

**PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DE RIBEIRÃO DAS NEVES
RUA VERA LÚCIA DE OLIVEIRA ANDRADE – VILA ESPLANADA
RIBEIRÃO DAS NEVES/MG**



MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO COMPLEMENTAR:

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1. INTRODUÇÃO

O objeto em questão é a nova edificação, com 3.915,46 metros quadrados de área, do prédio público destinado à alocação do Ministério Público de Minas Gerais em Ribeirão das Neves, situado à Rua Vera Lúcia de Oliveira, Vila Esplanada.

1.1. Objetivo

Apresentar as soluções adotadas no projeto de Instalações Elétricas para o edifício do Ministério Público de Minas Gerais em Ribeirão das Neves.

1.2. Normas Aplicáveis

Os projetos foram elaborados obedecendo as Normas Técnicas da ABNT vigentes e as diretrizes básicas definidas no projeto arquitetônico.

- ABNT NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interiores;
- ABNT NBR 13.570:1996 - Instalações elétricas em locais de afluência de público;
- ABNT NBR 10.898:2013 - Sistema de iluminação de emergência;
- ABNT NBR 13.534:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde;
- NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- ABNT NBR IEC 62031:2013 – Módulos de LED para iluminação geral;
- ND-5.1 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais;

2. CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

Os circuitos elétricos deverão atender aos limites de percentual máximo de queda de tensão admissível bem como os critérios de capacidade de condução de corrente impostos pela NBR-5410/2004.

Os limites estabelecidos para queda de tensão referem-se à queda de tensão entre a origem de uma instalação e qualquer ponto de utilização desta, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação.

Para determinação da queda de tensão leva-se em conta os seguintes parâmetros:

- Corrente de projeto [A];
- Comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga [km];
- Queda de tensão unitária do cabo a ser utilizado [V/A.km].

Para a verificação da queda de tensão máxima admissível, adotou-se o critério de acordo com a seção 6.2.7.1 item A da NBR 5410:2004:

6.2.7.1 Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s).

Para a verificação da queda de tensão máxima admissível, utilizamos a base de dados dos cabos elétricos da fabricante NEXANS FICAP, modelos Afitox 450/750V e 0,6/1kV, quando aplicável.

Já para a capacidade de condução de corrente, os seguintes parâmetros foram considerados:

- Método de instalação (Tabela 33 da NBR 5410/2004);
- Temperaturas características dos condutores (Tabela 35 da NBR 5410/2004);
- Corrente do circuito elétricos [A];
- Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (Tabela 42 da NBR 5410/2004).

2.1. Queda de Tensão em Corrente Alternada

Cálculo da queda de tensão a partir de uma seção do condutor conhecida e queda de tensão percentual determinada:

$$\Delta V (\%) = (\Delta V_{pu} * L * I * 100) / V$$

Em que:

- **$\Delta V (\%)$** é a queda de tensão percentual da instalação [%];
- **ΔV_{pu}** é a queda de tensão unitária de acordo com tabela fornecida pelo fabricante do cabo [V/A.km];
- **L** é comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga [km];

- **I** é a corrente a ser transportada [A];
- **V** é a tensão nominal da linha [V].

2.2. Queda de Tensão em Corrente Contínua

O cálculo da queda de tensão em corrente contínua segue a mesma equação da queda de tensão em corrente alternada, com algumas diferenças nas terminologias, sendo que:

- **ΔV (%)** é a queda de tensão percentual da instalação [%];
- **ΔV pu** é a queda de tensão unitária de acordo com tabela fornecida pelo fabricante do cabo [Ω .km];
- **L** é comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga [km];
- **I** é a corrente a ser transportada [A];
- **V** é a tensão nominal da linha em corrente contínua [Vcc].

2.3. Capacidade de Condução de Corrente Elétrica

Para que o cabo elétrico atenda aos critérios de condução de corrente, o valor da capacidade de condução corrigida deve ser maior ou igual à corrente do circuito elétrico em questão:

$$I_c = I * f_a$$

$$I_c \geq I_d$$

Em que:

- **I_c** é a capacidade de condução do cabo elétrico corrigida [A];
- **I** é a capacidade de condução do cabo elétrico em função de seu método de instalação [A];
- **f_a** é o fator de agrupamento;
- **I_d** é a corrente elétrica do circuito [A].

2.4. Resultados Circuitos Alimentadores de Baixa Tensão

Descrição	TRAFO 500KVA (220V) - QGBT	QGBT -> C1	QGBT -> C2	QGBT -> QCM-PCI	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC-1P	COFRE PLUG-IN QDC-1P -> QDC-1P
Corrente de projeto [A]	1248,7	4,55	4,55	33,4	1206,2	79,91
Método de instalação	D	B1	B1	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1
Número de condutores carregados	3	2	2	3	-	3
Seção do cabo [mm ²]	#240	#4	#4	#16	-	#25
Capacidade de condução do cabo	351	32	32	88	1250	117
Fator de agrupamento	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Capacidade de condução corrigida	245,7	32	32	88	1250	117
Comprimento do circuito [km]	0,028	0,023	0,035	0,035	0,005	0,001
Tensão nominal da linha [V]	220	220	220	220	220	220
Número de circuitos	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Queda de tensão unitária [V/A.km]	0,21	10,1	10,1	2,5	0,053	1,6
Queda de tensão percentual [%]	0,56	0,48	0,73	1,33	0,15	0,06
Queda de tensão percentual acumulada [%]	0,56	1,04	1,29	1,89	0,70	0,76

Descrição	QDC-1P -> QDC-BOMBAS	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC-2P	COFRE PLUG-IN QDC-2P -> QDC-2P	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC-3P	COFRE PLUG-IN QDC-3P -> QDC-3P
Corrente de projeto [A]	27,7	1126,3	153,44	972,86	177,68
Método de instalação	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1
Número de condutores carregados	3	-	3	-	3
Seção do cabo [mm ²]	#10	-	#70	-	#95
Capacidade de condução do cabo	66	1250	222	1250	269
Fator de agrupamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Capacidade de condução corrigida	66	1250	222	1250	269
Comprimento do circuito [km]	0,021	0,004	0,001	0,004	0,001
Tensão nominal da linha [V]	220	220	220	220	220
Número de circuitos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Queda de tensão unitária [V/A.km]	3,9	0,053	0,6	0,053	0,46
Queda de tensão percentual [%]	1,03	0,11	0,04	0,09	0,04
Queda de tensão percentual acumulada [%]	1,79	0,87	0,91	0,96	1,00

Descrição	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC-4P	COFRE PLUG-IN QDC-4P -> QDC- 4P	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC- 5P	COFRE PLUG-IN QDC-5P -> QDC- 5P	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC- ELEV	COFRE PLUG-IN QDC-ELEV -> QDC-ELEV
Corrente de projeto [A]	795,18	177,57	617,61	177,57	440,04	89,71
Método de instalação	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1
Número de condutores carregados	-	3	-	3	-	3
Seção do cabo [mm2]	-	#95	-	#95	-	#35
Capacidade de condução do cabo	1250	269	1250	269	1250	144
Fator de agrupamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Capacidade de condução corrigida	1250	269	1250	269	1250	144
Comprimento do circuito [km]	0,004	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001
Tensão nominal da linha [V]	220	220	220	220	220	220
Número de circuitos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Queda de tensão unitária [V/A.km]	0,053	0,46	0,053	0,46	0,053	1,2
Queda de tensão percentual [%]	0,08	0,04	0,06	0,04	0,03	0,05
Queda de tensão percentual acumulada [%]	1,04	1,08	1,10	1,14	1,13	1,18

Descrição	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC- COB	COFRE PLUG-IN QDC-COB -> QDC-COB	QGBT -> COFRE PLUG-IN QDC- AC-COB	COFRE PLUG-IN QDC-AC-COB -> QDC-AC-COB	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.1	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.2
Corrente de projeto [A]	350,33	19,13	331,2	331,2	53,08	37,27
Método de instalação	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	B1	B1	B1
Número de condutores carregados	-	3	-	3	3	3
Seção do cabo [mm2]	-	#10	-	#240	#16	#10
Capacidade de condução do cabo	1250	66	1250	481	88	66
Fator de agrupamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Capacidade de condução corrigida	1250	66	1250	481	88	66
Comprimento do circuito [km]	0,001	0,001	0,001	0,009	0,012	0,009
Tensão nominal da linha [V]	220	220	220	220	220	220
Número de circuitos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Queda de tensão unitária [V/A.km]	0,053	3,9	0,053	0,21	2,5	3,9
Queda de tensão percentual [%]	0,01	0,03	0,01	0,28	0,72	0,59
Queda de tensão percentual acumulada [%]	1,14	1,17	1,15	1,43	2,15	2,03

Descrição	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.3	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.4	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.5	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.6	QDC-AC-COB -> CIRCUITO 7.7
Corrente de projeto [A]	60,14	37,27	53,08	37,27	53,08
Método de instalação	B1	B1	B1	B1	B1
Número de condutores carregados	3	3	3	3	3
Seção do cabo [mm ²]	#35	#10	#16	#10	#16
Capacidade de condução do cabo	144	66	88	66	88
Fator de agrupamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Capacidade de condução corrigida	144	66	88	66	88
Comprimento do circuito [km]	0,004	0,013	0,01	0,009	0,008
Tensão nominal da linha [V]	220	220	220	220	220
Número de circuitos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Queda de tensão unitária [V/A.km]	1,2	3,9	2,5	3,9	2,5
Queda de tensão percentual [%]	0,13	0,86	0,60	0,59	0,48
Queda de tensão percentual acumulada [%]	1,56	2,29	2,03	2,03	1,91

Referência de fabricante: Cabo Afumex Flex 0,6/1kV Prysmian

Método de instalação conforme Tabela 33 - NBR 5410:

B1 - Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção

3. CÁLCULO DE CURTO CIRCUITO

Na ocorrência de um curto-circuito, a corrente que circula desde a geração até o ponto onde acontece a falha é limitada apenas por impedâncias internas de equipamentos tais como geradores e transformadores, além de trechos de cabos como linhas de transmissão e cabos de ligação.

Os processos de cálculo utilizados neste trabalho são de fácil aplicação no desenvolvimento do mesmo. Para simplicidade do cálculo, será empregada a metodologia de valores por unidade (pu). Em função desta condição, serão adotados como base o valor P_b , expresso em kVA, e a tensão secundária V_b , dada em kV, do transformador que alimenta a edificação.

A seguir, será mostrado o roteiro de cálculo que permite determinar os valores das correntes de curto-circuito em diferentes pontos da unidade.

1º. Impedância reduzida do sistema.

A impedância reduzida do sistema é aquela que representa todas as impedâncias

desde a fonte de geração até o ponto de entrega de energia à unidade consumidora (medidor de energia elétrica), isto é, compreendendo as impedâncias da geração, do sistema de transmissão, do sistema de subtransmissão e do sistema de distribuição. Esta impedância é muito pequena em relação ao valor de impedância da edificação em questão, podendo ser assim desprezada para simplificação dos cálculos.

2º. Impedância do transformador da subestação.

Para esse cálculo é necessário conhecermos as seguintes grandezas do transformador: potência nominal, impedância percentual, perdas ôhmicas no cobre e tensão nominal. A partir daí calcula-se a impedância do transformador em pu.

3º. Impedância do circuito que conecta o transformador aos quadros gerais.

Para esse cálculo é necessário conhecermos as seguintes grandezas do circuito: resistência de sequência positiva do condutor, reatância de sequência positiva do condutor, comprimento do circuito medido entre os terminais do transformador e o quadro elétrico e o número de condutores por fase. A partir desses dados, podemos calcular a impedância do circuito que será acumulada com as impedâncias anteriormente calculadas e calcular o valor da corrente de curto-circuito para este quadro.

4º. Impedância dos circuitos que conectam quadros

Para o cálculo da impedância de circuitos entre quadros, repete-se o procedimento 3.

Os valores nominais das correntes de curto-circuito dos dispositivos indicadas aqui são os valores comerciais imediatamente superiores aos valores calculados para cada painel.

3.1. CÁLCULOS

Transformador

Potência nominal (P_n) [kVA]

Impedância percentual (Z_p) [%]

Tensão nominal (V_n) [kV]

Perdas ôhmicas no cobre (P_{cu}) [W]

Potência base (P_b) [kVA]

Tensão base (V_b) [kV]

Corrente base (I_b): $I_b = P_b / (\sqrt{3} \times V_b)$ [A]

Resistência percentual (R_p): $P_{cu} / (10 \times P_n)$

Resistência por unidade (R_u): $R_p \times (P_b/P_n) \times (V_n/V_b)^2$

Impedância por unidade (Z_u): $Z_u = Z_p \times (P_b/P_n) \times (V_n/V_b)^2$

Reatância por unidade (X_u): $= \sqrt{Z_u^2 - R_u^2}$

Impedância por unidade (Z_u): $Z_u = R_u + jX_u$

Painéis Elétricos

Comprimento do circuito (L) [m]

Número de condutores por fase do circuito (N_c)

Seção do cabo elétrico (S_c) [mm²]

Resistência do cabo elétrico (R_c) [mΩ/m]

Reatância do cabo elétrico (X_c) [mΩ/m]

Resistência total do cabo (R_c): $(R_c \times L) / (1.000 \times N_c)$ [Ω]

Reatância total do cabo (X_c): $(X_c \times L) / (1.000 \times N_c)$ [Ω]

Resistência do circuito por unidade (R_{uc}): $R_{uc} = R_c \times [P_b / (1.000 \times V_b^2)]$ pu

Reatância do circuito por unidade (X_{uc}): $X_{uc} = X_c \times [P_b / (1.000 \times V_b^2)]$ pu

Impedância do circuito por unidade (Z_{uc}): $Z_{uc} = R_{uc} + jX_{uc}$ pu

Impedância total acumulada do circuito por unidade (Z_{ac}): $Z_{ac} = \sum Z_{uc}$

Corrente de curto-circuito do circuito (I_{cc}): $I_{cc} = I_b / (1.000 \times |Z_{ac}|)$ [kA]

3.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.2.1. Secundário do Transformador

Dados Base	
Potência (kVA)	500
Tensão (kV)	0,22
Corrente (A)	1.312

Secundário do Transformador					
Dados do Transformador		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P1 (pu)	
Potência (kVA)	500	Resistência	0,0092	Resistência	0,0078
Impedância Percentual (%)	6,0	Reatância	0,0595	Reatância	0,0595
Perdas Ôhmicas no cobre	3.900	Impedância	0,0078+0,0595j	Impedância	0,0078+0,0595j

O nível de curto circuito calculado no secundário do transformador é de 21,87kA.

3.2.2. QGBT

Dados Base	
Potência (kVA)	500
Tensão (kV)	0,22
Corrente (A)	1.312

Secundário do Transformador					
Dados do Transformador		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P1 (pu)	
Potência (kVA)	500	Resistência	0,0046	Resistência	0,0078
Impedância Percentual (%)	6,0	Reatância	0,0595	Reatância	0,0595
Perdas Ôhmicas no cobre	3.900	Impedância	0,0078+0,0595j	Impedância	0,0078+0,0595j

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

O nível de curto circuito calculado no QGBT é de 19,9kA.

3.2.3. COFRE PLUG-IN QDC-1P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-1P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P4 (pu)	
Comprimento (m)	5	Resistência	0,0020	Resistência	0,0144
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0019	Reatância	0,0666
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,002+0,0019j	Impedância	0,0144+0,0666j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0001950				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001800				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-1P é de 19,26kA.

3.2.4. QDC-1P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-1P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P4 (pu)	
Comprimento (m)	5	Resistência	0,0020	Resistência	0,0144
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0019	Reatância	0,0666
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,002+0,0019j	Impedância	0,0144+0,0666j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0001950				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001800				

COFRE PLUG-IN QDC-1P>QDC-1P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P5 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0092	Resistência	0,0236
Seção do condutor elétrico (mm ²)	25,0	Reatância	0,0012	Reatância	0,0678
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,8891000	Impedância	0,0092+0,0012j	Impedância	0,0236+0,0678j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1164000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008891				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001164				

O nível de curto circuito calculado no QDC-1P é de 18,28kA.

3.2.5 QCM-BOMBAS

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-1P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P4 (pu)	
Comprimento (m)	5	Resistência	0,0020	Resistência	0,0144
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0019	Reatância	0,0666
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,002+0,0019j	Impedância	0,0144+0,0666j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0001950				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001800				

COFRE PLUG-IN QDC-1P>QDC-1P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P5 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0092	Resistência	0,0236
Seção do condutor elétrico (mm ²)	25,0	Reatância	0,0012	Reatância	0,0678
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,8891000	Impedância	0,0092+0,0012j	Impedância	0,0236+0,0678j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1164000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008891				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001164				

QDC-1P>QDC-BOMBAS					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P6 (pu)	
Comprimento (m)	21	Resistência	0,4821	Resistência	0,5037
Seção do condutor elétrico (mm ²)	10,0	Reatância	0,0262	Reatância	0,0921
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	2,2221000	Impedância	0,4821+0,0262j	Impedância	0,5037+0,0921j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1207000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0466641				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0025347				

O nível de curto circuito calculado no QCM-BOMBAS é de 2,56kA.

3.2.6. COFRE PLUG-IN QDC-2P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-2P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P9 (pu)	
Comprimento (m)	7	Resistência	0,0028	Resistência	0,0152
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0026	Reatância	0,0673
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0028+0,0026j	Impedância	0,0152+0,0673j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0002730				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0002520				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-2P é de 19,02kA.

3.2.7. QDC-2P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-2P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P9 (pu)	
Comprimento (m)	7	Resistência	0,0028	Resistência	0,0152
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0026	Reatância	0,0673
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0028+0,0026j	Impedância	0,0152+0,0673j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0002730				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0002520				

COFRE PLUG-IN QDC-2P>QDC-2P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P10 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0033	Resistência	0,0185
Seção do condutor elétrico (mm ²)	70,0	Reatância	0,0011	Reatância	0,0684
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,3184000	Impedância	0,0033+0,0011j	Impedância	0,0185+0,0684j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1096000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0003184				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001096				

O nível de curto circuito calculado no QDC-2P é de 18,52kA.

3.2.11 COFRE PLUG-IN QDC-3P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				
QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-3P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P13 (pu)	
Comprimento (m)	11	Resistência	0,0044	Resistência	0,0168
Seção do condutor elétrico (mm²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0041	Reatância	0,0688
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0044+0,0041j	Impedância	0,0168+0,0688j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0004290				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0003960				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-3P é de 18,53kA.

3.2.12 QDC-3P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				
QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-3P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P13 (pu)	
Comprimento (m)	11	Resistência	0,0044	Resistência	0,0168
Seção do condutor elétrico (mm²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0041	Reatância	0,0688
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0044+0,0041j	Impedância	0,0168+0,0688j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0004290				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0003960				

COFRE PLUG-IN QDC-3P>QDC-3P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P14 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0024	Resistência	0,0192
Seção do condutor elétrico (mm ²)	95,0	Reatância	0,0011	Reatância	0,0699
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,2352000	Impedância	0,0024+0,0011j	Impedância	0,0192+0,0699j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1090000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0002352				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001090				

O nível de curto circuito calculado no QDC-3P é de 18,10kA.

3.2.13 COFRE PLUG-IN QDC-4P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-4P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P15 (pu)	
Comprimento (m)	15	Resistência	0,0060	Resistência	0,0184
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0056	Reatância	0,0703
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,006+0,0056j	Impedância	0,0184+0,0703j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0005850				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0005400				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-4P é de 18,06kA.

3.2.14 QDC-4P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-4P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P15 (pu)	
Comprimento (m)	15	Resistência	0,0060	Resistência	0,0184
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0056	Reatância	0,0703
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,006+0,0056j	Impedância	0,0184+0,0703j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0005850				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0005400				

COFRE PLUG-IN QDC-4P>QDC-4P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P16 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0024	Resistência	0,0208
Seção do condutor elétrico (mm ²)	95,0	Reatância	0,0011	Reatância	0,0714
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,2352000	Impedância	0,0024+0,0011j	Impedância	0,0208+0,0714j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1090000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0002352				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001090				

O nível de curto circuito calculado no QDC-4P é de 17,64kA.

3.2.15 COFRE PLUG-IN QDC-5P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-5P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P17 (pu)	
Comprimento (m)	19	Resistência	0,0077	Resistência	0,0201
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0071	Reatância	0,0718
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0077+0,0071j	Impedância	0,0201+0,0718j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0007410				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0006840				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-5P é de 17,60kA.

3.2.16 QDC-5P

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-5P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P17 (pu)	
Comprimento (m)	19	Resistência	0,0077	Resistência	0,0201
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0071	Reatância	0,0718
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0077+0,0071j	Impedância	0,0201+0,0718j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0007410				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0006840				

COFRE PLUG-IN QDC-5P>QDC-5P					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P18 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0024	Resistência	0,0225
Seção do condutor elétrico (mm ²)	95,0	Reatância	0,0011	Reatância	0,0729
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,2352000	Impedância	0,0024+0,0011j	Impedância	0,0225+0,0729j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1090000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0002352				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001090				

O nível de curto circuito calculado no QDC-5P é de 17,20kA.

3.2.17 COFRE PLUG-IN QDC-COB

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	23	Resistência	0,0093	Resistência	0,0217
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0086	Reatância	0,0733
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0093+0,0086j	Impedância	0,0217+0,0733j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008970				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0008280				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-COB é de 17,16kA.

3.2.18 QDC-COB

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	23	Resistência	0,0093	Resistência	0,0217
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0086	Reatância	0,0733
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0093+0,0086j	Impedância	0,0217+0,0733j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008970				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0008280				

COFRE PLUG-IN QDC-COB>QDC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0230	Resistência	0,0447
Seção do condutor elétrico (mm ²)	10,0	Reatância	0,0012	Reatância	0,0745
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	2,2221000	Impedância	0,023+0,0012j	Impedância	0,0447+0,0745j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1207000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0022221				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001207				

O nível de curto circuito calculado no QDC-COB é de 15,10kA.

3.2.19 COFRE PLUG-IN QDC-ELEV

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-ELEV					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	22	Resistência	0,0089	Resistência	0,0213
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0082	Reatância	0,0729
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0089+0,0082j	Impedância	0,0213+0,0729j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008580				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0007920				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-ELEV é de 17,28kA.

3.2.20 QDC-ELEV

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-ELEV					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	22	Resistência	0,0089	Resistência	0,0213
Seção do condutor elétrico (mm²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0082	Reatância	0,0729
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0089+0,0082j	Impedância	0,0213+0,0729j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0008580				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0007920				
COFRE PLUG-IN QDC-ELEV>QDC-ELEV					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	1	Resistência	0,0066	Resistência	0,0279
Seção do condutor elétrico (mm²)	35,0	Reatância	0,0012	Reatância	0,0741
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,6353000	Impedância	0,0066+0,0012j	Impedância	0,0279+0,0741j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1128000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0006353				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0001128				

O nível de curto circuito calculado no QDC-ELEV é de 16,57kA.

3.2.21 COFRE PLUG-IN QDC-AC-COB

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-AC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	24	Resistência	0,0097	Resistência	0,0221
Seção do condutor elétrico (mm²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0089	Reatância	0,0736
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0097+0,0089j	Impedância	0,0221+0,0736j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0009360				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0008640				

O nível de curto circuito calculado no Cofre Plug-in QDC-AC-COB é de 17,08kA.

3.2.22 QDC-AC-COB

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>COFRE PLUG-IN QDC-AC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	24	Resistência	0,0097	Resistência	0,0221
Seção do condutor elétrico (mm ²)	BARRAMENTO BLINDADO 1250A	Reatância	0,0089	Reatância	0,0736
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0390000	Impedância	0,0097+0,0089j	Impedância	0,0221+0,0736j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0360000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0009360				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0008640				

COFRE PLUG-IN QDC-AC-COB>QDC-AC-COB					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	8	Resistência	0,0079	Resistência	0,0300
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240,0	Reatância	0,0088	Reatância	0,0824
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958000	Impedância	0,0079+0,0088j	Impedância	0,03+0,0824j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1070000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0007664				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0008560				

O nível de curto circuito calculado no QDC-AC-COB é de 14,96kA.

3.2.23 QCM-PCI

QGBT					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P2 (pu)	
Comprimento (m)	28	Resistência	0,0046	Resistência	0,0124
Seção do condutor elétrico (mm ²)	240	Reatância	0,0052	Reatância	0,0647
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	0,0958	Impedância	0,0046+0,0052j	Impedância	0,0124+0,0647j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,107				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,000447067				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,000499333				

QGBT>QCM-PCI					
Dados do Circuito		Impedância do circuito (pu)		Impedância acumulada no ponto P21 (pu)	
Comprimento (m)	35	Resistência	0,5025	Resistência	0,5149
Seção do condutor elétrico (mm ²)	16,0	Reatância	0,0424	Reatância	0,1071
Resistência do condutor elétrico (mΩ/m)	1,3899000	Impedância	0,5025+0,0424j	Impedância	0,5149+0,1071j
Reatância do condutor elétrico (mΩ/m)	0,1173000				
Resistência total do condutor elétrico (Ω)	0,0486465				
Reatância total do condutor elétrico (Ω)	0,0041055				

O nível de curto circuito calculado no QCM-PCI é de 2,49kA.

4. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

4.1. ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS

Os eletrodutos deverão ser novos e corresponder aos diâmetros indicados no projeto.

Os eletrodutos de PVC rígido deverão ser do tipo rosqueável, anti-chama (não propagam chama), com roscas nas extremidades, fabricados e testados de acordo com a norma NBR 15465, fornecidos em peças de 3,0 metros de comprimento, na cor preta, nos diâmetros indicados nas listas de materiais e com conexões.

Os eletrodutos de PVC flexíveis deverão ser corrugados, do tipo reforçado, na cor laranja, anti-chama (não propagam chama), fornecidos com conexões, fabricados e testados de acordo com a norma NBR 15465.

Os eletrodutos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) deverão ser corrugados, seção circular, na cor preta, fornecidos com conexões, arame guia e fita de aviso "PERIGO", fabricados e testados de acordo com a norma NBR 15715.

Os eletrodutos de aço carbono deverão ser do tipo rígido, com rosca nas extremidades, fabricados e testados de acordo com a norma NBR 13057 e fornecidos em peças de 3,0 metros de comprimento e com conexões. Os eletrodutos deverão ser zincados eletroliticamente. Os eletrodutos instalados em áreas externas deverão ser de aço galvanizado a quente, conforme NBR-5624.

Os eletrodutos metálicos flexíveis, tipo "Seal-tube", deverão ser de fita de aço zincado conforme NBR 7008 E 7013, sem revestimento de PVC.

Na colocação de eletrodutos embutidos nas paredes, o enchimento da alvenaria será com argamassa. O trabalho de remendo na alvenaria, com argamassa deverá ser o mais perfeito possível para se evitar rachaduras posteriores.

Os eletrodutos aparentes deverão ser adequadamente alinhados com as paredes e teto, e perpendiculares entre si, a menos que expressamente indicados em projeto.

Não serão permitidas curvas com ângulos maiores que 90 graus.

Onde houver necessidade de curvas ou grupos paralelos de eletrodutos, estes deverão ser curvados de modo a formarem arcos concêntricos, mesmo que sejam de diâmetros diferentes. O número máximo de curvas entre duas caixas deverá ser de duas. Deverão ser obrigatoriamente usadas curvas pré-fabricadas em todas as mudanças de direção.

Não será permitido aquecer os eletrodutos para facilitar seu curvamento, sendo que este deverá ser executado ainda, sem enrugamento, amassaduras ou avarias no revestimento.

As emendas de eletrodutos deverão ser realizadas mediante luvas apropriadas.

Os eletrodutos roscados no campo deverão ter rosca em concordância com as normas, devendo permitir o roscamento de no mínimo 5 (cinco) fios de rosca. As roscas que contiverem uma volta ou mais de fios cortados deverão ser rejeitadas, mesmo que a falha não fique na faixa de aperto.

As seções externas deverão ser perpendiculares ao eixo longitudinal do eletroduto, devendo ter a sua parte interna devidamente escariada para remoção de rebarbas, a fim de impedir danos aos condutores elétricos.

A conexão de eletrodutos às caixas de passagem deverão ser feitas por meio de buchas e arruelas apropriadas. As buchas e arruelas deverão ser fabricadas em liga de

alumínio, ter o mesmo tipo de rosca dos eletrodutos e serem fornecidas nos diâmetros adequados aos eletrodutos.

A conexão de eletrodutos às caixas não rosqueáveis, deverá ser por meio de buchas e arruelas apropriadas. Não será permitido o uso de solda no caso dos metálicos e de cola no caso dos de PVC.

Durante a sua instalação e antes da enfição, os eletrodutos deverão ter as suas extremidades fechadas a fim de evitar a entrada de corpos estranhos. Antes da enfição deverão ser instaladas, nas extremidades dos eletrodutos, buchas adequadas a fim de evitar danos no isolamento dos condutores.

Os eletrodutos deverão ser submetidos à cuidadosa limpeza antes da enfição, verificando-se o total desimpedimento no interior dos mesmos.

Onde houver possibilidade de infiltração de água ou condensação na montagem dos lances horizontais de eletrodutos, dever-se-á dar o caimento mínimo nos mesmos, a fim de evitar acúmulo de umidade ou água no seu interior. Não deve haver pontos altos ou baixos que provoquem o acúmulo de água nos dutos.

Em cada eletroduto vazio (reserva) deverá ser colocada uma guia de arame galvanizado bitola nº 18 BWG, ou similar, para facilitar a enfição.

As curvas para eletrodutos deverão ser pré-fabricadas, com os mesmos materiais dos eletrodutos, possuírem roscas nas extremidades e serem fornecidas com ângulos de 90 graus ou 45 graus, conforme solicitação.

As luvas deverão ser fabricadas com os mesmos materiais dos eletrodutos, possuírem rosca interna total e fornecidas nos diâmetros indicados nas listas de materiais.

Para a suspensão dos eletrodutos aparentes deverão ser utilizados braçadeiras e a fixação de vergalhões de Ø1/4" com rosca total. Estes vergalhões serão fixados no teto através de chumbadores Ø1/4". O comprimento dos vergalhões será o suficiente para ultrapassar as vigas. O espaçamento máximo entre os fixadores será de 1,5 metros.

As braçadeiras para eletrodutos deverão ser fabricadas em chapa de aço galvanizada, nas espessuras mínimas recomendadas pelos fabricantes de maior conceito no mercado, devendo esta espessura variar em função dos diâmetros dos eletrodutos. As braçadeiras deverão ser galvanizadas do tipo "D".

Os eletrodutos de PVC rígido e flexível deverão ser instalados apenas embutidos nas paredes, pisos e lajes.

Os eletrodutos aparentes, inclusive os instalados no entreforro, deverão ser de aço carbono tipo rígido.

Os eletrodutos instalados em “dry wall” deverão ser do tipo metálico flexível sem capa de PVC, constituído por eletroduto metálico flexível fabricado em espiral com fita de aço carbono galvanizado por imersão a quente.

Os eletrodutos embutidos no piso ou solo em áreas externas deverão ser de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), exceto quando indicado de outra forma em projeto.

Os eletrodutos instalados enterrados no solo deverão ser envelopados em concreto para proteção dos mesmos.

4.2. INTERRUPTORES, TOMADAS E PLACAS

- Interruptores

Os interruptores deverão ser fabricados com material não propagante a chama, possuírem bornes enclausurados e contatos prateados de alta durabilidade para correntes de 10A em 250V e serem fornecidos com placa em termoplástico isolante na cor branca, de alto impacto, protegido contra amarelamento precoce ocasionado pela ação de raios ultra-violeta.

Os interruptores bipolares deverão ser para correntes de 10A em 250V, exceto onde indicado, e serem fornecidos com placa em termoplástico isolante na cor branca, de alto impacto, protegido contra amarelamento precoce ocasionado pela ação de raios ultravioleta.

A altura dos interruptores será 1,0m da borda superior ao piso acabado.

Os interruptores que forem instalados na área externa deverão ser próprios ao uso ao tempo e resistentes a água.

- Tomadas

As tomadas de uso geral e de uso específico deverão ser fabricadas com material não propagante à chama, possuírem bornes enclausurados e contatos em cobre ou liga de cobre de alta durabilidade, (2P+T) horizontal, padrão brasileiro, 20A-250V, fornecidas com placa em termoplástico isolante na cor branca, de alto impacto, protegido contra amarelamento precoce ocasionado pela ação de raios ultravioleta.

Altura de instalação das tomadas:

- Tomada baixa: 0,40m da borda inferior ao piso acabado;

- Tomada média: 1,0m da borda superior ao piso acabado;
- Tomada alta: 2,30m do eixo central ao piso acabado, ou conforme indicado em projeto.

Todas as tomadas deverão ser identificadas externamente, no espelho, através de etiquetas plásticas autoadesivas, indicando a tensão, o circuito e quadro a que pertencem. As etiquetas têm que ser feitas com etiquetadora, não sendo permitida a escrita manual.

Tomadas com tensão nominal de 220V deverão possuir plaqueta com a indicação "220V" e deverão ser da cor vermelha.

4.3. CAIXAS

As caixas de passagem e/ou equipamentos deverão ser montadas de acordo com as normas, obedecendo-se ainda instruções práticas dos fabricantes.

O trabalho de remendos na alvenaria, com argamassa deverá ser o mais perfeito possível para se evitar rachaduras posteriores.

As caixas de passagem e/ou equipamentos deverão ser firmemente embutidas ou fixadas nas paredes, niveladas na altura indicada no projeto.

As caixas de equipamentos (tomadas e/ou interruptores), quando próximas dos batentes das portas, terão 50mm de afastamento destes.

As diferentes caixas embutidas em paredes de um mesmo compartimento serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a não apresentarem conjunto desordenado.

Durante os trabalhos de acabamento, pintura, etc., as caixas devem estar devidamente protegidas com papel. As caixas devem estar isentas de restos de argamassa e devidamente limpas.

– Caixas embutidas em Parede/Teto

As caixas de passagem e/ou equipamentos com dimensões de 4"x2", 4"x4" e 4"x4" octogonal embutidas em parede e/ou teto deverão ser fabricadas em PVC reforçado anti-chama.

– Caixas embutidas em Parede/Forro de gesso acartonado

As caixas de passagem e/ou equipamentos com dimensões de 4"x2" e 4"x4" embutidas em parede e/ou forro de gesso acartonado deverão ser fabricadas em PVC reforçado anti-chama, próprias para este tipo de instalação.

- Caixas embutidas no piso

As caixas de passagem e/ou equipamentos com dimensões de 4"x2" e 4"x4" embutidas no piso, para uso interno, deverão ser fabricadas em alumínio de elevada resistência mecânica e a corrosão, com tampa de aço inoxidável, próprias para este tipo de instalação.

- Condutes

Os condutes deverão ser fabricados em liga de alumínio fundido, fornecidos com tampa cega e parafusos, sendo que o tipo de condute será indicado em projeto. Deste modo, os condutes poderão ser dos tipos: "E", "C", "T", "LR", "LL" ou "X".

No caso de redução da bitola do eletroduto, será usada a bucha de redução múltipla juntamente com o adaptador múltiplo.

- Caixa de passagem de embutir

As caixas de passagem de embutir com tampa deverão ser fabricadas em chapa de aço, tratamento anticorrosivo, pintura eletrostática epóxi a pó na cor bege (RAL 7032).

- Caixa de passagem de sobrepor

As caixas de passagem de sobrepor com tampa deverão ser fabricadas em chapa de aço, tratamento anticorrosivo, pintura eletrostática epóxi a pó na cor bege (RAL 7032).

- Caixa de passagem de piso

As caixas de passagem de piso deverão ser fabricadas em alumínio fundido, tampa com borracha de vedação.

- Caixa de passagem em alvenaria com tampa/aro em ferro fundido

As caixas de passagem subterrâneas deverão ser construídas em alvenaria, com tampa e aro articulados em ferro fundido.

4.4. ELETROCALHAS E ACESSÓRIOS

- Eletrocalhas e conexões

As eletrocalhas metálicas deverão ser lisas, galvanizada eletrolítica, tipo "U", chapa #14, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

A fixação das eletrocalhas deverá ser feita a cada 1,5m com a utilização de perfilado e/ou suporte vertical (ver projeto executivo), tirantes galvanizados Ø1/4" e chumbador auto perfurantes com rosca interna.

As conexões tais como: curvas, tês, talas de emenda, derivações, tampas, etc. deverão possuir as mesmas características construtivas da eletrocalha.

Deverão estar previstas todas as conexões e acabamentos necessários para a perfeita instalação do conjunto.

Os acessórios (parafusos, porcas, arruelas, chumbadores, buchas de expansão de nylon e outros) deverão ser fabricados dentro das normas da ABNT, internacionais ou de fabricantes idôneos no caso de não existirem as anteriormente listadas, apresentarem-se isentos de imperfeições e adequados ao uso para o qual se destinam.

- Tala reta de emenda de eletrocalha

Tala reta de emenda para eletrocalha, 100mm, para eletrocalha metálica lisa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Curva horizontal 45°/90°

Curva horizontal 45°/90° tipo lisa e com perfil "U" para eletrocalha, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Curva vertical interna/externa 90°

Curva vertical interna/externa 90° tipo lisa e com perfil "U" para eletrocalha, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Curva de inversão

Curva de inversão tipo lisa e com perfil "U" para eletrocalha, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Divisor "L" (septo divisor)

Divisor "L", chapa #14.

- "T" Horizontal

"T" horizontal tipo liso e com perfil "U" para eletrocalha, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha auto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Terminal de fechamento

Terminal de fechamento, com tampa, com parafusos cabeça lenticilha alto travante Ø1/4"x1/2", com porca sextavada e arruela lisa.

- Perfilado metálico

Perfilado metálico perfurado galvanizado eletrolítico, dimensões 38x38x6000mm.

4.5. CANALETAS DE ALUMÍNIO

- Canaletas (dutos) de alumínio

As canaletas (duto) deverão ser em perfil de alumínio anodizado, na cor branca, dupla tipo "D", dimensões 25x73mm, fornecidas em barras de 3,0 metros, com duas vias para passagem de cabos, fixadas a cada um metro, instaladas a 40 cm da borda inferior ao piso acabado.

As instalações elétricas e de cabeamento estruturado compartilharão a mesma canaleta (duto), exceto quando definido o contrário em projeto. Os cabos elétricos não poderão em hipótese alguma ser lançados na mesma divisão dos cabos de telecomunicações.

As canaletas deverão possuir todas as conexões necessárias, de forma a garantir perfeito ajuste/acabamento entre elas.

- Tampa plana lisa para canaletas (dutos)

Tampa plana lisa para canaleta (duto), em perfil de alumínio anodizado pintado na cor branca, largura de 73mm, barras de 3,0 metros.

- Curva vertical interna para canaletas (dutos)

Curva vertical interna para canaleta (duto), em alumínio anodizado pintado na cor branca, R=30mm, largura de 73mm, com um septo.

- Curva vertical externa para canaletas (dutos)

Curva vertical externa para canaleta (duto), em alumínio anodizado pintado na cor branca, R=30mm, largura de 73mm, com um septo.

- Caixa de derivação tipo "X" para canaletas (dutos)

Caixa de derivação tipo "X", base em alumínio injetado e tampa em termoplástico, para perfil de 25mm.

- Adaptador para canaleta-eletroduto

Adaptador para canaleta-eletroduto 2x1" ou 3x1", em alumínio anodizado pintado na cor branca, para perfil de 25mm.

- Tampa terminal para canaletas (dutos)

Tampa terminal standard, para fechamento de canaleta (duto) de alumínio, em plástico ABS na cor branca, dimensões 25x73mm.

- Porta equipamentos para três módulos de tomadas elétricas

Porta equipamentos para três módulos de interruptores/tomadas elétricas, em plástico ABS na cor branca.

- Porta equipamentos para três tomadas RJ-45

Porta equipamentos para três tomadas RJ-45, sem colar tipo Keystone, em plástico ABS na cor branca.

4.6. LUMINÁRIAS E LÂMPADAS

Todas as luminárias deverão ser novas e deverão ter suas carcaças aterradas.

No caso de luminárias a serem montadas na obra, deve-se verificar antes da instalação e fixação, se todas as ligações foram feitas corretamente.

A instalação das luminárias deverá ser feita utilizando-se método adequado, sem causar danos mecânicos à luminária e seus acessórios e sem esforços excessivos, a fim de que sua remoção em qualquer tempo possa ser feita sem dificuldade.

No caso de luminárias embutidas em forro, a sua fixação deverá ser feita conforme recomendação do fabricante da mesma.

Uma vez fixadas as luminárias, deve-se verificar o seu alinhamento com as demais e/ou vigas, paredes, etc.

As luminárias utilizadas como referência são apresentadas a seguir:

- Luminária de sobrepor para 2 lâmpadas LED tubulares T8 de 10W – Modelo 3540 da Itaim ou similar;
- Luminária de sobrepor para 2 lâmpadas LED tubulares T8 de 18W – Modelo 3540 da Itaim ou similar;
- Luminária de embutir para 2 lâmpadas LED tubulares T8 de 10W – Modelo 2540 da Itaim ou similar;
- Luminária de embutir para 2 lâmpadas LED tubulares T8 de 18W – Modelo 2540 da Itaim ou similar;
- Luminária de embutir para 4 lâmpadas LED tubulares T8 de 10W – Modelo 2750 da Itaim ou similar;
- Luminária PF65-E2 da Lumicenter ou similar, para duas lâmpadas LED, tipo bulbo, de 12W.
- Luminária tipo arandela TATU da Itaim ou similar, com 1 lâmpada de LED de 12W.
- Luminária retangular de sobrepor tipo arandela OLIVINO da Itaim ou similar, para 1 lâmpada LED tipo bulbo 12W.
- Luminária de embutir tipo balizador PIROPO da Itaim ou similar, para 1 lâmpada de LED tipo bulbo 9W.
- Projetor tipo espeto AVANT da Stella ou similar, para lâmpada LED 5W.
- Projetor LED retangular de 30W de sobrepor OSRAM ou similar.

– Lâmpadas de LED tubulares T8

As lâmpadas de LED deverão ser tubulares T8, alimentação bivolt, 60 Hz, alto fator de potência ($\cos\phi \geq 0,92$), vida útil de 25.000 horas, ângulo de abertura de 150 graus, com as seguintes características:

Potência (W)	IRC	Temperatura Cor (K)	Fluxo Luminoso (lm)
10W	≥ 80	4.000	≥ 1.050
18W	≥ 80	4.000	≥ 2.100

- Lâmpadas LED (bulbo) E27

As lâmpadas de LED deverão ser do tipo bulbo, potências de 9W e 12W, alimentação bivolt, 60 Hz, vida útil de 25.000 horas, temperatura de cor de 6.500K, próprias para base E27.

4.7. CABOS

Todos os condutores deverão ser novos, sendo fornecidos e instalados pela **Contratada**.

Para circuitos de iluminação interna e tomadas deverão ser utilizados cabos de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5 (extra flexível), classe de tensão 450/750V, com isolamento (70°C) de composto termoplástico em dupla camada de polímero não halogenado, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos, conforme NBR 13248.

Para instalações sujeitas à umidade, ou quando especificado em projeto, deverão ser utilizados cabos de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5 (extra flexível), classe de tensão 0,6/1kV, com isolamento (90°C) de composto termofixo em borracha tipo HEPR e cobertura de composto termoplástico não halogenado, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos, conforme NBR 13248.

Condutores nus deverão compostos por fios de cobre nu meio duro, dispostos em coroas concêntricas, fabricados de acordo com a NBR 6524.

Todo cabo encontrado danificado ou em desacordo com as normas e especificações deverá ser removido e substituído.

Todos os cabos deverão ser instalados de maneira que formem uma aparência limpa e ordenada.

- Manuseio e acondicionamento

Os cabos deverão ser desenrolados e cortados nos lances necessários, e previamente verificados, efetuando-se uma medida real do trajeto e não por escala no desenho. O transporte dos condutores e a sua colocação deverão ser feitos sem arrastá-los, a fim de não danificar a capa protetora ou de isolamento, devendo ser observados os raios mínimos de curvatura permissíveis.

Os cabos deverão ter as pontas vedadas para protegê-los contra a umidade durante o armazenamento e a instalação.

- Instalação dos condutores

A instalação dos condutores somente será procedida depois de finalizada a instalação de todos os eletrodutos e que todos os demais serviços de construção que possam danificá-lo estejam concluídos.

O lubrificante para a enfição, se necessário, deverá ser adequado à finalidade e ao tipo de cobertura dos cabos, ou seja, de acordo com as recomendações dos fabricantes dos mesmos.

Os esforços no puxamento dos condutores não deverão exceder aos recomendados pelos fabricantes.

Os cabos na entrada dos quadros deverão ser fixados da maneira mais adequada, evitando que o peso do cabo venha a ser sustentado pelos condutores ou pelos terminais de fixação.

- Emendas e terminações

O desencapamento dos fios, para confecção de emendas, deverá ser cuidadoso, só podendo ocorrer nas caixas de passagem e/ou equipamentos.

Não serão permitidas emendas de cabos no interior dos eletrodutos sob hipótese alguma.

Deverão ser deixados, em todos os pontos de ligações, comprimentos adequados de cabos para permitir as emendas que se tornarem necessárias.

As emendas dos cabos devem ser mecanicamente resistentes, gerando uma perfeita condução elétrica.

As emendas em condutores isolados devem ser recobertas com isolação equivalente, em propriedades de isolamento idênticas àquelas dos próprios condutores.

A terminação de condutores de baixa tensão deve ser feita através de terminais de pressão ou compressão.

A aplicação correta do terminal ao condutor deverá ser feita de modo a não deixar à mostra nenhum trecho de condutor nu, havendo, pois, um faceamento da

isolação do condutor com o terminal. Quando não se conseguir esse resultado, deve-se completar o interstício com fita isolante.

- Identificação dos condutores

A identificação dos condutores será através da cor de seu isolamento:

- Condutor Terra Cor verde;
- Condutor Neutro Cor azul claro;
- Condutor Fase Cor preta;
- Condutor Retorno Cor cinza.

É imprescindível a identificação dos cabos por meio de anilhas. As mesmas serão fixadas nas duas extremidades dos cabos, nas caixas de passagem e terão o número do circuito elétrico correspondente à fase e ao quadro a que pertencem. Ex: C1AQ1P – Circuito 1, Fase A do QDC-1º PAVTO.

Os marcadores de cabos deverão ser construídos de material resistente ao ataque de óleos, do tipo braçadeira, e com dimensões tais que eles não saiam do condutor quando o mesmo for retirado de seu ponto terminal, no caso de instalação em eletrodutos.

4.8. QUADROS E EQUIPAMENTOS

Todo quadro de energia deverá ser dotado de disjuntor geral, barramento principal trifásico, barramento de derivação para sistema DIN, barras para neutro e terra independentes. Não serão aceitos quadros com multi-barramentos tipo pente de conexão, exceto onde especificado em projeto.

A altura de montagem dos quadros de energia será regulada por suas dimensões e pela comodidade de operação, não devendo, de qualquer modo, ter a borda inferior a menos de 0,50m do piso acabado. Normalmente estará a $(1,6 \pm 0,1)$ m do topo ao piso acabado. Só poderão ser abertos os olhais das caixas destinadas a receber ligação de eletrodutos.

Caso existam dois ou mais quadros elétricos adjacentes, estes devem ser alinhados pelo topo dos mesmos.

- Quadros

Cada pavimento possuirá um quadro distribuidor de circuitos (QDC), para alimentação elétrica dos equipamentos de ar condicionado e para alimentação elétrica dos sistemas de iluminação e tomadas.

Para iluminação ,tomadas e pontos de força para as evaporadoras, foram previstos os seguintes quadros de distribuição de circuitos (QDC's), alimentados pelo QGBT:

- QDC-1P, no 1º pavimento;
- QDC-2P, no 2º pavimento;
- QDC-3P, no 3º pavimento;
- QDC-4P, no 4º pavimento;
- QDC-5P, no 5º pavimento;
- QDC-COB, na cobertura;

Existem ainda painéis elétricos para atender as demandas específicas do projeto. São eles:

- QCM-PCI, para as bombas de incêndio, que se derivará após o medidor de energia e antes do disjuntor geral do QGBT, utilizando-se de tubulação exclusiva;
- QCM-BOMBAS, para as bombas do sistema de fornecimento de água, alimentado pelo QDC-1P;
- QDC-ELEV, para as cargas dos elevadores;

Para o sistema de Climatização, foi alimentada eletricamente a unidade condensadora de cada equipamento. Conforme projeto.

- QDC-AC-COB, na cobertura;

Para o sistema de renovação de ar, foram alimentados eletricamente os gabinetes de ventilação. Estes são comandados por um quadro de comando adjacente, são eles:

- QC-AC-2P, para comandar o gabinete de ventilação do 2º pavimento;
- QC-AC-3P-A e QC-AC-3P-B, para comandar os gabinetes de ventilação do 3º pavimento;
- QC-AC-4P-A e QC-AC-4P-B, para comandar os gabinetes de ventilação do 4º pavimento;

- QC-AC-5P-A e QC-AC-5P-B, para comandar os gabinetes de ventilação do 5º pavimento;

Estes, deverão ser instalados com sua face superior a 1,20m do piso acabado, de maneira com que os botões de comando atendam à acessibilidade.

Os quadros de distribuição de circuitos deverão possuir grau de proteção mínimo IP-54, espelho de proteção em chapa de policarbonato compacto cristal, pintura eletrostática epóxi a pó, com regulagem de profundidade ajustável por meio de porca e arruela, caixa em chapa de aço espessura mínima de 1,5mm, com parafusos para fixação de placa de montagem. Espaço para disjuntor geral, disjuntores de distribuição, DPS, interruptores DR, blocos diferenciais acopláveis. Fornecido com barramentos Trifásico + Neutro + Terra, dimensionados conforme indicação em projeto. Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico pureza 99%, montados sobre isoladores de material não higroscópico, capaz de suportar as elevações de temperatura prescrita pelas normas ABNT/IEC, bem como a esforços dinâmicos de curto circuito. Devem ser observadas as distâncias mínimas ditadas pelas normas ABNT quanto à fase-fase, fase-neutro e fase-terra.

Os quadros de distribuição de circuitos deverão ser fornecidos totalmente montados e testados, em perfeitas condições de funcionamento, com todas as ligações elétricas efetivadas, identificação de todos os circuitos nos disjuntores e condutores e identificação externa. Os quadros deverão conter ainda etiqueta com nome do fabricante e data de fabricação. Os disjuntores deverão ser identificados através de placas acrílicas. As portas deverão ser providas de fechaduras tipo Yale. Deverá ser afixado, no interior do quadro, em papel "contact" a correspondência entre os disjuntores e os quadros de distribuição de circuitos/equipamentos. A carcaça do quadro deverá ser aterrada. Os quadros deverão atender as normas NBR IEC 60439-1, NBR 5410 e NR10.

O quadro deverá possuir barra de terra de cobre estanhado, instalada sobre espaçadores metálicos com rosca total, com conectores para o aterramento individualizado por circuito. Esse deverá estar eletricamente ligado (sem resistência ôhmica apreciável) à estrutura do quadro e à carcaça dos equipamentos. Esta barra de terra deverá possuir ainda, furos para conexão dos diversos circuitos e do cabo geral da malha de aterramento. A barra de terra deverá ser ligada à porta do quadro através de condutor de bitola nunca inferior ao especificado na norma NBR 5410 da ABNT. A barra

de Terra do quadro deverá ser interligada a barra de ligação equipotencial da caixa de equalização de potencial.

Deverão ser fornecidos e instalados todos os componentes que compõem o quadro, devendo o mesmo ser fornecido completo, conforme projeto.

A construtora deverá apresentar à fiscalização do **MPMG**, layout, em escala, da vista interna dos quadros, para aprovação, antes do início da execução dos quadros.

O Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) deverá ser fabricando conforme características abaixo:

- 2 painéis modulares metálicos. 1 módulo 2000 x 800 x 800 mm e outro módulo 2000 x 600 x 800 mm, na cor CINZA RAL 7032;
- Disjuntor termomagnético em caixa aberta com contatos auxiliares com capacidade de interrupção de corrente e nível de curto circuito conforme projeto;
- Disjuntores em caixa moldada para atendimento aos circuitos elétricos derivados deste painel, conforme projeto,
- Base Diazed para fixação em trilho DIN;
- Fusíveis DZ conforme especificado em projeto;
- DPS conforme especificado em projeto;
- Barramento de cobre eletrolítico com pureza mínima de 99%;
- Trilho DIN 35mm de alumínio.

– Disjuntores de baixa tensão

Todos os disjuntores deverão ser novos e com certificado do INMETRO.

Os disjuntores de circuitos terminais (até 63A) instalados nos quadros de distribuição de circuitos deverão obedecer aos padrões da NBR 60947-2, com capacidade mínima de interrupção de curto-circuito conforme indicado em projeto, com sistema de fixação de trilhos DIN 35mm. Capacidades de interrupção de curto-circuito diferentes dessas são indicadas em projeto.

O disjuntor geral dos quadros de distribuição de circuitos deverá obedecer aos padrões da NBR IEC 60947-2, com capacidade mínima de interrupção de curto-circuito conforme indicado em projeto, com sistema de fixação de trilhos DIN 35mm. Capacidades de interrupção de curto-circuito diferentes dessas são indicadas em projeto.

O lcc deverá ser ajustado conforme cálculos demonstrados no item 3 deste documento.

- Interruptor diferencial residual (DR)

Os interruptores diferenciais residuais (DR) deverão obedecer aos padrões das normas ABNT NBR NM 61008 e de seccionadores ABNT NBR IEC 60947-1 e ABNT NBR IEC 60947-3, serem do tipo “AC” e serão instalados em quadros de distribuição de circuitos, conforme indicação em projeto.

A sensibilidade (ΔI_n) será de 30mA e a corrente nominal conforme indicação em projeto.

O interruptor diferencial residual (DR) será instalado em trilhos de 35mm fixados no quadro de distribuição.

Observação: O interruptor diferencial não dispensa o uso do disjuntor. Ele **não** tem a função de proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

- Blocos Diferenciais Acopláveis DOC (Diff-o-Click)

Os blocos diferenciais acopláveis deverão obedecer aos padrões das normas ABNT NBR NM 61008 e de seccionadores ABNT NBR IEC 60947-1 e ABNT NBR IEC 60947-3, serem do tipo “AC” e serão instalados em quadros de distribuição de circuitos, conforme indicação em projeto.

Assim como os Interruptores Diferenciais residuais (DR), os equipamentos chamados DOC (Diff-o-Click) são utilizados para oferecer uma proteção contra fuga de corrente a terra que possa causar danos às pessoas ou até mesmo incêndios numa instalação elétrica.

A sensibilidade será de 30mA e a corrente nominal conforme indicação em projeto.

São fornecidos com barramentos prontos para o encaixe do disjuntor, sem necessitar fazer conexões improvisadas. Possui o mesmo tamanho dos disjuntores, apresentando um encaixe perfeito no quadro.

Observação: O interruptor diferencial não dispensa o uso do disjuntor. Ele **não** tem a função de proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

– Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

Deverão ser instalados no QGBT e nos quadros de distribuição de circuitos, através de trilho DIN 35mm, conforme indicação em projeto, com as seguintes características:

a) QGBT:

- **Classe: I/II;**
- **Tensão nominal de funcionamento: 127V/220V;**
- **Corrente de descarga nominal com curva 8x20µs: 30kA;**
- **Corrente de descarga máxima com curva 8x20µs: 60kA;**
- **Corrente de impulso com curva 10x350µs: 12,5kA;**
- **Tensão de operação contínua máxima: 275V-60Hz;**
- **Instalação: fases e neutro.**

b) Demais QDC's:

- **Classe: II;**
- **Tensão nominal de funcionamento: 127V/220V;**
- **Corrente de descarga nominal com curva 8x20µs: 10kA;**
- **Corrente de descarga máxima com curva 8x20µs: 45kA;**
- **Tensão de operação contínua máxima: 275V-60Hz;**
- **Instalação: fases e neutro.**

4.9. BARRAMENTO BLINDADO

O barramento blindado deverá ser de barras condutoras de alumínio tratadas devidamente liga 1350, conforme ABNT / ASTM e DIM E-AL

99,5, trifásico 220V, com neutro e barra de terra externa, corrente nominal 1250A.

Modelo de referência: MBBA-125 da Beghim ou equivalente.

Todos os acessórios que serão citados a seguir deverão ser compatíveis com o Barramento Blindado utilizado, garantindo assim o perfeito funcionamento do sistema.

- COFRE PLUG-IN COM DISJUNTOR

Os cofres plug-ins para barramento blindado são utilizados para suprir circuitos derivados, contendo manobra e proteção. Deverão possuir o disjuntor conforme especificado em projeto.

- CANTONAL

Permite a mudança de direção, tanto no plano horizontal (cantonal horizontal) como no vertical (cantonal vertical).

- FECHAMENTO

São necessários para fechamento e isolação nas extremidades.

- BLOQUEIO ANTI-CHAMA (BARRIER)

Os bloqueios anti-chamas deverão ser instalados a cada transposição de pavimentos. Este, é acondicionado no interior do barramento blindado para evitar propagação de chamas.

4.10. ACIONAMENTOS

- Relé fotoelétrico

Relé fotoelétrico magnético, para comando da iluminação externa, contato NF, capacidade de carga de 1000W/1200VA em 127V e de 1000W/1800VA em 220V, grau de proteção IP-54. Ref.: Tecnowatt ou similar.

- Kit Porteiro Eletrônico

Deverá ser instalado no portão de acesso de pedestres um kit porteiro eletrônico com acionamento, composto de uma unidade externa e um monofone na cor branca, alimentação (bivolt) 127/220Vca, inclusive caixa de proteção externa. Ref.: modelo F8NT-AZ01 da HDL ou similar.

- Kit alarme de sinalização de emergência

Kit alarme de sinalização de emergência para sanitário acessível, composto de módulo PNE com fio e nobreak integrado, acionador audiovisual (botoeira), etiquetas adesivas e placa fotoluminescente, demais acessórios, em conformidade com a NBR 9050/2015. Alimentação (bivolt) 127/220Vca-60Hz. Ref. Mod. CAP30CFN da Sol Sustentável.

- Acionamento da Porta de Vidro

O funcionamento da porta de vidro automatizada instalada na entrada principal da edificação se dará por meio de sensores de presença ou de temperatura, conforme modelo especificado pela Arquitetura. O sensor de presença faz com que a porta abra quando ele detecta que alguma pessoa está se aproximando. O processo de funcionamento por meio da temperatura é parecido, no entanto, o sistema é acionado quando o sensor detecta a mudança das ondas infravermelhas emanadas pelo calor do corpo humano. Para atender eletricamente a esta automatização, foi previsto um ponto de alimentação elétrica próxima a ela, o que poderá ser energizada.

- Central de alarme PNE

Central de alarme PNE, mod. CAP100 24 Setores, com bateria de LITION, autonomia de 24 horas em supervisão e superior a 15 minutos em regime de alarme.

4.11. QGBT

Foi projetado um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) que recebe os circuitos alimentadores do conjunto medidor e distribui para:

- Painéis elétricos da edificação,

O QGBT está localizado na sala elétrica do 1º pavimento (ver projeto).

4.12. QCM-PCI

Para a alimentação da Bomba de incêndio, o circuito alimentador do QCM-PCI se derivará após o medidor de energia e antes do disjuntor geral do QGBT, e utilizará tubulação metálica exclusiva até o painel elétrica, percorrendo dentro do shaft.

5. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O sistema de iluminação de emergência será composto por duas centrais, dois quadros elétricos e luminárias de emergência de LED distribuídas ao longo da edificação.

A interligação das luminárias com as centrais será feita utilizando cabos condutores de seção 4mm², e sua alimentação será feita em corrente contínua. Todas as luminárias serão interligadas à central de emergência.

Os seguintes níveis de luminância serão adotados:

- 5 lux em locais com desnível: escadas ou passagens com obstáculos;

- 3 lux em locais planos: corredores, halls e locais de refúgio.

O fluxo luminoso do ponto de luz deve ser no mínimo de 30 lúmens, com tensão máxima de alimentação de 30 volts. Comutador de energia automático com relé e tempo de comutação do sistema de 32 milésimos de segundos (m.s).

O sistema não poderá ter uma autonomia menor que 2 horas de funcionamento, com uma perda maior que 10% de sua luminosidade inicial.

Em qualquer caso, mesmo havendo obstáculos, curva ou escada, os pontos de iluminação de sinalização devem ser dispostos de forma que, na direção de saída de cada ponto, seja possível visualizar o ponto seguinte, a uma distância máxima de 15 m.

Os condutores deverão ser do tipo “não halogenado” e a isolamento deve suportar temperaturas de no mínimo 70°C, com bitola mínima de #4mm².

As luminárias instaladas deverão atender a, no mínimo os requisitos do item 4.7.1 da ABNT NBR 10898:1999.

A corrente por circuito de iluminação de emergência não poderá ser maior que 12 A por circuito. Cada circuito não poderá alimentar mais de 25 luminárias.

O circuito alimentador das luminárias de emergência deverão ser identificados com plaquetas de cor diferente das demais no interior do painel elétrico que provê energia elétrica aos equipamentos com os seguintes dizeres “ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA”.

Modelo referência da luminária de emergência: Luminária 120 Lúmens Não Autônoma – Segurimax ou equivalente.

5.1. Dimensionamento da Central de Iluminação de Emergência

O sistema de iluminação de emergência será composto por duas centrais, dois quadros elétricos e luminárias de emergência de LED 10W distribuídas ao longo da edificação.

Para que a central atenda a todas as luminárias, é necessário que o valor da sua potência seja, no mínimo, o total de potência absorvida por todas as luminárias da edificação. Mas, considerando a queda de tensão calculada para as centrais, foram distribuídos circuitos separadamente para 2 centrais. Estas, estão especificadas abaixo com suas potências mínimas

Ao todo, serão 92 luminárias de emergência, cada uma com 10W de potência, sendo assim:

Potência mínima da Central de iluminação = (quantidade de luminárias) * (potência unitária de cada luminária)

CENTRAL 01 – LOCALIZADA NO 1º PAVIMENTO

Potência mínima da Central de iluminação = 55 * 10

Potência mínima da Central de iluminação 01 = 550W

CENTRAL 02 – LOCALIZADA NO 4º PAVIMENTO

Potência mínima da Central de iluminação = 37 * 10

Potência mínima da Central de iluminação 02 = 370W

A central de iluminação de emergência trabalha em 24 V e fornecer potência de até 1000 W, na saída.

A bateria é carregada automaticamente após cada utilização, e mantém a carga (regime de flutuação). Essas condições são indicadas por um LED, que permanecerá aceso durante o período de recarga e indicará a flutuação através de lampejos.

A saída fornece até 41,7 A (1000 W em 24 V).

Em caso de falta de energia elétrica no local, a saída é acionada imediatamente e só será desativada quando ocorrer o retorno da energia.

Se a energia não retornar dentro do período de autonomia, ocorrerá o desligamento automático, para proteger a bateria contra descarga excessiva.

Modelo referência: USE 24/1000 – Unilamp ou equivalente.

Sua bateria deverá ser de 24 V ou duas de 12 V em série.

Os disjuntores utilizados nos quadros elétricos de iluminação de emergência (QE-01 e QE-02) deverão ser do tipo modular, 2 pólos e corrente nominal de 10A. Serão termomagnéticos curva C e corrente contínua (CC).

Modelo referência: A9N61528 - Schneider ou equivalente.

II – NOTAS GERAIS

Os itens a seguir, mesmo que não explicitados nas planilhas, são inerentes à execução das instalações e fazem parte do escopo da Contratada, logo seus custos devem ser considerados pela mesma em suas composições de custos:

- A escavação, reaterro e recomposição do piso para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem enterrados;
- Envelopamento com concreto de eletrodutos enterrados;
- O corte e recomposição de parede para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem embutidos;
- Os materiais de consumo e as miscelâneas, tais como: fita isolante, arame, terminal para cabo, anilha/etiqueta de identificação, parafuso, bucha, arruela, braçadeira, box reto/curvo, "unidut";
- Os elementos de conexão e fixação de eletrodutos, perfilados, eletrocalhas e eletroleitos, tais como: luva, suporte, emenda, curva, terminal, braçadeira, chumbador;
- Escadas, cavaletes e andaimes necessários para instalação de: luminárias, eletrocalhas e demais elementos que requeiram esses recursos;
- Transporte vertical e horizontal de materiais e equipamentos na obra;
- Tratativas e providências junto à concessionária de energia: solicitação de estudo de rede, formalização de carta-acordo, agendamento e acompanhamento de vistorias/pedido de ligação, etc. Havendo necessidade de obra na rede de distribuição da concessionária, os eventuais custos líquidos formalizados na carta-acordo podem ser objeto de análise e aditivo contratual qualitativo;
- Serviços, materiais e mão de obra necessários para atender aos requisitos e adaptações exigidos pelos fabricantes dos aparelhos de climatização escolhidos pela Contratada. A Contratada deverá apresentar lista com marca/modelo e respectivos catálogos/manuais dos equipamentos/materiais de iluminação de emergência que pretende fornecer/instalar para análise e aprovação prévia da Fiscalização do MPMG.

NOTA: As locações dessas luminárias foram definidas no projeto de Prevenção e Combate Contra Incêndio e Pânico por seu responsável técnico, e está sujeito à aprovação do Corpo de Bombeiros Militares do Estado de Minas Gerais.

Para acompanhamento e registro da execução das instalações, a Contratada deverá emitir relatórios periódicos, específicos para as instalações elétricas, conforme abaixo:

- Relatório elaborado pelo engenheiro eletricista da contratada, responsável pela execução das instalações;
- Relatório enviado em formato PDF através do e-mail do profissional acima ou entregue impresso e assinado pelo mesmo;
- Periodicidade máxima: quinzenal;
- Modelo a ser fornecido pela Fiscalização do **MPMG** no início da obra;
- **O relatório deverá conter fotos que ilustrem os serviços relatados.**

III – TESTES

- Geral

A fase de testes se inicia somente após a conclusão de todos os trabalhos de construção, montagem e limpeza, inclusive pintura, e compreenderão testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção.

Uma verificação geral e a limpeza dos equipamentos (inclusive refletores das luminárias) deverão ser feitos antes que sejam iniciados testes de funcionamento.

Todos os testes deverão ser feitos na presença da FISCALIZAÇÃO do **MPMG**.

Todos os barramentos e isoladores deverão ser verificados quanto à sua localização correta e alguma possível anormalidade.

A limpeza dos equipamentos deverá ser feita por meio de exaustor ou sopro de ar comprimido isento de óleo.

Disjuntores, chaves, medidores, etc., deverão estar completamente limpos e secos e com seus mecanismos de operação do fabricante. É importante que todos os equipamentos sejam verificados minuciosa e individualmente.

Somente após esta verificação é que deverão ser feitas as ligações aos equipamentos.

Deverá ser verificado se o isolamento dos cabos não foi danificado durante a enfição e se está de acordo com o projeto.

- Disjuntores

Os disjuntores de baixa tensão deverão ser testados na sua seqüência de abertura.

Após feitos os testes, o quadro deverá ser energizado e os disjuntores e chaves deverão ser operados com tensão, porém sem carga para teste.

- Cabos de energia

Executar os seguintes testes:

- Verificação dos terminais e conexões;
- Identificação das fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema principal de alimentação.

- Barramento de Baixa Tensão

Executar os seguintes testes:

- Inspeção das conexões, estado de isoladores e conexões entre barras na baixa tensão;
- Identificação das fases, neutro e terra.

- Instalações de Iluminação

Antes da instalação ser entregue à operação normal deverão ser feitas as seguintes verificações e testes:

- Verificar se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de luz, foram executadas de acordo com as normas e o projeto;
- Verificar a existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação), quando a instalação entrar em serviço.

IV - OBSERVAÇÕES FINAIS

Todos os materiais a serem adquiridos deverão ser apresentados à Fiscalização do **MPMG** para aprovação.

O **MPMG** poderá exigir o certificado de conformidade do INMETRO, UL e CSA dos materiais a serem instalados.

Caso houver alterações nos projetos, a critério da Fiscalização do **MPMG**, será exigido o "as-built" (como construído). As correções deverão ser providenciadas pela **Contratada** em mídia eletrônica (CD/DVD), em Autocad, atualizando os originais, que serão entregues pelo **MPMG**.

Os termos de garantia dos materiais deverão ser entregues à Fiscalização juntamente com a nota fiscal (ou cópia) de compra antes da última medição.

Belo Horizonte, 20 de outubro de 2020.

Eng. Raphael Sernizon França
CREA-MG 187.701/D
Eficácia Projetos e Consultoria

Eng. Fábio José Maciel de Oliveira
CREA-MG 117.192/D
Eficácia Projetos e Consultoria