

CLIENTE



OBRA

**EDIFÍCIO DO MINISTÉRIO PÚBLICO
IPATINGA/MG**

TÍTULO

**SISTEMAS DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO
PROJETO EXECUTIVO
MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

DATA

**27-SETEMBRO-2024
REVISÃO 03**

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	4
1.1.	OBJETIVO	4
1.2.	NORMAS APLICÁVEIS.....	4
2.	DESCRIÇÃO	5
3.	FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS	5
3.1.	SISTEMAS DE AR CONDICIONADO.....	5
3.2.	SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR	6
4.	RESULTADOS	6
4.1.	PARÂMETROS.....	6
4.1.1.	CONDIÇÕES EXTERNAS	6
4.1.2.	CONDIÇÕES INTERNAS NO VERÃO.....	7
4.1.3.	FONTES INTERNAS DE CALOR	7
4.2.	CARGA TÉRMICA	7
5.	ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	8
5.1.	SISTEMA VRF	8
5.1.1.	UNIDADES EVAPORADORAS DE AMBIENTE.....	8
5.1.2.	UNIDADES CONDENSADORAS.....	11
5.2.	SISTEMA DE VENTILAÇÃO	14
5.2.1.	GABINETE METÁLICO.....	14
5.2.2.	VENTILADORES	14
5.2.3.	MOTORES.....	15
5.2.4.	FILTROS DE AR.....	15
5.2.5.	ROTOR.....	15
5.2.6.	TRANSMISSÃO.....	15
5.2.7.	MANCAIS	15
5.2.8.	BASE PARA MOTOR ELÉTRICO DE ACIONAMENTO.....	15
5.2.9.	PROTETOR DE POLIAS E CORREIAS.....	16
5.3.	REDE DE DUTOS	16
5.3.1.	DUTOS DE CHAPA	16
5.3.2.	FIXAÇÃO.....	16
5.3.3.	INTERLIGAÇÃO COM OS EQUIPAMENTOS.....	16
5.3.4.	GERAL	17
5.4.	DIFUSORES DE INSUFLAMENTO	17
5.5.	REGISTROS DE REGULAGEM DE VAZÃO	18

6.	CIRCUITO FRIGORÍFICO	18
6.1.	TUBULAÇÃO	18
6.2.	CONEXÕES.....	19
6.3.	VÁLVULA DE ESFERA (GBC)	20
6.4.	ISOLAMENTO TÉRMICO	20
6.5.	SOLDA.....	22
6.6.	CUIDADOS ESPECIAIS PARA TRABALHO COM GÁS REFRIGERANTE R-410A.....	23
	6.6.1. <i>FERRAMENTAS EXCLUSIVAS PARA TRABALHO COM GÁS R410A</i>	24
7.	BASES DOS EQUIPAMENTOS.....	24
8.	CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO, APROVAÇÃO E RECEBIMENTO DA OBRA	25
8.1.	LIGAÇÕES ELÉTRICAS, TESTE E BALANCEAMENTOS	25
8.2.	TESTE, AJUSTE E BALANCEAMENTO (TAB)	26
8.3.	DESENHOS “AS BUILT”	27

1. INTRODUÇÃO

O objeto em questão é a nova unidade do Ministério Público de Minas Gerais na Cidade de Ipatinga, com 2.902,09 m² de área construída, situado na Avenida Despachante Rui Djalma Barbosa, S/N.

1.1. OBJETIVO

A presente especificação tem como finalidade definir os requisitos técnicos mínimos adotados no Projeto do Sistema de Ar Condicionado e Ventilação Mecânica, conforme recomendações das normas específicas.

O foco da especificação é garantir o nível mínimo de qualidade, confiabilidade e eficiência energética, determinando parâmetros mínimos aceitáveis para aquisição dos equipamentos e materiais de instalação que serão utilizados.

1.2. NORMAS APLICÁVEIS

O projeto, fabricação e montagem dos equipamentos, obedecerão às últimas edições das Normas aplicáveis, abaixo relacionadas:

NBR-16401 - Partes, 1, 2 e 3- Instalações de Ar Condicionado

NBR-14518 - Sistemas de Ventilação para Cozinhas Profissionais

NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

ARI - Air Conditioning and Refrigeration Institute.

SMACNA - Sheet Metal And Air Conditioning Contractor National Association

Outras Normas, de igual categoria, poderão ser adotadas, deste que a EMPREITEIRA indique os meios para a sua correlação às Normas citadas.

Em qualquer caso as Normas deverão ser claramente citadas.

2. DESCRIÇÃO

Trata-se de condicionamento de ar para verão proporcionando condições de conforto térmico nos recintos beneficiados pela filtragem, resfriamento, desumidificação e recirculação do ar, com limites previamente fixados de:

- Temperatura de bulbo seco do ar;
- Temperatura de bulbo úmido ou umidade relativa do ar;
- Velocidade do ar;
- Pressão diferencial entre os ambientes;
- Níveis admissíveis de ruído;
- Número mínimo de trocas de ar;
- Simplicidade de operação;
- Custos de manutenção.

Optou-se por sistema de expansão direta com o emprego de unidades condicionadoras de ar tipo "VRF" micro processado, de fluxo de refrigerante variável, com condensação a ar. Todos os condicionadores fornecidos e instalados, serão do tipo projetado e desenvolvido para operar com refrigerante não agressor a camada de ozônio (ecológico) R 410A.

Obs.: Adotaram-se para efeito de projeto e especificações os modelos de fabricação LG, no entanto os modelos de fabricação, Mitsubishi, Daikin, Toshiba, ou equivalente, poderão ser usados, desde que atendam as especificações.

3. FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS

3.1. SISTEMAS DE AR CONDICIONADO

Foram projetados equipamentos com evaporadoras do tipo Hi Wall e Piso-Teto. Nestes tipos de evaporadoras o ar é captado no próprio ambiente, resfriado e desumidificado e reinsuflado no ambiente sem rede de dutos. O ar exterior para renovação será fornecido por sistemas de ventilação auxiliares compostos de ventiladores, filtros, dutos, veneziana de captação de ar e grelhas para insuflamento.

Durante o funcionamento do sistema, as condições dos ambientes deverão ser mantidas através de sensores de temperatura instalados nos próprios gabinetes dos climatizadores.

As unidades externas de climatização (condensadoras) ficarão localizadas na Cobertura do prédio, conforme indicado nos desenhos.

As tubulações frigorígenas partirão das condensadoras, na cobertura, até o Shaft destinado as instalações de climatização, conforme indicado em projeto. Quando a tubulação chega ao seu pavimento de destino elas percorrem no forro até as evaporadoras.

3.2. SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR

O sistema de ventilação deverá ser composto por gabinetes de ventilação equipados com baterias de filtros G3+M5 (NBR), redes de dutos e grelhas para insuflamento, conforme indicado nos desenhos. Neste sistema, o ar é captado do exterior através dos gabinetes de ventilação filtrado, e conduzido aos ambientes através de redes de dutos. Então o ar é insuflado através de grelhas equipadas com registro.

Os ventiladores serão posicionados nas salas destinadas para este fim, conforme previsto pela arquitetura.

A partir dos ventiladores foram projetadas as redes de dutos, instaladas no entreforro, para conduzir o ar externo até os ambientes.

É necessário que as salas indicadas para instalação dos gabinetes possuam janelas para captação do ar externo.

O quadro de comando do ventilador será instalado no respectivo cômodo e com configuração conforme descrito nos projetos de ar condicionado e elétrico.

4. RESULTADOS

4.1. PARÂMETROS

4.1.1. CONDIÇÕES EXTERNAS

- Temperatura de bulbo seco: TBS 35,0°C
- Temperatura de bulbo úmido: TBU 24,0°C
- Altitude: 980m
- Latitude: 21° 32' 47" Sul
- Longitude: 45° 25' 51" Oeste

4.1.2. CONDIÇÕES INTERNAS NO VERÃO

- Temperatura de bulbo seco: TBS 24°C±2°C
- Umidade relativa: 60%±10% (sem controle)

4.1.3. FONTES INTERNAS DE CALOR

- Iluminação - NBR 16401
- Número de pessoas - Conforme Leiaute
- Taxa de ar exterior - NBR 16401.

4.2. CARGA TÉRMICA

Na elaboração do cálculo de carga térmica foi utilizado o programa Block Load versão 4.16 da Carrier.

NOME DO AMBIENTE	PAVIMENTO	ÁREA [m²]	CARGA TÉRMICA [kW]	CARGA TÉRMICA [BTU/h]	EQUIPAMENTOS	
					QUANTIDADE	CAPACIDADE [BTU/h]
SALA ELÉTRICA	SUBSOLO	5,30	0,6	2.047,62	1	7.500
RECEPÇÃO+PORTARIA	1°	40,00	9,8	33.444,44	1	36.200
SALA ELÉTRICA	1°	8,90	1,3	4.436,51	1	7.500
SALA TÉCNICA	1°	12,90	1,8	6.142,86	1	7.500
HALL	1°	24,00	4,8	16.380,95	1	19.100
FOYER	2°	79,10	12,8	43.682,54	2	24.200
REUNIÕES	2°	28,40	8,4	28.666,67	1	36.200
AUDITÓRIO	2°	70,10	22,1	75.420,63	2	36.200
SALA TÉCNICA	2°	7,80	1,3	4.436,51	1	7.500
APOIO TERCERIZADOS	3°	11,90	3,8	12.968,25	1	15.400
ARQUIVO PROMOTORIAS	3°	18,60	3,6	12.285,71	1	15.400
ATENDIMENTO	3°	6,20	1,7	5.801,59	1	7.500
CIRCULAÇÃO	3°	25,00	5,0	17.063,49	1	19.100
HALL	3°	18,80	4,6	15.698,41	1	15.400
REFEITÓRIO	3°	24,60	11,6	39.587,30	2	15.400
SALA TÉCNICA	3°	5,90	1,1	3.753,97	1	7.500
SECRETARIA ÚNICA	3°	81,00	18,0	61.428,57	1	19.100
SECRETARIA ÚNICA	3°	81,00	18,0	61.428,57	1	36.200
SECRETARIA ÚNICA	3°	81,00	18,0	61.428,57	1	24.200
CIRCULAÇÃO	4°	41,90	6,2	21.158,73	2	19.100
EQUIPE GAB. 1	4°	12,00	3,1	10.579,37	1	15.400
EQUIPE GAB. 2	4°	13,20	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 3	4°	13,10	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 4	4°	13,30	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 5	4°	12,40	2,9	9.896,83	1	15.400
GABINETE 1	4°	14,00	4,9	16.722,22	1	19.100
GABINETE 2	4°	14,00	3,7	12.626,98	1	19.100
GABINETE 3	4°	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 4	4°	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 5	4°	14,00	4,4	15.015,87	1	19.100
HALL	4°	20,40	4,7	16.039,68	1	15.400
REUNIÕES / ATENDIMENTO	4°	11,90	4,9	16.722,22	1	19.100
SALA TÉCNICA	4°	5,90	1,0	3.412,70	1	7.500
CIRCULAÇÃO	5°	41,90	6,2	21.158,73	2	19.100
EQUIPE GAB. 1	5°	12,00	3,1	10.579,37	1	15.400

NOME DO AMBIENTE	PAVIMENTO	ÁREA [m²]	CARGA TÉRMICA [kW]	CARGA TÉRMICA [BTU/h]	EQUIPAMENTOS	
					QUANTIDADE	CAPACIDADE [BTU/h]
EQUIPE GAB. 2	5º	13,20	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 3	5º	13,10	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 4	5º	13,30	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 5	5º	12,40	2,9	9.896,83	1	15.400
GABINETE 1	5º	14,00	4,9	16.722,22	1	19.100
GABINETE 2	5º	14,00	3,7	12.626,98	1	19.100
GABINETE 3	5º	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 4	5º	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 5	5º	14,00	4,4	15.015,87	1	19.100
HALL	5º	20,40	4,7	16.039,68	1	15.400
REUNIÕES / ATENDIMENTO	5º	11,90	4,9	16.722,22	1	19.100
SALA TÉCNICA	5º	5,90	1,0	3.412,70	1	7.500
CIRCULAÇÃO	6º	41,90	6,2	21.158,73	2	19.100
EQUIPE GAB. 1	6º	12,00	3,1	10.579,37	1	15.400
EQUIPE GAB. 2	6º	13,20	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 3	6º	13,10	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 4	6º	13,30	2,3	7.849,21	1	15.400
EQUIPE GAB. 5	6º	12,40	2,9	9.896,83	1	15.400
GABINETE 1	6º	14,00	4,9	16.722,22	1	19.100
GABINETE 2	6º	14,00	3,7	12.626,98	1	19.100
GABINETE 3	6º	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 4	6º	14,00	3,6	12.285,71	1	19.100
GABINETE 5	6º	14,00	4,4	15.015,87	1	19.100
HALL	6º	20,40	4,7	16.039,68	1	15.400
REUNIÕES / ATENDIMENTO	6º	11,90	4,9	16.722,22	1	19.100
SALA TÉCNICA	6º	5,90	1,0	3.412,70	1	7.500
CIRCULAÇÃO	7º	41,90	6,6	22.523,81	2	19.100
EQUIPE GAB. 1	7º	12,00	3,2	10.920,63	1	15.400
EQUIPE GAB. 2	7º	13,20	2,5	8.531,75	1	15.400
EQUIPE GAB. 3	7º	13,10	2,5	8.531,75	1	15.400
EQUIPE GAB. 4	7º	13,30	2,5	8.531,75	1	15.400
EQUIPE GAB. 5	7º	12,40	3,1	10.579,37	1	15.400
GABINETE 1	7º	14,00	4,9	16.722,22	1	19.100
GABINETE 2	7º	14,00	3,9	13.309,52	1	19.100
GABINETE 3	7º	14,00	3,8	12.968,25	1	19.100
GABINETE 4	7º	14,00	3,7	12.626,98	1	19.100
GABINETE 5	7º	14,00	4,6	15.698,41	1	19.100
HALL	7º	20,40	4,7	16.039,68	1	15.400
REUNIÕES / ATENDIMENTO	7º	11,90	5,1	17.404,76	1	19.100
SALA TÉCNICA	7º	5,90	1,0	3.412,70	1	7.500
				TOTAL	82	1.443.700

5. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

5.1. SISTEMA VRF

5.1.1. UNIDADES EVAPORADORAS DE AMBIENTE

Onde indicado em projeto, será empregado unidades evaporadoras (piso-teto e hi-wall) de fabricação LG ou equivalente, com as características e componentes a seguir:

5.1.1.1. ESTRUTURA

Deverá ser em aço galvanizado, ou polímeros, conforme o tipo e aplicação em projeto. Deverão estar inseridos nesta estrutura, filtro, ventilador, motor

elétrico, trocador de calor, sensores de temperatura, quadro de força e comando, e válvula de expansão eletrônica.

5.1.1.2. FILTRAGEM

Deverá possuir filtro para proteção da serpentina e diluição do particulado em suspensão no ar ambiente, conforme especificações da norma ABNT 16401.

5.1.1.3. VENTILADOR

Deverá ser construído com chapas de aço galvanizada ou polímero injetado, perfeitamente balanceados. Sua construção específica dependerá do tipo da unidade, podendo ser do tipo tangencial ou centrífugo.

5.1.1.4. MOTOR

O motor elétrico deverá capaz de emular diversas velocidades para ajuste de pressão ou ruído. Preferencialmente deverão ser do tipo controlado por inversor com ajuste linear de rotação.

5.1.1.5. TROCADOR DE CALOR

Deverá ser do tipo ar / refrigerante, fabricado em tubos de cobre com aletas de alumínio.

5.1.1.6. SENSORES DE TEMPERATURA

Deverão ser do tipo termistor (resistência variável em função da temperatura), instalados no retorno de ar, entrada e saída de refrigerante do trocador de ar. Deverão desempenhar o controle de temperatura ambiente em relação à temperatura selecionada pelo usuário e garantir o balanceamento do fluxo de refrigerante no trocador de calor, através de monitoração e controle do superaquecimento do refrigerante e proteção contra congelamento.

5.1.1.7. VÁLVULA DE EXPANSÃO ELETRÔNICA

Deverá ser construída em cobre, bronze e latão, com atuador rosqueado ou encaixado. Deverá ser do tipo duas vias. Dependendo da capacidade, mais de uma válvula poderá ser utilizada para obter o fluxo total de refrigerante necessário ao trocador de calor, instaladas em paralelo. O atuador deverá ser um motor de passo, com funcionamento bidirecional, com ajuste da abertura progressivo para alteração da perda de carga, ou fechamento para bloqueio da passagem de refrigerante quando a unidade estiver desligada.

A modulação de ajuste de abertura deverá ser feita em função do desvio de temperatura do ambiente condicionado e alvo de superaquecimento para obtenção da capacidade calculada pelo algoritmo de controle da unidade.

5.1.1.8. QUADRO DE FORÇA E COMANDO

A unidade deverá possuir um quadro integrado com placas micro processadas de força e comando para gerenciamento da operação do ventilador e válvulas de expansão. Estas placas deverão possuir capacidade de comunicação serial com as unidades externas e sistema de gerenciamento centralizado, assim como comunicação com controle remoto com fio ou sem fio local.

5.1.1.9. CONTROLE

Deverá permitir retorno automático ou memória, que restabelece os condicionadores em caso de queda de energia.

5.1.1.10. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO MÍNIMOS

Deverão possuir nível de ruído inferior a 55dB (A) para unidades instaladas em ambientes de circulação. Deverão possuir nível de ruído inferior a 50dB (A) para unidades instaladas em ambientes coletivos de trabalho ou estudo. Deverão possuir nível de ruído inferior a 45dB (A), para unidades instaladas em ambientes individuais. Para ambientes como salas de computadores, salas com

instrumentação ruidosa ou locais de esporte e espetáculo o ruído poderá ser de até 60dB (A).

5.1.1.11. CONTROLE REMOTO INDIVIDUAL

Deverá ser fornecido um controle remoto para cada unidade interna. Para unidades instaladas no ambiente com painel de acabamento original de fábrica (evaporadores de instalação aparente) os controles serão sem fios. Cada controle terá suporte individual as serem fixado no ambiente.

5.1.1.12. CONTROLE SEM FIO

Deverá ter receptor encaixado no painel decorativo da unidade interna, com display para indicação de códigos de manutenção. O controle sem fio de mão deverá utilizar sinal IR ou RF para comunicação com o receptor e ser provido com tela de cristal líquido para visualização dos ajustes.

Deverão ser providas as seguintes funções básicas: Liga/Desliga, velocidade do ventilador, direcionamento do fluxo de ar, ajuste de temperatura, seleção de modo de operação.

5.1.2. UNIDADES CONDENSADORAS

As unidades condensadoras serão compostas dos seguintes componentes:

5.1.2.1. ESTRUTURA

Deverá ser composta por estrutura metálica, trocador de calor, ventilador, motor, quadro de comando e força, compressor, dispositivos de controle e proteção do circuito frigorífico. Descarga de ar vertical, para instalação modular em fileiras alinhadas separadas por corredores técnicos para ventilação e acesso de manutenção.

Construção robusta em chapas de aço galvanizado, com pintura eletrostática epóxi, protetores de ventiladores em aço galvanizado ou polímero injetado. Largura máxima de 800mm e altura máxima de 1800mm, para

passagem por portas de acesso durante o transporte horizontal e vertical na obra.

5.1.2.2. COMPRESSORES

Cada módulo de unidade externa deverá possuir no máximo 2 compressores, sendo que todos devem ter controle de capacidade individual por inversor de frequência. Os compressores deverão ser do tipo espiral (“scroll”), com rotor de ímã permanente em neodímio (“DC inverter”), com controle vetorial e controle de torque para controle linear da capacidade e máximo aproveitamento da energia. Deverão ser dotados de cintas de aquecimento de cárter ou recurso de indução de corrente do bobinado para manter o aquecimento mínimo do óleo durante os períodos de compressor desligado.

O fluido refrigerante deverá ser R410A.

5.1.2.3. CONTROLE

O quadro elétrico deverá ser constituído por um conjunto de placas micro processadas, com firmware gravado em fábrica padronizado, que permitam troca rápida (“plug & play”) em caso de defeito. A placa principal deverá possuir conjunto de display alfanumérico, teclas ou chaves de seleção, para ajustes de funções especiais de comando e monitoramento dos parâmetros de operação que permitam o diagnóstico do funcionamento dos equipamentos e exibição de códigos de alarme.

Os compressores e módulos devem possuir recurso de revezamento automático por tempo de operação acumulado, onde pelo menos a cada dia seja alterada a ordem de acionamento durante a execução da rampa incremento de capacidade do sistema. Deve possuir recurso operação em emergência, onde de modo automático ou manual seja possível desativar compressores, módulos ou ventiladores defeituosos.

Os inversores deverão ser constituídos de módulos inteligentes de potência integrados a placas de controle, de fácil substituição, sem necessidade de configurações e ajustes em campo. O sistema comando deverá possuir proteções para compressor: temperatura de descarga, pressão alta e baixa e

corrente máxima. O sistema de comando deverá possuir proteção contra falta de fase, inversão de fase, sub e sobre tensão.

5.1.2.4. TROCADOR DE CALOR

O trocador de calor principal deverá ser do tipo ar/refrigerante, construído em serpentina de tubos de cobre, com aletas de alumínio protegidas por película anticorrosiva “blue fin” ou “gold fin”. Deverá existir sub resfriador de líquido, construído em trocador “tube-in-tube” ou de placas soldadas, com controle de capacidade ajustado pela modulação de válvula de expansão eletrônica.

O trocador principal deverá estar dimensionado, para que os condensadores possam operar em temperaturas externas acima de 50o Celsius externas, sem risco de desarme. As unidades externas devem possuir em sua especificação de catalogo a indicação da faixa de operação garantida definida no item “critérios de desempenho mínimos”.

5.1.2.5. VENTILADOR

Deverá ser construído em polímero injetado e perfeitamente balanceado; com desenho aerodinâmico e silencioso, do tipo axial, resistente a corrosão.

O motor deverá ser acionado por inversor de frequência integrado as placas micro processadas do equipamento, com variação da velocidade rotacional de 0 a 100%, para o controle preciso da temperatura de condensação do fluido refrigerante, garantido a máxima eficiência e a operação estável na faixa de temperaturas externas, especificadas no item “critérios de desempenho mínimos”.

O inversor de frequência deverá permitir ajustar a rotação final dos ventiladores para até 6mmca ou 60Pa, para utilização de dutos de descarga de ar.

A alimentação de energia deverá ser em corrente alternada para conexão de fonte de energia convencional da rede elétrica, em corrente alternada trifásica 220Vac.

5.1.2.6. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO MÍNIMOS

Deverão possuir nível de ruído inferior a 70 dB (A). Deverão estar em conformidade com a portaria INMETRO 299:2013 e 372:210 que definem os valores mínimos de eficiência energética para categoria “A” de eficiência energética. Deverão ser atendidos os critérios de mínima eficiência energética EER ou COP para cada unidade externa (condensador).

Peso máximo por módulo de unidade externa (condensadora) 300kg.

Faixa de operação garantida entre as temperaturas de 0 a 48oC.

Não deverá exigir utilização de sifões na tubulação para retorno de óleo nos trechos verticais de tubulação.

5.2. SISTEMA DE VENTILAÇÃO

5.2.1. GABINETE METÁLICO

Construídos a partir de estruturas autoportantes, independentes, onde serão fixados todos os elementos que compõem o condicionador, fechamentos em painéis removíveis em chapas de aço galvanizado de alta qualidade, pintura em resina sintética, ou epóxi.

5.2.2. VENTILADORES

Serão do tipo centrífugo, de dupla aspiração, “Sirocco” ou “Limit Load” conforme especificado em projeto. Serão de construção robusta, em chapa de aço com tratamento anticorrosivo, tendo os rotores estática e dinamicamente balanceados.

Serão dimensionados para uma velocidade de descarga não superior a 7,5m/s, para a vazão de seleção do condicionador, e dispondo de uma pressão estática capaz de superar as perdas nos filtros de ar e redes de dutos. O ventilador e o respectivo motor elétrico deverão ser apoiados em amortecedores de vibração, montados em uma base única apoiados sobre mancais com rolamentos auto alinháveis e de lubrificação permanente.

Rendimento mínimo = 70%.

5.2.3. MOTORES

Do tipo trifásico, totalmente fechado, com ventilação externa, TFVE, proteção IP-54, acoplados ao ventilador por meio de polias e correias trapezoidais.

5.2.4. FILTROS DE AR

Classe de filtragem G4+M5 conforme ABNT, de fácil remoção para limpeza.

5.2.5. ROTOR

Deverá ser do tipo Sirocco, construído em chapa de aço carbono, AISI 1020, e constituído de disco base com pás, soldadas eletricamente por cordão contínuo, e eixo de aço.

5.2.6. TRANSMISSÃO

A transmissão deverá ser efetuada por polias e correias em "V", anti-estáticas, e dimensionadas para um fator de serviço mínimo de 1,5, sendo a polia motora do tipo ajustável, que permita uma variação de pelo menos 20% para mais ou para menos na rotação selecionada.

5.2.7. MANCAIS

Os mancais deverão ser do tipo autoalinhantes, com rolamentos blindados.

5.2.8. BASE PARA MOTOR ELÉTRICO DE ACIONAMENTO

Deverá ser constituída em perfis tipo "U" de aço carbono soldados eletricamente. A base deverá ser integrada ao conjunto do ventilador e ter suficiente rigidez mecânica de forma a suportar amplamente os esforços recebidos. Deverá ser provida de trilhos esticadores, fabricados em aço carbono, que permitirão fácil posicionamento e ajuste da transmissão.

5.2.9. PROTETOR DE POLIAS E CORREIAS

Deverá ser construído em chapa de tela expandida, fixado à carcaça do ventilador por parafusos, sendo provido de aberturas para utilização de tacômetro.

5.3. REDE DE DUTOS

5.3.1. DUTOS DE CHAPA

Os dutos de ventilação deverão ser fabricados em chapa de aço galvanizada com flanges do tipo TDC, sendo as flanges conformadas no próprio duto, nas bitolas recomendadas pela ABNT-NBR-16401 obedecendo, em princípio, as dimensões e caminhamento indicados nos projetos.

Toda a rede de dutos de ar, executada em chapa de aço galvanizada, deverá ser construída e montada obedecendo às normas SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractor National Association), especificadas no HVAC Duct System Design Manual e no HVAC Duct Construction Manual, última edição.

5.3.2. FIXAÇÃO

Por meio de cantoneiras ou perfilados e barras roscadas, fixados na laje ou vigas por chumbadores de aço com prisioneiros e porcas.

No caso de se prender os dutos em estrutura metálica, os suportes deverão ser “abraçados” à estrutura sendo proibido qualquer tipo de furação para sustentação do duto.

5.3.3. INTERLIGAÇÃO COM OS EQUIPAMENTOS

As interligações dos dutos com os equipamentos deverão ser feitas com conexões flexíveis de lona.

5.3.4. GERAL

Todas as dobras de chapa deverão ser limpas e pintadas com tinta anticorrosiva.

Todas as extremidades e uniões deverão ser vedadas com massa plástica.

Todas as saídas de ar deverão ter reguladores de vazão.

Todas as derivações de ramais deverão ser providas de defletores móveis para a regulação da vazão de ar, com seus eixos ligados a quadrantes externos, providos de porca tipo borboleta, para a fixação da posição de regulação dos mesmos.

Todas as curvas de 90 graus deverão ter veias direcionais fixas, executadas em chapa de aço galvanizada, conforme bitola recomendada pela SMACNA. As curvas deverão ter relação entre o raio de curvatura e a dimensão radial do duto maior ou igual a 1,5 para dutos redondos e, maior ou igual a 1 para dutos retangulares ou quadrados.

5.4. DIFUSORES DE INSUFLAMENTO

Os difusores de insuflamento de ar devem ser adequados para insuflação nos ambientes, tanto na aparência como na aerodinâmica.

Devem possuir as seguintes características gerais:

- Construção robusta
- Baixa perda de pressão
- Baixo nível de ruído
- Deverá possuir registro de regulação de vazão de ar, com lâminas opostas, sendo o acesso ao dispositivo de acionamento deste, realizado pelas próprias frestas de lançamento de ar
- Deverá possuir sistema de fácil remoção
- Serem fabricadas em alumínio anodizado, na cor natural ou de outra cor se o projeto arquitetônico assim o exigir
- A pintura deverá ser original de fábrica.

Referência:

COMPARCO

TROX

TROPICAL

5.5. REGISTROS DE REGULAGEM DE VAZÃO

Os registros deverão ter a função de regular a vazão de ar, que passa pelo ramal onde este estiver instalado.

Servirão também para bloquear totalmente a passagem do ar, quando assim for desejado.

Devem possuir as seguintes características gerais:

- Do tipo multipalhetas, com lâminas opostas ou do tipo borboleta
- Acionamento por alavanca externa
- Construção robusta, com estrutura autoportante
- Baixa perda de pressão
- Deverá possuir sistema de fácil remoção
- Deverá ter a possibilidade de fácil colocação de acessórios, ex.: tela de arame, veneziana, etc. (tipo multipalhetas)
- Vedação estanque
- Com flanges em ambas as extremidades
- Serem fabricados em chapa de aço galvanizada com mancais de "nylon"
- Devem ser instalados aparafusado, ou chumbado a elementos de alvenaria, quando assim for especificado.

Referência:

COMPARCO

TROX

TROPICAL

6. CIRCUITO FRIGORÍFICO

6.1. TUBULAÇÃO

Será feito de tubos de cobre sem costura, do tipo recozido, de diâmetro 1/4" (6,35 mm) até 5/8" (15,9 mm), e do tipo rígido a partir de 3/4" (19,1 mm), cujas

características satisfaçam à norma ABNT-NBR 7541 e adequados às pressões de trabalho.

As espessuras mínimas dos tubos deverão obedecer à tabela abaixo:

Diâmetro NOMINAL (mm)	Diâmetro NOMINAL (pol)	Espessura Parede (mm)	Tipo de cobre
6,35	1/4	0,80	Flexível
9,52	3/8	0,80	
12,70	1/2	0,80	
15,88	5/8	0,99	
19,05	3/4	0,99	Rígido
22,20	7/8	0,99	
25,40	1	0,99	
28,58	1 1/8	0,99	
31,80	1 1/4	1,10	
34,90	1 3/8	1,21	
38,10	1 1/2	1,35	
41,30	1 5/8	1,43	

O dimensionamento dos tubos deverá ser feito levando em conta a perda de carga, em função da distância entre o conjunto evaporador e o conjunto compressor-condensador, devendo ser analisado e aprovado pelo fabricante do equipamento.

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

6.2. CONEXÕES

As conexões (curvas e luvas) deverão ser fabricadas em cobre, com extremidades tipo bolsa, apropriadas para solda e para trabalho com gás refrigerante R-410A.

Fabricante: Eluma ou Equivalente

As conexões de bifurcações ou derivações do tipo “refinets” deverão ser fornecidas com isolamento de classificação B1 de proteção contra fogo pelo fabricante dos equipamentos de ar condicionado, de acordo com a recomendação de cada fabricante. Não deverão ser utilizados “T”.

6.3. VÁLVULA DE ESFERA (GBC)

Válvulas de bloqueio tipo esfera Referência DANFOSS modelo GBC, para solda, com porta de aceso e válvula SCHRADER, adequadas para tubulações de cobre, conforme indicado em desenho de projeto.

As válvulas de esfera GBC são válvulas de fechamento de operação manual, apropriadas para fluxo bidirecional.

Válvulas de esfera específica para uso em linhas de líquido, sucção e gás quente em sistemas de refrigeração e ar-condicionado, todas as válvulas devem ser isoladas.

Instalar um conjunto de válvulas interna na rede de líquido e sucção para cada evaporadora.

A isolamento das válvulas deverá ser feita com a utilização de fita adesiva elastomérica 50 mm x 3 mm (ou equivalente técnico), observando o não impedimento da operação da mesma.

6.4. ISOLAMENTO TÉRMICO

As linhas frigoríficas deverão ser isoladas individualmente com utilização de borracha elastomérica AF/Armaflex da ARMACELL (ou equivalente técnico) com coeficiente de transmissão de 0,038w/k (à 0°C), com espessura “M” ou conforme tabela abaixo, o que for maior:, com espessura adequada para o comprimento da rede, porém nunca inferior a 12mm.

Ø DOS TUBOS		LOCAIS NORMAIS		LOCAIS ÚMIDOS		LOCAIS CRÍTICOS	
POL	mm	LÍQUIDO	GÁS	LÍQUIDO	GÁS	LÍQUIDO	GÁS
1/4"	6,35mm	12mm	-	12mm	-	12mm	-
3/8"	9,52mm	12mm	18mm	14mm	19mm	14mm	25mm
1/2"	12,7mm	13mm	19mm	14mm	20mm	14mm	25mm
5/8"	15,88mm	13mm	20mm	15mm	22mm	14mm	25mm
3/4"	19,05mm	14mm	22mm	16mm	23mm	14mm	25mm
7/8"	22,20mm	-	23mm	-	25mm	-	32mm
1"	25,40mm	-	24mm	-	25mm	-	34mm
1.1/8"	28,58mm	-	24mm	-	26mm	-	35mm
1.1/4"	31,75mm	-	25mm	-	26mm	-	35mm
1.3/8"	34,93mm	-	25mm	-	27mm	-	36mm
1.1/2"	38,10mm	-	26mm	-	27mm	-	38mm
1.5/8"	41,28mm	-	27mm	-	28mm	-	38mm

1.3/4"	44,45mm	-	27mm	-	29mm	-	38mm
--------	---------	---	------	---	------	---	------

Os tubos isolantes deverão ser vestidos evitando-se corta-los longitudinalmente. Quando isto não for possível, deverá ser aplicada cola adequada indicada pelo fabricante e aplicada fita autoadesiva elastomérica em toda a extensão do corte. Em todas as emendas deverá ser aplicada a fita adesiva de acabamento de forma a não deixar os pontos de união dos trechos de tubo isolante que possam com o tempo permitir a infiltração de umidade. Para garantir a perfeita união das emendas recomenda-se uso de cinta de acabamento exemplo: Cinta Armaflex ou equivalente.

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

Uma vez colado o isolamento, a instalação não deverá ser utilizada pelo período de 36h.

Recomenda-se o uso da cola indicada pelo fabricante exemplo: Armaflex 520 ou equivalente.

Os trechos do isolamento expostos ao sol ou que possam sofrer esforços mecânicos deverão possuir acabamento externo de proteção, através de pintura com tinta Armafinish branca com no mínimo 3 demãos, ou similar.

Os suportes deverão ser confeccionados em perfilado perfurado galvanizado 38x38mm em chapa #18. A tubulação deverá ser fixada sobre a parte perfurada do perfilado com duas abraçadeiras plásticas por ponto, amarradas de forma cruzada, e apoiada em suportes do tipo Armafix (ou equivalente técnico). O espaçamento entre os suportes não poderá ser superior a 1,50m.

O isolante e tubo de cobre não deverão possuir folgas internas de forma a evitar a penetração de ar e condensação. Os trechos finais do isolante deverão ter acabamento que impeça a entrada de ar entre o tubo de cobre e tubo isolante.

O isolamento térmico deverá ser vestido no tubo de cobre, portanto, sem cortes longitudinais no material; unido por cola tipo Armaflex 520 S, ou

equivalente e rematado por cinta de acabamento tipo Armaflex, ou equivalente. Quando externo, o isolamento deve ter ainda pintura de proteção contra as intempéries tipo Armafinish, ou similar.

Toda a infraestrutura deverá ser soldada em suas conexões com solda do tipo Prata e será totalmente desidratada e pressurizadas com Nitrogênio, a fim de garantir maior limpeza na linha sem borras de solda, preservando a vida do compressor que será instalado.

Em pontos em que a tubulação passar por alvenaria, ou outro material deverão ser utilizados tubos de PVC com diâmetro superior ao da tubulação isolada, e o espaço excedente preenchido com espuma de poliuretano expandido. Equivalente, de forma a não esmagar o material isolante ou corta-lo com o tempo.

Em trechos externos, o isolamento deverá ser revestido com tecido sintético Armacheck da ARMACELL (ou equivalente técnico), ou com chapa de alumínio 0,4 mm de espessura, presa ao tubo por meio de cintas de alumínio com selos, devidamente espaçadas.

6.5. SOLDA

Não realizar soldas em locais externos durante dias chuvosos.

Aplicar solda não oxidante.

A tubulação deverá permanecer selada, enquanto instalada, até a conexão com os equipamentos.

Para evitar a formação de óxidos e fuligem no interior da tubulação, que dissolvidos pelo refrigerante irão provocar entupimento de orifícios, filtros, capilares e válvulas, é obrigatório que seja injetado nitrogênio no interior da tubulação durante o processo de solda e até o esfriamento da junção. O nitrogênio substitui o oxigênio no interior da tubulação evitando a carbonização e ajudando a remover a umidade. Procedimento: 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. Após a instalação deixar as pontas protegidas para evitar entrada de elementos estranhos no interior da tubulação.

Os procedimentos de start up deverão contemplar: testes de pressão de 600 psig por 72 horas, acompanhado e liberado pelo Engenheiro Mecânico da obra do Ministério Público, devendo ser mantido o manômetro no ponto de leitura por todo o período do teste. Após o teste de pressão, deverá ser iniciado o vácuo a ser realizado em 3 etapas. A primeira etapa deve atingir 1500 microns e deverá ser realizada a quebra com nitrogênio. A segunda etapa deverá atingir 1000 microns, completar a carga de óleo (se necessário) e realizar a quebra com nitrogênio. A terceira etapa deverá atingir 500 microns, a bomba deverá ser desligada e então após 1 h faz-se uma nova leitura (não pode exceder 700 microns). Da mesma forma que os procedimentos dos testes de pressão, o vácuo também deverá ser acompanhado e liberado pelo Engenheiro Mecânico da obra, devendo o mesmo proceder a liberação, por escrito, para a carga de gás.

6.6. CUIDADOS ESPECIAIS PARA TRABALHO COM GÁS REFRIGERANTE R-410A

Para o R410A, assim como todos os fluidos refrigerantes, deve-se respeitar as recomendações da FISPQ (FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS) do fabricante, onde, dentre outros cuidados, recomenda-se:

- O armazenamento e transporte em temperaturas inferiores a 52°C
- Usar EPI – Equipamento de Proteção individual apropriado
- Evitar inspirar o vapor do produto
- Manusear o produto com ventilação local adequada
- Usar proteção respiratória adequada onde houver risco potencial de exposição, acima dos limites estabelecidos
- Evitar contato direto com o produto
- Manter o produto longe de fontes de ignição
- Descontaminar o EPI depois de finalizados os trabalhos com o produto.

6.6.1. FERRAMENTAS EXCLUSIVAS PARA TRABALHO COM GÁS R410A

FERRAMENTAS	USO	NOTA
Manifold	Evacuar, carregar refrigerante	5.09Mpa no lado de alta Pressão
Mangueiras	Evacuar, carregar refrigerante	Diametro da mangueira diferente das convencionais
Recolhedora de gás	Recolher gás do sistema	
Cilindro de refrigerante	Carregar refrigerante	Diametro de conexão diferente dos convencionais
Bomba de vácuo	Secagem à vácuo	Caso não possua válvula de bloqueio automática

As ferramentas como mangueiras, manifold, e etc. que tenha contato com o óleo mineral e fluídos CFC ou HCFC (R22, R11, R12) não poderão ser utilizados para carga e medição de pressões do refrigerante R410A e R407C (HFC) sob risco de contaminação do sistema com cloro e óleo mineral, os quais provocam reações químicas de degradação do óleo lubrificante sintético POE utilizado nestes sistemas e ocorrência de formação de pastas ácidas que podem obstruir ou corroer, o sistema levando ao travamento ou queima do compressor.

As mangueiras e manifolds para conexão com as portas de serviço do equipamento devem ser adquiridas especificamente para uso com R410A, pois tem diâmetro diferente das utilizadas tradicionalmente e classe admissível de pressão superior.

7. BASES DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos deverão ser instalados sobre calços antivibratorios da linha ARC ref. Isochoc ou equivalente. O instalador deverá dimensionar os calços de acordo com peso e rotação dos equipamentos ofertados. Opcionalmente poderão ser utilizados calços de borracha Neoprene com 5 cm de espessura e o instalador deverá comprovar que os calços fornecidos são realmente de neoprene.

8. CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO, APROVAÇÃO E RECEBIMENTO DA OBRA

Qualquer proposta de modificação deverá seguir as normas e deverão ser fornecidos desenhos, que deverão ser submetidos a aprovação do engenheiro fiscal da obra.

8.1. LIGAÇÕES ELÉTRICAS, TESTE E BALANCEAMENTOS

Ficará a cargo da construtora da obra todas as ligações dos pontos de força, até os motores e demais equipamentos elétricos, bem como as interligações de controle, comando e proteção, inclusive o intertravamento no circuito elétrico que permitirá a entrada dos equipamentos em funcionamento, dentro de uma sequência preestabelecida (o compressor só liga com os ventiladores dos condensadores e evaporadores ligados).

É exigência mínima para que a FISCALIZAÇÃO proceda o acompanhamento dos testes e recebimentos de cada etapa da instalação, que a CONTRATADA disponha dos equipamentos e instrumentos, aferidos no local dos serviços, como por exemplo:

- Cilindros de Refrigerante e Nitrogênio;
- Bomba de vácuo;
- Manifold;
- Alicates amperímetro;
- Termômetro eletrônico, com 3 termopares;
- Psicrômetro;
- Anemômetro.

O instalador fará os testes de ajuste e balanceamento do sistema. Deverá fornecer relatório de start up com o preenchimento das correntes elétricas, tensões elétricas, pressões, superaquecimentos e subresfriamento, vazões de ar, temperaturas de insuflamento e retorno, quantidade de gás instalado em cada sistema etc.

8.2. TESTE, AJUSTE E BALANCEAMENTO (TAB)

Após a conclusão da instalação de um sistema de ar condicionado, este deverá ser testado e ajustado dentro dos padrões exigidos nas normas técnicas da ANSI/ ASHRAE 111 -2008 (Measurement, Testing, Adjusting, and Balancing of Building Heating, Ventilation, Air-Conditioning, and Refrigeration Systems). Esse procedimento visa obter o melhor desempenho do sistema instalado.

- **Testes, Balanceamento e Regulagens dos Sistemas:** Além dos testes de rendimento dos equipamentos, todos os sistemas que compõe a instalação de climatização deverão ser testados e ter suas vazões de ar reguladas e balanceadas. Tal procedimento é fundamental para que os sistemas operem dentro das condições previstas em projeto.
- **Balanceamento de Vazões de Ar:** Deverão ser realizadas medições de vazões de ar em cada equipamento (unidades condicionadoras, exaustoras e ventiladoras) através de medida de velocidade do ar de entrada, por exemplo nos filtros de ar, com utilização de anemômetro. Uma primeira medição deverá ser efetuada com todos os dampers ou registros abertos. A partir do último dispositivo de insuflamento deverão ser feitos ajustes de vazão através de registros e captosres de forma a serem obtidas as vazões de projeto, respeitando-se os níveis de ruído admissíveis para os ambientes. Se no término do balanceamento a vazão total for menor que a de projeto, deverá se proceder ao ajuste de rotação do ventilador. Polias de ventiladores e outros elementos de regulagem deverão ser considerados como passíveis de substituição, sem qualquer ônus para o Contratante, até que sejam alcançadas as condições previstas em projeto.
- **Testes das Condições Operacionais:** Todo o sistema deverá ser testado quanto à sua capacidade térmica. Além dos testes de capacidade o sistema deverá ser verificado quanto ao nível de ruído e vibração. Cada unidade condicionadora deverá ser regulada de forma que se tenha em cada ambiente ou grupo de ambientes as condições de

temperatura requeridas. Esta regulagem deverá ser feita pelo ajuste dos sensores de temperatura.

- **Relatórios de Teste e Balanceamento:** Deverão ser enviados relatórios com todos os dados medidos, comparando-os aos parâmetros de projeto.
- **Aceitação:** A aceitação dos sistemas será efetuada pelo Contratante, a partir dos relatórios fornecidos pela construtora contratada.

Após o primeiro funcionamento do sistema, start up, deve ser fornecido relatório contendo a pressão de gás e de líquido de toda a tubulação frigorífica.

8.3. DESENHOS “AS BUILT”

Na entrega da instalação deverá ser fornecido um jogo completo de plantas, memoriais e demais documentos, atualizados com todas as eventuais modificações, bem como um caderno contendo todas as instruções de operação e manutenção da instalação.

No projeto As-built deverá constar marcas, modelos de todos os equipamentos e de todos os acessórios utilizados. Deverão ser indicadas também a posição exata de todas as válvulas GBC previstas para eventuais testes de vazamento, bem como os pontos onde foram realizados brasagens a fim de facilitar futuras manutenções corretivas. Além disso, deverão ser entregues os relatórios dos testes de pressão e vácuo.

Deverão ser fornecidos esquemas eletroeletrônicos, mecânicos e de interligação, manuais de operação/manutenção dos acessórios mais complexos (sensores de temperatura, pressão, umidade) e seus parâmetros de calibragem de fábrica e de projeto.

Deverão ser fornecidos os desenhos de esquema elétrico dos quadros e suas interligações elétricas com os equipamentos.

Todas as rotinas de manutenção que constam nos manuais de instalação dos equipamentos deverão ser incorporadas ao PMOC.

Ribeirão Preto, 04 de julho de 2024.

Eng. Wesley Anchieta de Oliveira
CREA-SP 5061313753
Fábrica Civil