente identificados. Os eletrodutos aparentes deverão ser de aço galvanizado do tipo leve 1, com luvas e curvas no mesmo material. Utilizar caixas de passagem e derivações aparentes do tipo condutele em alumínio silício injetado. Nas interligações dos eletrodutos aos equipamentos utilizar conduites flexíveis com alma metálica, com terminais metálicos roscados, com no máximo 1 metro. O encaminhamento e



acabamento das interligações deverão seguir as recomendações de obra civil e elétrica. Todos os invólucros metálicos dos equipamentos elétricos (ventiladores, quadros de comando, etc) deverão ser devidamente aterrados. A ligação à terra de quaisquer dispositivos deverá ser feita por conectores apropriados. A conexão de aterramento dos invólucros metálicos poderá ser feita externamente.

5.10.3. Quadro Elétrico

Deverá ser em armário metálico autossustentável em chapa de aço carbono (12 USG), grau de proteção IP 55, pintura eletrostática em pó poliéster. Placa de montagem em chapa de aço de 2,25 mm de espessura, pintura eletrostática em pó poliéster. Porta em chapa de aço de 1,9 mm de espessura abertura esquerda / direita de 130o, fecho rápido com miolo universal.

5.10.4. Controles

O controle de temperatura será através de sensor localizado na tampa do quadro elétrico, atuando diretamente no fluxo de refrigerante com atuador Proporcional Modulante na válvula de expansão.

O controle de Umidade será através de Umidostato (dois estágios) localizado na tampa do quadro, atuando em dois estágios na bateria de resistências elétricas com atuação *on-off*.

O controle da vazão de ar da unidade *booster* será através de sensor diferencial de pressão, localizado entre o duto de retorno e o insuflamento, com o objetivo de manter constante a vazão em função da sujidade dos filtros, deverá ter as seguintes características técnicas:

- Pressostato Diferencial de Ar
 - Pressostato diferencial de ar com ajuste
 - Sinal de saída tipo SPDT
 - Temperatura limite de operação -20 to 85°C
 - Pressão de Operação: 30-600Pa
 - Contato Max., 1.5A/250 VAC,



- Conexão de pressão 5/16" (7.94 mm) diâmetro externo do tubo, 1/4" (6.0 mm) diâmetro interno do tubo
- Proteção NEMA 13, IP54.
- Aprovação CE, RoHS,

5.11. Interligações de cobre Sistema VRF

5.11.1. Material

As interligações entre as unidades evaporadoras com as unidades condensadoras serão feitas através de tubulação cobre fosforoso sem costura, desoxidados, recozidos e brilhantes com liga C-122 com 99% de cobre. A tubulação deverá ter especificação para resistir a uma pressão limite de 50 kgf/cm² no mínimo.

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:

B) Cobre rígido - (Tipo 1/2H) - Cobre duro, fornecidos em barras.

Pressão máxima admissível:

- R410A = 4.30 Mpa - 43 kg/cm² - 624 psi.

Espessuras mínimas recomendadas:

Ø	Espessura (mm)	Tipo de Tubo
1/4"	0.8	Flexível
3/8"	0.8	Flexível
1/2"	0.8	Flexível
3/4"	1.2	Flexível
3/4"	1.0	Rígido
7/8"	1.0	Rígido
1"	1.0	Rígido
1.1/8"	1.0	Rígido
1.1/4"	1.1	Rígido



1.3/8"	1.5	Rígido
1.1/2"	1.5	Rígido
1.5/8"	1.5	Rígido
1.3/4"	1.5	Rígido

Obs: (Não utilizar tubos com espessura inferior a 0.7mm).

Devendo respeitar as recomendações do fabricante dos equipamentos a serem interconectados.

Isolamento térmico

O isolamento deverá ser através de tubos de espuma elastomérica (temperatura 90°C), de cor preta. As tubulações que ficarem expostas ao tempo deverão receber proteção adicional aos raios solares, com revestimento em alumínio liso.

Tubo de Cobre	Espessura (mm)	
	Líquido	Gás
Ø		
1/4"	9 mm	
3/8"	12 mm	18 mm
1/2"	13 mm	19 mm
3/4"	14 mm	22 mm
7/8"		23 mm
1"		24 mm
1.1/8"		24 mm
1.1/4"		25 mm
1.1/2"		26 mm
1.3/4"		27 mm

5.11.2. Procedimentos de Solda da Tubulação de cobre

-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.

Deverão ser registrados em Planta (Projeto as *built*) os pontos de solda efetuados em obra.

5.11.3. Procedimentos de Teste de Vazamento

Aplicar nitrogênio até que a pressão atinja 0,5 MPa (5 kg/cm² - 73 psi), aguardar por 5 minutos verificando se a pressão se mantém.

Elevar a pressão para 1,5 MPa (15 kg/cm² - 218 psi), aguardar mais 5 minutos e verifique se a pressão se mantém.

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 1oC equivale a uma variação de 0,01 MPa (0,1 kg/cm² - 1,5 psi) 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.

5.11.4. Procedimento de desidratação a 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 65 Pa (500 micra) após 5 minutos de trabalho fechada no manovacuômetro em teste.

O instalador deverá possuir e utilizar vacuômetro capaz de ler pressões absolutas inferiores à 650 Pa (5000 micra) durante o processo de vácuo.

Não utilizar o *manifold*, pois ele não é capaz de medir o vácuo de 650 Pa (5000 micron ou -755mmHg) com escala inferior a 130Pa (1000 micra ou 1mmHg).

Iniciar o vácuo e aguardar até atingir um nível inferior a 1000 micra.

Manter o processo de vácuo por mais 1h. (A esta pressão a água irá evaporar espontaneamente a temperatura ambiente sendo removida da tubulação).

Fechar o sistema e pare a bomba de vácuo, aguardando 1h, observar que a pressão não se eleve mais que 130Pa (1000 micra) acima do ponto em que estava no momento da parada da bomba de vácuo. A elevação de 1000microns em uma hora será aceitável.

Se houver variação superior a 130 Pa (1000 micra), realizar o procedimento de vácuo a seguir:

Quando a pressão de 1000 micra não puder ser atingida após 3h de trabalho, ou houver variação maior que 130Pa (1000 micra) após 1h de espera com a bomba desligada após a obtenção de pressão inferior a 1000microns, 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 0,05 MPa (0.5kg/cm² , 400mmHg ou 7psi) e inicie o vácuo novamente até atingir (5000 micra),

2- Quebre o vácuo com Nitrogênio até atingir 1atm.



3- Iniciar o vácuo até atingir 1000microns, aguarde 1h com a bomba operando, desligue a bomba e observe se após 1h parado e verifique se não ocorre elevação da pressão superior a 130 Pa (1000 micron) em relação à pressão no instante do desligamento da bomba. Este procedimento deverá ser realizado até que uma variação inferior a 130 Pa (1000 micron) seja obtida.

5.11.5. 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 R410A a 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 sub-resfriamento 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.

O instalador deverá anotar na etiqueta interna de cada condensador a carga de refrigerante adicionada para facilitar a manutenção futura.



6. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Porto Alegre, Outubro de 2018.

Urbana Logística Ambiental do Brasil LTDA

Engenheiro Guilherme Albert

CREA nº. 225745