

MEMORIAL DESCRITIVO DE ELÉTRICA QUADROS ELÉTRICOS E CIRCUITOS ALIMENTADORES

CLIENTE: TAPERA – ARQUITETURA E PATRIMÔNIO CULTURAL		
PROJETO CONSERVATÓRIO MUSICAL DE TATUÍ – UNIDADE 1		
LOCAL: Rua São Bento, 415, Centro, Tatuí, SP		
Nº PROJETO: 22.755	DISCIPLINA: ELÉTRICA	REVISÃO: 1
ARQUIVO: 22755_MD_ELE_UN1	DATA: 21/10/22	RESP. TÉCNICO: P.D.A.

ÍNDICE GERAL

1.	OBJETIVO E DOCUMENTOS QUE COMPÕEM O PROJETO	03
2.	PARÂMETROS GERAIS DE PROJETO	03
	2.1. Normas aplicáveis	03
	2.2. Características do sistema elétrico de baixa tensão	04
	2.3. Fator de demanda.....	05
	2.4. Levantamento de cargas das edificações	05
3.	DESCRIÇÃO GERAL RESUMIDA DO PROJETO.....	05
	3.1. Transformadores de potência	05
	3.2. Quadro geral de baixa tensão (QGBT-1 e QGBT-2).....	05
	3.3. Circuitos alimentadores de quadros de distribuição	05
	3.4. Quadros de distribuição	06
	3.5. Proteção contra choques elétricos.....	10
	3.6. Proteção contra tensões transitórias de descargas atmosféricas	11
	3.7. Aterramento	11
	3.8. Gerador diesel móvel.....	11

4.	ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	11
4.1.	Transformadores de potência	11
4.2.	Quadro geral de baixa tensão (QGBT-1 e QGBT-2).....	15
4.3.	Quadros de distribuição	22
4.4.	Condutores	27
4.5.	Eletrodutos	27
4.6.	Caixas de passagem	27
5.	PRESCRIÇÕES GERAIS DA INSTALAÇÃO.....	27
6.	RESPONSABILIDADES DA EMPRESA CONTRATADA PELA EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	28

1. OBJETIVO E DOCUMENTOS QUE COMPÕEM O PROJETO

Este memorial tem por objetivo por objetivo informar a Contratada sobre os requisitos técnicos mínimos que deverá cumprir referente à apresentação da proposta técnica, fabricação, fornecimento, montagem, instalações, entrega, colocação em serviço, garantia de serviços, equipamentos e materiais do projeto de instalações elétricas para a adequação da infraestrutura elétrica da Unidade 1 do Conservatório Musical de Tatuí, situado à Rua São Bento, 415, Centro, na cidade de Tatuí, estado de São Paulo, bem como apresentar os parâmetros utilizados na elaboração do projeto executivo.

O escopo do projeto compreende:

- a) A substituição dos 2 (dois) transformadores da Cabine Primária por outros de maior capacidade.
- b) A substituição do quadro geral existente por outro atendendo às normas vigentes.
- c) O dimensionamento de todos os circuitos alimentadores dos quadros elétricos existentes.
- d) A implantação de novos circuitos alimentadores para os novos quadros e sistemas a serem implantados.
- e) A substituição de todos os quadros elétricos existentes.

Compõem o projeto de instalações elétricas os seguintes documentos:

Folha E-01/04	Implantação geral e pavimentos Circuitos alimentadores dos quadros elétricos
Folha E-02/04	Esquema unifilar geral Tabelas de cargas dos quadros Detalhes gerais e Lista de alimentadores
Folha E-03/04	Esquemas elétricos dos quadros de distribuição Parte 1
Folha E-04/04	Esquemas elétricos dos quadros de distribuição Parte 2

2. PARÂMETROS GERAIS DE PROJETO

2.1. Normas aplicáveis

Para elaboração dos projetos adotamos as seguintes principais normas técnicas:

NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão;
NBR 5111	Fios de cobre nu, de seção circular, para fins elétricos – Especificação;
NBR 5180	Instrumentos elétricos indicadores;
NBR 5368	Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos – Especificação;
NBR 5380	Transformador de potência;
NBR 5381	Chaves faca, tipo seccionadora, não blindadas para BT;
NBR 5419	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;

NBR 5431 Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Dimensões;
NBR 6148 Condutores isolados com isolação extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensões até 750 V;
NBR 6323 Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente;
NBR 6820 Transformador de potencial indutivo;
NBR 6856 Transformador de corrente;
NBR 10295 Transformadores de potência secos;
NBR 13570 Instalações elétricas em locais de afluência de público – requisitos específicos;
NBRIEC 60439 Conjunto de manobra e controle de baixa tensão;
NBRIEC 60529 Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);
NBRIEC 60947-2 Dispositivos para manobra de baixa tensão – Disjuntores;
NBRNM 280 Condutores de cabos isolados.
Normas técnicas do Corpo de Bombeiro do Estado de São Paulo
Normas técnicas da Elektro – Distribuidora de energia
Normas técnicas do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Comunicações)

2.2. Características do sistema elétrico de média e baixa tensão

2.2.1. Média tensão

Tensão nominal da concessionária: 13,8kV
Tensão operativa: 13,2kV
Frequência nominal: 60Hz
Neutro do sistema: Aterrado
Potência de curto circuito trifásico simétrico: 250 a 350MVA

2.2.2. Baixa tensão

Sistema trifásico ou bifásico, a 4 condutores vivos (3Ø) e 3 condutores vivos (2Ø)

Classe de tensão de isolamento nominal: 600V

Tensão nominal: 220/127V, sistema estrela.

Frequência nominal: 60Hz

Nível de curto circuito admitido no secundário dos transformadores: 15kA

Esquemas de aterramento:

TN-C (condutor PEN com função de neutro/PE e neutro aterrado) até os transformadores

TN-S (condutores neutro e PE separados) desde o QGBT até os quadros de distribuição - TN-C-S é o esquema de aterramento global adotado no projeto

Temperatura ambiente: 30°

Limites de queda de tensão adotados

entre os transformadores e os QGBT's	=1,0%
entre os QGBT's e os quadros de distribuição	=4,0%
entre os quadros de distribuição e pontos terminais	=2,0%

2.3. Fatores de demanda

Adotamos os seguintes fatores de demanda:

Iluminação	70%
Tomadas	40%
Aparelhos diversos	40%
Ar condicionado	90%
Motores	100% para o maior motor e 50% para os demais

2.4. Levantamento de cargas das edificações

Para elaboração do projeto levamos em consideração o levantamento de cargas constante no Parecer Técnico realizado por esta empresa em 17/05/2021, indicado como válido pelo departamento de manutenção do CMT.

Também colhemos informações referentes ao novo sistema de ar condicionado recentemente instalado para o Teatro.

3. DESCRIÇÃO GERAL RESUMIDA DO PROJETO

3.1. Transformadores de potência

Conforme as cargas elétricas informadas no item 2.4. elaboramos as tabelas de cargas para os quadros gerais QGBT-1 e QGBT-2. E realizamos o cálculo de demanda para ambos os quadros gerais.

O resultado obtido indicou que os atuais transformadores existentes (de 150kVA e 75kVA) devem ser substituídos por outros de maior potência.

Os transformadores propostos serão do tipo “a seco”, de potência de 225kVA e 150kVA.

3.2. Quadro geral de baixa tensão (QGBT-1 e QGBT-2)

O atual QGBT encontra-se em estado precário, não atendendo às normas vigentes e necessita ser substituído.

Mantendo a premissa de instalação de 2 (dois) transformadores, foi projetado um novo QGBT (1 e 2) ao lado do atual. Levamos em conta a instalação deste novo QGBT ao lado do atual, de forma a minimizar o tempo sem energia das edificações, quando da instalação do mesmo.

3.3. Circuitos alimentadores de quadros de distribuição

Conforme se observa no CMT, não há registro do caminhamento dos atuais circuitos alimentadores dos quadros elétricos existentes.

Também se observam diversos circuitos alimentadores com dimensionamento inadequado ou mesmo com maneira de instalar inadequada.

Desta forma, de comum acordo com o CMT, elaboramos o projeto dos novos circuitos alimentadores para todos os quadros elétricos das edificações, desde o novo QGBT.

Todos os circuitos alimentadores dos quadros elétricos serão com condutores unipolares flexíveis, de isolamento 0,6/1kV, para 70°C, instalados em eletrodutos embutidos no piso ou mesmo em eletrodutos aparente, conforme o caso.

3.4. Quadros de distribuição

Além do quadro geral de baixa tensão, informamos a seguir os demais quadros elétricos existentes e a instalar nas edificações:

0

QD-1	Anexo 2 – Superior (existente)
QD-2	Anexo 2 – Térreo (existente)
QD-3	Estacionamento (existente)
QD-4	Xerox (existente)
QD-5	Camarim (existente)
QD-6	Villa Lobos – Administração (existente)
QD-7	Villa Lobos – Auditório (existente)
QD-8	Villa Lobos – Pianos (existente)
QD-9	Teatro – Porão (existente)
QD-10	Teatro – Elevador do Palco (existente)
QD-11	Teatro – Iluminação de serviço (existente)
QD-12	Teatro – Ventilação (novo, já instalado)
QD-13	Teatro – Exaustão (novo, já instalado)
QD-14	Teatro – Iluminação cênica (existente)
QD-15/16	Teatro – Tomadas eventuais (existente)
QD-17	Teatro – Hall de entrada (existente)
QD-18	Teatro – 1º pavimento (existente)
QD-19	Teatro – 2º pavimento (existente)
QD-20	Teatro – Ar condicionado (novo, já instalado)
QD-21	Portaria (existente)
QF-BI	Bombas de incêndio (existente)
QF-DR	Bombas de drenagem (existente)
QD-EL1	Elevador Anexo 2 (novo a instalar)
QD-EL2	Elevador Villa Lobos (novo a instalar)
QDM	Diesel móvel (novo a instalar)
QD-FV1	Sistema fotovoltaico do anexo 2 (novo, porém estimado, aguardando projeto executivo do sistema)
QD-FVG	Sistema fotovoltaico geral (novo, porém estimado, aguardando projeto executivo do sistema)

Todos os quadros de distribuição existentes nas edificações necessitam ser substituídos.

Foram analisados todos os quadros elétricos existentes, exceto os novos, recentemente instalados (sistema de ar condicionado) e foram elaborados os esquemas elétricos de cada um deles, nos quais o fornecedor dos quadros irá se basear para a fabricação dos mesmos.

Nos esquemas elétricos elaborados para os quadros não constam as identificações dos circuitos terminais, pois, em comum acordo com o CMT, tais identificações serão realizadas pelo Depto. de Manutenção do CMT.

3.4.1. QD-1 - Anexo 2 – Superior

Este quadro não apresenta condições de ser utilizado.

3.4.2. QD-2 - Anexo 2 – Térreo

Mesmo apresentando disjuntores relativamente novos, o quadro apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como condutores de ligação do disjuntor aos barramentos sub dimensionados, não apresenta proteção contra contatos diretos, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barras de neutro e terra, caixa muito antiga, etc.

3.4.3. QD-3 - Estacionamento

Este quadro não apresenta condições de ser utilizado, pois trata-se de um “centrinho”, sem barramentos, com disjuntor instalado externamente, inclusive.

3.4.4. QD-4 - Xerox

Este quadro não apresenta condições de ser utilizado, pois trata-se de um “centrinho”, sem barramentos.

3.4.5. QD-5 – Camarim

Mesmo apresentando disjuntores relativamente novos, o quadro apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barra de terra, disjuntores de circuitos de chuveiros sub dimensionados, capacidade de interrupção de curto circuito inadequada (quadro muito próximo do QGBT e de corrente elevada), etc.

3.4.6. QD-6 - Villa Lobos – Administração

O quadro apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como, todos os disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barras de neutro e terra, etc.

Observação: Para o caso específico do edifício Villa Lobos, decidimos eliminar o “quadro geral”, o qual alimentava os outros 3 quadros existentes, pois a instalação do mesmo é precária, executada em caixa de medição da Elektro. Desta forma cada quadro deste edifício terá seu circuito alimentador independente.

3.4.7. QD-7 - Villa Lobos – Auditório

O quadro apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como, alguns disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barras de neutro e terra, etc.

3.4.8. QD-8 - Villa Lobos – Pianos

O quadro apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como, todos os disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barra de terra, observam-se barramentos faltantes, etc.

3.4.9. QD-9 - Teatro – Porão

Este quadro atualmente alimenta o QD-10 (elevador do palco), porém o QD-10 receberá alimentação independente. Também se observam diversas imperfeições de montagem, tais como, alguns disjuntores super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barra de terra, se observam barramentos faltantes, pois há disjuntores ligados fora dos barramentos, etc.

3.4.10. QD-10 - Teatro – Elevador do Palco

Conforme item anterior, este quadro irá receber alimentador independente do QD-9. Uma vez que se trata de quadro de força e comando do elevador do palco e este elevador será reformado ou possivelmente substituído, não realizamos nenhuma intervenção no quadro existente, mantendo-o como está. Quando do posicionamento do CMT, o fornecedor ou mantenedor ou instalador deverá fornecer o projeto do novo quadro ou indicar as adequações necessárias no quadro existente.

3.4.11. QD-11 - Teatro – Iluminação de serviço

O quadro apresenta bom estado, mas apresenta algumas imperfeições de montagem, tais como, todos os disjuntores de circuitos parciais são de curva B (muito sensíveis) e sugerimos substituir por outros de curva C, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, etc.

3.4.12. QD-12 - Teatro – Ventilação

Este quadro está instalado na cobertura do Teatro e faz parte do sistema de ar condicionado recentemente instalado para o Teatro. Sendo assim não realizamos nenhuma intervenção no mesmo.

3.4.13. QD-13 - Teatro – Exaustão

Este quadro está instalado na cobertura do Teatro e faz parte do sistema de ar condicionado recentemente instalado para o Teatro. Sendo assim não realizamos nenhuma intervenção no mesmo.

3.4.14 QD-14 - Teatro – Iluminação cênica

Para este quadro, devido à adequação para ligação ao gerador móvel, necessitamos substituir o quadro. Foram criados 4 circuitos, a saber: 1 circuito para o QD-15 (tomadas eventuais), 1 circuito para o QD-16 (tomadas eventuais), 1 circuito para o QD-SOM (cabine de som) e 1 circuito para o Rack.

3.4.15. QD-15 - Teatro – Tomadas eventuais

Observam-se diversas imperfeições de montagem tais como, não existe proteção contra contatos diretos, tomadas instaladas no interior do quadro, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, a maioria dos disjuntores são de padrão NEMA (pretos), etc.

3.4.16. QD-16 - Teatro – Tomadas eventuais

O quadro não apresenta disjuntor geral e trata-se de um “centrinho”.

3.4.17 QD-17 - Teatro – Hall de entrada

Este quadro é muito antigo e apresenta diversas imperfeições de montagem, tais como, chave faca seca como dispositivo de manobra geral, a maioria dos disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados e são de padrão NEMA (pretos), não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, não apresenta barras de neutro e terra, etc.

3.4.18. QD-18 - Teatro – 1º pavimento

O quadro apresenta bom estado, mas apresenta algumas imperfeições de montagem, tais como, a maioria dos disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, há disjuntores ligados fora dos barramentos, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, os barramentos são de padrão DIN (sugerimos manter o padrão de barramentos tradicionais, verticais), etc.

3.4.19. QD-19 - Teatro – 2º pavimento

O quadro apresenta bom estado, mas apresenta algumas imperfeições de montagem, tais como, todos os disjuntores estão super dimensionados comparados aos condutores a eles ligados, não tem DR e não há espaço suficiente para a instalação do mesmo, etc.

3.4.20. QD-20 - Teatro – Ar condicionado

Este quadro está instalado no 2º pavimento do Teatro e faz parte do sistema de ar condicionado recentemente instalado para o Teatro. Sendo assim não realizamos nenhuma intervenção no mesmo.

3.4.21. QD-21 - Portaria

Este quadro não apresenta condições de ser utilizado, pois trata-se de um “centrinho”, sem barramentos.

3.4.22. QD-EL1 e QD-EL2 – Elevadores novos

Estes quadros são novos e projetados no projeto complementar de elétrica para acessibilidade.

3.4.23. QDM – Quadro do diesel móvel

Este quadro foi projetado para receber os cabos do gerador diesel móvel e será instalado junto ao QGBT.

3.4.24. QD-FV1 e QD-FVG – Sistema fotovoltaico

Estes quadros estão apresentados no projeto, porém somente a título ilustrativo, para pré dimensionamento da infra estrutura elétrica do sistema. Deverão ser reavaliados e projetados quando do projeto executivo do sistema fotovoltaico.

3.4.25. QF-BI - Bombas de incêndio

As bombas são acionadas por botões liga-desliga e não por pressostatos, como sugere o Corpo de Bombeiros. Desta forma projetamos novo quadro atendendo ao que sugere o CB.

3.4.26. QF-DR – Bombas de drenagem

O quadro existente está operante, mas não apresenta bom estado. Propusemos um novo quadro, com novos sensores de nível e novo sistema de comando e proteção. Ficará a critério do CMT a substituição ou não deste quadro.

3.5. Proteção contra choques elétricos

Não foram observados DR's instalados nos quadros do CMT. Desta forma foram previstos DR's nos quadros pertinentes a recebê-los.

Os quadros de distribuição das edificações deverão possuir proteção contra choques através da instalação de DR's de alta sensibilidade (30mA), exceto aqueles nos quais estão conectados motores, equipamentos sem tomadas ou mesmo os quadros que alimentam outros que já possuem DR's instalados.

3.6. Proteção contra tensões transitórias de descargas atmosféricas

Ambos os QGBT's deverão possuir proteção contra tensões transitórias de descargas atmosféricas através da instalação de DPS's de classes 1.

3.7. Aterramento

O aterramento do neutro da concessionário se faz na Cabine Primária e é independente do aterramentos das edificações, pois trata-se de neutro multi aterrado e aterramento funcional da concessionária.

O aterramento geral das edificações se faz na barra de equalização de potencial (BEP) do QGBT, através da ligação da BEP ao eletrodo de aterramento do SPDA.

Os demais quadros elétricos são aterrados (equipotencializados) através dos respectivos condutores de proteção (PE).

O condutor neutro da concessionária terá a função de PEN, desde os transformadores até o QGBT.

No QGBT o condutor neutro (PEN) deverá ser ligado à BEP e a BEP deverá ser ligada à barra de neutro.

3.8. Gerador diesel móvel

Conforme informação do CMT, é utilizado um gerador móvel para alimentação do quadro QD-14 (iluminação cênica do Teatro), gerador este alugado em dias de evento.

Atualmente a ligação deste gerador a este quadro é precária e perigosa.

Desta forma, para melhor funcionamento desta operação, foi previsto junto ao QGBT, um quadro (QDM) no qual podem ser conectados os condutores do gerador diesel móvel.

No QGBT foi projetada uma chave reversora, a qual pode ser manobrada para alimentação pela rede normal (quando não há eventos) ou pela alimentação pelo gerador diesel móvel (quando há eventos).

4. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

4.1. Transformadores de potência

Este item descreve as especificações técnicas para o fornecimento dos transformadores de potência a seco, de relação de tensão 13.800–220/127 V.

Os transformadores, moldados em resina sólida sob vácuo, seco, deverão ser compactos, seguros, confiáveis e ecológicos, reunindo as vantagens como segue:

- Simplicidade de instalação civil e ocupação reduzida de espaço;
- Possuir vida longa, ser isento de manutenção e baixo custo operacional;
- Características de difícil combustão, autoextinguível e não produzir gases tóxicos;
- Insensível à umidade ambiental;
- Suportar sobrecargas e resistência elevada a curto-circuito.

Meio Isolante: Os transformadores serão do tipo a seco, com os enrolamentos encapsulados em isolação sólida.

Processo de Resfriamento: Ventilação Natural (AN)

Meio Refrigerante: Ar

Condições de Serviços e Instalação: instalação interna, altitude inferior a 1.000 m, temperatura do meio ambiente máxima 40°C e média de 30°C, em período de 24h.

Os transformadores deverão ser instalados em substituição aos transformadores existentes, nos mesmos locais atualmente utilizados.

Limites de elevação de temperatura: Os transformadores deverão ser dimensionados para funcionar com potência nominal em serviço contínuo, sem ultrapassar os limites de temperatura, referentes aos materiais isolantes da classe térmica "B" (130 °C). Entretanto, os materiais isolantes usados (inclusive o verniz dos condutores) deverão ter isolação classe "F" (155 °C).

Construção e funcionamento: Os transformadores deverão ter construção robusta, levando-se em consideração as exigências de instalação e colocação em serviço. Terá o centro de gravidade tal que lhe confira um bom grau de estabilidade, até uma inclinação da base em relação ao plano horizontal de 15 graus. Os transformadores de deverão ser dimensionados para resistir, sem sofrer danos, aos esforços mecânicos e elétricos ocasionados por curtos-circuitos externos, conforme estabelecido nas normas.

Deverão ser capazes de suportar os efeitos das sobrecorrentes, resultantes de curtos-circuitos nos terminais de qualquer um dos seus enrolamentos, com tensão e frequência nominal mantida constante no terminal do outro enrolamento durante um tempo de 2 segundos, com $I_{cc} = 25.I_n$. O funcionamento do transformador de potência deverá ser silencioso e isento de vibrações excessivas, quaisquer que sejam as condições de carga.

O nível de ruído do transformador deverá estar em acordo com a norma NBR 7277. Todas as partes iguais deverão ser intercambiáveis.

Ciclo de Carga: Os transformadores deverão suportar picos de carga diários, sem prejuízo da vida útil, conforme indicado na tabela 92-01-250 C, do apêndice C-57.92, das Normas ANSI/IEEE.

Comutador de derivações sem tensão: Os transformadores deverão ser equipados com comutador de derivações sem tensão com quatro derivações, além da nominal, no enrolamento primário.

Proteção térmica: Os transformadores deverão ser fornecidos com sensores térmicos em cada enrolamento e dispositivo supervisor/indicador de temperatura, eletrônico, reconhecidamente de boa qualidade e que mostre fielmente a temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos, do tipo mostrador, com 3 (três) contatos "NA", independentes para desligamento, alarme e falha/defeito do relé ou sensor em curto ou aberto.

4.1.1. Dados de projeto e características gerais

Os transformadores deverão ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as prescrições da NBR 10295 e NBR 5380 das Normas ABNT. Serão do tipo a seco, com resfriamento a ar natural (AN), trifásico e com as seguintes características:

- a) Potências nominais: 225kVA e 150kVA.
- b) Tensão nominal no enrolamento primário: 13.8/13.2/12.6/12.0/11.4 kV
- c) Tensão nominal no enrolamento secundário: 220/127V
- d) Nível de tensão de isolamento pleno (eficaz): 15kV
- e) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: 95kV
- f) Tensão suportável, nominal a 60Hz, durante um minuto (eficaz)-primário: 34kV
- g) Frequência nominal: 60Hz
- h) Grupo de Ligação: 30 graus
- i) Enrolamento primário: Triângulo
- j) Enrolamento secundário: Estrela com neutro acessível para ser aterrado
- k) Tensão de curto-circuito referente à potência nominal, 60Hz, ligação 13.8KV -220V a 115°C: 4,5%
- l) Nível de ruído máximo: 60dB

Núcleo: O núcleo dos transformadores deverá ser construído com chapas de aço-silício do tipo ANSI-M-5 laminadas a frio, de cristais orientados e baixas perdas. As chapas deverão ser isentas de rebarbas, impurezas e escórias após seu corte nas dimensões apropriadas.

O campo magnético deverá distribuir-se uniformemente e simetricamente. Para isso, as chapas siliciosas que formarão o núcleo deverão ser montadas convenientemente, de maneira a permitir, também, um amplo e adequado resfriamento.

As estruturas de fixação do núcleo permitirão o transporte seguro do transformador, sem que haja afrouxamento do núcleo, e garantir uma elevada resistência mecânica em funcionamento normal e em condições de curto-circuito, reduzindo ao mínimo as vibrações.

Deverá ser prevista a conexão rígida do núcleo (viga de aço) à terra, a fim de evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas.

Enrolamentos: Deverão ser construídos com material condutor de elevada pureza/condutividade e convenientemente isolados, com material isolante de classe térmica "F" de características adequadas, e encapsulados solidamente.

A distribuição dos condutores e dos materiais isolantes deverá ser tal que evite pontos fracos no isolante, e de modo a proporcionar uma distribuição linear das sobretensões a impulso, bem como de se ter uma distribuição correta aos esforços eletromecânicos axiais e radiais, em condições de curto-circuito.

Os cilindros de encapsulamento dos enrolamentos deverão ser executados em resina à base de epóxi, com calços de esteatite ou material equivalente, para assegurar uma elevada robustez mecânica.

O conjunto núcleo e enrolamentos deverão ser fixados à caixa, de maneira a evitar deslizamento durante o transporte e no funcionamento do transformador.

Deverão ser previstos canais de ventilação entre o núcleo e o enrolamento secundário, entre espiras do enrolamento secundário e entre este e o enrolamento primário.

Terminais de saída dos enrolamentos: Os terminais de saída dos enrolamentos primário e secundário (e do neutro) do transformador deverão ser devidamente identificados de acordo com as Normas ABNT, acompanhados cada um de seu respectivo e adequado conector.

O tipo e a posição dos terminais de ligação serão em função do lado de acesso e quantidade por fase dos cabos alimentadores tanto no primário como no secundário, devidamente compatibilizados, sendo que se os cabos acessarem por cima, os terminais serão no lado superior do transformador e em caso contrário, os terminais serão no lado inferior, a fim de evitar problemas quanto às distâncias mínimas de isolação, cruzamentos e facilitar a fixação dos cabos.

Quando pertinente, deverá possuir meios de proteção contra corrosão pela conexão de metais de diferentes características (terminais / conectores / barramentos), por exemplo, com utilização de chapas ou conectores bimetálicos, entre outras proteções metálicas.

Invólucro de proteção: A parte ativa dos transformadores deverão ser totalmente protegida de acesso direto às parte vivas, abrigada no interior de um invólucro de proteção metálico apropriado, fechado em todos os lados, inclusive na parte inferior com chapa de acabamento, constituído por chapas de aço soldadas e aparafusadas, provido de meios adequados de ventilação de ar natural e que assegurem a refrigeração conveniente do transformador de potência em quaisquer condições de operação constantes nas normas, sem ultrapassar os limites de temperatura prescritos nesta especificação.

Deverá atender aos requisitos definidos pelas normas da ABNT – NBRIEC 62271-200.

Para a fixação adequada dos cabos de energia, no lado interno ao invólucro, logo acima das flanges, deverão ser dispostos suportes metálicos e abraçadeiras isoladas.

O grau de proteção, no mínimo, do invólucro deverá ser IP21, de acordo com a NBR IEC 60529.

O invólucro de proteção deverá ter dois terminais para aterramento, acompanhados de conector apropriado para ligação a cabo de cobre nu com seção de 50mm² a 95mm².

Os materiais para fixação (parafusos, porcas, arruelas e ferragens similares), salvo quando especificados de outro modo, deverão ser cadmiados.

No lado externo ao invólucro, deverá ser fixada plaqueta de segurança tipo caveira com os seguintes dizeres: “Perigo de morte – risco de choque elétrico”.

Dispositivo de deslocamento e acessórios: Os transformadores de potência deverão estar acompanhados de adequados dispositivos, incorporados ao invólucro de proteção, como apoios para macaco, base para tracionamento e rodas (desmontáveis) bi orientáveis com bloqueio, 2 (dois) dispositivos de aterramento, caixa com blocos terminais para ligação dos cabos de controle no lado da baixa tensão e meios para içamento ou suspensão da parte ativa como alças ou olhais.

Placa de características: A placa de características dos transformadores deverá ser de aço inox, com os dizeres e esquema gravados de forma indelével, de acordo com as prescrições NBR 10295/2011, da Norma ABNT.

4.2. Quadro geral de baixa tensão (QGBT-1 e QGBT-2)

Este item descreve as especificações técnicas para o fornecimento do quadro geral de baixa tensão.

4.2.1. Condições específicas do fornecimento

O fornecimento deverá satisfazer principalmente às últimas prescrições da NBRIEC 60439.

Deverão ser fornecidas todas as partes inerentes aos diversos dispositivos e equipamentos, todos os acessórios de suporte e de fixação, inclusive os chumbadores a serem embutidos no concreto das obras civis e todos os dispositivos, equipamentos e conjuntos, inclusive os conectores de entrada e saída - tipo alta pressão - dos cabos e os bornes terminais para as ligações com circuitos externos, conforme indicados e descritos nestas especificações.

O quadro deverá ser de construção adequada, tipo autoportante, para instalação abrigada, completamente fechada em todos os lados, incluindo a parte superior, com chapa metálica, e inferior com chapa metálica ou isolante de acabamento com o mesmo grau de proteção especificado, exceto nas aberturas de ventilação e janelas de inspeção. Para a fixação adequada dos

cabos de energia, logo acima das flanges, deverão ser dispostos suportes metálicos e abraçadeiras isoladas.

O quadro deverá apresentar, construtivamente, o maior grau possível de segurança para o pessoal da manutenção. Todas as partes vivas deverão ficar completamente protegidas por chapas metálicas, de modo a não poderem ser tocadas quando energizadas.

O quadro deverá ser subdividido em 2 cubículos (QGBT-1 e QGBT-2), de compartimentos metálicos independentes e completamente isolados um do outro, cada um dotado de portas contendo os equipamentos para cada ramal de alimentação.

As aberturas de ventilação deverão ser protegidas por grades metálicas à prova de corrosão (tela inoxidável), contra poeira e eficientes para proteção dos equipamentos contra a entrada de insetos e roedores (manter o grau de proteção especificado).

Os dispositivos secundários de comando, controle, medição, sinalização, alarme e sua fiação deverão ser instalados em compartimentos específicos, de chapas metálicas aterradas e isolados de todos os equipamentos e dispositivos de força.

O compartimento específico destinado à instalação da chave reversora deverá possuir, além da instalação adequada do punho ou manopla rotativa com prolongador da chave na sua parte frontal.

Os disjuntores em caixas moldadas deverão ser montados fixos em longarinas de aço apropriadas, sendo o acionamento do disjuntor através da manopla dos mesmos.

O arranjo do QGBT deverá obedecer ao esquema elétrico da folha E-02.

As entradas e saídas dos cabos de alimentação de 220/127V deverão ser feitas pela parte inferior e posterior do quadro. Serão previstos conectores e todos os acessórios de fixação para os cabos de entrada e saída do quadro. A definição do local de entrada e saída dos cabos deverá ser consolidada na fase de execução da obra.

As fiações para ligações internas e entre quadros deverão ser claramente identificadas com luvas/tubos plásticos transparentes e etiquetas plásticas indeléveis gravadas em cada extremidade, com as mesmas designações dos bornes terminais.

Também, todas as inscrições de fiação deverão corresponder aos respectivos esquemas construtivos e de instalação.

Esses cabos deverão correr em canaletas não propagadoras de chama especialmente previstas para este fim, não devendo ser colocados na mesma canaleta os cabos de força e de comando.

A ocupação na canaleta deverá ser no máximo de 40 %, com fiação devidamente acabada e com comprimento adequado.

A execução da fiação deverá ser executada com cabos de cobre trançados, de seção não inferior a 1,5mm²; para os circuitos no secundário de TC's, a seção dos cabos não será inferior a 4mm²; para os circuitos de alimentação em CA a seção dos cabos não será inferior a 4mm².

Para os circuitos de medição e proteção, desde os TC's até os dispositivos de controle, necessariamente, todos os terminais de conexão dos cabos deverão ser do tipo olhal.

Os cabos, internamente ao quadro, deverão ter isolamento compatível com a tensão de trabalho, de material não propagador de chama, e resistente à umidade. Poderão ser utilizados condutores específicos, tipo antichama BWF, encordoamento classe 5, flexível, temperatura de operação 70°C, conforme norma NBRNM 280, NBRNM-IEC 60332-3 e NBRNM 247-3.

Para medição, os valores de tensão e corrente nominal nos secundários dos TP's e TC's serão de 115Vca e 5A, respectivamente.

Os cabos internos, a codificação das cores e as seções dos condutores deverão estar em conformidade com as normas da ABNT.

Para a padronização de cores de fiações interna de circuitos de BT e controle, deverá ser aplicado o seguinte código de cores:

- Preto: circuito de transformador de potencial;
- Vermelho: circuito de transformador de corrente;
- Amarelo: fases do circuito de corrente alternada;
- Azul-claro: circuito do neutro;
- Verde: circuito de aterramento;

No quadro, e em todos os dispositivos nele montados, deverão possuir placas de identificações com as mesmas designações dos desenhos, de modo a permitir facilidade de identificação e manutenção.

As placas de identificações, de mesma designação dos desenhos, deverão ser de plástico ou acrílico, de fundo na cor preta com legendas na cor branca, com aproximadamente 3,0mm de espessura, fixadas rigidamente por rebites plásticos. A gravação será em baixo relevo, em língua portuguesa.

O quadro também deverá apresentar etiquetas de advertência quanto ao risco de choque elétrico, a fim de atender ao disposto na norma NR-10.

Todas as partes iguais dos quadros deverão ser intercambiáveis.

4.2.2. Dados de projeto e características gerais

O quadro geral de baixa tensão (QGBT) deverá ser projetado, construído e ensaiado, de acordo com as prescrições da Norma NBRIEC 60439 da ABNT e nos pontos omissos conforme as prescrições das Normas ANSI-C37.20 e VDE-0660 nas suas edições mais recentes:

Tensão nominal:	220/127V
Classe de isolamento:	600V
Frequência nominal:	60Hz
Corrente nominal do barramento:	1.000A;
Tensão suportável a 60Hz, 1min.:	2.500V
Corrente de curto-circuito simétrica (eficaz):	20kA;

O quadro deverá ser projetado para atender grau de proteção IP51, de acordo com a NBR IEC 60529.

O acesso às partes internas do quadro deverá ser feito através de portas frontais, com abertura mínima de 120°, com dobradiça e trinco, de modo a permitir a manutenção dos barramentos ou eventual remoção dos componentes.

A técnica de fabricação deverá ser suficientemente apurada para se conseguir um perfeito alinhamento entre as partes removíveis.

Deverá ser prevista uma barra contínua, de cobre eletrolítico, ao longo de cada conjunto, com seção transversal mínima de 160mm², para permitir o aterramento dos quadros.

Esta barra será provida de conectores adequados, tipo alta pressão, aparafusados, próprios para cabos de cobre nu de seção até 120mm².

4.2.3. Estruturas metálicas

Deverão ser do tipo autoportante, perfeitamente rígidas e previstas para ampliações futuras. As bases dos quadros deverão ser providas de perfis “U”, com furos adequados para chumbadores embutidos no concreto.

Deverão ser construídos com perfis de aço de espessura mínima 2,66mm e fechadas com chapas de aço de espessura mínima 2mm, assim como as paredes divisórias de cada compartimento ou de quadros imediatamente adjacentes. As chapas de aço nas portas dos quadros deverão ser de espessura mínima de 2mm.

As chapas e os perfis de aço empregados no fornecimento deverão ser perfeitamente retos e com as superfícies lisas. O corte de chapas e perfis deverá ser efetuado com a máxima precisão, sem deixar rebarbas e/ou irregularidades. O corte poderá ser efetuado a frio; as peças de grande espessura poderão ser cortadas com maçarico.

O dobramento de chapas e perfis deverá ser efetuado a frio.

4.2.4. Barramentos

Os barramentos deverão ser construídos de barras de cobre eletrolítico, de alto grau de pureza e condutividade, adequadamente fixadas para resistir aos esforços eletrodinâmicos decorrentes das máximas correntes de curto-circuito especificadas. O barramento deverá ser previsto para uma corrente permanente de 1.000A, com máxima elevação de 30°C sobre uma temperatura ambiente de 40°C.

Os barramentos, bem como os diversos elementos de ligação aos equipamentos primários, juntas e derivações deverão ser eletricamente isoladas, para classe de tensão 600V, por um composto à base de epóxi ou material termo retrátil.

O material isolante a ser utilizado deverá ter propriedades elétricas e mecânicas comprovadamente satisfatórias, deverá ser não propagador de chamas, de baixa toxidade, de material anti higroscópico, resistente a formação de depósitos de carbono quando exposto a descarga elétrica, e adequado às condições ambientais da instalação. As emendas e derivações deverão apresentar o mesmo nível de isolamento de barramento.

Os barramentos deverão ser identificados através de código de cores conforme recomendações da Norma NBRIEC 60439 da ABNT, a saber:

- Fase R: Azul-escuro;
- Fase S: Branco;
- Fase T: Violeta;
- Neutro: Azul-Claro;
- Terra: Verde/Amarelo ou Verde.

As fases R, S, T deverão ser dispostas nas seguintes ordens: da esquerda para a direita, de cima para baixo e de frente para trás.

No projeto e na construção, deverão ser consideradas as contrações e expansões dos materiais utilizados, devido às variações de temperatura, sejam estes condutores ou não da corrente elétrica.

4.2.5. Tratamento e pintura

4.2.5.1 Zincagem

As peças em aço, deverão ser zincadas pelo processo de imersão a quente, de acordo com o estabelecido pelas normas ASTM-A 123-67, A 363-65, A 386-67, A 475-66, B 245-63, B 261-63 e ABNT NBR 6323. Para ferragens de uso externo a espessura da camada de zinco deverá ser de 80 microns no mínimo.

A pureza do zinco utilizado não deverá ser inferior à especificada, para os diversos casos, pelas normas anteriormente citadas e pelas ASTM-B 6.70.

As peças zincadas deverão ser submetidas aos ensaios especificados pelas normas ASTM-A 90-66 e ABNT NBR 7397, 7398, 7399 e 7400.

4.2.5.2. Pintura

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para o tratamento da superfície e pintura do quadro:

Preparação das superfícies: Deverá ser executada limpeza mecânica com jateamento ao metal branco ou metal quase branco ou limpeza química (desengraxamento, decapagem e fosfatização).

Tinta de fundo: Deverão ser aplicadas 2 (duas) demãos (ou mais) de tinta de fundo epóxi zarcão, óxido de ferro amino curada, com espessura mínima de 30microns de camada seca por demão.

Tinta de Acabamento: Deverão ser aplicadas 02 (duas) demãos da tinta de acabamento epóxi poliamida curada, com espessura mínima de 30microns de camada seca por demão. Como opção, poderá ser feita pintura eletrostática com tinta em pó a base de resina epóxi. Para equipamentos expostos ao tempo, deverá ser usada tinta à base de poliuretano alifático. A cor a ser utilizada deverá ser a cinza padrão Munsell N6,5.

4.2.6. Transporte

Para o transporte do quadro, a largura máxima deverá ser de três módulos ou 2.100 mm, com peso máximo de 1.500kgf, devendo possuir alças removíveis na parte superior para o seu içamento sem provocar deformações em sua estrutura.

4.2.7. Equipamentos internos

4.2.7.1 Disjuntores

Os disjuntores deverão ser do tipo caixa moldada, termo magnéticos, equipados com relés térmicos e de sobrecorrente, com comando manual por meio de alavanca própria. Deverão ser projetados, construídos e ensaiados conforme as normas ABNT NBRIEC 60947 e VDE 0660, em suas edições mais recentes.

Dados de Projeto: Tensão máxima operação de 690V, Frequência nominal de 60Hz, Corrente nominal e Capacidade de interrupção de 15kA.

4.2.7.2 Instrumentos indicadores e medidores

As medições em corrente alternada serão alimentadas pelos secundários dos transformadores de potencial e de corrente.

Os valores nominais de tensão e da corrente serão de 115V e de 5A, respectivamente. A escala dos instrumentos será referida às grandezas primárias medidas.

Para os circuitos de entrada dos QGBT's, os instrumentos indicadores deverão ser do tipo embutido, convencionais, perfeitamente estanques ao pó e dotados de vidros frontais. A escala dos instrumentos, com ajuste de zero externo, será escolhida de forma que a indicação do valor nominal de operação se encontre na faixa de 70% a 80% da escala.

Para os circuitos trifásicos deverão ser empregados amperímetros e voltímetros, munidos de comutadores de quatro posições sendo três para a leitura das três fases e a quarta posição para a exclusão do instrumento. Deverão ser previstos blocos de testes para os circuitos de medição e calibrações.

Deverão ser previstos plugs de testes compatíveis, nos circuitos de entrada de energia.

No mínimo, na entrada dos QGBT's serão medidas as informações de tensão (V), corrente (A), demanda (kW), consumo de energia (kWh), reativo (kVAR), fator de potência ($\cos\phi$) e harmônicas, através de instrumento tipo microprocessado, instalado na frente do quadro.

4.2.7.3 Transformador de corrente

Os transformadores de corrente deverão ser monofásicos, do tipo seco, com resfriamento natural, completamente herméticos e previstos para instalação no interior de quadros.

Deverão ser obedecidos os requisitos das Normas NBR 6821 e NBR 6856 e às características de classe de isolamento de 600V, corrente primária de 1.000A, corrente secundária nominal 5A e classe de exatidão e carga nominal de 0,6C25.

4.2.7.4. Transformador de potencial

Os transformadores de potencial deverão ser monofásicos, do tipo seco, com resfriamento natural, completamente hermético, previstos para instalação no interior dos quadros, com proteção por disjuntor no lado primário.

Deverão ser obedecidos os requisitos das Normas NBR 6820 e NBR 6855 e às características de tensão primária de 230V, ligação primária de fase-terra, classe de exatidão e carga nominal de 0,6P25, tensão secundária de 115V e potência térmica mínima de 400VA.

4.2.7.5. Chave reversora

Será do tipo manual, frontal, instalação em compartimento específico do quadro, operação sob carga, manopla rotativa com prolongador acionável externamente ao compartimento, travamento na porta e previsão de uso de cadeado (poderá ser operada somente com a porta fechada ou abrir a porta do

compartimento somente com a chave na posição aberta), tensão de isolamento 600V, 60Hz, corrente nominal 400A, capacidade de curto-circuito 15 kA.

Os contatos, do tipo alta pressão, deverão ser projetados para suportar os efeitos térmicos e eletrodinâmicos decorrentes das correntes de curto-circuito a que estará sujeito. Obedecer aos requisitos da Norma NBR 5381.

4.2.7.6. Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)

Os dispositivos de proteção deverão ser modulares, possuir indicação de estado, encaixe rápido do tipo “plug-in” e de fácil acesso, ser de material antichama/autoextinguível e possuir 1 (um) contato auxiliar reversível.

Dados de projeto: serão de classe 1, tensão de operação, $U_c=175V$, corrente máxima de surto para $I_p=20kA$, forma de onda 10/350 μs , tempo de resposta menor que 5ns.

4.3. Quadros de distribuição

Este item descreve as especificações técnicas para o fornecimento dos quadros de distribuição, os quais serão todos novos.

4.3.1. Condições específicas do fornecimento

O arranjo do quadro deverá obedecer aos esquemas elétricos do projeto.

Os quadros deverão ser do tipo de sobrepor ou de embutir, conforme informado nos esquemas respectivos, com portas frontais, fechados por todos os lados por chapas metálicas, sendo os componentes internos montados em chassis ou chapas de montagens (cor laranja) fixadas na parte traseira do painel, fechados por meio de espelho metálico frontal interno com dobradiça e fecho rápido com acesso aos acionamentos de disjuntores.

A porta metálica frontal externa, de abertura em até 120°, deverá ser provida de dobradiças e fechadura tipo Yale. As aberturas de ventilação deverão ser protegidas por grades metálicas (tela inoxidável) à prova de corrosão, contra poeira e eficientes para proteção dos equipamentos contra a entrada de insetos e roedores (manter o grau de proteção especificado).

O quadro deverá ser construído para atender grau de proteção IP50 (de sobrepor) ou IP40 (de embutir), de acordo com a NBR IEC 60529.

O quadro deverá apresentar, construtivamente, o maior grau possível de segurança para o pessoal da manutenção. Todas as partes vivas deverão ficar completamente protegidas por chapas metálicas, de modo a não poderem ser tocadas quando energizadas.

As entradas e saídas dos cabos de alimentação deverão ser possíveis tanto pela parte inferior como superior dos painéis. Para tanto, deverão ser previstas, nestas partes, chapas metálicas dotadas de guarnição de borracha sintética,

presas à estrutura por meio de parafusos, de modo a permitir sua retirada na obra, para a execução dos furos necessários para a conexão de eletrodutos.

O quadro e todos os dispositivos neles montados deverão possuir placas de identificação indelévels com as mesmas designações dos desenhos, de modo a permitir facilidade de identificação e manutenção. Neste caso específico das obras do CMT, as placas de identificação deverão ser fornecidas ao cliente final para posterior identificação dos circuitos, os quais serão realizados pela equipe de manutenção do CMT.

Os quadros também deverão apresentar etiquetas de advertência quanto ao risco de choque elétrico, a fim de atender ao disposto na norma NR-10.

Todos os quadros deverão conter o nome do mesmo, de acordo com os desenhos de projeto, bem como a tensão de operação.

4.3.2. Dados de projeto e características gerais

O quadro deverá ser projetado, construídos e ensaiados, de acordo com as prescrições da Norma NBRIEC 60529 e NBRIEC 60439 da ABNT e nos pontos omissos conforme normas NEMA nas suas edições mais recentes, de acordo com as seguintes características:

- Tensão nominal: 220/127V
- Corrente nominal do barramento: conforme projeto
- Tensão suportável a 60Hz, 1min.: 2.500 V;
- Corrente de curto-circuito, valor eficaz, simétrico: conforme projeto

As estruturas metálicas deverão ser construídas com perfis de aço de espessura de 2mm, fechadas com chapas de aço de espessura de 2 mm (14 MSG), no mínimo. As chapas de aço utilizadas nas portas dos painéis deverão ser de espessura mínima de 2mm. As chapas traseiras dos painéis deverão ser previstas com reforços estruturais e furos, a fim de permitir uma fixação firme e segura.

Deverá ser prevista uma barra de aterramento, de cobre eletrolítico, provida de conectores para ligação dos cabos de aterramento de circuitos alimentados por ele.

Os barramentos deverão ser construídos de barras de cobre eletrolítico, de alto grau de pureza e condutividade, adequadamente fixados para resistir aos esforços eletrodinâmicos de correntes das máximas correntes de curto-circuito especificadas. Para as correntes nominais, a máxima elevação de temperatura dos barramento será de 30°C sobre uma temperatura ambiente de 40°C.

Os barramentos, bem como os diversos elementos de ligação aos equipamentos primários, juntas e derivações deverão ser eletricamente isoladas, para classe de tensão 600V, com material adequado tipo epóxi ou material termo retrátil.

As emendas e derivações irão apresentar o mesmo nível de isolamento do barramento.

O material isolante a ser utilizado deverá ter propriedades elétrica e mecânica comprovadamente satisfatória, ser não propagador de chamas, de material anti higroscópico, resistente a formação de depósitos de carbono quando exposto a descarga elétrica e adequado às condições ambientais de instalação.

Os barramentos deverão ser identificados através de cores conforme recomendações da Norma NBRIEC 60439 da ABNT, a saber:

- Fase R: Azul-escuro
- Fase S: Branco
- Fase T: Violeta
- Neutro: Azul-claro
- Terra: Verde/Amarelo ou Verde.
-

No projeto e na construção, deverão ser consideradas as contrações e expansões dos materiais utilizados, sejam estes condutores ou não de corrente elétrica.

4.3.3. Tratamento e pintura

4.3.3.1 Zincagem

As peças em aço, deverão ser zincadas pelo processo de imersão a quente, de acordo com o estabelecido pelas normas ASTM-A 123-67, A 363-65, A 386-67, A 475-66, B 245-63, B 261-63 e ABNT NBR 6323.

A pureza do zinco utilizado não deverá ser inferior à especificada, para os diversos casos, pelas normas anteriormente citadas e pelas ASTM-B 6.70.

As peças zincadas deverão ser submetidas aos ensaios especificados pelas normas ASTM-A 90-66 e ABNT NBR 7397, 7398, 7399 e 7400.

4.3.3.2. Pintura

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para o tratamento da superfície e pintura do quadro:

Preparação das superfícies: Deverá ser executada limpeza mecânica com jateamento ao metal branco ou metal quase branco ou limpeza química (desengraxamento, decapagem e fosfatização).

Tinta de fundo: Deverão ser aplicadas 2 (duas) demãos (ou mais) de tinta de fundo epóxi zarcão, óxido de ferro amino curada, com espessura mínima de 30microns de camada seca por demão.

Tinta de Acabamento: Deverão ser aplicadas 02 (duas) demãos da tinta de acabamento epóxi poliamida curada, com espessura mínima de 30microns de camada seca por demão. Como opção, poderá ser feita pintura eletrostática com tinta em pó a base de resina epóxi.

A cor a ser utilizada deverá ser a cinza padrão Munsell N6,5.

4.3.4. Equipamentos internos

4.3.4.1. Disjuntores até 63A

Serão do tipo mini disjuntores, de disparo termomagnético, de curva C, conforme norma NBR NM 60898, para fixação em trilho DIN, capacidade de ruptura mínima conforme projeto de cada quadro.

4.3.4.2. Disjuntores acima de 63A até 125A

Serão do tipo caixa moldada, de disparo termomagnético, conforme norma NBR IEC 60947 e RTQ 243, para fixação em trilho DIN, capacidade de ruptura mínima conforme projeto de cada quadro.

4.3.4.3. Dispositivos de corrente residual (DR)

Serão do tipo AC, de sensibilidade de 30mA, tetrapolares, de correntes nominais conforme projeto, conforme norma NBR IEC61008.

4.3.4.4. Fusíveis

Os fusíveis para os circuitos de comando, controle e sinalização deverão ser do tipo diazed, fornecidos completos com caixa de proteção, base, tampa e parafuso de ajuste.

4.3.4.5. Contatores

Os contatores deverão ser de construção robusta, com contatos prateados, autolimpantes e não soldáveis. Apresentarão uma vida útil de 10 milhões de manobras e serem construídos conforme Normas VDE-0660 e IEC-60947-4-1. Os contatos e bobinas deverão ser facilmente substituíveis, sem a necessidade de remoção do contator. Os contatores deverão operar livres de vibração e ruídos, na condição energizada.

Dados de Projeto: tensão nominal de isolamento de 600 V, frequência nominal de 60Hz, corrente nominal conforme projeto, tensão nominal da bobina 220Vca e faixa de operação da bobina 0,85Vn a 1,1Vn

4.3.4.6. Relés térmicos

Os relés térmicos deverão ser de construção robusta, com contatos prateados, autolimpantes e não soldáveis, próprios para proteção contra sobrecarga, falta

de fase e assimetria de fases. Devem ser construídos conforme Norma NBR 8127. Deverão operar livres de vibração e ruídos, na condição energizada.

Dados de Projeto: tensão nominal de isolamento de 600V, frequência nominal de 60Hz, corrente nominal e faixa de ajuste conforme projeto.

4.3.4.7. Botões de chaves de controle

Deverão ser para furação Ø 22,5 mm.

Os botões de comando deverão ser próprios para uso em circuitos de tensão com isolamento até 600Vca, frequência de operação 60Hz, de alta capacidade no mínimo 1.000.000 (um milhão) de operações, ter contatos com capacidade para suportar a corrente térmica mínima de 5A continuamente, sem exceder a temperatura de 30°C acima da temperatura ambiente. Deverá possuir grau de proteção IP40.

Os atuadores das botoeiras deverão ser relacionados com a cor conforme os seguintes significados:

Vermelho:.	desligar ou parada de emergência;
Verde:	ligar;
Amarelo:	rearme;
Azul:	reset;
Preto:	teste.

As chaves comutadoras do tipo rotativa (seletora ou comando) deverão ser para tensão máxima de trabalho 600Vca, frequência de operação 60Hz, possuir vida mecânica no mínimo 1.000.000 (um milhão) de operações, ter contatos com capacidade para suportar a corrente térmica mínima de 16A.

As chaves serão do tipo para fixação frontal (pelo topo) e grau de proteção mínimo IP40 (ABNT).

Os espelhos das chaves deverão ser quadrados, contendo as denominações (inscrições) conforme projeto.

4.3.4.8. Sinaleiros

Deverão ser para furação Ø 22,5 mm, com canoplas coloridas, classe de tensão 600V, grau de proteção IP40. Os quadros deverão ser previstos com chave comutadora de três posições com sistema para teste de lâmpadas (teste/Ø/desligado).

Os sinalizadores, com cores compatíveis a cada função, baixa emissão térmica, deverão possuir lâmpadas de estado sólido, tipo diodo "led", alto brilho, com base BA9s, de vida útil longa superior a 100.000h, e imune à vibração mecânica.

As lâmpadas deverão possuir meios adequados para proteção contra queimas indevidas.

Os sinalizadores luminosos deverão ser relacionados em função dos estados dos equipamentos conforme o seguinte código de cores:

Vermelha:	equipamento ligado;
Verde:	equipamento desligado;
Cor amarela:	condição anormal;
Cor branca:	informações diversas;
Cor azul:	requer a ação do operador;
Incolor:	proteções atuadas, bloqueios.

4.4. Condutores

Para todos os circuitos alimentadores de quadros elétricos serão utilizados condutores do tipo cabos unipolares, formados por fios de cobre nu eletrolítico, flexíveis, tempera mole, encordoamento classe 5, com isolamento e cobertura de PVC, para 0,6/1kV – 70°C, antichama, conforme normas NBR-7288 e NBR NM-280.

4.5. Eletrodutos

Para os circuitos alimentadores instalados no solo serão utilizados eletrodutos de PEAD, cor preta, seção circular, corrugação helicoidal, flexível e impermeável, conforme norma NBR 15715 e acessórios

Quando instalados à vista ou embutidos em forro os eletrodutos serão de aço galvanizado a fogo, conforme norma NBR 5597.

4.6. Caixas de passagem

4.6.1. Caixas para embutir em paredes e para instalação em forro

Serão de aço, com tampa parafusada, de dimensões conforme projeto.

4.6.2. Caixas para instalação à vista e ao tempo

Serão de liga de alumínio fundido, à prova de tempo

4.6.3. Caixas para instalação à vista, internas

Serão do tipo condutores de alumínio fundido

4.6.4. Caixas de embutir no piso das áreas externas

Serão construídas no local, em concreto, com tampa de ferro fundido, nas dimensões conforme projeto.

5. PRESCRIÇÕES GERAIS DE INSTALAÇÃO

Todos os materiais elétricos empregados na obra deverão ser comprovadamente, de primeira qualidade e satisfazer rigorosamente às especificações técnicas da ABNT.

A execução das instalações deverá ser feita com emprego de mão de obra qualificada, com todos os requisitos de segurança, conforme prescreve a norma NBR 5410, da ABNT.

As emendas de condutores serão todas executadas embutidas em caixas de passagem por meio de conectores de pressão, com uso de ferramental apropriado para tal fim.

Todos os eletrodutos deverão ser percorridos por condutor de proteção e este, por sua vez deverá ser ligado aos pontos de utilização.

Os condutores da instalação poderão ser identificados pelas seguintes cores:
Fase R: preto, Fase S: vermelho, Fase T: branco
Retorno: amarelo, Neutro, azul claro, Proteção: verde

Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo, quando tal condutor se destinar a aterramento.

Deverão ser instaladas caixas de passagem de forma que não haja trechos contínuos (sem interposição de caixa ou equipamentos) retilíneos de tubulações maiores que 20 metros, sendo que, nos trechos com curvas, essa distância deve ser reduzida de 3 metros em cada curva de 90°.

Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstos, no máximo, três curvas de 90°, ou seu equivalente.

6. RESPONSABILIDADES DA EMPRESA CONTRATADA PARA EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Todos os serviços e materiais mencionados neste caderno de especificações e nas folhas de projeto deverão ser objeto de contrato global ou parcial com a empresa contratada para a execução das instalações elétricas, não comportando pagamentos adicionais para nenhum serviço constante no escopo contratado.

Com base no projeto, no memorial e visitas ao local da obra, a Empreiteira deverá efetuar levantamentos completos e minuciosos de todos os serviços, materiais, equipamentos, ferramental, mão de obra, supervisão e coordenação dos serviços necessários a perfeita execução da obra.

A Empreiteira deverá apresentar previamente à contratação, uma carta declarando que analisou o projeto e listou possíveis omissões.

Após assinatura do contrato a Empreiteira não poderá alegar desconhecimento de qualquer item constante do projeto e do memorial para obter pagamentos adicionais de serviços extras.

A Empreiteira, na sua proposta, deverá apresentar todos os itens com preços unitários, os quais deverão servir como base para serviços complementares, acarretados por eventuais modificações introduzidas na obra.

Caberá à Empreiteira manter atualizados os projetos com as modificações introduzidas na obra através de anotações, as quais deverão ficar arquivadas sempre em coordenação com o engenheiro fiscal da obra. Estas anotações deverão ser apresentadas à fiscalização na época da medição dos serviços, cuja aprovação será liberada para fins de pagamentos.

Portanto a Empreiteira de serviços de eletricidade deverá considerar como parte integrante do escopo de serviços a atualização dos projetos, de tal maneira que se tenha no final da obra um projeto totalmente atualizado, o qual deverá ser entregue ao proprietário sob a forma de “as built”, de modo que se tenha condições, no futuro, de executar a manutenção de qualquer instalação objeto do atual projeto.

Caso necessário, a Empreiteira ficará responsável por quaisquer pedidos, solicitações ou aprovações de projetos junto à concessionária de energia elétrica local.