METRÔ DF
Companhia do Metropolitano do Distrito Federal

REGIÃO ADM.
GERAL

ENDEREÇO
GERAL

AUTOR(ES):
Emmanuel Luís Anselmo Joanitti
Tiago Blanco

CONFERIDO

VISTO
Giovanni Quirino de Freitas

AUTOR

16075/D-DF — N° ART/RRT

13650/TD-DF — N° ART/RRT

CONFERIDO

CREA
N° ART/RRT

VISTO

11619/D-GO
N° ART/RRT

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
Estação 19 - EPQ

REGIÃO / TRECHO
Águas Claras

MODO	LINHA
METRÔ	**-**
ETAPA	ÁREA
BÁSICO	**-**
ESCALA	FOLHA
S/ESC.	**1/18**
DATA	REVISÃO
07-06-2019	**0A**

ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE / COMPONENTE DE SISTEMA
Instalações Prediais / Proj. Elétrico

TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO
Memorial de Cálculo dos equipamentos e materiais elétricos de baixa tensão da Passarela da Estação 19 - EPQ

CODIFICAÇÃO
MC.3/80.2X/I4.004

Companhia do Metropolitano do Distrito Federal

Nº	MODIFICAÇÕES	DATA	AUTOR	VISTO
00	EMISSÃO INICIAL	21-05-2019	E.L.A.J	G.Q.F
0A	CORREÇÕES NO CARIMBO	07-06-2019	T.B E.L.A.J	G.Q.F

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.

1. INTRODUÇÃO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. Objetivo 4
3. Documentos de Referência 4
4. Siglas utilizadas 4
5. Normas técnicas de referência 5
6. Considerações gerais 5
   6.1. Considerações Gerais 5
7. CRITÉRIOS E dimensionamento dos condutores 6
   7.1. Cabos dos circuitos de distribuição 6
   7.2. Critérios de dimensionamento 6
   Geral 6
   Seção mínima 7
   Capacidade de condução de corrente 7
   Queda de tensão 8
   Adequação à corrente nominal do dispositivo de proteção 9
   Condutor neutro e de proteção 9
8. eletrodutos 11
   8.1. Informações Gerais 11
   8.2. Dados dos cabos 11
   8.3. Áreas dos cabos elétricos 12
   Situação 1: Trecho “A” – Eletroduto corrugado PEAD enterrado 12
   Situação 2: Trecho “B” – Eletroduto de aço galvanizado 13
   Situação 3: Trecho “C” – Eletroduto corrugado PEAD enterrado 14
   Situação 2: Trecho “D” – Eletroduto de aço galvanizado 14
9. Resultados dos dimensionamentos 15

2. Objetivo

Este documento apresenta os critérios e os resultados do dimensionamento dos equipamentos e materiais do projeto elétrico de baixa tensão da intalação de passarela ao lado da Estação 19 – EPQ, a nível de Projeto Básico.

3. Documentos de Referência

Segue abaixo a lista dos documentos de referência:

- DE.3/80.2X/I4.001 – Planta Baixa – Iluminação das Calçadas;
- DE.3/80.2X/I4.002 – Planta Baixa – Iluminação da Passarela;
- DE.3/80.2X/I4.003 – Planta Baixa – Aterramento;
- MC.3/80.2X/I4.004 – Memorial de Cálculo;
- ET.3/80.2X/I4.005 – Especificação Técncia;
- OR.3/80.2X/I4.006 – Planilha de Serviços e Quantidades;
- ID.3/80.2X/I4.007 – Índice de Documentos;
- MC.3/80.2X/I4.008 – Memorial de Cálculo Luminotécnico;

4. Siglas utilizadas

Tabela 4.1 - Siglas utilizadas

QTL-1-NE	Quadro Terminal de Luz 1 - Normal

5. Normas técnicas de referência

Segue abaixo a lista de normas técnicas de referência:

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- 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 14021 – Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano e metropolitano; e
- NBR ISO/CIE 8995-1/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho.

6. Considerações gerais

A quantidade de luminárias para a área externa foi definida pelo Memorial de Cálculo do estudo luminotécnico, conforme a MC.3/80.2X/I4.008 e as normas NBR ISO/CIE 8995-1/2013 e ABNT NBR 14021:2005. A disposição das mesmas são apresentadas pelos desenhos: DE.3/80.2X/I4.001 e DE.3/80.2X/I4.002.

6.1. Considerações Gerais

O empreendimento de instalação da passarela ao lado da Estação 19 - EPQ e iluminação externa deverá contemplar:

- Fornecimento e instalação de uma nova infraestrutura elétrica, enterrada, para alimentação elétricas dos postes e balizadores da passarela;
- Fornecimento e instalação do cabeamento e luminárias para a área externa da estação e passarela, conforme DE.3/80.2X/I4.001, DE.3/80.2X/I4.002, e ET.3/80.2X/I4.005;
- Equipotencialização da passarela com os terras existentes, conforme DE.3/80.2X/I4.003.

Os três novos circuitos que alimentarão as luminárias externas deverão derivar do quadro QTL-1-NE existente, conforme numeração indicada em projeto.

Deverá ser feito novo cálculo elétrico e de ocupações de dutos durante a elaboração do projeto executivo. Caso sejam necessárias

adequações (troca de disjuntores em função de cargas diferentes, etc), fica a cargo da CONTRATADA realizar todas as correções durante a etapa de execução.

A seguir, estão apresentados os critérios de dimensionamento dos condutores de alimentação dos circuitos de iluminação, bem como o cálculo de ocupação dos dutos que serão utilizados para o sistema de energia.

7. CRITÉRIOS E dimensionamento dos condutores

7.1. Cabos dos circuitos de distribuição

Os cabos dos circuitos de distribuição, que alimentarão os circuitos de iluminação, deverão ser multipolares (cabo PP 3 vias), com isolação em 450/750V, tipo CORDOPLAST da Prysmian ou similar, e demais características técnicas definidas na ET.3/80.2X/I4.005.

7.2. Critérios de dimensionamento

Geral

O dimensionamento dos condutores de baixa tensão seguem as recomendações da norma ABNT NBR 5410/2008 e as diretrizes desta Companhia.

As seções dos cabos foram determinadas considerando os seguintes critérios:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão; e
- Adequação à corrente nominal do dispositivo de proteção.

Estes critérios estão explicados a seguir.

Seção mínima

Foi adotada a seção mínima de 2,5 mm² para os circuitos de iluminação, seguindo as diretrizes da NBR 5410 (item 6.2.6.1.1) e o padrão adotado no Metrô-DF.

Capacidade de condução de corrente

Os cabos dos circuitos de baixa tensão foram dimensionados para conduzir, sem sobreaquecimento, a corrente de projeto do circuito que alimentam. A corrente de projeto é calculada a partir da corrente nominal do circuito utilizando um fator de demanda e um fator de utilização. Para circuitos monofásicos, tem-se:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n \times fp}$$

$$I_p = I_n \times f$$

$$f = f_1 \times f_2$$

Onde:

I_n: Corrente nominal do circuito [A];

P_n: Potência ativa total do circuito [W];

U_n: Tensão nominal do circuito [V];

f_p: Fator de potência;

I_p: Corrente de projeto [A];

f_1: Fator de demanda;

f_2:Fator de utilização.

Escolhe-se, então, o condutor cuja seção seja capaz de conduzir a corrente de projeto sem sobreaquecimento em condições normais de operação, a partir das tabelas 36, 37, 38 e 39 da NBR 5410.

Queda de tensão

A queda de tensão nos circuitos alimentadores não devem exceder o valor de 4% da tensão nominal da instalação, de acordo com o item 6.2.7.2 da NBR 5410 e o padrão adotado pelo Metrô-DF.

A queda de tensão nos circuitos de distribuição não deve exceder o valor de 3% da tensão nominal da instalação, de acordo com o item 6.2.7.2 da NBR 5410 e o padrão adotado pelo Metrô-DF.

A queda de tensão (∆V) nos circuitos foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\Delta V = I_p \times R_c \times L$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100\%$$

Onde:

I_p:Corrente de projeto do circuito [A];

R_c: Resistência elétrica do cabo por unidade de comprimento [Ω/km]*;

L: Comprimento total do cabo [km];

V_n: Tensão nominal de carga [V].

*A resistência característica do cabo é obtida a partir de dados de fabricante. Foi adotado nos cálculo a resistência dos cabos CORDOPLAST da Prysmian.

Por fim, compara-se a seção calculada a partir dos três critérios utilizados e escolhe-se o condutor com maior seção dentre os três.

Adequação à corrente nominal do dispositivo de proteção

Os condutores também deverão suportar a corrente nominal do dispositivo de proteção utilizado para cada circuito. Assim, escolhe-se o condutor cuja seção seja capaz de conduzir a corrente nominal do dispositivo de proteção sem sobreaquecimento em condições normais de operação, a partir das tabelas 36, 37, 38 e 39 da NBR 5410.

Condutor neutro e de proteção

Para condutores de fase com valores menores ou iguais a 25 mm², foram utilizados condutores neutros de mesma seção. Acima desse valor, o condutor de neutro foi dimensionado de acordo com a tabela 48 da NBR 5410.

Tabela 7.3.6.1 Tabela 48 da NBR 5410

Seção dos condutores de fase (mm²)	Seção Reduzida do condutor de Neutro (mm²)
S ≤ 25	S
35	25
50	25

Seção dos condutores de fase (mm²)	Seção Reduzida do condutor de Neutro (mm²)
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Os condutores de proteção foram dimensionados de forma similar, de acordo com a tabela 58 da NBR 5410.

Tabela 7.3.6.2 Tabela 58 da NBR 5410

Seção dos condutores de fase (mm²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

8. eletrodutos

8.1. Informações Gerais

Deverão ser utilizados eletrodutos para a passagem dos condutores elétricos, desde os quadros de distribuição até os pontos finais de carga, ou seja, não será permitido condutores elétricos fora das eletrocalhas, perfilados,eletrodutos e caixas de passagem.

A instalação será projetada de forma que os condutores elétricos não ocupem mais do que 40% da área útil, seguindo as prescrições da NBR 5410 (item 6.2.11.1).

Para o dimensionamento dos eletrodutos serão utilizados nos circuitos de distribuição os cabos elétricos da Prysmian do tipo Cordoplast 450/750V.

8.2. Dados dos cabos

Os cabos elétricos da linha cordoplast 450/750V, a serem utilizados na conexão dos quadros de distribuição até as cargas elétricas, têm as seguintes dimensões e peso:

- Cordoplast 450/750V 3x2,5 mm² → 10,3 mm de diâmetro externo nominal e 176 kg/km de peso líquido nominal.
- Cordoplast 450/750V 3x4,0 mm² → 11,5 mm de diâmetro externo nominal e 239 kg/km de peso líquido nominal.

8.3. Áreas dos cabos elétricos

$$A = \pi \; x \; r^2$$

Onde:

A1: Área nominal do cabo elétrico cordplast 450/750 V de 3x2,5 [mm²];

A2: Área nominal do cabo elétrico cordplast 450/750 V de 3x4,0 [mm²].

π: 3,141592; e

r: Raio nominal do cabo elétrico [mm].

Cabo	Diâmetro externo	Área externa Total
Cabo PP 3x2,5mm² (ref. Cordoplast 450/750V)	10,30 mm	83,32 mm²
Cabo PP 3x4,0mm² (ref. Cordoplast 450/750V)	11,50 mm	103,87 mm²

Situação 1: Trecho "A" – Eletroduto corrugado PEAD enterrado



Figura 1: Eletroduto corrugado PEAD

Situação 1 - Trecho A	Bitola do Condutor	Área externa Total	Área Interna Total
Circuito C-37	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Circuito C-38	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Circuito C-39	2,5 mm²	83,3 mm²	-
Circuito C-39	2,5 mm²	83,3 mm²	-
Duto corrugado PEAD 1.1/4"	-	-	791,7 mm²
Taxa de Ocupação	**36,76%**		

$$Taxa\ de\ Ocupação\ (\%) = 36{,}76\ \%$$ (abaixo dos 40% da taxa estipulada para este projeto)

Situação 2: Trecho "B" – Eletroduto de aço galvanizado

- 

- Figura 2: Eletroduto Rígido em Aço Carbono

Situação 2 - Trecho B	Bitola do Condutor	Área externa Total	Área Interna Total
Circuito C-39	2,5 mm²	83,3 mm²	-
Eletroduto aço galvanizado 3/4"	-	-	285,0 mm²
Taxa de Ocupação	**29,23%**		

$$Taxa\ de\ Ocupação\ (\%) = 29{,}23\ \%$$ (abaixo dos 40% da taxa estipulada para este projeto)

Situação 3: Trecho “C” – Eletroduto corrugado PEAD enterrado



Figura 1: Eletroduto corrugado PEAD

Situação 3 - Trecho C	Bitola do Condutor	Área externa Total	Área Interna Total
Circuito C-37	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Circuito C-38	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Eletroduto aço galvanizado 1.1/4"	-	-	791,7 mm²
Taxa de Ocupação	**26,24%**		

$Taxa\ de\ Ocupação\ (\%) = 26{,}24\ \%$ (abaixo dos 40% da taxa estipulada para este projeto)

Situação 2: Trecho “D” – Eletroduto de aço galvanizado



- Figura 2: Eletroduto Rígido em Aço Carbono

Situação 4 - Trecho D	Bitola do Condutor	Área externa Total	Área Interna Total
Circuito C-37	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Circuito C-38	4,0 mm²	103,9 mm²	-
Circuito C-39	2,5 mm²	83,3 mm²	-
Eletroduto aço galvanizado 1.1/4"	-	-	791,7 mm²
Taxa de Ocupação	**36,76%**		

$Taxa\ de\ Ocupação\ (\%) = 20{,}02\ \%$ (abaixo dos 40% da taxa estipulada para este projeto)

9. Resultados dos dimensionamentos

As tabelas a seguir sumarizam os cálculos dos circuitos terminais do quadro QTL-1-NE (existente), acrescidos os três circuitos de iluminação externa (destacados em verde), escopo deste fornecimento. Os cálculos realizados para se determinar a seção dos circuitos e a queda de tensão foram realizados de forma automática a partir de uma tabela, considerando os parâmetros apontados acima.

RELAÇÃO DE CARGA - QTL-1-NE									DEMANDA	BALANCEAMENTO			QUEDA DE TENSÃO	
										19,60KVA	18,01KVA	17,32KVA		
ELETRICIDADE							EQUIPAMENTO			R	S	T		
Nº DO CIRCUITO	POT. UNITÁRIA (W)	fp	POT. UNITÁRIA (VA)	POT. TOTAL (VA)	CABO mm²	In (A)	DESCRIÇÃO	QTDE	P	P	P	P	DISTÂNCIA	Queda de Tensão - 4,00%
C-01	40	0,92	43	870	#2,5	16	ILUMINAÇÃO - MULTIUSO, DML, SANIT. FEM, COPA, SANIT. MASC.	20	800W	800	0	0	38m	0,61mm²
C-02	40	0,92	43	435	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – SANIT. PCD, SIE, CONTAGEM E BILHETERIA	10	400W	400	0	0	20m	0,16mm²
C-03	40	0,92	43	348	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – SUBESTAÇÃO AUXILIAR	8	320W	0	320	0	32m	0,26mm²
C-04	40	0,92	43	783	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – SALA TÉCNICA E SALA DO SUPERVISOR	18	720W	0	720	0	24m	0,38mm²
C-05	40	0,92	43	783	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – ACESSO 1	18	720W	0	0	720	48m	0,78mm²
C-06	40	0,92	43	739	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – ACESSO 2	17	680W	0	0	680	65m	1,06mm²
C-07	40	0,92	43	826	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – ACESSO 3	19	760W	760	0	0	48m	0,78mm²
C-08	40	0,92	43	826	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – ACESSO 4	19	760W	760	0	0	65m	1,06mm²
C-09	40	0,92	43	348	#2,5	16	ILUMINAÇÃO – CORREDOR	8	320W	0	320	0	32m	0,26mm²
C-10	150	0,92	163	1141	#2,5	16	TOMADAS – SALA DO SUPERVISOR	7	315W	0	315	0	13m	0,32mm²
C-11	150	0,92	163	1467	#2,5	16	TOMADAS – SALA TÉCNICA	9	405W	0	0	405	23m	0,66mm²
C-12	150	0,8	188	938	#2,5	16	TOMADAS – SUBESTAÇÃO	5	225W	0	0	225	30m	0,61mm²
C-13	150	0,8	188	2438	#2,5	16	TOMADAS –BILHETERIA CONTAGEM	13	585W	585	0	0	20m	0,97mm²
C-14	150	0,9	167	1000	#2,5	16	TOMADAS – SIE, SAN PCD, SAN MASC.	6	270W	270	0	0	32m	0,65mm²
C-15	150	0,9	167	500	#2,5	16	TOMADA – COPA	3	135W	0	135	0	30m	0,37mm²
C-16	600	0,9	667	667	#2,5	16	TOMADA – COPA	1	180W	0	180	0	30m	0,49mm²
C-17	150	0,9	167	167	#2,5	16	TOMADA – COPA	1	45W	0	0	45	30m	0,12mm²
C-18	150	0,9	167	667	#2,5	16	TOMADAS – SANITÁRIO FEM., SALA MULTIUSO	4	180W	0	0	180	30m	0,49mm²
C-19	1550	0,85	1824	1824	#4,0	25	AC – MULTIUSO 18.000BTUS	1	1550W	1550	0	0	20m	0,73mm²
C-20	815	0,85	959	959	#4,0	25	AC – SALA DO INSPETOR DE ESTAÇÃO 9.000BTUS	1	815W	815	0	0	17m	0,34mm²
C-21	815	0,85	959	959	#4,0	25	AC – CONTAGEM 9.000BTUS	1	815W	0	815	0	23m	0,47mm²
C-22	2804	0,85	3299	3299	#4,0	25	AC – BILHETERIA 31.000BTUS	1	2804W	0	2804	0	18m	1,10mm²
C-23	3150	0,85	3706	3706	#4,0	25	AC – SALA TÉCNICA 36.000BTUS	1	3150W	0	0	3150	21m	1,45mm²
C-24	3150	0,85	3706	3706	#4,0	25	AC – SUPERVISOR 36.000BTUS	1	3150W	0	0	3150	18m	1,24mm²
C-25	3150	0,85	3706	3706	#4,0	25	AC – SUPERVISOR 36.000BTUS	1	3150W	3150	0	0	18m	1,24mm²
C-26	140	0,92	152	152	#4,0	25	PAINEL DE HIDRANTE. E COMANDO E EMERGENCIA	1	740W	246,66667	246,6666667	246,6666667	20m	0,09mm²
	600		652	652				1						
C-27	226	0,85	266	2127	#6,0	32	ILUMINAÇÃO – ESTACIONAMENTO	8	1808W	0	1808	0	53m	2,15mm²
C-28	226	0,85	266	2127	#6,0	32	ILUMINAÇÃO – ESTACIONAMENTO	8	1808W	0	1808	0	59m	2,39mm²
C-29	226	0,85	266	1861	#6,0	32	ILUMINAÇÃO – ESTACIONAMENTO	7	1582W	0	0	1582	52m	1,90mm²
C-30	150	0,85	176	1765	#2,5	16	ILUMINAÇÃO EXTERNA ESTAÇÃO	10	1500W	0	0	1500	62m	2,26mm²
C-31	5400	1	5400	5400	#4,0	25	CHUVEIRO - SAN. PCD	1	3780W	3780	0	0	18m	1,83mm²

Rubrica Autor:

C-32	5400	1	5400	5400	#4,0	25	CHUVEIRO - SAN. MASCULINO	1	3780W	3780	0	0	18m	1,83mm²
C-33	5400	1	5400	5400	#4,0	25	CHUVEIRO - SAN. MASCULINO	1	3780W	0	3780	0	18m	1,83mm²
C-34	5400	1	5400	5400	#4,0	25	CHUVEIRO - SAN. FEMININO	1	3780W	0	3780	0	18m	1,83mm²
C-35	5400	1	5400	5400	#4,0	25	CHUVEIRO - SAN. FEMININO	1	3780W	0	0	3780	18m	1,83mm²
C-36	160	0,92	174	174	#2,5	16	SPLIT DE 24.000 BTU/h EXISTENTE SALA TECNICA	1	160W	0	0	160		0,00mm²
C-37	98	0,92	107	959	#4,0	25	ILUMINAÇÃO POSTES PASSARELA 1	9	882W	882	0	0	195m	3,96mm²
C-38	98	0,92	107	959	#4,0	25	ILUMINAÇÃO POSTES PASSARELA 2	9	882W	882	0	0	195m	3,96mm²
C-39	15	0,92	16	130	#2,5	16	ILUMINAÇÃO PASSARELA	8	120W	0	120	0	100m	0,41mm²
RES	160	0,92	174	174	#2,5	16	RESERVA	1	160W	0	0	160		0,00mm²
RES	160	0,92	174	174	#2,5	16	RESERVA	1	160W	0	0	160		0,00mm²
RES	160	0,92	174	174	#2,5	16	RESERVA	1	160W	0	0	160		0,00mm²

Rubrica Autor: