



SC PAR
PORTO DE
IMBITUBA

OBRA: MOBILIZAÇÃO SUBESTAÇÃO 04
LOCAL: IMBITUBA – SC
TIPO: MEMORIAL DESCRITIVO
PROJETO: ELÉTRICO - BAIXA TENSÃO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
1 REFERENCIAS NORMATIVAS.....	5
2 EXECUÇÃO	7
3 DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA OBRA	8
4 MEMORIAL DESCRITIVO	9
4.1 ENTRADA DE ENERGIA	9
4.2 SUBESTAÇÃO	9
4.3 BLOCO ADMINISTRATIVO/MANUTENÇÃO ELÉTRICA.....	10
4.4 BLOCO OFICINA/BANHEIRO	10
4.5 BLOCO ENGENHARIA.....	11
4.6 BLOCO ANTAQ/ANVISA	11
4.7 CAPELA	11
4.8 BLOCO FUTURO AUDITÓRIO	11
4.9 SALA DE SEGURANÇA	11
4.10 FUTURO DATA CENTER.....	12
4.11 OUTROS CIRCUITOS.....	12
5 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	13
5.1 QUADROS ELÉTRICOS	13
5.1.1 Descrição	13
5.1.2 Especificações/Acabamentos.....	13
5.1.3 Aspectos de Construção Mecânica	13
5.1.4 Características Construtivas Elétricas.....	14
5.1.4.1 Barramentos.....	15
5.1.4.2 Fiação Auxiliar	16
5.1.4.3 Bornes Terminais.....	16
5.1.4.4 Disjuntores	16
5.1.4.5 Disjuntores Tripolares em Caixa Moldada	17
5.1.4.6 Mini Disjuntores (Quadros de Luz e Tomadas)	17
5.1.4.7 Dispositivos Protetores contra surtos (DPS)	18
5.1.4.8 Interruptores Diferenciais Residual (DR).....	18
5.1.4.9 Contatores.....	18
5.1.4.10 Botões.....	19
5.2 CONDUTORES E CABOS ELÉTRICOS.....	19
5.2.1 Cabo Unipolar de EPR, isolação 0,6/1Kv	20
5.2.2 Cabo Unipolar de PVC, isolação 450/750v	20
5.2.3 Cabo Multipolar de PVC, isolação 0,6/1,0kv	20
5.3 CONDUTOS.....	21

5.3.1	Eletrocalhas e Conexões.....	21
5.3.2	Eletrodutos e Conexões.....	21
5.4	CAIXAS DE PASSAGEM/DERIVAÇÃO/LIGAÇÃO	22
5.5	ESPELHOS	22
5.6	INTERRUPTORES.....	23
5.7	TOMADA.....	23

INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se às instalações elétricas que atenderão a obra de mobilização da Subestação 4, localizada na área não alfandegada do Porto de Imbituba, na Avenida Presidente Getúlio Vargas, sem número, bairro Centro do município de Imbituba. As recomendações aqui apresentadas têm o objetivo de orientar a execução do projeto elétrico quanto à funcionalidade e segurança, estabelecendo os requisitos mínimos para a adequação e modernização das instalações elétricas do quadro geral de baixa tensão (QGBT). Todavia, não implicam em qualquer responsabilidade do projetista com relação à qualidade da instalação executada por terceiros e discordância com as normas aplicáveis.

1 REFERENCIAS NORMATIVAS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento. Onde houver omissão ou em caráter suplementar, poderão ser adotadas outras normas que não se encontrem aqui relacionadas.

- NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
- NR 10 do Ministério do Trabalho: Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NBR 5060: Guia para instalação e operação de capacitores de potência - 07/1977;
- NBR 5356: Transformador de potência – 12/2007;
- NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – 07/2005;
- NBR 5431: Caixas de derivação para uso em instalações elétricas domésticas e análogas – 04/2008;
- NBR 5444: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais – 02/1989;
- NBR 5456: Eletricidade geral – 06/1987;
- NBR 5459: Manobra e proteção de circuitos – 06/1987;
- NBR 5460: Sistemas elétricos de potência – 04/1992;
- NBR 5624: Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca – 12/1993;
- NBR 14136: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A em CA;
- NBR 6148: Condutores isolados com isolação extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensões até 750V – 1997;
- NBR 15465: Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho – 09/2008;
- NBR 6251: Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1kVA a 35kV. Requisitos construtivos – 12/2006;
- NBR 6689: Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais – 07/1981;
- NBR 6720: Caixas de derivação para uso em instalações elétricas domésticas e análogas. Ensaio – 02/1997;
- NBR 15626-1 e 2: Máquinas elétricas girantes – motores de indução. Especificação – 10/2008;
- NBR 7288: Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1kV a 6kV – 11/1994;
- NBR 7863: Aparelhos de conexão (junção e/ou derivação) para instalações elétricas, domésticas e similares – 04/1983;
- NBR 7864: Aparelhos de conexão para instalações elétricas, domésticas e similares fixas. Resistência mecânica. Caso particular. Conexão sem parafuso – 04/1983;
- NBR 7869: Aparelhos de conexão para instalações elétricas, domésticas e similares. Resistência ao calor – 04/1983;
- NBR 7872: Aparelhos de conexão para instalações elétricas, domésticas e similares. Proteção contra choques elétricos – 04/1983;

- NBR 7873 Aparelhos de conexão para instalações elétricas, domésticas e similares fixas. Aquecimento e comportamento elétrico. Conexões sem parafuso – 04/1983;
- NBR 8133: Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca. Designação, dimensões e tolerâncias – 08/1983;
- NBR IEC 60439-1: Conjunto de manobras e controle de baixa tensão. Parte 1: conjuntos com ensaios de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testado (PTTA).

2 EXECUÇÃO

Os desenhos do projeto elétrico se complementam com as informações contidas neste memorial e lista de material, devendo ser executado em conjunto com as informações contidas nestes documentos. A relação e quantidade de materiais e serviços constantes na lista de materiais e no orçamento são orientativas. A CONTRATADA deverá conferir minuciosamente todas as quantidades apresentadas, detectar e incluir eventuais materiais e serviços omitidos na relação informada, baseado nos projetos apresentados, nas informações obtidas "in loco" na visita prévia, e demais documentos que compõem o projeto.

A CONTRATADA será responsável pela instalação e/ou fornecimento dos equipamentos, serviços e materiais para o perfeito funcionamento da instalação, bem como fornecer e instalar no canteiro de obra uma placa com a indicação dos nomes dos responsáveis técnicos, nome do Cliente e especificação da obra.

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as especificações do projeto, primando sempre pela boa técnica, segurança na execução e bom acabamento. Todos os materiais a serem empregados na obra deverão ser comprovadamente de boa qualidade e satisfazer rigorosamente as especificações do projeto. Para execução dos serviços deverão ser empregados profissionais devidamente habilitados sob responsabilidade de um engenheiro e ferramental adequado a cada tipo de serviço.

Não será permitida a alteração ou modificação de qualquer item desse projeto sem a prévia autorização do Projetista. A execução da obra sem obedecer ao projeto isenta o projetista de suas responsabilidades. Qualquer alteração deverá ter autorização do responsável pelo projeto e será encaminhada por escrito ao responsável pela execução. Dúvidas de projeto e especificações que eventualmente surgirem deverão ser esclarecidas antecipadamente com a FISCALIZAÇÃO da obra ou com o projetista. Qualquer divergência entre o projeto e o memorial descritivo deverá prevalecer o que estiver escrito no memorial descritivo.

A CONTRATADA deverá ter sempre na obra as cópias das plantas para anotação das divergências e/ou complementações introduzidas durante a execução do projeto para posterior apresentação do "as built". Também deverão ser anotadas nas plantas todas as partes executadas, de modo que se permita a verificação dessas instalações, durante os trabalhos, por parte da FISCALIZAÇÃO.

Ao final da obra a empresa instaladora deverá realizar os testes do sistema para fins de aprovação da entidade competente. O sistema deverá ser submetido como um todo às seguintes verificações:

- Testes de funcionamento;
- Testes de continuidade do aterramento;
- Teste de isolamentos das instalações elétricas;
- Ensaio para determinar a resistência de aterramento.

Ainda, a empresa executora deverá providenciar equipamentos de proteção individual e coletiva, EPI e EPC, necessários e adequados ao desenvolvimento de cada etapa dos serviços, conforme normas NR-10, NR-06 e NR-18 (Portaria 3214 do Ministério do Trabalho), bem como os demais dispositivos de segurança.

Nota 1 – A Contratada deverá retirar todos os componentes e materiais que durante as alterações forem desativados (cabos, disjuntores, quadros, etc.) e encaminhá-los no destino indicado pela equipe de engenharia do Porto de Imbituba.

3 DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA OBRA

Para adequação e modernização das instalações elétricas, sempre que indicado serão substituídos os quadros existentes por novos quadros, maiores e com espaço reserva para ampliações. Os quadros serão instalados em conformidade com as normas da NBR 5410 e NR10, possuindo dispositivos de proteção geral contra sobrecarga e curto-circuitos de acordo com as normas NBR IEC 60898 e NBR IEC 60 947-2, proteção contra choques elétricos utilizando dispositivo de proteção diferencial-residual – DR para os circuitos indicados de tomadas e dispositivos de proteção contra surtos – DPS. Novos condutores serão instalados para alimentação dos quadros conforme as especificações e disposição análoga dos diagramas unifilares e plantas em anexo.

Os condutores dos circuitos terminais (tomadas, iluminação, chuveiros, etc.) devem ser instalados de acordo com a divisão dos circuitos dos Quadros de distribuição com lançamento por meio de eletrocalhas, perfilados, conduletes e/ou eletrodutos aparente. Todas as conexões entre eletrodutos e eletrocalhas para instalação dos circuitos terminais deverão ser feitas através de derivação para eletroduto fixada na eletrocalha ou perfilado. Nas interligações entre eletrodutos, eletrocalhas, perfilados e leitos deverão ser utilizadas conexões apropriadas para este fim, fornecidas pelo fabricante dos mesmos.

Deverá ser prevista iluminação de emergência, com autonomia mínima de 2 horas, de acordo com NBR 14039, com circuito independente, localizado no quadro de distribuição geral do transformador principal, instalados na sala onde se encontra o transformador e disjuntor de média, bem como na sala onde se encontra o QGBT nas posições indicadas em projeto elétrico.

Ainda deverão ser instalados extintores de CO2 com capacidade extintora de 6 kg para proteção da sala de transformação e do quadro geral de baixa tensão. Em casos de locação externa, instalado em abrigo contra intempéries. De acordo com localização em projeto, em ambas as salas da subestação deverão ser instalados dispositivos para proteção dos cabos contra ataques de roedores mediante emissor de alta frequência, observando as faixas utilizadas para rádio e telemetria a fim de evitar interferências dos sinais.

4 MEMORIAL DESCRITIVO

4.1 ENTRADA DE ENERGIA

A entrada de energia em alta tensão será alterada conforme o Memorial Descritivo Elétrico de Alta Tensão e plantas relacionadas.

4.2 SUBESTAÇÃO

No presente documento será tratado somente das etapas de instalação do QGBT e caminhamento das tubulações até os prédios que serão por ele atendidos. Os detalhes da construção civil estão explícitos no Memorial Descritivo Civil e respectivas plantas.

Os condutores de alimentação do QGBT serão constituídos de cabo de cobre unipolares **3#2x120(2x120) mm² HEPR 0,6/1 kV**, conectados no secundário do transformador de 300 kVA com conectores sapata, sendo 2 vias de cabos por fase e mais 2 vias de cabos para o neutro, lançado em leito de 300 x 100 mm. Os cabos das fases seguirão até o disjuntor de proteção no QGBT e o neutro até o barramento de neutro do mesmo. O cabo de aterramento do QGBT será de **cobre nú #95 mm²**, conectado ao barramento de equipotencialização (BEP) da cabine. Cabe ressaltar que serão instalados disjuntores reservas para futura instalação de outro transformador de 300 kVA e do gerador, conforme diagrama unifilar.

As passagens dos cabos da saída dos QGBT serão realizadas através de condutos subterrâneos instalados em canaleta no piso com medida 30 x 30 cm dentro da subestação até uma caixa de passagem no lado de fora da subestação no pátio gramado. Fora da subestação os cabos seguirão através de condutos subterrâneos com eletrodutos de acordo com projeto específico, passando por caixa de passagem distanciadas entre si no máximo de 30 metros, conforme segue planta na **prancha ELE 04/04**. Os cabos serão agrupados em trifólio de 1 condutor por fase mais o neutro, cada grupo em eletroduto separado.

O condutor de proteção (PE) dos quadros QGDG será um cabo de seção **95 mm² isolamento mínima de PVC 750V** interligado à malha de aterramento da subestação. O cabo será lançado junto com os cabos de alimentação dos QGBT.

Os quadros sintéticos das cargas são apresentados pelas tabelas que seguem.

Tabela 1 - Circuito de tomadas

Designação	Local	Pn [kW]	In [A]	Un [V]	cos ϕ	fu	Conexão de fase	Tipo de carga	Qntd
Ilum. e Tomada SUBS	Zona interna	0,554	2,478	230	0,92	1	L2-N	indutiva	1

Tabela 2 - Compensação

Designação	Potência total [kvar]	Potência do módulo [kvar]	Número de módulos	cos ϕ (distribuição)	Módulos ligados
Capacitor	12,5	12,5	1	0,936	1

Tabela 3 - Cargas estacionárias

Designação	Local	Pn [kW]	In [A]	Un [V]	cos ϕ	fu	Conexão de fase	Tipo de carga	QNTD
Sala de Segurança	Zona interna	4,239	21	220	0,92	1	L1-N	indutiva	1
Bloco Engenharia	Zona interna	33,172	54,783	380	0,92	0,8	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Bloco ANTAQ	Zona interna	30,882	51	380	0,92	0,65	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Bloco Auditório	Zona interna	65,818	108,696	380	0,92	0,55	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Capela	Zona interna	4,441	22	220	0,92	0,25	L3-N	indutiva	1
Bloco Manutenção Elétrica	Zona interna	21,062	34,783	380	0,92	0,25	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Bloco Banheiros	Zona interna	33,172	54,783	380	0,92	0,75	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Bloco Oficina	Zona interna	24,221	40	380	0,92	0,4	L1-L2-L3-N	indutiva	1
Bloco DataCenter	Zona interna	40	66,058	380	0,92	1	L1-L2-L3-N	indutiva	1

4.3 BLOCO ADMINISTRATIVO/MANUTENÇÃO ELÉTRICA

O BLOCO ADMINISTRATIVO/MANUTENÇÃO ELÉTRICA será alimentado por cabos de cobre 3#1x50(50)T25 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) do QDG1 com derivação do QGBT será com cabo de cobre unipolar seção 50 mm² isolamento mínima de PVC 750V. A passagem dos cabos do QGBT será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de Ø4", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.4 BLOCO OFICINA/BANHEIRO

O BLOCO Oficina/Banheiro será alimentado por cabos de cobre 3#16(16)T16 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) será com cabo de cobre unipolar seção 16 mm² isolamento mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT até o QDG1 será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de 2", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.5 BLOCO ENGENHARIA

A alimentação deste quadro será feita pelo quadro QGBT, por cabos de cobre 3#16(16)T16 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) do QDG1 com derivação do QGBT será com cabo de cobre unipolar seção 16mm² isolação mínima de PVC 750V.

A passagem dos cabos do QGBT será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de 2", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.6 BLOCO ANTAQ/ANVISA

O BLOCO Oficina/Banheiro será alimentado por cabos de cobre 3#16(16)T16 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) será com cabo de cobre unipolar seção 16mm² isolação mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT até o QDG1 será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de 2", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.7 CAPELA

A CAPELA será alimentado por cabos de cobre 1#6(6)T6 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) será com cabo de cobre unipolar seção 10 mm² isolação mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT até o QDG1 será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de 2", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.8 BLOCO FUTURO AUDITÓRIO

O FUTURO AUDITÓRIO será alimentado por cabos de cobre 3#1x50(50)T25 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) do QDG1 com derivação do QGBT será com cabo de cobre unipolar seção 50 mm² isolação mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de Ø4", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.9 SALA DE SEGURANÇA

A SALA DE SEGURANÇA será alimentado por cabos de cobre 1#16(16)T16 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) será com cabo de cobre unipolar seção 16 mm² isolação mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT até o QDG1 será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de 2", passando por caixas de

passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.10 FUTURO DATA CENTER

O Futuro DATACENTER será alimentado por cabos de cobre 3#1x25(25)T16 mm² HEPR 0,6/1 kV a partir do QGBT. O condutor de proteção (PE) do QDG1 com derivação do QGBT será com cabo de cobre unipolar seção 16 mm² isolamento mínima de PVC 750 V. A passagem dos cabos do QGBT será através de conduto subterrâneo por meio de eletroduto de Ø2", passando por caixas de passagem distanciadas entre si no máximo de 15 metros, conforme planta na prancha ELE 04/04.

4.11 OUTROS CIRCUITOS

Existem outros circuitos que servirão para atendimento da iluminação interna da subestação e tomadas de apoio, como também para o capacitor fixo que atenderá a correção de fator do potência da subestação. Tais circuitos estão pormenorizados e identificados no diagrama unifilar.

Nota 2 – *Garantir espaço físico no quadro para futura instalação de medição setorizada para cada circuito, bem como espaço para instalação de TCs em cada um destes circuitos mencionado anteriormente.*

5 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

As especificações de fabricantes dos materiais e equipamentos aqui expressos foram definidas de forma a orientar os padrões de qualidade técnica a serem atingidos. Em caso de substituição, a CONTRATADA deverá apresentar relatório técnico junto a FISCALIZAÇÃO, comprovando equivalência técnica e qualidade igual ou superior às especificações.

5.1 QUADROS ELÉTRICOS

5.1.1 *Descrição*

Painel geral ou de distribuição para proteção de equipamentos e pessoal contra a possibilidade de choques elétricos. Deverão sempre atender as especificações contidas em plantas. O *layout* apresentado em planta poderá ser modificado, desde que haja a aprovação da FISCALIZAÇÃO para isso, e que seja mantido as equivalências técnicas dos materiais e equipamentos.

A especificação fixa os requisitos mínimos para o fornecimento, fabricação e ensaios para Quadros de Força, de luz, de emergência e comando de baixa tensão conforme definição caso a caso.

5.1.2 *Especificações/Acabamentos*

Os quadros deverão ser fabricados e ensaiados de acordo com as normas da ABNT aplicáveis, bem como todos os equipamentos instalados no interior dos quadros. Em caso de dúvidas e/ou omissões deverão ser resolvidas em conjunto com a FISCALIZAÇÃO.

5.1.3 *Aspectos de Construção Mecânica*

- A estrutura é construída em chapas de aço galvanizadas a quente para garantia de equipotencialização do painel como um todo;
- Fornecimento de base e teto pré-moldados por meio de juntas de três vias para garantia de rigidez estrutural;
- Moldura funcional fechada para ser usada em painéis que requerem formas de segregação 2, 3 e 4 de acordo com a norma NBR IEC 60439-1;
- Um conjunto com partes montadas fora da fábrica do fornecedor pode ser considerado um TTA desde que a montagem tenha sido feita de acordo com instruções do fabricante de modo que são satisfeitas as condições de ensaio de acordo com esta norma incluindo a realização dos ensaios de rotina;
- Cada unidade funcional em um painel deve ser removível e provida de meios de isolamento dos barramentos a montante e de desconexão do circuito a jusante. A unidade completa pode dessa forma ser removida para manutenção, sem necessidade de um desligamento geral;
- Os equipamentos de manobra e acessórios associados devem ser montados em um chassis tipo bandeja extraível;

- Os equipamentos de manobra e proteção devem ser instalados em chassis próximo à parte traseira da estrutura. Os dispositivos indicadores e de controle (medidores, lâmpadas, botões de comando, etc.) estão montados na face frontal do painel;
- Fornecer terminal olhal de içamento;
- O painel traseiro, as bases, os painéis laterais e as portas devem ser montadas na estrutura do painel para garantir o grau de proteção adequado.

5.1.4 Características Elétricas

a) Gerais

- Tensão nominal de isolamento: até 1.000 V;
- Tensão nominal de serviço até 690 V;
- Corrente nominal: até 800 A;
- Tensão suportável de impulso: 6 kV;
- Corrente nominal de curta duração admissível: até 25 kA;
- Corrente nominal de pico em curto-circuito: até 52,5 kA;
- Categoria de sobretensão: IV;
- Grau de poluição: 3;
- Barramento principal: conforme capacidade estipulada no diagrama unifilar;
- Barramento secundário: conforme capacidade estipulada no diagrama unifilar;
- Base soleira: 200 mm;
- Grau de proteção:
 - Sem porta: IP31;
 - Com porta: IP43.

b) Placa de identificação

Dotada das seguintes informações:

- Nome ou marca do fabricante;
- Designação do tipo ou número de identificação, para informações posteriores;
- Corrente nominal;
- Tensão nominal de operação;
- Tensão de isolamento nominal;
- Tensões dos circuitos auxiliares;
- Limites de operação;
- Corrente nominal de cada circuito;
- Corrente suportável de curto-circuito;
- Grau de proteção;
- Condições de operação para usos internos, externos ou especial se forem diferentes das condições usuais de operação (grau de poluição);
- Tipos de aterramento do sistema para o qual o conjunto foi projetado;
- Dimensões (altura, largura e profundidade);
- Peso;
- Forma de separação interna;
- Tipos de conexões elétricas das unidades funcionais.

c) Ensaios:

- Limites de elevação de temperatura;

- Propriedades dielétricas;
- Suportabilidade aos esforços de curto-circuito;
- Continuidade do circuito de proteção;
- Distância de isolamento e de escoamento;
- Operação mecânica;
- Grau de proteção;
- Ensaio de rotina:
- Inspeção do conjunto incluindo a fiação e, se necessário, teste de operação elétrica;
- Ensaio dielétrico;
- Verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica do circuito de proteção;
- Tratamento e pintura;
- Todas as partes metálicas, caixa, porta, placa de montagem, deverão receber tratamento anticorrosivo. Este tratamento deverá constituir no mínimo de limpeza, desengraxamento e aplicação de pintura eletrostática;
- Todas as peças de pequeno porte, como parafusos, porcas, arruelas, deverão ser zincadas ou bicromatizadas, não sendo aceito o uso de parafusos auto atarrachantes.

Nota 3 – O fato de um conjunto ter satisfeito todos os ensaios não exime a responsabilidade do instalador de verificá-lo após o transporte e a instalação

5.1.5 Barramentos

Os barramentos deverão ser confeccionados em cobre eletrolítico chato 99,9%, conforme NBR 6808/DIN 43671. Deverão ser dimensionados de acordo com as correntes nominais indicadas nos diagramas. Na ausência de tais especificações, deverão ser dimensionados de acordo com a corrente nominal dos componentes/equipamentos a que forem alimentar. As derivações dos barramentos, quando houver, deverão possuir capacidade de corrente suficiente para atender a demanda prevista para todos os equipamentos por ela alimentados e as previsões de aumentos futuros.

As ligações para as unidades de chaveamento deverão ser executadas preferencialmente por barras de cobre ou cabos flexíveis, se instaladas na porta do quadro. Os barramentos e as conexões devem ser projetados de forma a não serem ultrapassados os limites de temperatura estabelecidos na norma NBR-6808, nos casos em que os barramentos são percorridos pelas correntes nominais. As barras deverão ser prateadas nas pontas de junções e conexões.

Parafusos, porcas e arruelas utilizados para conexões elétricas deverão ser de aço bicromatizado. Os barramentos deverão ser fixados por isoladores em epóxi, espaçados adequadamente para resistir sem deformação aos esforços eletrodinâmicos e térmicos das correntes de curto a que serão sujeitos. Os afastamentos entre barras deverão ser de no mínimo de 50 mm.

Os barramentos terão a quantidade de parafusos conforme o número de circuitos admissíveis. Toda parte metálica não condutora da estrutura do quadro como portas e chassis de equipamentos deverão ser conectados à barra de terra. Deverão ser deixadas furações reservas com parafusos, porca e arruelas como previsão de ampliações futuras.

5.1.6 Fiação Auxiliar

A fiação para comando, medição e proteção deverá ser executada em cabo de cobre flexível, com isolamento termoplástico, anti-chama, classe de tensão 750 V. A isolamento deverá possuir cores diferente por fase, conforme NBR 5410. A seção mínima dos condutores sem emendas deverá obedecer aos seguintes requisitos:

- Circuitos de comando: 1,0mm²;
- Circuitos de tensão: 1,5 mm²;
- Circuitos de corrente: 2,5mm².

Toda ligação interligando componentes e bornes terminais devem ser efetuadas utilizando-se terminais à compressão pré-isolados “tipo não soldados” adequados a cada conexão. A identificação da fiação auxiliar deverá ser feita por meio de anilhas apropriadas, colocadas com a identificação do terminal do componente ou com a identificação do borne ao qual o condutor está conectado.

5.1.7 Identificação

Todos os componentes, chaves, disjuntores, relés, bornes terminais, etc., deverão ser identificados com marcas indelévels. As etiquetas externas (montadas na porta) deverão ser de acrílico na escrita em branco e fundo preto.

5.1.8 Bornes Terminais

A fiação destinada a conexões externas ao painel deverá ser levada a bornes terminais. Os bornes deverão ser de um só tipo para todo o fornecimento, de fixação unificada para força e comando. Os bornes de força deverão ser sobre dimensionados para receber cabos de até 2 bitolas acima da bitola da capacidade de carga. Os bornes deverão ser de material isolantes não quebradiços (de nylon ou poliamida).

5.1.9 Disjuntores

A fabricação e o ensaio dos disjuntores deverão seguir as normas NBR IEC 60898 e NBR IEC 60947-2. A norma NBR IEC 60 898 fixa as condições exigíveis a disjuntores com interrupção no ar de corrente alternada 60 Hz, tendo uma tensão nominal até 440 V (entre fases), uma corrente nominal até 125 A e uma capacidade de curto-circuito nominal de até 25 kA.

A Norma NBR IEC 60 947-2 estabelece que as instalações sejam manuseadas por pessoas especializadas e engloba todos os tipos de disjuntores em BT.

5.1.9.1 Disjuntores Tripolares em Caixa Moldada

a) Características Construtivas

Disjuntores em caixa moldada de baixa tensão com 3 posições distintas de ligado/desligado/falha. Deverão obrigatoriamente garantir o seccionamento do circuito na tensão definida em projeto e permitir a fácil identificação das posições através das cores tanto no corpo do disjuntor, quanto na manopla a ele associada, respeitando-se as seguintes cores e posições:

- “L” (Ligado – Vermelho);
- “D” (Desligado - Verde).

Também deve permitir a possibilidade de travamento do disjuntor na posição “D” (Desligado - Verde) através de cadeado ou chave *yale*, visando à garantia da segurança nas operações de manutenção e respeitando as exigências da NR10.

Os valores de capacidade de interrupção de curto circuito devem ser os valores definidos pelo fabricante como *Icu*, porém, não será admitido que os valores de *Ics* sejam inferiores a 50% de *Icu*. A capacidade de corrente de curto circuito deverão ser observadas no diagrama unifilar.

b) Características Adicionais

Os disjuntores abertos e em caixa moldada deverão garantir a seletividade entre os níveis de acordo com os modelos e ajustes especificados no diagrama unifilar. Para os quadros com mini disjuntores com capacidade de curto-circuito igual ou superior a 4,5 kA, considerou-se a proteção de back-up com o disjuntor geral dos quadros. Estes estudos deverão ser comprovados e testados de acordo com a IEC 947-2.

5.1.9.2 Mini Disjuntores

a) Características Construtivas

Os Mini Disjuntores devem permitir o travamento na posição desligado, através de acessório que possibilitem a instalação de cadeado, visando a garantia da segurança nas operações de manutenção e respeitando as exigências da NR10. Deverão possuir ou conter as seguintes características:

- Mini Disjuntor com proteção termomagnética independente;
- Interrupção do circuito independente da alavanca de acionamento;
- Construção interna das partes integrantes totalmente metálicas (para garantir uma vida útil maior e evitar deformações internas);
- Contatos banhados a prata;
- Fixação em trilho DIN;
- Capacidade de curto-circuito igual ou superior a 4,5 kA;

- Curva de atuação do tipo C.

5.1.10 Dispositivos Protetores contra surtos (DPS)

Para proteção contra surtos de tensão causados por descargas atmosféricas e manobras, foram previstos dispositivos protetores nos quadros de energia que atendem equipamentos de informática e quadros gerais de baixa tensão, conforme indicado no diagrama unifilar.

Os dispositivos de proteção contra surtos serão ligados entre as fases-terra e neutro-terra, e o comprimento máximo dos condutores até o barramento de equipotencialização ou barramento terra não dever ser superior a 50 cm. Todo protetor de surto deverá ser protegido por um disjuntor ou fusível. Os protetores de surto deverão ser instalados antes dos interruptores diferenciais DRs, conforme projeto.

5.1.11 Interruptores Diferenciais Residual (DR)

Para proteção contra choques elétricos de contatos indiretos, foi previsto um protetor DR (diferencial residual) para circuitos de tomadas em áreas úmidas (áreas externas, chuveiros, pias em copas e etc.) e outros similares. Os DR's deverão ser de alta sensibilidade, 30 mA. A fabricação e o ensaio dos Interruptores Diferenciais deverão seguir Normas NBR 5410, IEC 1008 e IEC 1009. Deverá possuir as seguintes características construtivas:

- Interruptor Diferencial com proteção residual;
- Interrupção do circuito independente da alavanca de acionamento;
- Construção interna das partes integrantes totalmente metálicas (para garantir uma vida útil maior e evitar deformações internas);
- Contatos banhados a prata; fixação em trilho DIN.

5.1.12 Contatores

A fabricação e o ensaio dos contatores deverão seguir a seguinte Norma IEC 60 947-4 -1 para manuseio da instalação por pessoas especializadas. Os contatores serão utilizados para seccionamento dos circuitos de Iluminação interna e externa e para a partida de motores elétricos, caso houver necessidade. Deverão possuir as seguintes características construtivas:

- Contator para uso interno;
- Caixa de construção que atende a Norma Ambiental ISO 14000 (não agride o ambiente, através da liberação de gases tóxicos como bromo ou fósforo, ou gases agressivos ao corpo humano como cádmio);
- Material reciclável V0 de acordo com a UL94 (norma de flamabilidade), material não goteja;

- Visando uma diminuição das peças de reposição, deverá possuir a maioria dos acessórios intercambiáveis entre toda a linha, para contatores até 110A;
- Deverá possibilitar a instalação por trilho DIN ou parafuso;
- Para contatores acima de 145A, deverá possuir um sistema de troca de bobina e contatos fixos e móveis sem a necessidade de retirar o contator do painel e, também, deverá existir total modularidade entre estes contatores e os disjuntores caixa moldada, visando uma redução de espaço na instalação.

5.1.13 Botões

A fabricação e o ensaio dos sinaleiros e botões deverão seguir a seguinte Norma IEC 60 497-5-1 para manuseio da instalação por pessoas especializadas e também a norma IEC 60 497-5-5 para fabricação e ensaios de botões de emergência. As botoeiras serão do tipo com retenção para instalação nas portas dos quadros ou dentro de quadros específicos para comando. Deverão ter sinaleiros na cor “Vermelha” para indicação de que circuito se encontra ligado. Quando utilizados, os acionadores e sinalizadores para montagem em painel deverão possuir diâmetro de 22 mm.

5.1.14 Disposições Gerais

Os painéis elétricos devem possuir porta documentos internos e plaqueta com identificação do painel, tensão, fabricante, corrente de interrupção, grau de proteção e demais itens previstos pela NBR 5410.

5.2 CONDUTORES E CABOS ELÉTRICOS

Os circuitos novos deverão ser alojados em eletrocalhas, perfilados e eletrodutos, conforme especificado em projeto. Estes terão isolamento para 750 V, com exceção quando instalados em local úmido e/ou indicado em projeto. Os condutores Fase e Neutro deverão possuir isolamento EPR 1 kV para os alimentadores dos quadros de distribuição e obrigatoriamente de EPR 1 kV quando instalados em eletrodutos subterrâneos.

A execução da instalação dos circuitos deverá ser feita observando-se rigorosamente os padrões de cores determinados pela NBR-5410. Utilizar fita plástica colorida ou condutor com a seguinte cor na sua isolação para identificação dos condutores:

- Fases R/S/T: Preto/Branco/Vermelho;
- Neutro : Azul claro;
- Terra : Verde ou verde-amarelo.

5.2.1 Cabo Unipolar de EPR, isolamento 0,6/1 kV

A CONTRATADA deverá fornecer os cabos com seções de acordo com o projeto. Este tipo de cabo deverá ser utilizado em canaletas de piso, eletrodutos, instalações externas de alimentadores, alimentadores de quadros elétricos, conforme a seguinte especificação:

- Cabo isolado constituído por condutor de cobre com classe de encordoamento 5;
- Isolação em EPR/XLPE, com capa interna composta de PVC flexível sem chumbo, cobertura composta de PVC flexível sem chumbo resistente à chama;
- Tensão de isolamento 0,6/1,0 kV;
- Seção nominal variável conforme indicado em projeto e diagramas unifilares, de acordo com a NBR 7286.

5.2.2 Cabo Unipolar de PVC, isolamento 450/750v

A CONTRATADA deverá fornecer os cabos com seções de acordo com o projeto. Este tipo de cabo deverá ser utilizado em eletrocalhas lisas, eletrodutos, sempre em circuitos de distribuição (iluminação, tomadas e etc.), conforme especificação abaixo:

- Condutor isolado constituído por condutor de cobre classe 5;
- Isolação de PVC, tipo BWF;
- Tensão de isolamento 450/750 V;
- Seção nominal variável conforme indicado em projeto, de acordo com a NBR 6148;
- A isolamento terá obrigatoriamente cor azul claro para o neutro, verde para condutor de proteção (TERRA) e preto para fases.

5.2.3 Cabo Multipolar de PVC, isolamento 0,6/1,0 kV

A CONTRATADA deverá fornecer os cabos com seção e número de vias conforme projeto. Este tipo de cabo deverá ser utilizado em eletrocalhas perfuradas e lisas, para circuitos de distribuição e rabichos de chuveiro, conforme especificação abaixo:

- Cabo isolado constituído por condutor de cobre com classe de encordoamento 5 (flexível);
- Isolação de PVC flexível sem chumbo antichama;
- Enchimento de PVC flexível sem chumbo;
- Cobertura de PVC flexível sem chumbo antichama;
- Tensão de isolamento 0,6/1,0 kV;
- Seção nominal variável conforme indicado em projeto e diagramas unifilares, de acordo com a NBR 7288.

5.3 CONDUTOS

As dimensões internas dos condutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto os eletrodutos e eletrocalhas devem ter sua dimensão respeitando o critério da taxa de ocupação dentro dos condutos de:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

5.3.1 Eletrocalhas e Conexões

As eletrocalhas e acessórios deverão obedecer às especificações da NBR 5590 e normas complementares exigidas. Deverão possuir tratamento eletrolítico e obedecerão ao tamanho nominal em milímetros e terão paredes com espessura “classe pesada”. A CONTRATADA deverá prestar o fornecimento e instalação de eletrocalhas completas, inclusive acessórios para derivações e interligações e todo serviço necessário para sua perfeita instalação. Nas descidas para os quadros elétricos, a eletrocalha deverá ser lisa e possuir tampa.

As eletrocalhas deverão ser aterradas junto ao ponto de conexão com cada quadro de força, com a seção mínima de 10 mm².

5.3.2 Eletrodutos e Conexões

A CONTRATADA deverá prestar o fornecimento e instalação de eletroduto de PVC rosqueável, PEAD e/ou aço galvanizado para passagem dos cabos elétricos de alimentação dos painéis elétricos, circuitos de força e iluminação e circuitos de comando.

Os eletrodutos em PVC serão rígidos, seção circular, de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), auto extingüível, rosqueável, conforme NBR 6150 e BS 4607.

Os eletrodutos em polietileno de alta densidade (PEAD) serão dutos corrugados flexíveis, seção circular, impermeável, conforme NBR 15.715 e NBR 13.897.

Durante as escavações as áreas deverão ser isoladas com cerquite ou tapume, para evitar eventuais acidentes, assim como nas caixas de passagem e nas áreas de escavação para passagem das tubulações dos circuitos elétricos entre os blocos e prédios. Os eletrodutos obedecerão ao tamanho nominal em polegadas e paredes com espessura da “Classe B”.

Os eletrodutos metálicos (aço galvanizado) serão rígidos, de aço carbono, com revestimento protetor, rosca cônica conforme NBR 6414 e com costura. Os acessórios do tipo luva e curva deverão obedecer às especificações da norma NBR 5598 e acompanhar as mesmas características dos eletrodutos aos quais estiverem conectados. Prever fornecimento e instalação de eletrodutos, tirantes, parafusos e todo material necessário para sua perfeita instalação.

Os eletrodutos, se instalados externamente, deverão ser de ferro, do tipo pesado conforme a norma brasileira NBR-5624 e galvanizado a fogo de acordo com a norma BS1387, ISO-R-65, ASTM A-120 e a norma brasileira EB-182, com rosca paralela tipo BSP.

Em eletrodutos metálicos, havendo a necessidade de corte, deverão ser serrados perpendicularmente ao eixo e as rebarbas oriundas dos cortes serão removidas com limas.

Nota 4 – Para desvios de trajetória só será permitido o uso de curvas, sendo proibido submeter o eletroduto a aquecimento.

5.4 CAIXAS DE PASSAGEM, DERIVAÇÃO E LIGAÇÃO

As caixas de passagem, de derivação e de ligação deverão obedecer às especificações da NBR 6235, NBR 5431 e normas complementares exigidas. Para instalações embutidas no piso acabado ou no piso elevado, ou ainda instalações entre piso acabado e piso elevado, as caixas deverão ser de alumínio fundido com tampa de latão cego. Para as utilizadas para tomada de corrente, polido, de altura regulável e junta de vedação em borracha. As entradas devem ter rosca cônica conforme NBR 6414. Para instalação das tomadas embutidas no piso deverá ser utilizado aro de regulagem em alumínio para fornecer melhor acabamento junto ao piso (acabado ou elevado).

Para instalações aparentes serão empregados condutores de alumínio fundido (caixas de ligação) ou polivinil não plastificado (PVC), auto extingüível, com tampa e junta em borracha. Nos casos em que as entradas não forem rosqueadas, deverão ter junta de vedação em borracha. A vedação deve oferecer grau de proteção IP 54.

Para instalações expostas ao tempo ou em locais muito úmidos, deverão ser empregadas caixas de alumínio fundido com tampa com junta de borracha, de forma a oferecer grau de proteção IP 54.

5.5 ESPELHOS

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar espelhos para caixas tamanho 4x2” ou 4x4”, confeccionados em PVC na cor branca. Deverão ser dotadas de encaixe ou com parafusos embutidos. Não serão aceitas caixas com parafusos aparentes. Os espelhos poderão ser utilizados para o emprego de um interruptor simples, para dois interruptores simples ou para três interruptores simples. Para tomadas, os espelhos deverão abrigar uma tomada de corrente.

Em caixas de ligação de alumínio, deverão ser utilizados espelhos confeccionados em mesmo material e com junta de borracha, também para um dois ou três interruptores monopares simples ou para uma tomada de corrente redonda.

Em caixas de passagem de alumínio embutidas em piso (seja acabado ou elevado) deverão ser utilizados espelhos de latão para uma tomada de corrente. O espelho deverá ser instalado com aro de alumínio para melhor acabamento.

Para os casos em que não forem utilizados interruptores ou tomadas, deverão ser usados espelhos cegos.

5.6 INTERRUPTORES

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar interruptor embutidos, de uma, duas ou três seções simples, de corrente nominal 16A, tensão nominal 250 V, de acordo com a NBR 6527.

Deverá ser utilizado modelo de interruptor da linha de espelhos escolhida, conforme item anterior.

5.7 TOMADA

A CONTRATADA deverá prever o fornecimento e instalação de tomadas completas, quando necessário, inclusive espelho, conforme especificado em projeto. Deverá observar o seguinte critério:

- **Tomadas monofásica REDE COMUM:** 2P+T, corrente nominal 10 A, formato hexagonal, tensão nominal 250 V, termoplástico extingüível, de acordo com a NBR 14.136;
- **Tomadas de REDE NO-BREAK:** 2P+T, corrente nominal 10 A, formato hexagonal, tensão nominal 250 V, termoplástico frontal na cor vermelha, de acordo com a NBR 14.136;
- **Tomadas trifásica:** 3P+T, corrente nominal 16 A, formato redondo, embutir ou sobrepor, tensão nominal 380 V, termoplástico auto extingüível, de acordo com a NBR IEC 60309-1.