METRÔ DF		Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

REGIÃO ADM.	**Geral**
ENDEREÇO	**Geral**
AUTOR:	**Emmanuel Luís Anselmo Joanitti** **Onisley Oliveira Pinto**
CONFERIDO	**Onisley Oliveira Pinto**
VISTO	**Giovanni Quirino de Freitas**

AUTOR	16075/D-DF ART	20427/D-DF ART
CONFERIDO		20427/D-DF ART
VISTO		11619/D-GO ART

USO INTERNO

Esta verificação não esgota as ocorrências que venham a ser levantadas à qualquer tempo. Caso aprovado, representa uma aceitação básica da peça técnica e não isenta os autores do cumprimento das exigências contratuais especificadas.

NÃO APROVADO ☐ APROVADO ☐

Parecer nº _____ Parecer nº _____

Data _____ Data _____

_____

Assinatura(s) e Carimbo(s)

USO EXTERNO

ENCAMINHAMENTO

DOCUMENTO DE ORIGEM

DESTINAÇÃO

☐ ARQUIVO
☐ PROCESSO
☐ IMPLANTAÇÃO

Rub_____
Matr_____

		UNIDADE DE CONSTRUÇÃO / SISTEMA E SUBSISTEMA **Prédio de Serviços Gerais**
		REGIÃO / TRECHO **Complexo de Manutenção**
MODO **METRÔ**	LINHA **-**	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE / COMPONENTE DE SISTEMA **Instalações Prediais/Proj. Elétrico**
ETAPA **EXECUTIVO**	ÁREA **-**	TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO **Especificação Técnica dos equipamentos e materiais elétrico de baixa tensão dos blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), Bloco B (ARHS), e C (Arquivo Central).**
ESCALA **SEM**	FOLHA **41**	
DATA **17/04/2017**	REVISÃO **0B**	CODIFICAÇÃO **ET.5/67.9A/J1.035**

METRÔ DF		Folha nº________________________________ Processo nº_____________________________ Rubrica_________________Matr___________

Nº	MODIFICAÇÕES	DATA	METRÔ		
			AUTOR	CONFER.	VISTO
0	Emissão Inicial				

Obs 1: Os campos deverão ser identificados pela rubrica e iniciais dos seus responsáveis.
Obs 2: Todas as rubricas e iniciais devem ser previamente identificadas junto ao Metrô-DF.

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5

3 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 6

4 ESCOPO 8

5 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA 8

5.1 GERAL 8
5.2 NO BREAK - UPS 9
5.2.1 Modos de operação 9
5.2.2 Características Elétricas 10
5.2.3 Parâmetros mínimos ambientais: 11
5.2.4 Conjunto de Baterias 11
5.2.5 Documentação do usuário 11
5.2.6 Garantia 12
5.2.7 Produto 12
5.2.8 Tempo entre falhas 12
5.2.9 Sistema de Proteção de entrada 12
5.2.10 Sistema de Proteção de saída 12
5.2.11 Sistema de Proteção das Baterias 13
5.2.12 Software de Supervisão e Gerenciamento 13
5.2.13 Display e Teclados 13
5.2.14 Protocolos/interfaces de monitoramento remoto 14
5.3 QUADROS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO 14
5.3.1 Informações Gerais 14
5.3.2 Especificação do Quadro Tipo II, III, IV e V 15
5.3.3 Especificação do Quadro Tipo I 19
5.3.4 Disjuntores de entrada dos quadros de distribuição 19
5.3.5 Disjuntores de saída dos quadros de distribuição 20
5.3.6 Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) 21
5.4 CABOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO 22
5.4.1 Cabo dos circuitos alimentadores 22
5.4.2 Cabo dos circuitos de distribuição 24
5.5 LUMINÁRIAS 26
5.5.1 Tipo I 26
5.5.2 Tipo II 27
5.5.3 Tipo III 28
5.5.4 Tipo IV 28
5.5.5 Tipo V 29
5.5.6 Tipo VI 29
5.5.7 Tipo VII 30
5.6 CAIXA EM PVC 30
5.6.1 Tipo I 31
5.6.2 Tipo II 31
5.6.3 Tomadas e Acessórios 32
5.6.4 Interruptores e Acessórios 33
5.7 ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE ENERGIA 34
5.7.1 Eletrocalha Perfurada 34
5.7.2 Perfilado Perfurado 35
5.7.3 Saídas Laterais de Eletrocalha 36
5.7.4 Saída Lateral de Perfilado 36

5.7.5 Tirante 37
5.7.6 Eletroduto Rígido em Aço Carbono 38
5.7.7 Eletroduto Rígido em PVC 38
5.7.8 Eletroduto Corrugado em PVC 39
5.7.9 Conduletes 40
5.7.10 Etiquetas das Tomadas e do Quadro Tipo I 40
5.7.11 Caixa de Passagem para Banco de Dutos 41

1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar as Especificações Técnicas dos equipamentos, materiais e acessórios que serão utilizados no Sistema de Energia de Baixa Tensão dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central) do Complexo Administrativo do Metrô-DF, de forma a estabelecer as diretrizes para o fornecimento e implantação dos mesmos.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Segue abaixo a lista de documentos de referência:

- DE.5/67.9A/J1.020 – Planta Baixa – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB) – Iluminação Normal - LED;
- DE.5/67.9A/J1.021 – Planta Baixa – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB) – Tomadas Comuns;
- DE.5/67.9A/J1.022 – Planta Baixa – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB) – Tomadas Estabilizadas;
- DE.5/67.9A/J1.023 – Planta Baixa – Bloco B (ARHS) – Iluminação Normal – LED;
- DE.5/67.9A/J1.024 – Planta Baixa – Bloco B (ARHS) – Tomadas Comuns;
- DE.5/67.9A/J1.025 – Planta Baixa – Bloco B (ARHS) – Tomadas Estabilizadas;
- DE.5/67.9A/J1.026 – Planta Baixa – Bloco C (Arquivo Central) – Iluminação Normal – LED;
- DE.5/67.9A/J1.027 – Planta Baixa – Bloco C (Arquivo Central) – Tomadas Comuns;
- DE.5/67.9A/J1.028 – Planta Baixa – Bloco C (Arquivo Central) – Tomadas Estabilizadas;
- DE.5/67.9A/J1.029 – Planta Baixa – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB) – Tomadas p/Ar Condicionado;
- DE.5/67.9A/J1.030 – Planta Baixa – Bloco B (ARHS) – Tomadas p/Ar Condicionado;
- DE.5/67.9A/J1.031 – Planta Baixa – Bloco C (Arquivo Central) – Tomadas p/Ar Condicionado;
- MC.5/67.9A/J1.032 – Memorial de Cálculo – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS), e C (Arquivo Central) – Luminotécnico;

- MC.5/67.9A/J1.033 – Memorial de Cálculo – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS), e C (Arquivo Central) – Energia;
- MD.5/67.9A/J1.034 – Memorial Descritivo – Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS), e C (Arquivo Central) – Energia;
- DG.5/67.9A/J1.036 – Diagrama Unifilar – Alimentação dos Bloco A, B e C;
- DE.5/67.9A/J1.037 – Caminhamento de Cabos de Baixa Tensão e Banco de Dutos;
- DE.5/67.9A/J1.038 – Quadro QTL-ESM – Bloco A;
- DE.5/67.9A/J1.039 – Quadro QTF-LAB – Bloco A;
- DE.5/67.9A/J1.040 – Quadro QTE-ESM – Bloco A;
- DE.5/67.9A/J1.041 – Quadro QTL-ARHS – Bloco B;
- DE.5/67.9A/J1.042 – Quadro QTE-ARHS – Bloco B;
- DE.5/67.9A/J1.043 – Quadro QTL-ARQ – Bloco C;
- DE.5/67.9A/J1.044 – Quadro QTE-ARQ – Bloco C;
- DE.5/67.9A/J1.045 – Quadros QTF-NBA, QTF-NBB, QTF-NBC;
- DE.5/67.9A/J4.001 – Planta Baixa – Bloco A – Aterramento do QTF-LAB;
- DG.5/EC.60/00.001 – Diagrama Unifilar da Subestação do Complexo de Manutenção;
- DE.8/67.9A/J4.006 – Planta Baixa – Bloco A – Projeto de Aterramento;
- DE.8/67.9A/J4.007 – Cobertura – Bloco A – Projeto de Aterramento;
- DE.8/67.9A/J4.008 – Desenho / Detalhes – DI-1, DI-2 e DI-3 – Projeto Aterramento; e
- DE.8/59.9A/J1.003 – Caminhamento de Cabos de Baixa Tensão.

3 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

Segue abaixo a lista de normas técnicas de referência:

- NBR 5007 - Tiras relaminadas de aço de baixo teor de carbono para estampagem – Especificação;
- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 5419 – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 7008 – Chapas e Bobinas de aço revestidas com zinco ou com liga zinco-ferro pelo processo continuo de imersão a quente; e suas partes;

- NBR 7013 - Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente — Requisitos gerais;
- NBR 7013 - Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente — Requisitos gerais;
- NBR 11888-2 - Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e de aço de alta resistência e baixa liga — Requisitos gerais;
- NBR 13057 – Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, zincado eletroliticamente e com rosca ABNT NBR 8133 – Requisitos;
- NBR 13248 – Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolação extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos.
- NBR 15014 - Conversor a semicondutor - Sistema de alimentação de potência ininterrupta, com saída em corrente alternada (*nobreak*) – Terminologia;
- NBR 15465 - Sistemas de Eletrodutos Plásticos para Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Requisitos de Desempenho;
- NBR 15701- Conduletes metálicos roscados e não roscados para sistemas de eletrodutos;
- NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228 MOD);
- UL – 360 – *Standard for Liquid-Tight Flexible Metal Conduit*;
- EN 50174-2 – *Information Technology – Cabling Installation – Part 2: Installation planning and practices inside buildings*;
- EN 62040-1 – *General and Safety requeriments for UPS*;
- EN 62040-2 - *Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*;
- EN 62040-3 - *Method of specifying the performance and test requirements;*
- IEC 60439-1 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA);
- IEC 60439-3 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 3 - Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão

destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização - Quadros de distribuição;

- IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (códigos IP);
- IEC 60670-1 – Caixas e involúcros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Parte 1 – Requisitos gerais;
- IEC 61537 - Encaminhamento de cabos — Sistemas de eletrocalhas para cabos e sistemas de leitos para cabos;
- IEC 61643-11- *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods*; e
- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

4 ESCOPO

O escopo deste documento consiste na Especificação Técnica dos equipamentos, materiais e acessórios do Sistema de Energia de baixa tensão para os Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central), do Complexo Administrativo do Metrô-DF.

Fazem parte da descrição desta Especificação Técnica os seguintes equipamentos e materiais:

- *No Break - UPS;*
- Quadros Elétricos de Baixa Tensão;
- Cabos Elétricos de baixa tensão – 380/220 Vca;
- Luminárias;
- Caixas de Tomadas com acessórios (tomadas, interruptores, placas, suportes, etc.); e
- Acessórios do projeto de energia (eletrocalhas, perfilados, eletrodutos, caixas de passagem, conduletes, tirantes, conectores, etc.).

5 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

5.1 Geral

O Sistema de Energia de Baixa Tensão dos Blocos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central), contemplam os seguintes equipamentos e materiais:

- *No Break - UPS*;
- Quadro Elétricos de Baixa Tensão;
- Cabos Elétricos de baixa tensão – 380/220 Vca;
- Luminárias;
- Caixas de Tomadas com acessórios (tomadas, interruptores, placas, suportes, etc.); e
- Acessórios do projeto de energia (eletrocalhas, leito aramado, perfilados, eletrodutos, caixas de passagem, conduletes, tirantes, conectores, etc.).

5.2 No Break - UPS

A CONTRATADA deverá fornecer *No Break - UPS* (*Uninterruptable Power System*) monofásico e banco de bateria com as seguintes características técnicas, no mínimo:

- Tipo: Microprocessado;
- Potência: 5 kVA;
- Tensão de entrada: 220 Vac (F+N+T);
- Tensão de saída de 220 Vac (F+N+T);
- Monitoramento via TCP/IP;
- Display em LCD;
- Possuir proteção de entrada, saída e baterias; e
- Banco de Bateria com autonomia de 15 minutos.

A CONTRATADA deverá apresentar a memória de cálculo de autonomia para o sistema, assinado por engenheiro devidamente habilitado pelo CREA.

5.2.1 Modos de operação

O UPS deve ser fabricado com a topologia dupla conversão (*true online*), fornecendo tensão na saída senoidal pura, isolada (através do transformador isolador) e estabilizada. O UPS deverá permitir redundância automática através da chave *by-pass* estática e chave *by-pass* manual, sendo a operação manual ou automática sem interrupção.

O UPS deverá operar nos seguintes modos:

A. **Normal –** O *No Break* opera neste modo quando os parâmetros de entrada e saída (carga) estiverem dentro das tolerâncias especificadas, funcionando em dupla conversão. Neste modo a carga é continuamente alimentada pelo conjunto retificador/inversor, ficando os bancos de baterias em recarga ou flutuação. Mantendo a saída dentro dos limites de funcionamento. Neste modo a tensão e frequência de saída são totalmente independentes da tensão e frequência de entrada.

B. Bateria – Funcionamento pelas baterias, sempre que em caso de falta de energia, picos de tensão ou alteração das características de qualquer grandeza elétrica de entrada para fora dos limites de funcionamento, permanecendo por baterias até a descarga total ou retorno das condições de entradas para normalidade. A transição entre modos é sem interrupção.

C. *By-pass* – Em caso de falha do *No Break*, quando a corrente de saída ultrapassa os limites de sobrecarga, falha no inversor, sobreaquecimento ou através de comando manual do operador, o *No Break* passa a operar por *by-pass*. O *by-pass* é composto por uma chave estática interna, que transfere a carga para o ramal de *by-pass* interno sem interrupção no fornecimento de energia.

5.2.2 Características Elétricas

- Parâmetros mínimos de entrada:
  - Tensão nominal de entrada: 220 Vac (F+N+T);
  - Variação admissível na tensão de entrada: –20% a +20%;
  - Frequência nominal de entrada: 60 Hz;
  - Fator de potência de entrada: ≥ 0,92 para 100% de carga.
- Parâmetros mínimos de saída:
  - Tensão nominal de saída: 220 Vac (F+N+T);
  - Tolerância da frequência: +- 0,5%;

- Fator de potência de saída: ≥ 0,8;
- THDv: < 3 % para cargas típica;
- Forma de onda no inversor: Senoidal pura;
- Regulação Estática : +/- 1%; e
- Eficiência global: ≥ 88%, com 100% de carga.

A tensão de saída é galvanicamente isolada da entrada através de transformador isolador interno ao gabinete do *No Break*.

5.2.3 Parâmetros mínimos ambientais:

- Temperatura ambiente: De 0°C a 40°C, sem perda de potência;
- Temperatura ambiente da bateria: De 0°C a 25°C;
- Umidade relativa do ar: De 0% a 95%, sem condensação;
- Altitude de operação: Até 1000 m sem perda de potência; e
- Ruído: ≤ 60 db a 1 metro.

5.2.4 Conjunto de Baterias

As baterias deverão ser do tipo selada para o especificado sistema UPS.

A conexão dos cabos elétricos ao conjunto de baterias deverá ocorrer somente através de régua de bornes. Essa régua de bornes deverá possuir proteção através de prensa cabos para evitar desconexão acidental, bem como deverá possuir uma estrutura que proteja o usuário contra o contato direto aos terminais dos bornes.

O banco de bateria deverá ser projetado para ter uma autonomia mínima de 15 minutos a plena carga.

5.2.5 Documentação do usuário

O sistema UPS especificado deverá ser fornecido com um (1) manual do usuário em português. Os manuais devem incluir desenhos de instalação e instruções, uma descrição funcional do equipamento com diagramas de blocos, precauções de segurança, ilustrações, passo a passo, os procedimentos operacionais e orientações de manutenção de rotina.

A CONTRATADA deverá fornecer um *Data Book* do equipamento, inclusive dos materiais e acessórios que o compõe.

5.2.6 Garantia

12 meses.

5.2.7 Produto

5.2.7.1 Fabricação

Todos os materiais para construção do UPS devem ser novos, de fabricação atual e não devem ter sido usados em equipamentos anteriores. Será aceito somente UPS (e seus componentes) com data de fabricação não superior a 1 (um) ano antes da data de assinatura do contrato com o Metrô-DF.

5.2.7.2 Cabos

O material, classe encordoamento, dimensionamento e isolação dos cabos devem estar de acordo com a norma EN 62040-1 e/ou padrões de mesma ordem.

5.2.8 Tempo entre falhas

O MTBF (*Mean Time Between Failures*) do UPS deverá ser superior a 30.000 horas.

5.2.9 Sistema de Proteção de entrada

O UPS deverá oferecer proteção na entrada contra:

- Sobretensão;
- Subtensão;
- Sobrecarga; e
- Surtos de energia.

5.2.10 Sistema de Proteção de saída

O UPS deverá oferecer proteção na saída contra:

- Sobretensão;

- Subtensão;
- Curto-circuito; e
- Sobretemperatura.

5.2.11 Sistema de Proteção das Baterias

O UPS deverá oferecer proteção para as baterias contra:

- Sobretensão;
- Subtensão; e
- Descarga total das baterias.

5.2.11.1 Compatilidade Eletromagnética

O *No Break* deverá permitir a instalação próxima (raio mínimo de 1 metro) a equipamentos de informática (tipo: CPU; *modem*; *hubs*; *switches*; impressoras; *plotter*; e etc.), sem apresentar interferências eletromagnéticas.

5.2.12 Software de Supervisão e Gerenciamento

O *No Break* deverá possuir um sistema microprocessado, com DSP e *software* acessível através de interface serial RS232/RS485. Os principais recursos são:

5.2.13 Display e Teclados

O *display* deverá ser de LCD, interativo com teclas de navegação para acesso a recursos como:

Entrada:

- Tensão;
- Corrente;
- Frequência; e
- Potência.

Bateria:

- Tensão do Banco de Baterias;
- Corrente de Carga; e

- Autonomia.

Saída:

- Tensão;
- Corrente;
- Frequência;
- Potência; e
- *Status* de operação do *No Break*.

5.2.14 Protocolos/interfaces de monitoramento remoto

Monitoramento remoto através de interface *ethernet* com serviços de HTTP e SNMP, permitindo acesso em tempo real a todas as medições realizadas pelo *No Break* bem como as notificações de alarmes.

Modelo do *No Break*: Sinus Double II Black da SMS ou Similar.

5.3 Quadros Elétricos de Baixa Tensão

5.3.1 Informações Gerais

Os Quadros Elétricos serão responsáveis pela distribuição final de energia às cargas dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central).

A CONTRATADA deverá fornecer os quadros elétricos de baixa tensão, conforme os desenhos e diagramas unifilares elétricos referenciados no item 2 deste documento.

A CONTRATADA deverá fornecer os seguintes quadros:

- **Bloco A:**
  - ✓ QTL – ESM (Quadro Terminal de Luz – Escola Metroviária);
  - ✓ QTF – NBA (*No Break* “A”);
  - ✓ QTF – LAB (Quadro Terminal de Força – Laboratório de Inovação); e
  - ✓ QTE – ESM (Quadro de Tomadas Estabilizadas – Escola Metroviária).

- **Bloco B:**
  - ✓ QTL – ARHS (Quadro Terminal de Luz – ARHS);
  - ✓ QTF – NBB (*No Break* "B"); e
  - ✓ QTE – ARHS (Quadro de Tomadas Estabilizadas – ARHS).
- **Bloco C:**
  - ✓ QTL – ARQ (Quadro Terminal de Luz – Arquivo Central);
  - ✓ QTF – NBC (*No Break* "C"); e
  - ✓ QTE – ARQ (Quadro de Tomadas Estabilizadas – Arquivo Central).

5.3.2 Especificação do Quadro Tipo II, III, IV e V

Segue abaixo as dimensões dos quadros elétricos de distribuição do Tipo II, III, IV e V. Todos esses tipos deverão ser caixa metálicas.

5.3.2.1 Tipo II – Sobrepor

Dimensões da caixa:

- o Altura: 700 mm
- o Largura: 600 mm; e
- o Profundidade: 250 mm.

Quadros: QTL-ARHS.

5.3.2.2 Tipo III - Sobrepor

Dimensões da caixa:

- o Altura: 800 mm
- o Largura: 600 mm; e
- o Profundidade: 250 mm.

Quadros: QTL-ARQ.

5.3.2.3 Tipo IV - Sobrepor

Dimensões da caixa:

- Altura: 800 mm
- Largura: 600 mm; e
- Profundidade: 250 mm.

Quadros: QTL-ESM.

5.3.2.4 Tipo V – Sobrepor

Dimensões da caixa:

- Altura: 200 mm
- Largura: 200 mm; e
- Profundidade: 250 mm.

Quadros: QTF-NBA; QTF-NBB; e QTF-NBC.

Os Projetos de Fabricação dos quadros elétricos acima deverão ser submetidos à aprovação da Gestão/Fiscalização desta Companhia.

Os quadros elétricos acima deverão possuir, no mínimo, as seguintes especificações técnicas:

- ✓ Deverão ser sobrepor, com grau de proteção compatível com seu ambiente de instalação;
- ✓ Sua estrutura (caixa e porta) deverá ser fabricada em chapa de aço de espessura não inferior a #14USG;
- ✓ A chapa de montagem, na cor laranja, deverá ser fabricada em chapa de aço de espessura não inferior a #14USG;
- ✓ Na porta deverá possuir junta de vedação em neopreme e dotada de fecho tipo lingueta;

- ✓ Suas dimensões vão de conformidade com o fabricante, com espaço interno suficiente para organizar toda a fiação e disjuntores necessários, conforme os desenhos técnicos apontados no item 2.

- ✓ As placas de identificação deverão ser de acrílico preto com inscrições em branco, fixada por adesivo resistente a altas temperaturas, umidade e outras intempéries;

- ✓ O quadro deverá ser pintado na cor cinza claro, referência *Munsell* N 6,5. Para partes internas das portas, espelhos e placa de montagem deve-se pintar de laranja, referência *Munsell* 2,5 YR 6/14;

- ✓ Todos as peças metálicas não pintadas (parfusos, porcas e acessórios) deverão ser bicromatizadas;

- ✓ Atenderem a norma NBR IEC 60439-1 PTTA;

- ✓ Barramentos de cobre eletrolítico banhados em prata líquida e protegidos por capa termoretrátil na cor preta, de acordo com as normas vigentes com capacidades de condução de corrente adequadas para cada circuito e total do painel, e por uma placa de policarbonato de 5 mm com acessórios para instalação;

- ✓ Placa de acrílico (letras brancas, fundo preto) com os dizeres quadro energizado e a simbologia própria (raio) com dimensões mínimas de 200x200 mm fixada na face externa da porta do quadro;

- ✓ Placa de acrílico (letras brancas, fundo preto) ou alumínio indicando os disjuntores/ circuitos parciais, com dimensões e altura das letras proporcional às dimensões da placa;

- ✓ Porta documentos fixado na parte interna da porta do quadro, portando o Projeto Executivo/Fabricação (que deverá ser fornecido pelo fabricante do mesmo) e o relatório de testes do painel;

- ✓ Placa de identificação do fabricante do painel com todos os dados eletromecânicos do referido painel;

- ✓ Dispositivo de Proteção contra Surtos, conforme 5.3.6;
- ✓ Barramentos de Terra e Neutro em cobre, banhados por prata líquida com capacidade de condução compatível com o respectivo quadro elétrico. Esses barramentos deverão ter furos suficientes para atender a todos os circuitos e equipamentos; e
- ✓ Canaletas perfuradas e vazadas para passagem dos cabos de alimentação e distribuição de cada quadro elétrico.

Todos os disjuntores deverão possuir dispositivo de proteção para curto-circuito (atuação magnética) e sobrecarga (atuação térmica), padrão DIN.

As curvas de atuação do dispositivo de curto-circuito (atuação magnética) deverão atender os seguintes requisitos:

- ✓ Tipo B: Cargas resistivas (iluminação incandescente e equipamentos);
- ✓ Tipo C: Cargas indutivas (iluminação fluorescente e pequenos motores); e
- ✓ Tipo D: Circuitos com correntes elevadas de partida (motores grandes e transformadores).

Os disjuntores dos circuitos de distribuição, pertencentes ao sistema de climatização, deverão possuir curva de atuação compatível com o regime de partida e funcionamento dos equipamentos de ar condicionado propostos.

Todos os quadros elétricos deverão ser testados em fábrica e em campo (antes da sua ativação), conforme previsto na norma, sendo, no mínimo, realizados os seguintes ensaios de rotina:

- ✓ Inspeção do conjunto, incluindo inspeção das instalações elétricas e ensaio do funcionamento elétrico;
- ✓ Verificação das conexões dos condutores; e
- ✓ Verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica dos circuitos de proteção.

Os relatórios com o resultado dos ensaios realizados em cada quadro elétrico deverão ser assinados pelo engenheiro responsável que realizou os testes.

Não será permitido conectar mais de um cabo por terminal do disjuntor ou cabo com bitola acima da especificada pelo fabricante, sem a devida instalação de barramento ou terminal específico para este fim.

5.3.3 Especificação do Quadro Tipo I

5.3.3.1 Caixa Externa

- Tipo I - Embutir
- Dimensões da caixa:
  - Altura: 344,8 mm (Externo) e 298 mm (Interno)
  - Largura: 250 mm (Externo) e 213 mm (Interno); e
  - Profundidade: 78,7 mm.
- Modelo: Código 33046995 da Tigre ou Similar; e
- Quadros: QTE-ESM; QTF-LAB; QTE-ARHS; e QTE-ARQ.

Esse tipo de quadro deverá apresentar as seguintes características:

- Permitir a instalação de disjuntores no padrão DIN;
- Porta com sistema reversível, abertura de 180°;
- Superfícies lisas;
- Fabricação em PVC antichamas, na cor branca;
- Permitir a aplicação em paredes de alvenaria;
- Possuir indicação de posição de montagem inscrita no fundo do quadro;
- Possuir espaço para a colagem de etiquetas de identificação;
- Possuir tampas cegas de PVC para cobrir os espaços da moldura não ocupados pelos mini disjuntores;
- Possuir tampa translúcida branca, com abertura em 180°; e
- Grau de proteção IP40.

5.3.4 Disjuntores de entrada dos quadros de distribuição

Os disjuntores de entrada dos quadros de distribuição, com exceção do Tipo I, deverão ser do tipo caixa moldada, conforme Figura 1 abaixo:



Figura 1: Disjuntor em Caixa Moldada

O mesmo deverá apresentar as seguintes característica:

- Tipo: Caixa moldada;
- Corrente nominal: conforme indicado nos desenhos e diagramas, relacionados no item 2;
- Tensão nominal de isolamento (Ui): ≥ 690 V;
- Tensão nominal de operação (Ue): máxima de 690 V;
- Número de polos: 3;
- Capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito (Icu/Ue) em 380 V: 25 kA;
- Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (Ics/Ue) em 380 V: 13 kA;
- Disparador de sobrecarga: ajustável; e
- Disparador de curto-circuito: ajustável.

Modelo: 3VT1 da Siemens ou Similar.

5.3.5 Disjuntores de saída dos quadros de distribuição

Os disjuntores de distribuição dos quadros de distribuição deverão ser do tipo minidisjuntores. Segue abaixo a Figura 2, que apresenta um modelo de mini disjuntor monofásico:



Figura 2: Mini disjuntor monofásico

Quando monofásico, os mesmos deverão apresentar as seguintes características:

- Tipo: Mini disjuntores em trilho DIN;
- Corrente nominal: conforme indicado nos desenhos e diagramas, relacionados no item 2;
- Tensão nominal de operação (Ue): máxima 250 VCA;
- Número de polos: 1;
- Capacidade de interrupção (Icn) em 220 VCA: 5 kA;
- Capacidade de interrupção (Icu) em 220 VCA: 5 kA;
- Vida útil com cargas: ≥ 20.000 atuações; e
- Tipo de Curva: “C”.

Quando trifásico, os mesmos deverão apresentar as seguintes características:

- Tipo: Mini disjuntores em trilho DIN;
- Corrente nominal: conforme indicado nos desenhos e diagramas, relacionados no item 2;
- Tensão nominal de operação (Ue): máxima 440 VCA;
- Número de polos: 3;
- Capacidade de interrupção (Icn) em 380 VCA: 3 kA;
- Capacidade de interrupção (Icu) em 220 VCA: 4,5 kA para disjuntor ≤ 32A ou 3 kA para disjuntor >32A;
- Vida útil com cargas: ≥ 20.000 atuações; e
- Tipo de Curva: “C”.

Modelo: 5SX1 da Siemens ou Similar.

5.3.6 Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

Os Dispositivos de Proteção Contra Surtos (DPS) são equipamentos utilizados para proteção contra sobretensões transitórias, provocadas por um fenômeno natural (descargas atmosféricas) ou por operação de chaveamento de equipamentos como disjuntores ou chaves seccionadoras de média tensão. Segue abaixo a Figura 3, que apresenta um modelo de DPS:



Figura 3: Dispositivos de Proteção contra Surtos

Todos os quadros de distribuição novos, ou seja, dos Bloco A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central), deverão ter dispositivos DPSs entre as fases e o terra e entre o barramento de neutro e o barramento de terra.

O fornecimento e a instalação deverá seguir as orientações dos desenhos DE.5/67.9A/J1.038 (Bloco A); DE.5/67.9A/J1.039 (Bloco B); e DE.5/67.9A/J1.040 (Bloco C).

Os DPSs a serem instalados nos quadros deste sistema deve atender aos requisitos das Normas IEC 61643-11/EN 61643-11 e aos seguintes parâmetros:

- Classe (Tipo): 2;
- Número de polos: 1;
- Tensão máxima de operação contínua (Uc): ≥ 385VAC;
- Corrente de descarga nominal a 8/20 µs (In): ≥ 20kA;
- Corrente de descarga máxima a 8/20 µs (Imáx): ≥ 40kA;
- Nível de proteção (Up): ≤ 1,8 kV;
- Grau de Proteção: ≥ IP20;
- Tempo de Resposta (ta): ≤ 25ns;
- Faixa de Temperatura: -40ºC...+80ºC;
- Indicação de estado: Sim; e
- Fixação: Trilho DIN 35 mm.

Modelo: VAL-MS 230 ST 40 kA da Phoenix ou Similar.

5.4 Cabos elétricos de baixa tensão

5.4.1 Cabo dos circuitos alimentadores

Os cabos dos circuitos alimentadores serão os responsáveis pela ligação entre o quadro QGBT Serviços Gerais (Bloco B) e os quadros QTLs de distribuição dos Blocos A, B e C.

Esses cabos deverão utilizar o banco de dutos existentes, conforme os desenhos DE.5/67.9A/J1.037 e DE.8/59.9A/J1.003.

Os cabos dos circuitos alimentadores deverão ter as seguintes características:

- Condutor de metal: fios de cobre nu, têmpera mole;
- Encordoamento: extraflexível (classe 5);
- Isolação: composto termofixo em dupla camada de borracha HEPR;
- Enchimento: composto poliolefínico não halogenado;
- Cobertura : composto termoplástico com base polilefínica não halogenada;
- Não propagação e auto-extinção do fogo;
- Baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;
- Temperatura máxima do condutor: 90ºC em serviço contínuo; 130ºC em sobrecarga; e 250ºC em curto-circuito;

Para melhor identificação desses cabos, deverão ser utilizadas as seguintes cores de isolação dos condutores:

- ✓ Fase – Preto;
- ✓ Neutro – Azul Claro;
- ✓ Terra – Verde; e

As conexões e ligações deverão ser executadas de forma que sejam asseguradas durabilidade, perfeita isolação e ótima condutividade elétrica, sendo utilizados conectores e materiais de cobre de alta condutividade.

Todos os condutores terão suas superfícies limpas, isentas de talhos e esmagamentos da isolação ou blindagem e para facilitar a instalação dos condutores, poderão ser utilizados lubrificantes, como talco industrial, parafina, vaselina neutra e etc., que não prejudiquem a isolação dos cabos. Os do tipo orgânico deverão ser evitados nos cabos com isolação ou proteção de PVC.

Na curvatura dos cabos deverão ser respeitados os valores máximos de raios fornecidos pelo fabricante.

Antes da fiação, os cabos terão suas extremidades (cabeças) bem seladas para evitar que água penetre durante a instalação. O fechamento da cabeça deverá ser feito com fitas de borracha e isolante nos cabos secos.

As ligações dos cabos aos dispositivos de proteção serão feitas com curvatura tal que não prejudique a isolação do cabo e nem provoque tensão mecânica nos mesmos. Todos os cabos antes de serem ligados deverão estar perfeitamente identificados e testados.

Em todos os casos, a execução dos serviços será feita rigorosamente de acordo com as instruções do fabricante e levando-se em conta as características gerais e específicas dos cabos.

Todos os circuitos de energia deverão ter suas identificações com anilhas Helagrip (ou similar) nas duas extremidades dos cabos.

Modelos: Afumex 0,6/1 kV (circuitos alimentadores) ou Similar.

5.4.2 Cabo dos circuitos de distribuição

Os cabos dos circuitos de distribuição serão os responsáveis pela interligação dos QTLs dos Blocos A, B e C e suas respectivas cargas (tomadas comuns, tomadas estabilizadas, luminárias e os aparelhos de ar condicionado).

Todos os circuitos deverão estar alojados em eletrocalhas, perfilados, eletrodutos, conforme o local de instalação, para que possa estar protegidos mecanicamente, conforme determina os desenhos de planta baixa referenciados no item 2 deste documento. Em todos os eletrodutos deverão dispor de arames guia em toda sua extensão.

Os cabos dos circuitos alimentadores deverão ter as seguintes características:

- Condutor de metal: fios de cobre nu, têmpera mole;
- Encordoamento: extraflexível (classe 5);
- Isolação: composto termoplástico em dupla camada de poliolefínico não halogenado;
- Não propagação e auto-extinção do fogo;
- Baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;

- Temperatura máxima do condutor: 70ºC em serviço contínuo; 100ºC em sobrecarga; e 160ºC em curto-circuito;

Para os circuitos de iluminação, tomadas comuns e estabilizadas e os aparelhos de ar condicionado, deverão ser utilizados, no mínimo, cabos de # 2,5 mm², classe de encordoamento 5, tensão de isolamento de 750V, com características citadas acima e de acordo com as normas da ABNT.

Já para os circuitos que alimentam os aparelhos de ar condicionado, deverão ser utilizados, no mínimo, cabos de # 4,0 mm², classe de encordoamento 5, tensão de isolamento de 750V, com características citadas acima e de acordo com as normas da ABNT.

Para melhor identificação, deverão ser utilizadas as seguintes cores de isolação dos condutores de distribuição:

1. Tomadas Comuns, Iluminação e os Ar Condicionados:
    - ✓ Fase – Preto;
    - ✓ Neutro – Azul Claro;
    - ✓ Terra – Verde; e
    - ✓ Retorno – Amarelo (somente para o sistema de iluminação).
2. Tomadas Estabilizadas:
    - ✓ Fase – Marrom;
    - ✓ Neutro – Azul Escuro;
    - ✓ Terra – Verde com Amarelo.

As conexões e ligações deverão ser executadas de forma que sejam asseguradas durabilidade, perfeita isolação e ótima condutividade elétrica, sendo utilizados conectores e materiais de cobre de alta condutividade.

Todos os condutores terão suas superfícies limpas, isentas de talhos e esmagamentos da isolação ou blindagem e para facilitar a instalação dos condutores, poderão ser utilizados lubrificantes, como talco industrial, parafina, vaselina neutra e etc., que não prejudiquem a isolação dos cabos. Os do tipo orgânico deverão ser evitados nos cabos com isolação ou proteção de PVC.

Na curvatura dos cabos deverão ser respeitados os valores máximos de raios fornecidos pelo fabricante.

Antes da fiação, os cabos terão suas extremidades (cabeças) bem seladas para evitar que água penetre durante a instalação. O fechamento da cabeça deverá ser feito com fitas de borracha e isolante nos cabos secos.

As ligações dos cabos aos dispositivos de proteção serão feitas com curvatura tal que não prejudique a isolação do cabo e nem provoque tensão mecânica nos mesmos. Todos os cabos antes de serem ligados deverão estar perfeitamente identificados e testados.

Em todos os casos, a execução dos serviços será feita rigorosamente de acordo com as instruções do fabricante e levando-se em conta as características gerais e específicas dos cabos.

Todos os circuitos de energia deverão ter suas identificações com anilhas Helagrip (ou similar) nas duas extremidades dos cabos.

Modelos: Afumex Plus 750 V (circuitos de distribuição) ou Similar

5.5 Luminárias

As luminárias serão os equipamentos responsáveis pela iluminância dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Deverão ser utilizadas luminárias em LED (*Light Emitting Diode*).

5.5.1 Tipo I

Este tipo de luminárias deverá ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Embutir em forro de gesso;

- ✓ Quadrada, com dimensões aproximada de 600x600mm;
- ✓ Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca;
- ✓ Difusor em acrílico translúcido;
- ✓ Temperatura de cor ≥ 4000k;
- ✓ Potência ≥ 39W;
- ✓ Tensão de 220V;
- ✓ Vida útil ≥ 40.000h; e
- ✓ Índice de proteção deverá ser ≥ IP20.

Modelo: Minotauro ME DEJBA 1xLED 39W da ITAIM ou similar.

5.5.2 Tipo II

Este tipo de luminárias deverá ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Embutir em forro de gesso;
- ✓ Quadrada, com dimensões aproximada de 300x300mm;
- ✓ Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca;
- ✓ Difusor em acrílico translúcido;
- ✓ Temperatura de cor ≥ 4000k;
- ✓ Potência ≥ 17W;
- ✓ Tensão de 220V;
- ✓ Vida útil ≥ 40.000h; e
- ✓ Índice de proteção deverá ser ≥ IP20.

Modelo: Minotauro PE EBJBA 1xLED 17W da ITAIM ou similar.

5.5.3 Tipo III

Este tipo de luminárias deverá ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Embutir em forro de gesso;
- ✓ Retangular, com dimensões aproximada de 1243x210mm;
- ✓ Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca;
- ✓ Difusor em acrílico translúcido;
- ✓ Temperatura de cor ≥ 4000k;
- ✓ Potência ≥ 31W;
- ✓ Tensão de 220V;
- ✓ Vida útil ≥ 40.000h; e
- ✓ Índice de proteção deverá ser ≥ IP20.

Modelo: Minotauro RE BKKBA 1xLED 31W da ITAIM ou similar.

5.5.4 Tipo IV

Este tipo de luminárias deverá ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Sobrepor;
- ✓ Dimensões aproximada de 1180x21mm;
- ✓ Corpo acrílico translúcido;
- ✓ Temperatura de cor ≥ 4000k;
- ✓ Potência ≥ 17W;

- ✓ Tensão de 220V;
- ✓ Vida útil ≥ 40.000h; e
- ✓ Índice de proteção deverá ser ≥ IP20.

Modelo: Smartfix 1200 da ITAIM ou similar.

5.5.5 Tipo V

Este tipo de luminárias deverá ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Tipo: Arandela;
- ✓ Dimensões aproximada de 223(A)x147(L)x129(P)mm;
- ✓ Corpo: em alumínio injetado e na cor preta;
- ✓ Pintura: em tinta poliéster anti UV em pó, em processo eletrostático;
- ✓ Vedação: com borrachas de silicone puro;
- ✓ Fixação: buchas e parafuso;
- ✓ Lâmpada: Eletrônica;
- ✓ Temperatura de cor ≥ 4000k;
- ✓ Potência: 15/16 W;
- ✓ Tensão de 220V; e
- ✓ Índice de proteção deverá ser ≥ IP20.

Modelo: Piovere da Everlight ou similar.

5.5.6 Tipo VI

Este tipo deverá ser hermeticamente fechado. Portanto, a mesma deverá apresentar as seguintes características técnica:

- Tipo: hermética de embutir;
- Corpo: em chapa de aço fosforizada e tampa de vedação em perfil de alumínio extrudado;
- Pintura: eletrostaticamente;
- Refletor e aletas: parabólicas em alumínio de alto brilho;
- Difusor em vidro temperado transparente e vedação através de borracha;
- Dimensões: 1243(C)x294(L)x50(H);
- Tipo de lâmpada: T5 de 28W; e
- Quandidade de Lâmpada: 2.

Modelo: FHT01-E da Lumicenter ou Similar.

5.5.7 Tipo VII

Este tipo de luminária deverá ter, no mínimo, as seguintes características técnicas:

- Tipo: sobrepor com 30 LEDs;
- Acendimento: automático, quando ocorrer a falta de energia elétrica;
- Possuir LED indicador de presença de tensão na rede;
- Bateria: Lítio;
- Autonomia: no botão máximo, de no mínimo 3 horas; e
- Fluxo Luminoso: no botão máximo, de no mínimo 90 lm.

Obs: Cada luminária desta deverá ser fornecida junto com uma caixa em PVC (Tipo II, item 5.6.2) e um conjunto de tomada de 10 A (suporte, espelho e tomada).

Modelo: TLE 05 da Taschibra ou Similar.

5.6 Caixa em PVC

As caixas de tomadas em PVC são responsáveis por abrigar as tomadas elétricas e a de dados dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Deverão ser instaladas 2 (dois) tipos de caixas de tomadas, sendo uma para instalar em alvenaria e outra em gesso acartonado. Segue abaixo a especificação técnica dos dois tipos de caixa:

5.6.1 Tipo I

Estas deverão ser instaladas embutidas nas paredes de alvenaria dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central), conforme os pontos determinados nos desenhos do Projeto Executivo, referenciados no item 2 deste documento. Segue abaixo a Figura 4, que apresenta a caixa para tomadas e interruptores em alvenaria:



Figura 4 – Caixa para Tomadas e Interruptores

5.6.1.1 Características:

- ✓ Matéria-Prima: PVC;
- ✓ Antichama, de forma a atender a Norma internacional IEC 614;
- ✓ Reforço estrutural nas bordas;
- ✓ Tamanho 4”x2” na cor amarela, ou 108(A)x70(L)x47(P) mm;
- ✓ Fendas nas paredes e no fundo; e
- ✓ Entradas de eletrodutos de 25 mm (1”) e 20 mm (3/4”).

Módelo: Tigreflex da Tigre ou Similar.

5.6.2 Tipo II

Estas deverão ser instaladas embutidas nas paredes *drywall (*gesso acartonado*)* dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central), conforme os pontos determinados nos desenhos do Projeto Executivo, referenciados no item 2 deste documento. Segue abaixo a Figura 5, que apresenta a caixa para tomada em gesso *drywall*:



Figura 5 – Caixa para Tomadas e Interruptores

5.6.2.1 Características:

- ✓ Matéria-Prima: PVC;
- ✓ Antichama, de forma a atender a Norma internacional IEC 614;
- ✓ Tamanho 4”x2” na cor amarela, ou 105(A)x63(L)x47(P) mm;

Módelo: Dryfix da Tigre ou Similar.

As caixas de tomadas e interruptores deverão ter, no mínimo, as seguintes características e acessórios embutidos:

5.6.3 Tomadas e Acessórios

As tomadas comuns e estabilizadas embutidas deverão possuir os seguintes acessórios:

5.6.3.1 Suporte 4”x2” na cor branca com dois parafusos de fixação;



5.6.3.2 Placas 4”x2” com um/dois/três postos separados na cor branca em termoplástico de alta resistência; e

5.6.3.3 3 (três) tomadas elétrica 2P + T, padrão brasileiro de 10A, 250 Vca, na cor branca.



5.6.3.4 Ou 1 (uma) tomada elétrica 2P + T, padrão brasileiro de 20A, 250 Vca, na cor branca.



Modelos: Prime Lunare da Schneider ou Similar.

5.6.4 Interruptores e Acessórios

5.6.4.1 Suporte 4”x2” na cor branca com dois parafusos de fixação;



5.6.4.2 Placas 4”x2” com três postos separados na cor branca em termoplástico de alta resistência; e

5.6.4.3 1 (um) interruptor simples, corrente nominal de 10A, 250 Vca, na cor branca;



5.6.4.4 Ou 1 (um) interruptor bipolar paralelo (three way), corrente nominal de 10A, 250 Vca, na cor branca.



Módelos: Prime Lunare da Schneider ou Similar.

5.7 Acessórios do Sistema de Energia

5.7.1 Eletrocalha Perfurada

As eletrocalhas perfuradas fazem parte da infraestrutura de interligação entre os quadros de distribuição e as cargas elétricas (os projetos luminotécnico, tomadas estabilizadas e comuns e de climatização – ar condicionado) dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Essas eletrocalhas deverão ser utilizadas nas entradas/saídas do quadros elétricos de distribuição e sobre o forro de gesso acartonado dos ambientes. Segue a abaixo a Figura 6, que apresenta a eletrocalha perfurada:



Figura 6 – Eletrocalha Perfurada

A eletrocalhas deverão ser metálicas fabricadas em chapa de aço SAE 1008/1010, conforme as NBR 11888-2 e 7013.

A eletrocalhas deverão ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Metálicas, conforme exposto anteriormente;
- ✓ Dobradas, tipo “U”;
- ✓ Perfuradas;
- ✓ Tampas lisas e de encaixe com pressão, quando indicadas em projeto;
- ✓ Altura de 50 mm e largura de 100 mm, conforme os desenhos e a Memória de Cálculo MC.5/67.9A/J1.033; e
- ✓ Sem virola.

As eletrocalhas deverão ser fornecidas com os seus respectivos acessórios, são eles: parafusos com cabeça de lentilha; porcas; arruelas (de pressão quando necessário); emendas;

curvas; derivações; acoplamento para perfilado; saídas horizontal para eletrodutos; suportes; e reduções.

Modelo: CKE 503 100/100/3000 GF da Kennedy ou Similar.

5.7.2 Perfilado Perfurado

Os perfilados perfurado fazem parte da infraestrutura dos projetos de iluminação, tomadas comuns e estabilizadas e do sistema de climatização – ar condicionado - dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção do área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Esses perfilados deverão ser utilizados nas derivações das eletrocalhas perfuradas até próximo as luminária, as descidas para os interruptores (referente ao projeto de iluminação) e tomadas, e as condensadoras (referente ao projeto de climatização – ar condicionado). Segue abaixo figura 7, que apresenta o perfilado perfurado:



Figura 7 – Perfilado Perfurado

Os perfilados deverão ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Material: aço carbono zincado;
- ✓ Tipo: Perfurado e sem tampa;
- ✓ Chapa: mínimo 22; e
- ✓ Dimensões: 38x38 mm.

Os perfilados deverão ser fornecidas com os seus respectivos acessórios, são eles: emendas; ganchos; saída lateral para eletroduto; derivações; cantoneiras “ZZ”; curvas; sapata interna; reduções; e suportes em geral.

Modelo: BP 002 da Bandeirantes ou Similar.

5.7.3 Saídas Laterais de Eletrocalha

Os eletrodutos rígidos deverão sair das eletrocalhas por meio placas definidas como “Saída Lateral para Eletroduto”. Segue abaixo figura 8, que apresenta a saída lateral para eletroduto:

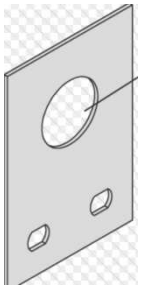


Figura 8 – Saída Lateral para Eletroduto

Já os perfilados deverão sair da eletrocalhas por meio meio de placas definidas como “Saída Lateral para Perfilado”. Segue abaixo figura 9, que apresenta a saída lateral para perfilado:

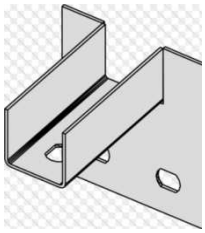


Figura 9 – Saída Lateral para Perfilado

Toda vez que houver a transição de cabos de uma infraestrutura para outra (a exemplo: eletrocalha para eletroduto; perfilado para eletroduto; eletrocalha para perfilado; etc.) deverá haver peças acessórias que façam essa conexão. Portanto, não serão aceitas infraestruturas sem o apoio devido nas transições.

5.7.4 Saída Lateral de Perfilado

Os eletrodutos rígidos deverão sair dos perfilados por meio placas definidas como “Saída Lateral para Eletroduto”. Segue abaixo figura 10, que apresenta a saída lateral para eletroduto:



Figura 10 – Saída Lateral para Eletroduto

Toda vez que houver a transição de cabos de uma infraestrutura para outra (a exemplo: eletrocalha para eletroduto; perfilado para eletroduto; eletrocalha para perfilado; etc.) deverá haver peças acessórias que façam essa conexão. Portanto, não serão aceitas infraestruturas sem o apoio devido nas transições.

5.7.5 Tirante

Os tirantes, também conhecidos como vergalhão de rosca total, fazem parte da infraestrutura de suporte das eletrocalhas e perfilados utilizados nos projetos de iluminação, tomadas comuns e estabilizadas e de climatização - ar condicionado, dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária com exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Segue abaixo a Figura 11, que apresenta o tirante de rosca total:



Figura 11 – Tirante de Rosca Total

Os tirantes deverão ter, no mínimo, as seguintes características:

- ✓ Metálicos em aço carbono;
- ✓ Rosca total; e
- ✓ Bitola de 1/4".

Os vergalhões deverão ser fornecidos com os seus respectivos acessórios, são eles: prolongador curto/longo sextavado; porcas; e arruelas.

Modelo: CKP 258 da Kennedy ou Similar.

5.7.6 Eletroduto Rígido em Aço Carbono

Os eletrodutos rígido em aço carbono zincado serão utilizados sobre o forro de gesso para instalações elétricas em geral. Esses eletrodutos não serão utilizados embutidos em alvenaria e nem em *drywall*.

Os eletrodutos deverão ser em aço carbono, zincado eletroliticamente, tipo pesado. As luvas e curvas também deverão ser em aço carbono, recebendo recobrimento igual a do eletroduto em sua superfície externa. Segue abaixo a Figura 12, que apresenta o eletroduto em aço carbono zincado:



Figura 12: Eletroduto Rígido em Aço Carbono Zincado

A bitola dos mesmos estão indicadas em pranchas. Quando o diâmetro não estiver indicado, os mesmos são de ϕ 20 mm (3/4").

Os acessórios que fazem parte dos eletrodutos em aço carbono zincado eletroliticamente são: curvas com ângulos de 45°, 90°, 135° e 180° e luvas roscáveis.

Os eletrodutos deverão ser fornecidos em barras de 3 metros (2,8 kg/barrra), possuindo roscas paralelas em ambas extremidades, com luva em uma delas e protetor plástico em outra.

Os eletrodutos deverão atender a norma NBR 13057 da ABNT.

Modelo: Eletroduto Rígido da Carbinox ou similar.

5.7.7 Eletroduto Rígido em PVC

O eletroduto rígido, em PVC, será responsável por interligar as caixas de passagem e encaminhar os cabos elétricos que interligará o Quadro Geral de Serviços Gerais (Bloco B),

já existente, ao QTL-ARHS (a ser fornecido e instalado), conforme DE.5/67.9A/J1.037. O mesmo deverá ser enterrado a 500 mm abaixo do piso acabado/chão batido.

Os acessórios que fazem parte dos eletrodutos rígidos em PVC são: luva roscável; curva roscável; etc.

Os eletrodutos rígidos em PVC deverão apresentar as seguintes características técnicas:

Material: PVC rígido antichama;

Bitola: ϕ 50 mm (2”), conforme projeto;

Espessura da parede: ≥ 3,1 mm;

Cor: Preto; e

Barras: 3 metros.

Os eletrodutos deverão atender a norma NBR 15465/2007.

Modelo: Eletroduto Roscável da Dutoplast ou Similar.

5.7.8 Eletroduto Corrugado em PVC

Os eletrodutos corrugados em PVC serão ser aplicados, sempre que embutidos, em alvenaria ou em *drywall,* conforme indicado nos projetos. Segue abaixo a Figura 13, que apresenta o eletroduto corrugado:



Figura 13: Eletroduto Corrugado

Os mesmos deverão ter as seguines características técnicas:

- fabricados em PVC antichama;
- Possuir resistência diametral - carga até 320N/5cm;
- Possuir baixo coeficiente de atrito, para facilitar a introdução e a passagem dos cabos elétricos, e atender às normas NBR 15465 e NBR 5410; e

- Diâmetro: conforme indicado em projeto. No mínimo de 3/4" (ϕ 20 mm);

Modelo: Tigre, Kanaflex, ou similar.

5.7.9 Conduletes

Os conduletes fazem parte da infraestrutura dos projetos de iluminação, de tomadas comuns e estabilizadas e de climatização – ar condicionado, dos ambientes dos Blocos A (Escola Metroviária, com a exceção da área do BRB), B (ARHS) e C (Arquivo Central). Esses conduletes deverão ser utilizados nos pontos de derivação dos circuitos elétricos para ligar as luminárias e os interruptores, bem como nos circuitos de tomadas comuns e estabilizadas, conforme indicações de projeto. Não serão permitidos cabos soltos no sistema, ou seja, os cabos elétricos sempre deverão estar em eletrodutos rígidos, conduletes, eletrodutos flexíveis, eletrocalhas perfuradas ou no perfil de sustentação dos vidros. Segue abaixo a Figura 14, que apresenta o condulete:



Figura 14 – Condulete em liga de alumínio

Os conduletes e suas respectivas tampas deverão ser fabricados em liga de alumínio fundido, conforme a NBR 15701.

Modelo: Dailets Múltiplos da Daisa ou Similar.

5.7.10 Etiquetas das Tomadas e do Quadro Tipo I

Todos as placas (também conhecidos como espelhos) de tomadas comuns e estabilizadas deverão ser identificadas por fitas térmicas branca com escritas em preto, tamanho 14, de forma a identificar o circuito que elas se encontram no quadro elétrico. Além da identificação do circuito, todas as tomadas deverão ter uma etiqueta com a identificação de “220Volts”, ou a tensão correspondente.

Além das tomadas, será necessário identifcar todos os circuitos de entrada e saída dos quadros do tipo I.

5.7.11 Caixa de Passagem para Banco de Dutos

As caixas de passagem para o banco de dutos serão responsáveis pela passagem de cabos de força que alimentarão o quadro elétrico QTL-ARHS, no Bloco B. Essas caixas deverão ter as seguintes características técnicas:

- Dimensões Externa: 630(C)x480(L)x740 (H) mm;
- Caixa: com armação;
- Guarnições: em ferro galvanizado; e
- Tampa: com quadro em concreto armado.

As caixas de passagem deverão ser providas, no mínimo, de 10 cm de brita 1 no seu fundo, conforme detalhe do DE.5/67.9A/J1.037.

Modelo:

Caixa: CF4A da Neorex ou Similar;

Guarnição: GFGCF da Neorex ou Similar;

Tampa com quadradro: TCQCF da Neorex ou Similar