MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

BLOCO L

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO MECÂNICA

00	EMISSÃO INICIAL	10/09/2026	RAFAEL		
Rev.	Modificação	Data	Projetista	Desenhista	Aprovo

			Sítio **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**	
			Área do sítio **ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS – ANEXO BLOCO L**	
Escala NA	Data 10/09/2026	Desenhista NA	Especialidade / Subespecialidade **MEMORAIS TÉCNICOS DESCRITIVOS DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO MECÂNICA**	
Fiscal do Contrato		Rubrica	Tipo / Especificação do documento **RELATÓRIO TÉCNICO**	
Fiscal Técnico		Rubrica	Tipo de obra **PROJETOS**	Etapa **EXECUTIVO**
Responsável Técnico		Rubrica	Substitui a	Substituída por
Contrato Nº			Codificação	

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 4

2 INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO MECÂNICA 5

2.1 Normas e códigos 5

2.2 Descrição do Sistema 6

2.2.1 Geral 6

2.2.2 Áreas de trabalho 6

2.2.3 Localização dos condensadores 6

2.2.4 Casas de máquinas de ar condicionado 7

2.2.5 Painéis de alimentação e comando dos equipamentos 7

2.2.6 Sistema de supervisão e controle 8

2.3 Especificação dos equipamentos 9

2.3.1 Generalidades 9

2.3.2 Condicionadores de ar tipo VRF 10

2.4 Redes de dutos de ar 25

2.4.1 Fabricação e montagem 25

2.4.2 Pintura 28

2.4.3 Elementos de suspensão e suportes 28

2.4.4 Curvas e joelhos 29

2.4.5 Divisores de fluxo 29

2.4.6 Conexões para testes 29

2.4.7 Dispositivos de insuflamento 29

2.4.8 Dispositivos retorno 30

2.4.9 Registros de regulagem 31

2.4.10 Tomadas de ar exterior 31

2.4.11 Grelhas de porta 31

2.4.12 Registros sobre-pressão 32

2.4.13 Conexões flexíveis 32

2.4.14 Dutos flexíveis 32

2.5 ALIMENTAÇÃO E COMANDO E AUTOMAÇÃO 33

2.5.1 Geral 33

2.5.2 Alimentação e comando 33

2.5.3 Quadros de alimentação comando 33

I - Barramentos 34

II - Cabos 35

III - Aterramento 35

IV - Cablagem de controle 36

V - Componentes 37

VI - Rede elétricas 38

1 OBJETIVO

O presente Relatório tem o objetivo de apresentar os Memoriais Técnicos Descritivos e Especificações Técnicas dos Projetos Executivos de Ar Condicionado e Ventilação Mecanica, para garantir o fornecimento para a adequação do Bloco L que abriga o Ministério da Educação, localizado na Esplanada dos Ministérios em Brasilia-DF.

2 INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO MECÂNICA

2.1 Normas e códigos

Deverão ser observadas as normas e códigos aplicáveis ao serviço em pauta, sendo que as especificações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e a legislação vigente dos órgãos de administração pública competentes serão consideradas como elementos de referência para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

Onde estas faltarem ou forem omissas, deverão ser consideradas as prescrições, indicações, especificações normas e regulamentos de órgãos/entidades internacionais reconhecidos como referência técnica, bem como as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e materiais que compõem o sistema.

Em particular devem ser observadas as seguintes normas/instruções técnicas:

- ABNT – NBR 16401- 1/2/3 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto;
- ABNT – NBR 5410 – (antiga NB-3) – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- Portaria n.º 3532 GP - Ministério da Saúde de 28/08/1998;
- Portaria 3.523 de 28/08/1998 do Ministério da Saúde;
- Resolução 176 de 24/10/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
- Resolução 009 de 16/01/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Para os casos omissos estas normas serão complementadas pelas seguintes normas:

- ARI – Air Conditioning and Refrigeration Institute;
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers;
- ASME – American Society of Mechanical Engineers;
- DIN- Deutsche Insdustrie Normen;
- SMACNA – Sheet Metal and Air Conditioning Contractor National Association.

2.2 Descrição do Sistema

2.2.1 Geral

A instalação do sistema de ar condicionado visa absorver a dissipação térmica dos equipamentos, iluminação, insolação e das pessoas, atendendo às exigências de conforto térmico dos ocupantes e necessidades especiais dos equipamentos (quando for o caso), bem como garantir a qualidade do ar no interior dos ambientes.

O sistema será do tipo expansão direta do tipo VRF com capacidade total de 1.248 TR.

2.2.2 Áreas de trabalho

Nos ambientes de trabalho serão instaladas unidades evaporadoras do tipo cassete, com capacidade compatível com o cálculo de carga térmica.

As características técnicas dos equipamentos estão apresentadas nos desenhos anexos.

Shafts apropriados serão utilizados para tráfego das tubulações frigorígenas que interligarão as unidades evaporadoras às unidades condensadoras.

Para o fornecimento de ar exterior para os ambientes atendidos com cassetes serão utilizados ventiladores centrífugos conforme indicado nos projetos anexos que filtrará o ar externo, que será distriuido conforme previsto em projeto.

As características técnicas dos equipamentos estão apresentadas nos desenhos anexos.

A distribuição do ar exterior nos pavimentos será por rede de dutos em chapa de aço galvanizado.

2.2.3 Localização dos condensadores

Os condensadores serão instalados na cobertura em estrutura metálica conforme indicado nos desenhos anexos.

As características técnicas dos equipamentos estão apresentadas nos desenhos anexos.

2.2.4 Casas de máquinas de ar condicionado

Todas as casas de ventiladores serão duas por pavimento conforme desenhos anexos, conforme desenhos anexos.

As portas das casas de máquinas terão dimensões compatíveis com os equipamentos a serem instalados no seu interior; caso esteja previsto no projeto de arquitetura portas com dimensão inadequada ao acesso dos equipamentos, caberá à CONTRATADA a sua substituição de tal forma a permitir o perfeito acesso dos equipamentos às casas de máquinas.

Nas casas de máquinas que tiverem “shafts” para passagem de tubulações ou dutos de ar, os seus espaços não utilizados deverão ser fechados com chapa metálica, tratada contra corrosão, pintada na cor cinza, e adequada a suportar o peso de uma pessoa, evitando que ocorram acidentes e o “curto-circuito” do ar dos sistemas de ar condicionado.

2.2.5 Painéis de alimentação e comando dos equipamentos

Onde houver quadros para alimentação e comando de equipamentos de ar condicionado e ventilação mecânica haverá pontos de força a partir dos quais se alimentarão os painéis de força e comando dos equipamentos de ar condicionado.

A partir dos painéis se fará a alimentação dos equipamentos e a interface com o sistema de automação e controle; para tanto serão deixados em suas borneiras os contatos (numerados) necessários à interface.

Os painéis de alimentação das unidades condensadoras deverão apresentar fator de potência acima de 0,92, devendo a CONTRATADA fornecer e instalar bancos de capacitores para efetuar a correção quando necessário.

Caberá à CONTRATADA, conjuntamente com o fornecedor do Sistema de Supervisão e Controle, o fornecimento e instalação de todos os painéis que alimentarão o sistema de ar condicionado, a partir do ponto de força disponibilizado no projeto de instalações elétricas, sendo que antes da sua execução deverá ser apresentado à Fiscalização o projeto detalhado dos painéis composto de:

- Lay-out interno e externo;
- Lista de material e especificação dos equipamentos;
- Diagramas de alimentação e comando, com numeração de cabos, bornes e elementos de comando e alimentação;
- Condições de interface com o sistema de supervisão e controle predial.

Toda a fiação elétrica deverá correr em eletrodutos metálicos galvanizados, obedecendo às normas da ABNT NBR 5410, devendo estes ser pintados na cor cinza REF019 da Coral.

Todos os cabos elétricos deverão ser identificados por anilhas numeradas, nos painéis e fora destes.

Todos os painéis e condicionadores deverão ser aterrados a partir de um cabo fornecido para esse fim. As bitolas dos cabos elétricos indicados no projeto são apenas orientativas, devendo ser selecionadas de acordo com a tabela de bitolas mínimas recomendadas pelo fabricante dos disjuntores selecionados.

Não serão aceitas instalações de cabos e fios aparentes.

2.2.6 Sistema de supervisão e controle

Todos os equipamentos do sistema de ar condicionado serão monitorados e controlados pelo Sistema de Supervisão e Controle (SSC), à exceção dos casos definidos de modo diverso neste memorial.

No interior das casas de máquinas que abrigarão os condicionadores de ar serão instalados Quadros de Supervisão (QS) que terão internamente os controladores digitais programáveis (PLC).

Será de responsabilidade da CONTRATADA, a perfeita integração dos diversos elementos que irão compor o sistema de controle, fornecendo às suas expensas todo e qualquer material, equipamento, acessório, necessário à implementação das rotinas de controle dos equipamentos.

2.3 Especificação dos equipamentos

2.3.1 Generalidades

As características descritas a seguir buscam apresentar condições para um perfeito fornecimento, cabendo à CONTRATADA sua avaliação, adaptação e complementação de forma a garantir a obediência às normas, às exigências de segurança e à eficiência operacional dos equipamentos.

A fabricação dos equipamentos deverá estar rigorosamente dentro dos padrões de projeto e de acordo com a presente especificação. As técnicas de fabricação e a mão-de-obra a ser empregada serão compatíveis com as normas mencionadas.

Todos os materiais empregados na fabricação dos equipamentos serão novos e de qualidade, composição e propriedades adequadas aos propósitos a que se destinam e de acordo com os melhores princípios técnicos e práticas usuais de fabricação, obedecendo às ultimas especificações das normas técnicas.

A CONTRATADA comunicará casos de erros e/ou omissões relevantes nesta especificação técnica, solicitando instruções antes de iniciar a fabricação.

Caberá à CONTRATADA a seleção final dos equipamentos a serem fornecidos conforme as características apresentadas nos desenhos anexos.

Estes equipamentos e materiais serão substituídos por outros tecnicamente equivalentes, estando este critério sob responsabilidade exclusiva da CONTRATANTE e do autor do projeto.

Para comprovação da equivalência técnica, será apresentado à CONTRATANTE, por escrito, justificativa para a substituição das partes especificadas, incluindo, se necessário, a apresentação de laudos técnicos emitidos por entidades credenciadas e oficiais, cálculos, diagramas e/ou desenhos, bem como de catálogos com as especificações dos equipamentos e materiais que possam vir a substituir os apresentados neste documento.

2.3.2 Condicionadores de ar tipo VRF

2.3.2.1 - Geral

Deverão ser fornecidos e instalados equipamentos de expansão direta com tecnologia VRF contemplando evaporadoras do tipo cassetes de 4 vias, cassete 1 via, hy-wall e piso teto, a serem instalados conforme indicado nos desenhos do projeto.

Os equipamentos e seus acessórios são descritos a seguir.

2.3.2.2 – Unidades Evaporadoras

Deverão ser constituídas de trocador de calor de tubo de cobre ranhurado e aleta de alumínio, válvula de expansão eletrônica de controle de capacidade, ventilador interno. Dois termistores na linha frigorífica um para líquido outro para gás. No lado do ar um termistor um para o ar no retorno, com opção de outro no controle remoto sem fio (ambiente). As unidades possuem um filtro de ar lavável no retorno, de fácil remoção.

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

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

Três sensores de temperatura (retorno de ar, entrada de refrigerante e saída do refrigerante);

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

Todas as válvulas de expansão eletrônica deverão ser internas nas evaporadoras, não será aceito peça sobressalente de válvula de expansão;

Compatível com gás refrigerante R-410A;

Retorno automático após falta de energia;

Opção de acionamento por cartão de acesso;

Opção de acionamento por presença, através de módulo de presença que possa ser posicionado à distância do local da unidade evaporadora;

Possibilidade de controlar até 16 unidades internas, pelo mesmo controle sem fio.

Com baixo nível de ruído e uso de motor elétrico de corrente contínua para o motor do ventilador.

a) Gabinete

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

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

b) Ventilador

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

c) Motor de Acionamento

Será um motor para cada evaporador.

Todos os evaporadores devem ser alimentados com 220V - 60Hz monofásico, ou bifásico.

d) Trocador de Calor do Evaporador

Construídas com tubos paralelos de cobre ranhurados internamente, sem costura, com aletas de alumínio, perfeitamente fixadas aos tubos por meio de expansão mecânica ou hidráulica dos

tubos. O número de filas em profundidade será especificado pelo fabricante, de maneira que a capacidade do equipamento atenda esta especificação e seus anexos.

e) Válvula de Expansão

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

f) Filtro de Ar

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

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

Possuir dispositivo que permita sua fácil remoção para limpeza e/ou substituição. Permitir ativar ou desativar alarme de filtro sujo com ajuste do tempo de alarme entre 100h ou 2.500h ou conforme disponível no equipamento

g) Bandeja

A bandeja de recolhimento de água de condensação deverá ter caimento para o lado da drenagem. A bandeja terá isolamento térmico e tratamento contra corrosão.

g) Defletores

As unidades evaporadoras do tipo cassete deverão ser fornecidas com defletores de acrílico transparente e tem a função de direcionamento de ar de insuflamento o que proporciona uma temperatura mais uniforme no ambiente condicionado.

2.3.2.3 – Unidades Condensadoras

A construção deverá ser configurada em um formato que cada unidade seja autônoma composta por compressor (es), trocador de calor, ventilador, quadro elétrico, sensores e válvulas de controle.

O circuito eletrônico deverá ser microprocessado, com os principais componentes agrupados em placas de circuito impresso de fácil substituição.

Deve contar com sistema de detecção de vazamento ou excesso de fluido refrigerante próprio do sistema, com alarmes de erro ou algum tipo de sinal que possa identificar a falha por variação na massa de fluido refrigerante do sistema, garantindo uma rápida ação por parte da equipe de manutenção e/ou serviços.

a) Gabinete Metálico

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

b) Compressor

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

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

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

O nível de ruído das unidades condensadoras não poderá ultrapassar a 64dB durante o dia. O condensador deverá possuir recurso de redução de ruído durante o período de operação noturna.

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

c) Conjunto Motor Ventilador

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

d) Circuito Frigorífico

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

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

Após a execução de uma solda, o equipamento deverá ser testado com nitrogênio a pressão de 624 Psig, por mais de 30 horas, para garantir que não haja nenhum vazamento.

e) Ponto de Força das Condensadoras

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

Todos os painéis e condicionadores deverão ser aterrados a partir de um cabo fornecido para esse fim. As bitolas dos cabos elétricos deverão ser selecionadas de acordo com a tabela de bitolas

mínimas recomendadas pelo fabricante, devendo ser previsto, inclusive um ponto de força individual para cada um dos condensadores.

O condensador deve ter opção de controle de consumo elétrico para eventuais necessidades de limitar a capacidade do sistema de acordo com fornecimento de energia. Deve ser configurável na placa microprocessada do sistema.

f) Coeficiente de Performance

Este índice é muito importante para avaliarmos o rendimento das unidades condensadoras. Ele relaciona a capacidade de remoção de calor da unidade condensadora (Energia útil) à potência requerida (Energia elétrica consumida).

Quanto maior o COP (Índice de eficiência energética), maior será o rendimento do equipamento. O COP é calculado através da expressão:

COP = Energia útil (W) / Energia elétrica consumida (W)

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

O COP (Coeficiente de Performance) a 100% de simultaneidade de cada módulo de unidades externas não poderá ser inferior ao estabelecido abaixo, de acordo com a capacidade de refrigeração individual de cada equipamento.

O fator de potência das unidades instaladas deverá ser sempre superior a 90%.

CAPACIDADE DE REFRIGERÇÃO NOMINAL	COP MÍNIMO ACEITÁVEL
Até 26 kW	5,1

De 26,1 kW a 31 kW	4,9
De 31,1kW a 36 kW	4,6
De 36,1kW a 41 kW	4,5
De 41,1 kW a 46 kW	4,3
De 46,1 kW a 51 kW	4,2
De 51,1 kW a 56 kW	3,9
De 56,1 kW a 62 kW	4,0
De 62,1 kW a 68 kW	4,0
De 68,1 kW a 75 kW	3,7
De 75,1 kW a 80 kW	3,3
Acima de 80 kW	Acima de 3,0

Para casos em que o COP for diferente do indicado acima, para diferentes simultaneidades ou configurações de módulos, a justificativa deve ser enviada por escrito para aprovação do responsável do projeto, visando garantir uma boa relação entre custo e eficiência.

Importante: Os equipamentos a serem fornecidos e instalados quando usados para atuar sobre o aquecimento e o resfriamento deverão prever que os termostatos de controle deem ser capazes de prover uma faixa de temperatura do ar de pelo menos 3oC (deadband) no qual o suprimento de energia para aquecimento e resfriamento seja desligado ou reduzido ao mínimo.

2.3.2.4 – Controles

Como solução geral, deverá ser fornecido controle remoto sem fio, com as seguintes funções:

- Tela de cristal líquido;
- Liga/Desliga;
- Velocidade do ventilador;
- Ajuste da temperatura;
- Direcionamento do jato de ar;
- Timer semanal;
- Opção de bloqueio parcial de funções das unidades internas;
- Opção de bloqueio total de funções das unidades internas.
- Timer diário;
- Contagem regressiva para auto desligamento;
- Indicação de alarme de falha com código de diagnóstico;
- Limitação da faixa de temperatura ajustável configurável;
- Mostrar temperaturas de entrada e saída do trocador de calor, para avaliação do rendimento da unidade evaporadora.

Os equipamentos devem ser conectados via cabo de comunicação do tipo 3 vias blindado, protegendo a comunicação do sistema de interferências de campos magnéticos criados por fontes próximas. A comunicação do sistema é feita interligando as unidades internas em série, e conectando-as à unidade externa.

2.3.2.5 – Garantia

Os equipamentos fornecidos de acordo com as especificações acima possuirão a seguinte garantia do fabricante:

- 1 (um) ano sobre o equipamento contado a partir da data do relatório de partida do equipamento ou documento equivalente, emitido por instalador credenciado ou autorizado;

2.3.2.6 – Caracteristicas Técnico-operacionais

As condições de seleção dos equipamentos do tipo VRF estão descritas nos quadros "características dos equipamentos" que constam nos desenhos do projeto.

2.3.2.7 – Circuito frigorigeno

Será constituído de tubos de cobre sem costura, do tipo recozido flexível, 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, conforme indicado em projeto pela simulação no software do fabricante.

Deverão ser instaladas **em todas as unidades evaporadoras** válvulas de serviço GBC para permitir a operação/substituição das evaporadoras sem a necessidade de paralização do sistema por completo. As válvulas deverão ser instaladas próximas as unidades evaporadoras conforme detalhe apresentado em desenhos anexos.

As espessuras mínimas dos tubos deverão obedecer à tabela abaixo:

Diâmetro nominal (mm)	**Espessura (mm)**	**Tipo de Cobre**
6,4	0,80	Flexível
9,5	0,80	
12,7	0,80	
15,9	1,00	
19,1	1,00	Rígido
22,2	1,00	
25,4	1,00	
28,6	1,00	

31,8	1,10	
34,9	1,25	
38,1	1,35	
41,3	1,45	

Se forem necessárias adequações no encaminhamento das linhas ou modelo dos equipamentos, os diâmetros das tubulações deverão ser recalculados por procedimento certificado pelo fabricante do equipamento, preferencialmente computacional, e aprovados pelo CONTRATANTE.

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 ou pelo distribuidor autorizado.

Será completo com:

- Derivações e barriletes distribuidores, pré-fabricados e aprovados pelos fabricantes;
- Válvulas de serviço;
- Ponto para manômetros;
- Demais acessórios e instrumentos necessários para a operação, adequados às pressões de trabalho e de teste;

Todas as conexões entre os tubos e acessórios deverão ser executadas em solda prata 15% (Ref. Agtos 15 da Degussa, ou equivalente técnico de qualidade superior).

Ficará a cargo da CONTRATADA fornecer todos os acessórios necessários para divisões e conexões do circuito frigorifico, entre esses todos os branchs Y especificados em projeto e demais equipamentos.

Todas as tubulações deverão ser devidamente apoiadas ou suspensas em suportes e braçadeiras apropriadas com pontos de sustentação e apoio, espaçadas a cada 1,5 m no máximo.

Após a execução da solda, a rede deverá ser testada com nitrogênio à pressão de 600 psi, por 24 horas.

As linhas firgorígenas serão isoladas térmica e individualmente com utilização de borracha elastomérica, referência: AF/Armaflex da ARMACELL ou equivalente técnico de qualidade superior, com espessura adequada para o comprimento da rede, porém nunca inferior a 1/2".

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

2.3.2.8 – 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.

2.3.2.9 – Procedimentos de teste de vazamentos

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

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

Elevar a pressão da tubulação com o nitrogênio até 4 MPa - 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 (0,1kg/cm² - 1,5psi) devendo ser levado em conta na verificação.

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

2.3.2.10 – Procedimentos 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 mícra) durante o processo de vácuo.

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

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

Manter o processo de vácuo por mais 2 h. (A esta pressão a água irá evaporar espontaneamente a temperatura ambiente sendo removida da tubulação).

Fechar o sistema e parar a bomba de vácuo, aguardando 2h, observar que a pressão não se eleve mais que 130 Pa (1000 mícra) 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 mícra), realizar o procedimento de vácuo a seguir:

Quando a pressão de 1000 mícra não puder ser atingida após 3h de trabalho, ou houver variação maior que 130 Pa (1000 mícra) após 2h 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 mícra),

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 mícron) em relação à pressão no instante do desligamento da bomba. Este procedimento deverá ser realizado até que uma variação inferior a 130Pa (1000 mícron) seja obtida.

2.3.2.11 – Carga adicional de refrigerante

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 e a adição da carga de fluido refrigerante 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.

2.3.2.12 – Isolamento térmico

O isolamento deverá ser através de tubos de espuma elastomérica (temperatura 90ºC), de cor preta e espessura conforme especificado na tabela abaixo (Referência: Armaflex, Isoline e Vidoflex).

Quando exposto ao tem o isolamento deverá ser executado revestimento exterior ao isolamento térmico com proteção mecânica por meio de fita refletiva e impermeável.

Tubo de Cobre	Espessura do Isolamento (mm)	
Ø	Líquido	Gás
1/4”	9 mm	12mm
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

2.3.2.13 – Coleta de condensado

O projeto prevê a coleta da água condensada dos equipamentos de ar condicionado por meio de uma rede de tubulações de PVC instalada no entreferro conforme previsto nos desenhos anexos.

As tubulações deverão ser executadas em PVC soldável, para água com tubos de espuma elastomérica (temperatura 90ºC), de cor preta e espessura 15 mm. (Referência: Armaflex, Isoline e Vidoflex).

2.3.2.14 – Coleta de condensado

O start-up do sistema VRF deverá ser realizado por empresa **Credenciada** pelo fabricante do equipamento instalado.

O Start-up deverá ser realizado por pavimento, segundo a sequência estabelecida pelo cronograma de instalação aprovado pelo cliente.

2.4 Redes de dutos de ar

Este item tem por finalidade estabelecer as características gerais dos acessórios e materiais que serão utilizados na confecção e montagem das redes de dutos do sistema de ar condicionado.

Os dutos deverão ser cuidadosamente fabricados e montados, de modo a se obter uma construção rígida, sólida, limpa, sem saliências, cantos vivos, arestas cortantes e vazamentos superiores a 5% da vazão do sistema.

2.4.1 Fabricação e montagem

Os dutos de distribuição de ar deverão ser executados segundo as diretrizes emanadas da Norma Brasileira NBR-16401/2008 e da SMACNA INC (Sheet Metal and Constructors National Association INC), para dutos de baixa velocidade, contidas no Manual HVAC DUCT CONSTRUCTION STANDARDS, MENTAL AND FLEXIBLE.

Os dutos convencionais deverão ser fabricados em aço galvanizado, alumínio ou aço inoxidável, conforme indicação em projeto, sendo que os materiais deverão seguir as seguintes especificações abaixo:

- Aço galvanizado: conforme PB-315/81 - Chapas de aço-carbono zincadas por imersão a quente - requisitos gerais (NBR-7013), EB-649/81 - Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo contínuo de imersão a quente (NBR-7008) e MB-5/88 - Produto metálico - ensaio de dobramento semi-guiado (NBR-6153);
- Aço inoxidável: conforme PB-1210/85 - Aços inoxidáveis - série padronizada (NBR-9246);
- Alumínio: conforme PB-895/85 - Chapas de alumínio e suas ligas - tolerâncias dimensionais (NBR-6999), PB-986/82 - Alumínio e suas ligas - chapas - propriedades mecânicas (NBR-7823) e EB-1333/82 - Chapa de alumínio e de ligas de alumínio (NBR-7556).

A chapa utilizada para construção dos dutos pode ter a bitola de acordo com a NB-10/78 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401) cuja tabela é a seguinte ou de acordo com a Smacna e sua tabela de seleção de espessura de chapa para dutos estruturados do tipo TDC.

Bitola USG – Espessura (mm)		**Circular (mm)**		**Retangular (mm)**
Alumínio	Aço Galvanizado	Helicoidal	Calandrado Longitudinal	Lado Maior
24 – 0,64	26 – 0,50	até 255	até 450	até 300
22 – 0,79	24 – 0,64	250 a 600	460 a 750	310 a 750
20 – 0,95	22 – 0,79	950 a 900	760 a 1150	760 a 1400
18 – 1,27	20 – 0,95	950 a 1250	1160 a 1500	1410 a 2100
16 – 1,59	18 – 1,27	1300 a 1500	1510 a 1300	2110 a 3000

Deverá ser observado o nível de estanqueidade, conforme pressões de trabalho para definição do sistema de junção dos dutos que poderá ser: juntas/chavetas, perfis Metu ou flanges TDC). Essas definições seguirão as seguintes classes:

- Classe “A” – dutos com pressão interna de até 50 mmCA (500 Pa).
- Classe “B” – dutos com pressão interna de 51 mmCA (510 Pa) até 100mmCA (1000Pa).

Os dutos deverão obedecer aos padrões normais de serviço em conformidade com o disposto nas normas da ABNT e recomendações da CI12 - SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association) ou DW143 da HVCA (Heating Ventilating Contractors Association).

As interligações dos dutos convencionais poderão ser por meio de chavetas "S" (dutos classe “A”) ou barras especiais (perfis ou flanges TDC) – dutos classes “A” e/ou “B”.

Os dutos isolados deverão, antes do isolamento, ser totalmente selados nas emendas, juntas e chavetas com frio asfalto.

Os joelhos e curvas deverão ser dotados de veios defletores, segundo a boa técnica de colocação das mesmas para atenuar a perda de carga, conforme mostrado em detalhe nos desenhos anexos.

Deverão ser fixados diretamente na laje através de chumbadores de no mínimo 1/4" com transição de vergalhão galvanizado roscado e apoio para o duto em cantoneira de aço carbono no mínimo de aba de 3/4" por espessura de 3/16”.

Nos pontos onde forem detectadas vibrações, os dutos deverão ser providos, a posteriori, de apoios de borracha. As interligações dos dutos com a unidade condicionadora deverão ser através de conexões de lonas flexíveis.

O interior dos dutos deverá estar totalmente limpo após a sua instalação, visto que normalmente é executada concomitantemente à obra civil.

A fabricação da rede de dutos deverá ser executada por mão-de-obra especializada e com prática comprovada nesta atividade, equipada com maquinário e ferramental necessários, adequados e

em bom estado de uso. Os serviços deverão ser desenvolvidos com observância, durante todo o tempo, dos aspectos de ordem e limpeza e organização.

O instalador deverá providenciar a suas expensas a realização de teste de estanqueidade de acordo com a norma DW143 sendo que os mesmos deverão ser sempre executados na presença da fiscalização ou seu preposto para fins de validação.

2.4.2 Pintura

Todos os dutos de ar condicionado e ventilação mecânica quando aparentes e sem isolamento deverão ser pintados com 2 (duas) demãos de esmalte sintético, aplicado sobre 2 (duas) demãos de primer, na cor sugerida pela FISCALIZAÇÃO.

2.4.3 Elementos de suspensão e suportes

Cada elemento de duto deverá ser suspenso ou suportado de maneira independente e diretamente à estrutura mais próxima, sem conexão com os outros elementos já sustentados.

Deverão ser utilizados suportes em ferro cantoneira, SAE 1020, bitola mínima de 1”x1”x1/8”, observando espaçamento entre os suportes conforme mostrado em detalhe nos desenhos anexos. Deverão passar por tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento em esmalte sintético, na cor cinza grafite e montados sem deflexões ou distorções, mantendo o nível, o prumo e o alinhamento.

Os dutos serão sempre fixados às estruturas mais próximas, através de parafusos, arruelas, porcas ou outros elementos de fixação, executados em aço galvanizado, não sendo permitida a sua fixação utilizando-se outras estruturas ou suportes de outras instalações (elétricas, hidráulicas, etc.).

Os dutos não devem ter contato com paredes, sendo que quando ocorrer a passagem de dutos através de paredes, estes deverão estar isolados através de vedação por um elastômero.

2.4.4 Curvas e joelhos

O raio de curvatura de linha de centro de todas as curvas e joelhos não deverá ser menor do que 1,25 vezes a dimensão, no sentido da curva, do trecho de duto. Onde houver a interferência que impossibilite o uso deste raio mínimo, será permitida a montagem de joelhos retos.

Todas as curvas e joelhos deverão possuir veias direcionais. Estas deverão ser construídas do mesmo material dos dutos e não deverão ser fabricadas com espessura inferior à bitola de # 22. Deverão ser do tipo de dupla chapa.

2.4.5 Divisores de fluxo

Bifurcações entre troncos principais, ou entre estes e seus ramais, deverão ser providas de registros e divisores de fluxo, com os quadrantes de regulação correspondentes, na quantidade necessária para a boa regulagem dos sistemas ainda que estes não estejam indicados nos desenhos.

Os divisores de fluxo serão construídos em chapa dupla, bitola 24, instalados no interior dos dutos e fixados por eixo de aço galvanizado; deverão possuir quadrantes em bronze e parafusos para fixação das posições, de forma tal que impeçam a sua variação uma vez regulados.

2.4.6 Conexões para testes

Deverão ser previstas conexões para teste de pressão, localizadas próximas à descarga dos condicionadores e em todos locais necessários para se fazer o balanceamento das vazões de ar. Essas conexões de testes destinam-se à leitura de pressões com o tubo "Pitot".

2.4.7 Dispositivos de insuflamento

Os dispositivos para insuflamento de ar deverão ser fornecidos com registro de regulagem (preferencialmente de lâminas opostas), sendo que a sua manipulação se dará a partir de

elemento acessível pela superfície de saída do ar, tornando-se oculto, conferindo qualidade estética à instalação e praticidade de regulagem.

Os dispositivos de insuflamento deverão ser construídos em alumínio anodizado, totalmente sem solda, com cantos unidos mecanicamente.

Quando indicados, os difusores de ar serão fornecidos com caixa pleno fabricada em aço galvanizado, própria para a fixação do difusor e acoplamento de duto flexível de alumínio.

Quando indicado nos desenhos os dispositivos de insuflamento deverão ser fornecidos pintados com tinta esmalte na cor solicitada.

Os dispositivos de insuflamento estão especificados nos desenhos anexos, sendo apresentadas as quantidades e um fabricante/modelo que deverá ser utilizado como referência de características físicas e operacionais a serem atendidas.

2.4.8 Dispositivos retorno

Os dispositivos para retorno do ar, quando instalados em redes de dutos de ar, deverão ser fornecidos com registro de regulagem (preferencialmente de lâminas opostas), sendo que a sua manipulação se dará a partir de elemento acessível a partir da superfície de saída do ar, tornando-se oculto, conferindo qualidade estética e praticidade à instalação.

Os dispositivos de retorno deverão ser construídos em alumínio anodizado, totalmente sem solda, com cantos unidos mecanicamente.

Quando indicado nos desenhos os dispositivos de retorno deverão ser fornecidos pintados com tinta esmalte na cor solicitada.

Os dispositivos de retorno de ar estão especificados nos desenhos anexos, sendo apresentadas as quantidades e um fabricante/modelo que deverá ser utilizado como referência de características físicas e operacionais a serem atendidas.

2.4.9 Registros de regulagem

Sempre que indicado nos desenhos, deverá ser instalado nas redes de dutos, ou retorno para as casas de máquina, registros para a regulagem do ar.

Os registros deverão ser executados em chapa de aço galvanizado, do tipo de lâminas opostas, providos de flanges e contra-flanges para serem instalados nos dutos, a fim de permitir o balanceamento das vazões.

Quando forem especificados registros motorizados, os mesmos deverão ser fornecidos completos, com elementos de acionamento automático, incluindo o motor de acionamento. A tensão de trabalho e a potência do motor de acionamento serão determinadas em função de projeto específico de alimentação e comando. Deverá incluir também elementos de fim-de-curso.

2.4.10 Tomadas de ar exterior

Todas as tomadas de ar exterior a serem instaladas conforme indicado nos desenhos anexos, deverão ser constituídas de conjunto de veneziana, registro de aletas convergentes e de estágio de filtragem.

O registro de lâminas opostas e o estágio de filtragem G4 serão montados a partir de caixa de fechamento típica das venezianas, conforme detalhe em desenhos anexos.

2.4.11 Grelhas de porta

Sempre que indicado nos desenhos serão utilizadas grelhas de porta para permitir o retorno/exaustão do ar em ambientes com ventilação mecânica ou ar condicionado.

As grelhas serão sempre fornecidas com contra-moldura e serão construídas em alumínio anodizado, totalmente sem solda. Deverão ser indevassáveis, padrão AGS-T da TROX, ou tecnicamente equivalente.

2.4.12 Registros sobre-pressão

Sempre que dois ou mais condicionadores de ar operarem em paralelo, descarregando o ar em duto ou plenum comum, deverão ser utilizados registros sobre pressão na descarga das máquinas.

As aletas deverão ser construídas em alumínio e moldura em chapa de aço galvanizada. As buchas e mancais deverão ser em bronze, teflonizados. Os eixos em aço inoxidável AISI 304.

Fabricante: Tropical, Trox ou tecnicamente equivalente.

2.4.13 Conexões flexíveis

Deverão ser fornecidas conexões flexíveis que isolem a transmissão de vibrações e vedem a passagem do ar em todos os pontos onde os condicionadores de ar ou ventiladores forem ligados aos dutos.

Devem ser construídas com fita de aço galvanizado e poliéster, cobertas por camada de vinil. As fitas de aço devem estar unidas à fita de poliéster por cravação especial, tendo a fita de poliéster uma largura de 100mm.

2.4.14 Dutos flexíveis

Deverão ser utilizados para interligar os difusores de insuflamento aos dutos de distribuição de do ar condicionado.

Os dutos deverão ser de alumínio superflexível isolado termicamente com manta de lã de vidro de 25mm de espessura revestida internamente com polietileno perfurado e externamente por filme de PVC aluminizado.

Fabricante: MULTIVAC, SONODEC ou tecnicamente equivalente.

A fixação do duto flexível ao colarinho do duto ou do dispositivo de entrada ou saída de ar deve ser provida de fita plástica com 13mm de largura e selo de fixação ou abraçadeira de aço galvanizado.

2.5 ALIMENTAÇÃO E COMANDO E AUTOMAÇÃO

2.5.1 Geral

Este item tem por finalidade estabelecer as características gerais dos acessórios e materiais que serão utilizados na confecção e montagem da alimentação elétrica dos equipamentos a serem fornecidos e instalados.

2.5.2 Alimentação e comando

Todos os equipamentos do sistema de ar condicionado serão alimentados e comandados a partir dos quadros indicados no projeto.

Caberá também à CONTRATADA o fornecimento de infraestrutura, cabeamento, suportes, enfim, todo e qualquer material necessário para alimentação e comando dos equipamentos, devendo serem atendidas todas as exigências e recomendações estabelecidas nas normas técnicas, em especial a NBR 5410.

2.5.3 Quadros de alimentação comando

2.5.3.1 Normas

Os painéis elétricos deverão ser projetados, executados e testados de acordo com as seguintes normas:

- ABNT - NB-3 Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- NEMA - National Electric Manufactures Association
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotecnical Comission

2.5.3.2 Características Construtivas

Os painéis deverão ser do tipo armário metálico e terão o escopo de alimentar, proteger e comandar os equipamentos do sistema de ar condicionado, devendo ter as seguintes características construtivas:

- Deverão ser autossuportados, verticais, independentes e em linhas retas.
- Grau de proteção: IP-54
- Bitola da chapa mínima: # 14 AWG
- Estrutura: Chapa dobrada
- Instalação: Abrigada
- Fixação: Sobrepostos à base de alvenaria ou parede
- Acesso: Frontal
- Componentes: Fixos
- Portas aterradas
- Vedação das portas com borracha esponjosa
- Fecho da porta com lingueta e chave em forma triangular

Deverão ter alimentação e saída de força por meio de cabos.

A pintura deve ser anticorrosiva e acabamento em epóxi a pó RAL 7032.

As plaquetas deverão ser em acrílico, coladas nas portas frontais dos painéis, cor de fundo preto e letras brancas.

I - Barramentos

Deverão ser de cobre eletrolítico, com capacidade de condução de corrente em regime permanente, juntas prateadas e isoladas em epóxi.

Os barramentos deverão ter identificação permanente para cada fase e terra, devendo ser pintado na cor azul escuro para Fase R, branco para Fase S, violeta para Fase T, azul para Neutro e verde para Terra.

II - Cabos

Quando especificadas terminações para cabos, deverão ser fornecidas conectores adequados aos cabos especificados, com barras de conexão, fixação, suportes para cabos e aterramento adequado. A terminação deve ser montada no painel, de modo que ao instalar bastará utilizar os conectores e kits fornecidos, sem necessidade de adaptações ou materiais adicionais.

III - Aterramento

a) Barramento de Terra

Todas as partes metálicas não condutoras que compõe o painel deverão ser ligados a um barramento de terra que ficará na parte inferior do painel, correndo por toda a extensão do mesmo.

O barramento deverá ser de cobre eletrolítico, adequado para suportar um curto-circuito falta à terra sólido, com duração não inferior à do “short-time rating” de qualquer equipamento componente do painel.

b) Terminal principal

Deverão ser fornecidos conectores de pressão próprios para cabos de cobre encordoados.

c) Involucro

O invólucro metálico do painel não deverá ser considerado como uma interligação efetiva para aterramento. As portas e peças basculantes deverão ser aterradas por meio de cordoalhas flexíveis.

d) Cabos

Próximo às saídas dos cabos de força, deverão existir sempre terminais que facilitem o aterramento de eventuais armações.

IV - Cablagem de controle

a) Geral

Os painéis deverão ter fiação conforme NEMA, com todas as interligações entre compartimentos feitas pelo fabricante. Quando o conjunto de painéis tiver que ser separado para efeito de transporte, as interligações entre os diversos cubículos deverão ser preparadas, pré-testados e identificados de tal forma que possam ser refeitas pelo CONTRATADA sem uso de diagramas de fiação

b) Tipos de condutores

Os condutores empregados deverão ser de cobre eletrolítico, encordoados e isolados com material termoplástico retardado a chama, em bitola mínima 2,5 mm2 para cabos de força e 1,5 mm2 para os circuitos de comando.

c) Conectores

A fiação ligada a terminais tipo parafuso, deverá ter conectores tipo compressão, com orelhas.

d) Identificação

Cada extremidade de condutor deve ser identificada com anel plástico, com numeração de acordo os diagramas de conexão correspondentes.

Os condutores reserva deverão ser identificados e conectados a blocos de terminais, não sendo aceitável o enrolamento e a selagem dos mesmos.

V - Componentes

a) Disjuntores

Deverão ser tripolares, barramento comum de disparo, abafador de arco, contatos de prata-tungstênio, adequadas às potências dos motores.

b) Fusíveis

Deverão localizar-se no lado sem tensão quando a seccionadora estiver aberta. Devem ter meios para extração, que só pode ser feita com a chave na posição aberta. Deverão ser do tipo Diazed (até 63 Amperes) ou NH (acima de 63 Amperes).

c) Contatores

Deverão ser tripolares secos, a ar conforme NEMA, adequados para partida direta ou estrêla-triângulo de motores de indução trifásico e dimensionado em função da potência do motor. Vida útil: 15 milhões de manobras

d) Relés térmicos

Deverão ser bimetálicos de sobrecarga, instalados em cada uma das fases, adequadas ao motor, possuir contatos auxiliares (1 NA + 1 NF) galvanicamente isolados.

e) Botoeiras

Deverão ser do tipo contatos momentâneos. devem ser operadas externamente sem necessidade de abertura da porta do painel e possuir dispositivo de travamento na posição “desligada”. As botoeiras devem ser ligadas aos circuitos de comando dos contatores.

f) Sinalização

Deverá ser feita através de lâmpadas nas cores indicadas no projeto, para sinalização de equipamento ligado, desligado ou alarme, respectivamente.

Deverá ser composto de visor e soquete, em corpo inteiriço ou separados, de modo a permitir a substituição de lâmpadas sem necessidade de abertura da porta. Todas as lâmpadas deverão ser alimentadas em 220 V.

VI - Rede elétricas

a) Geral

Faz parte do escopo desta especificação técnica todas às interligações elétricas entre os painéis e os equipamentos e todas as interligações do sistema de controle.

b) Fiação elétrica

Os cabos de força e comando serão unipolares, em condutor de cobre, com encapamento termoplástico, antichama classe 1,0 kV para os alimentadores de força, e a partir daí aos demais equipamentos será 750 V, temperatura de operação de 70 C em cabos singelos.

Deverão ser utilizados cores diferentes para a identificação de circuitos e sistemas.

Os cabos de força e os de comando deverão ser encaminhados em eletrodutos ou eletrocalhas, independentes.

c) Eletrodutos e conexões

Deverão ser do tipo pesado, em aço galvanizado a fogo com costura removida e pontas roscadas para conexões.

Toda mudança de direção deverá ser executada por caixas de passagem. As conexões (arruelas, boxes, buchas, conectores, conduletes, etc) deverão ser também em aço galvanizado e fornecidos completos com porcas, parafusos e arruelas, quando necessário.

d) Caixas de passagem

Deverão ser em alumínio fundido, fixado com parafusos de rosca paralela, junta de vedação de borracha, gaxeta de vedação, entradas sem rosca.

e) Eletrocalhas e complementos

Deverão ser executadas em chapa de aço galvanizada a fogo, perfurada sem tampa, padronizadas todas as derivações, conexões, e mudanças de direção deverão ser feitas através de peças padronizadas.

f) Ligações finais

As ligações finais entre os eletrodutos rígidos e os equipamentos deverão ser executadas com eletrodutos flexíveis fixados por meio de buchas e boxes apropriados.

g) Fixações

Toda a sustentação necessária para a rede elétrica deverá ser prevista, podendo ser utilizados fixadores, garras, tirantes, sempre construídos em aço galvanizado a fogo.

h) Observações

Os cabos de força e comando deverão ser encaminhados em eletrodutos independentes.