



**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
PAULA SOUZA - CEETEPS**

**PROJ. EXECUTIVO E LEGAIS VISANDO A  
REGULARIZAÇÃO DA ETEC FERNANDO  
FEBELIANO DA COSTA**

**Rua Monsenhor Manoel Francisco Rosa, 433 – Centro Piracicaba/SP  
Processo 0121 - 2015**

**PROJETO EXECUTIVO**

**MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE ELÉTRICA - REVISÃO 01**

**Giovanni Battista Sciammarella  
Engenheiro Eletricista  
CREA 0601613959**



## Índice

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Documentação .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Garantia.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Normas de referência .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Descrição do Projeto.....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Materiais / componentes .....</b>	<b>7</b>
<b>7.1</b>	<b>Eletrodutos .....</b>	<b>7</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Aplicação dos eletrodutos.....</b>	<b>9</b>
<b>7.2</b>	<b>Caixas de passagem e derivação .....</b>	<b>10</b>
<b>7.3</b>	<b>Conduletes.....</b>	<b>10</b>
<b>7.4</b>	<b>Condutores .....</b>	<b>11</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Cabos de força de baixa tensão .....</b>	<b>11</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Cabos alimentadores .....</b>	<b>11</b>
<b>7.4.3</b>	<b>Cabos de comando e controle .....</b>	<b>12</b>
<b>7.5</b>	<b>Chaves seccionadoras com fusíveis .....</b>	<b>12</b>
<b>7.6</b>	<b>Fusíveis de baixa tensão.....</b>	<b>12</b>
<b>7.7</b>	<b>Eletrocalha .....</b>	<b>12</b>
<b>7.8</b>	<b>Perfilado perfurado 38 x 38 mm .....</b>	<b>12</b>
<b>7.9</b>	<b>Estrutura com perfilado liso 38 x 38 mm em suporte metálico. ...</b>	<b>13</b>
<b>7.10</b>	<b>Caixa de passagem em chapa de aço nº 18.....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Sistema elétrico.....</b>	<b>13</b>
<b>8.1</b>	<b>Entrada de energia / Cubículo Blindado.....</b>	<b>13</b>
<b>8.1.1</b>	<b>Escopo de fornecimento .....</b>	<b>14</b>
<b>8.1.2</b>	<b>Características de Instalação.....</b>	<b>15</b>
<b>8.1.3</b>	<b>Características técnicas .....</b>	<b>15</b>
<b>8.1.4</b>	<b>Disjuntor de tensão primária .....</b>	<b>15</b>
<b>8.1.5</b>	<b>Pára-raios.....</b>	<b>16</b>
<b>8.1.6</b>	<b>Barramento principal .....</b>	<b>16</b>
<b>8.1.7</b>	<b>Chave seccionadora .....</b>	<b>17</b>
<b>8.2</b>	<b>Subestação Transformadora .....</b>	<b>17</b>
<b>8.3</b>	<b>Trafo de potência a sêco, trifásico, 500 kVA, Classe 15 kV .....</b>	<b>18</b>



<b>8.3.1</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>18</b>
<b>8.3.2</b>	<b>Normas aplicáveis .....</b>	<b>18</b>
<b>8.4</b>	<b>Trafo de Potência a sêco, trifásico, 45 kVA, Classe 15 Kv .....</b>	<b>24</b>
<b>8.5</b>	<b>Trafo de Potência, trifásico, 300 kVA, Classe 15 Kv tipo Pedestal .....</b>	<b>24</b>
<b>8.6</b>	<b>Alimentadores .....</b>	<b>28</b>
<b>8.7</b>	<b>Tensões de distribuição .....</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>No Break.....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Aparelhos e equipamentos .....</b>	<b>30</b>
<b>10.1</b>	<b>Tomadas.....</b>	<b>30</b>
<b>10.2</b>	<b>Interruptores.....</b>	<b>31</b>
<b>10.3</b>	<b>Aparelhos de iluminação.....</b>	<b>32</b>
<b>10.3.1</b>	<b>Iluminação .....</b>	<b>32</b>
<b>10.3.2</b>	<b>Lâmpadas .....</b>	<b>34</b>
<b>11</b>	<b>Distribuição de força para iluminação e tomadas .....</b>	<b>35</b>
<b>11.1</b>	<b>Quadro Geral de Baixa Tensão / Quadro de Distribuição de Força e Luz da Oficina e Quadro de Distribuição Geral 1 térreo.....</b>	<b>36</b>
<b>11.1.1</b>	<b>Quadros terminais .....</b>	<b>39</b>
<b>11.2</b>	<b>Componentes.....</b>	<b>41</b>
<b>11.2.1</b>	<b>Disjuntores.....</b>	<b>41</b>
<b>11.2.2</b>	<b>Dispositivos de proteção diferencial .....</b>	<b>41</b>
<b>12</b>	<b>Sistema de proteção contra descargas atmosféricas .....</b>	<b>42</b>
<b>12.1</b>	<b>Subsistema de captação .....</b>	<b>42</b>
<b>12.2</b>	<b>Subsistema de descida .....</b>	<b>43</b>
<b>12.3</b>	<b>Para-raios.....</b>	<b>43</b>
<b>12.4</b>	<b>Aterramento Elétrico .....</b>	<b>44</b>
<b>12.4.1</b>	<b>Subsistema de equalização de potencial.....</b>	<b>45</b>
<b>13</b>	<b>Testes de aceitação / verificação final.....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>Correção do fator de potência.....</b>	<b>47</b>



## **1 Introdução**

O presente memorial descritivo destina-se à identificação dos materiais, elementos construtivos e procedimentos de execução que compõem o Projeto Executivo de Instalações Elétricas a ser implantado na ETEC Fernando Febeliano da Costa, Rua Monsenhor Manoel Francisco Rosa, 433 – Centro – Piracicaba – SP.

## **2 Generalidades**

Este memorial descritivo de especificação técnica abrange os principais requisitos técnicos para projeto, montagem, inspeção e ensaios.

Os documentos pertinentes às Instalações Elétricas serão complementares entre si, e o que constar em um deles será tão obrigatório como se constasse em todos.

A Empresa Contratada não deverá prevalecer-se de qualquer erro involuntário, ou de qualquer omissão eventualmente existente para eximir-se de suas responsabilidades.

A Empresa Contratada deverá satisfazer a todos os requisitos constantes dos desenhos e das especificações.

No caso de erros e discrepâncias, as especificações deverão prevalecer sobre os desenhos, devendo o fato de qualquer forma ser comunicado à Fiscalização.

As cotas que constam nos desenhos deverão predominar, caso houver discrepância entre as escalas e as dimensões; o engenheiro residente deverá efetuar todas as correções e interpretações que forem necessárias para o término da obra de maneira satisfatória.

Todos os adornos, melhoramentos, etc., indicados nos desenhos, nos detalhes ou parcialmente desenhados para qualquer área ou local em particular deverão ser considerados para áreas ou locais semelhantes, a não ser que haja indicação ou anotação em contrário.

Igualmente, se com relação a quaisquer outras partes dos serviços, apenas uma parte estiver desenhada, todo o serviço deverá estar de acordo com a parte assim desenhada, ou detalhada e assim deverá ser considerada para continuar através de todas as áreas ou locais semelhantes a menos que indicado ou anotado diferentemente.

A execução das instalações elétricas deverá ser feita por profissionais devidamente habilitados e exclusivamente com materiais de primeira qualidade, examinados e aprovados pela Fiscalização, de modo que sejam garantidas as melhores condições possíveis de utilização, eficiência e durabilidade.



Sempre que solicitado pela Fiscalização, caberá à Empresa Contratada providenciar a execução de ensaios para medição de resistência elétrica, isolamento, condutibilidade, etc., da própria instalação ou dos materiais, aparelhos e equipamentos nela utilizados.

Caberá à Empresa Contratada total responsabilidade pela qualidade e desempenho das instalações elétricas por ela executadas, direta ou indiretamente, bem como pelas eventuais alterações do projeto que venham a ser exigidas pela Fiscalização ou pela Concessionária, mesmo que, ditas alterações se originem de erros e/ou vícios construtivos.

***Na execução das instalações elétricas, toda e qualquer alteração do projeto executivo, quando efetivamente necessária, deverá contar com expressa autorização da Fiscalização, cabendo à Empresa Contratada providenciar a anotação, em projeto, de todas as alterações efetuadas no decorrer da obra.***

A Empresa Contratada deverá, se necessário, manter contato com as repartições componentes, a fim de obter as necessárias aprovações dos serviços a serem executados, bem como fazer os pedidos de ligações e inspeção.

As instalações elétricas somente serão aceitas pela Fiscalização quando forem entregues em perfeitas condições de funcionamento e uso e devidamente ligadas à rede externa da Companhia Concessionária. O processo de aprovação e acompanhamento dos projetos junto à Concessionária de Energia Elétrica local é responsabilidade da Empresa Contratada; assim como eventuais atualizações devido a novas versões, em vigência, das Normas técnicas utilizadas como base para a elaboração do projeto ou por solicitação destas Concessionárias.

### 3 Documentação

Concluídas as obras, a Empresa Contratada deverá fornecer ao Contratante os desenhos do projeto "As Built" atualizados de qualquer elemento ou instalação da obra que, por motivos diversos, tenha sofrido modificação no decorrer dos trabalhos. Os desenhos deverão ser entregues para aprovação em 2 jogos de papel e 2 jogos em mídia eletrônica. Os arquivos AutoCAD em versão não inferior ao AutoCAD® 2005 ou superior e deverão ser entregues no formato \*.dwg e \*.plt.

A Empresa Contratada deverá entregar dois jogos em português dos seguintes manuais:

- a) Manual de Operador, com explicações em texto e gráficas para todas as funções de operações especificadas no sistema.
- b) Manuais Originais, fornecidos pelos fabricantes dos sistemas e de todos os componentes fornecidos. Não serão aceitos catálogos comerciais.



- c) Manuais de Programação, No-break, etc.

Será aceito documentação complementar em língua estrangeira (espanhol e/ou inglês) dos documentos acima, de modo a enriquecer as informações disponíveis do sistema. Porém esta documentação complementar não exige a Empresa Contratada de fornecer a documentação em português descrita nos itens acima.

Toda a documentação deverá ser aprovada pelo Contratante ou seu representante antes da entrega definitiva do sistema. O Contratante se reserva ao direito de solicitar modificações nos documentos entregues caso os mesmos não atinjam os objetivos, a julgo do contratante.

#### **4 Garantia**

Os materiais empregados no sistema elétrico e equipamentos fornecidos deverão ser garantidos por um período mínimo de 12 (doze) meses a partir da data de aceitação do sistema. Qualquer defeito, não conformidade ou falha que for identificada durante este período de garantia, deverá ser corrigida sem custo ao Contratante. A Empresa Contratada será total e diretamente responsável pelo serviço de garantia e manutenção necessário a qualquer componente do sistema no local da instalação.

#### **5 Normas de referência**

Os projetos, especificações, testes de equipamentos e materiais das instalações elétricas, deverão estar de acordo com as Normas Técnicas, recomendadas e prescrições ao longo deste memorial.

Serão adotadas as Normas brasileiras ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e as Normas das Concessionárias de serviços públicos locais (Concessionária de energia do local de implantação do projeto). Nos casos omissos as Normas ABNT poderão ser complementadas por Normas de outras entidades internacionais.

Relação de Normas básicas, de conhecimento essencial, de instalações elétricas para desenvolvimento das atividades de execução do projeto:

- NR-10/2016 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NBR - 5356-1/2007 ou posterior - Transformadores de Potência - Parte 1: Generalidades;
- NBR - 5410/2008 ou posterior - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;



- NBR – 5413/1992 ou posterior – Iluminância de Interiores;
- NBR – 5419/2015 ou posterior – Proteção de estrutura contra descargas atmosféricas – SPDA/MPS;
- NBR – ISO/CIE 8995-1/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior.
- NBR – 10898/2013 – Sistemas de iluminação de emergência;
- NBR – 13570/1996 – Instalações Elétricas em locais de afluência de Público;
- NBR – 14039/2005 ou posterior – Instalações Elétricas em Média Tensão de 1 kV a 36,2 kV;
- NBR – 14136/2002 – Plugue e Tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em Corrente Alternada – Padronização;
- NBR – 17240/2010 ou posterior – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio – Projeto, Instalação, Comissionamento e Manutenção de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio – Requisitos;
- NBR – IEC 60439-1/2003 ou posterior – Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão;
- NBR – NM 60669-1/2004 Interruptores para Instalações Elétricas fixas domésticas e análogas – Parte I: Requisitos;
- NBR IEC 62271-200: 2007
- ANSI – American National Standards Institute;
- IEC – International Electrotechnical Commission.

## **6 Descrição do Projeto**

## **7 Materiais / componentes**

### **7.1 Eletrodutos**

Na execução de instalações elétricas só será permitido o uso de eletrodutos que atendam integralmente as determinações da ABNT, para cada tipo específico de material.

Os eletrodutos, quando previstos em instalações aparentes, deverão ser em aço-carbono, com galvanização por imersão a quente, conforme Normas da NBR5624/2012 e NBR6323/2007, ou as versões em vigor na época da construção, convenientemente fixados com braçadeiras e tirantes, ou outros



dispositivos que garantam perfeita rigidez ao conjunto, segundo alinhamentos, horizontais ou verticais, absolutamente rigorosos e espessura de parede, conforme tabela abaixo:

Tabela 01- Espessura da parede de eletrodutos galvanizados a quente:

<b>ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO GALVANIZADO A QUENTE</b>				
<b>Tamanho nominal</b>		<b>Diâmetro Externo</b>		<b>Espessura da chapa (mm) conforme ABNT NBR 5624</b>
<b>Pol.</b>	<b>D.N.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	
Φ1/2"	15	20,00	20,40	1,50
Φ3/4"	20	25,20	25,60	1,50
Φ1"	25	31,50	31,90	1,50
Φ1.1/4"	32	40,50	41,00	2,00
Φ1.1/2"	40	46,60	47,10	2,25
Φ2"	50	58,40	59,00	2,25
Φ2.1/2"	65	74,10	74,90	2,65
Φ3"	80	86,80	87,60	2,65
Φ4"	100	111,60	112,70	2,65

Todos os eletrodutos deverão ser instalados com curvas adequadas, ou caixas de derivação, em todo e qualquer desvio acentuado de direção.

Não será permitida a execução de curvas para os eletrodutos de aço galvanizado. Só será permitida a execução de curvas, na obra, quando se tratar de eletrodutos de PVC rígido, com diâmetro nominal de até Ø 3/4", sendo obrigatório o uso de peças de curvatura apropriadas, quando se tratar de eletrodutos com diâmetro nominal superior a esse limite.

As curvas executadas, mediante o uso de curvadores especiais, não poderão apresentar raio mínimo inferior a 6 vezes o diâmetro nominal do eletroduto, devendo ser rejeitadas todas as peças que não atenderem esta determinação, bem como aquelas cuja curvatura tenha causado fendas na parede do eletroduto, ou redução sensível em sua secção.

As ligações entre eletrodutos e caixas de passagem ou de derivação, deverão ser feitas por intermédio de arruelas e buchas galvanizadas, ou de alumínio, rosqueadas na extremidade do eletroduto e fortemente apertadas.

Todas as emendas deverão ser feitas por intermédio de luvas rosqueadas, e de modo que as extremidades dos dois eletrodutos se toquem, eliminando-se, nesses pontos, toda e qualquer rebarba que possa vir a danificar a capa isolante dos condutores durante a enfição.

Todo e qualquer corte em eletroduto deverá ser executado segundo uma perpendicular exata de seu eixo longitudinal, eliminando-se todas as rebarbas resultantes dessa operação e dotando-se de rosca apropriada as novas extremidades de uso.



Todos os eletrodutos deverão ser instalados com enfição de arame galvanizado, para servir de guia às fitas de aço que irão ser utilizadas na enfição dos condutores.

Antes da enfição dos condutores, os eletrodutos deverão ser limpos, secos, desobstruídos (eliminando-se eventuais corpos estranhos, que possam danificar os condutores ou dificultar sua passagem) e, sempre que necessário convenientemente lubrificado com talco ou parafina.

A quantidade de cabos elétricos nos eletrodutos deve obedecer às taxas de ocupação indicadas na Norma NBR 5410/2008, última versão.

Na execução de instalações elétricas só será permitido o uso de eletrodutos que atendam integralmente as determinações da ABNT, para cada tipo específico de material.

### **7.1.1 Aplicação dos eletrodutos**

Para instalações aparentes internas de acordo com a Norma NBR 13057/2011 última versão, deverão ser rígidos de aço-carbono, com costura, zincado eletroliticamente e com rosca, conforme Norma NBR 8133/2010, última versão tipo médio, convenientemente fixados com braçadeiras e tirantes, ou outros dispositivos que garantam perfeita rigidez ao conjunto, segundo alinhamentos, horizontais ou verticais, absolutamente rigorosos.

Para instalações aparentes externas e ou sujeitas a intempéries de acordo com a Norma NBR 5624/2011, última versão, deverão ser rígidos de aço-carbono, com costura, galvanizado a fogo e com rosca, conforme Norma NBR 8133/2010 última versão, conforme tabela 01 supramencionada, convenientemente fixados com braçadeiras e tirantes, ou outros dispositivos que garantam perfeita rigidez ao conjunto, segundo alinhamentos, horizontais ou verticais, absolutamente rigorosos.

Para instalações embutidas em lajes ou paredes ou piso elevado de acordo com a Norma NBR 15465/2008 última versão, deverão ser de PVC flexível corrugado reforçado, resistência diametral dos eletrodutos: carga até 750 N / 5 cm, com acessórios, devem ser fabricado de cloreto de polivinil não plastificado com adição de ingredientes, a critério do fabricante e por processo que assegure a obtenção de um produto que atenda as condições da Norma, devem ter cor uniforme, permitindo-se, entretanto, variação de nuance, devido a naturais diferenças de cor da matéria prima.

Para instalações embutidas em piso, em área externa de acordo com a Norma NBR 13897/1997 e Norma NBR 13898/1997 últimas versões deverão ser do tipo corrugado helicoidal, flexível, isolante e resistente a agentes químicos em polietileno de alta densidade (PEAD), com acessórios.



Para instalações de interligações de motores de acordo com a Norma NBR NM-247-3/2002 última versão, deverão ser do tipo metálico flexível com capa em PVC, constituído internamente por conduite metálico flexível fabricado em espiral com fita de aço carbono galvanizado a fogo, zincado pelo processo de imersão a quente, revestido externamente, envolvendo todo o tubo, com espessa camada de PVC extrudado, para temperaturas até 60° C.

## **7.2 Caixas de passagem e derivação**

A disposição e o espaçamento, das diversas caixas de passagem e de derivação da rede elétrica, deverão ser criteriosamente planejados, de modo a facilitar os serviços de enfição dos condutores, bem como os futuros serviços de manutenção do sistema.

Será obrigatória a instalação de caixas apropriadas em todos os pontos de entrada, saída e emenda dos condutores, bem como nos locais de subdivisão dos eletrodutos.

Todas as caixas deverão ser cuidadosamente instaladas, com nível e prumo perfeitos, na posição exata determinada em projeto e, sempre que instaladas em elementos de alvenaria, faceando o revestimento final dos respectivos paramentos.

As caixas de passagem utilizadas na área externa serão em alvenaria, conforme as dimensões indicadas em planta de projeto.

As caixas de passagem utilizadas internamente serão em chapa de aço nº 18, acabamento em pintura antioxidante interna e externamente, com tampa fixada por meio de parafusos.

Quando forem embutidas em elementos de concreto armado, as caixas deverão ser rigidamente fixadas às formas, depois de integralmente preenchidas com serragem molhada, de modo que, durante a concretagem, não sofram deslocamentos sensíveis de posição ou penetração excessiva de nata de cimento.

Nas ligações entre caixas e eletrodutos deverão ser removidos, única e exclusivamente, os "olhais" correspondentes aos pontos de conexão.

## **7.3 Conduletes**

Condulete em alumínio do tipo sem rosca, constituído por corpo e tampa separada por junta de material maleável, com encaixe para eletrodutos de aço galvanizado com parafuso e fixação. Os conduletes de alumínio quando utilizados como ponto para instalação de interruptores, tomadas e ou pontos de dados e voz, deverão ter as tampas com furação compatível conforme a utilização.



## 7.4 Condutores

Os condutores, de uma maneira geral, deverão ser instalados de modo a suportarem apenas esforços compatíveis com sua resistência mecânica.

As emendas e as derivações de condutor deverão ser executadas de modo a assegurarem contato elétrico perfeito e permanente, além de resistência mecânica adequada, utilizando-se conectores de pressão apropriados, sempre que necessário.

As emendas e as derivações de condutor deverão ser cuidadosamente isoladas, com fita isolante de comprovada eficiência aderente, de modo a apresentarem nível de isolamento, no mínimo, equivalente ao do respectivo condutor.

Todas as emendas de condutor deverão ser feitas e mantidas nas respectivas caixas de passagem e derivação, ficando absolutamente vedada sua introdução nos eletrodutos.

A enfição dos condutores só poderá ser executada após a conclusão dos serviços de revestimento em paredes, tetos e pisos, quando deverão ser retiradas as obturações dos eletrodutos e das caixas de passagem e derivação.

A passagem dos condutores pelos eletrodutos deverá ser obtida mediante o uso de guias de aço adequadas, facilitada, sempre que necessário, pela prévia lubrificação dos condutores, com talco ou parafina.

Na ligação dos condutores com todos os demais componentes da rede elétrica, principalmente aparelhos, só será permitido o uso de parafusos de cobre ou latão, especialmente quando se tratar de parafusos que participem diretamente do contato elétrico.

Os cabos utilizados nas redes de distribuição terão as seguintes características:

### 7.4.1 Cabos de força de baixa tensão

Cabo de cobre tempera mole, isolamento 750 V, PVC 70° C, coberto com composto termoplástico poliolefínico não halogenado e com características de não propagação e auto extinção de fogo, com baixa emissão de fumaça, gases tóxicos e corrosivos; temperatura de 70° C em serviço contínuo, conforme Normas NBR 5410/2008, última versão.

### 7.4.2 Cabos alimentadores

Cabo de cobre tempera mole, isolamento 0,6/1KV, HEPR / EPR 90° C, coberto com composto termoplástico poliolefínico não halogenado e com características de não propagação e auto extinção de fogo, com baixa emissão de fumaça,



gases tóxicos e corrosivos; temperatura de 90° C em serviço contínuo, conforme Normas NBR 5410/2008, NBR 13570/1996 vigentes.

#### **7.4.3 Cabos de comando e controle**

Cabo multipolar, condutores de cobre, encordoamento flexível, isolamento classe 0,6/ 1 kV, PVC – 70° C, e cobertura em PVC.

#### **7.5 Chaves seccionadoras com fusíveis**

As chaves seccionadoras deverão ser tripolares acionamento sob carga tipo rotativa, ação simultânea nas 3 fases, com fusíveis do tipo NH incorporados, corrente conforme o projeto, com valor mínimo de 160 A e tensão nominal de 690 V e tensão de isolamento de 1000 V.

#### **7.6 Fusíveis de baixa tensão**

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser unipolares, do tipo limitadores de corrente, montados sobre bases apropriadas com isoladores, tendo capacidade de interrupção nominal de 25 kA em 500 V. Para os circuitos de distribuição deverão ser empregados fusíveis NH e para os circuitos auxiliares fusíveis do tipo Diazed.

#### **7.7 Eletrocalha**

Eletrocalhas liso tipo U fabricada em chapa de aço galvanizada por imersão a quente com dimensões indicadas em projeto, fornecidas em barras de três metros, contento cabos para as instalações elétricas e cabeamento estruturado. A instalação deste material requer o emprego de alguns acessórios, tais como: curva vertical externa, "T" reto horizontal, cruzeta reta, curva de 90°, tampas, suspensão para tirante, suspensão para eletro calha, tirante de aço rosca total.

**OBS: As eletrocalhas da oficina e laboratórios deverão ter divisão por septo para separ os cabos de maior secção dos de menor secção.**

#### **7.8 Perfilado perfurado 38 x 38 mm**

Perfilado perfurado 38 x 38 mm em aço-carbono, chapa nº 14 MSG, com acabamento, galvanizado por imersão a quente, acessórios para fixação ou reforço das peças entre si, como juntas, talas, cantoneiras, abraçadeiras, etc.



### **7.9 Estrutura com perfilado liso 38 x 38 mm em suporte metálico.**

Estrutura a ser montada em suporte metálico em perfil tubo retangular 38 x 76 x # 2mm à uma altura de 60 cm acima do piso por parafusos com buchas S8 e fixas nos laboratórios de informática utilizando perfilados liso 38 x 38 mm com tampa em aço-carbono, chapa nº 14 MSG, com acabamento, galvanizado por imersão a quente, acessórios para fixação ou reforço das peças entre si, como juntas, talas, cantoneiras, abraçadeiras (tampas, derivação e tomadas para energia elétrica e de dados, conector RJ-45 e etc.).

### **7.10 Caixa de passagem em chapa de aço nº 18**

Caixa de passagem em chapa de aço nº 18, acabamento em pintura antioxidante, interna e externamente, com tampa fixada por meio de parafusos; dimensões indicadas em projeto;

## **8 Sistema elétrico**

### **8.1 Entrada de energia / Cubículo Blindado**

O fornecimento de energia elétrica feito em tensão primária de distribuição conforme padrão, a partir da rede aérea pública, pela Concessionária de Energia Elétrica local, através de Ramal de Entrada Subterrâneo, através de cubículo blindado utilização ao tempo, em média tensão classe 15kV a ser trocado.

O novo cubículo blindado terá três subdivisões sendo, cubículo 1: para entrada e medição, cubículo 2: saída de média tensão para o transformador auxiliar da bomba de incêndio na subestação principal e cubículo 3: proteção e saída de média tensão para a subestação de transformação principal.

O ramal de entrada subterrâneo será constituído de cabos singelos com condutores de cobre de 35 mm<sup>2</sup> - 8,7/15kV isolações para 90C° de seção nominal, com um cabo de cobre, seção de 35 mm<sup>2</sup> com isolação de 1 kV, para interligar o neutro da rede ao sistema de terra das instalações.

A instalação do ramal subterrâneo até o cubículo blindado será eletroduto de aço zincado a fogo de Ø4" envelopado em concreto, instalados a uma profundidade mínima de 0,60 m.

Do cubículo blindado até a subestação transformadora principal será em eletrodutos corrugados de alta densidade (pead), 2x Ø 4", envelopado em concreto instalados a uma profundidade mínima de 0,60 m intercalados por caixa



de passagem em alvenaria com tampa de concreto, contra tampa metálica com dispositivo para lacre.

A medição do consumo de energia do empreendimento é feita em média tensão, sendo que no centro de medição deverão também estar configurados, além das medições do consumo de energia elétrica, os elementos de proteção.

O fornecimento de energia elétrica secundária de distribuição da edificação será em baixa tensão 220/127 V, trifásico, 60 Hz.

Todos os itens que compõe a Subestação (Cubículo) de energia elétrica, medição, proteção e transformação de energia elétrica devem atender os padrões definidos pela Concessionária local - CPFL.

***É responsabilidade da Contratada encaminhar os projetos para aprovação da Concessionária de energia elétrica, antes da sua construção, e atualizar os projetos, em caso de solicitação da concessionária de energia elétrica ou atualização das Normas técnicas. Todo o acompanhamento do processo de aprovação é de responsabilidade da Contratada.***

Esta especificação estabelece os requisitos básicos para o fornecimento e instalação de um Cubículo Blindado, para trabalhar em média tensão classe 15kV/Icc 12,5kA que terá a função de Subestação transformadora de 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4 kV / 220-127 V.

O projeto deverá contemplar a reforma total da entrada de média tensão com o novo Cubículo, de entrada e medição, cubículo de saída de média tensão e de proteção geral dos circuitos da unidade e transformação.

A Contratada será responsável pela elaboração, alteração e aprovação do projeto de entrada de energia bem como o acompanhamento do seu tramite e solicitação do pedido de desligamento, ligação provisória e religação junto à Concessionária de Energia Elétrica local.

Para a logística de troca do cubículo blindado de entrada, poderá ser também conforme tramite na concessionária instalar um gerador de capacidade compatível para o fornecimento de energia elétrica para a escola por tempo até a consolidação da nova entrada e subestação.

Na execução de ligações em tensão primária, caberá à Contratada sempre que solicitada, providenciar em tempo hábil a aprovação do projeto e das instalações de transformação, por parte da Companhia Concessionária - CPFL.

A entrada de energia deverá ser executada de acordo com as determinações do projeto, segundo as prescrições da CPLF.

### **8.1.1 Escopo de fornecimento**

O Cubículo atenderá o padrão da concessionária local (CPLF), deverá ser entregue completa e pronta para operação com todos os seus componentes e



acessórios, incluindo as peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais, necessários à montagem e manutenção do mesmo.

Fazem parte do fornecimento ao menos os seguintes itens correspondentes a equipamento, materiais e serviços:

- Fornecimento e montagem do cabeamento conforme diagrama unifilar;
- Um jogo de ferramentas e dispositivos especiais, necessárias à montagem e manutenção do Cubículo ao tempo;
- EPC e EPI adequados à Norma NR-10 (última versão 2016);
- Ensaio de rotina dos equipamentos;
- Estudo de seletividade dos elementos de proteção de sobrecorrente.

### **8.1.2 Características de Instalação**

Altitude do local: até 1000 m;

Temperatura média/máxima ambiente: 35° C/ 40° C;

Umidade relativa do ar: 80 %;

Ambiente normal;

Instalação abrigada para os transformadores.

### **8.1.3 Características técnicas**

Tensão nominal: 13.8 V;

Frequência nominal: 60 Hz;

Classe de Tensão: 15 kV;

Tensão nominal de controle: 127 Vca.

### **8.1.4 Disjuntor de tensão primária**

O disjuntor deverá ter comando elétrico e ser provido de meios para comando mecânico, em caso de emergência, além de possuir sinalização mecânica de posição "aberta" e "fechada".

Ser tripolar a gás 630A/17,5KV Icc 16kA equipado com bobina de abertura 125 Vcc, mínima 220 Vca e fechamento 220 Vca, contator auxiliar (8NA+7NF) motor. 220 Vca c/ anti-pumping, contador de manobras e execução fixa (direita).



Rele de sobrecorrente microprocessado função 50/50N/51/51N/86/27/4759 -1A/5A; 24-240VCA/250VCC; 0.01-2Ion.

- O disjuntor deverá apresentar no mínimo, as seguintes características técnicas:

Temperatura de serviço de - -5°C a + 40°C;

Tensão nominal (valor eficaz) - 15,0 kV;

Tensão suportável de frequência industrial (50 - 60 Hz / 1min) à terra e entre fases 36kV - 50 kV

Tensão suportável de impulso atmosférico 1,2/50us a terra e entre fases 95kV - 125 kV;

Corrente nominal (barramentos e aparelhagem da interrupção e seccionamento) - 630 A;

Corrente suportável nominal de curta duração (1s) 12,5 kA

Valor de crista da corrente suportável nominal de curta duração 31,5 kA

#### 8.1.5 Pára-raios

Os pára-raios deverão ser convencionais, do tipo estação, para instalação interna, com resistores não lineares para distribuição de potencial.

Os pára-raios deverão apresentar no mínimo, as seguintes características técnicas:

Tensão nominal (valor eficaz) - 15,0 kV ou conforme a concessionária;

Corrente de descida nominal (valor de crista) - mínimo 10 kA ou conforme concessionária;

Frequência nominal - 60 Hz;

#### 8.1.6 Barramento principal

Todas as barras deverão ser cobertas eletrolíticas, cobertas inteiramente, inclusive as juntas, com uma camada de material isolante com isolação plena para 15,0 kV.

As barras e seus suportes deverão ser dimensionados para suportar a corrente suportável nominal de curta duração, 1s.

As barras principais deverão ter seção constante em toda a sua extensão, sendo dimensionadas para corrente nominal.

As barras principais deverão ser identificadas conforme Normas da concessionária local.



### 8.1.7 Chave seccionadora

As seccionadoras deverão ser tripolares, do tipo faca, de operação vertical, fixos, para instalação interna.

As seccionadoras deverão ser providas de mecanismo de operação manual, com alavanca de comando, localizadas na parte frontal do compartimento pertinente.

As seccionadoras deverão possuir bases para fusíveis limitadores de corrente para média tensão (se requeridas no esquema unifilar pertinente).

Todas as seccionadoras deverão ser providas de dois contatos auxiliares do tipo NA (normalmente aberto) e de dois contatos auxiliares do tipo NF (normalmente fechado) disponíveis.

As seccionadoras deverão apresentar no mínimo, as seguintes características técnicas:

- Tensão nominal (valor eficaz) – conforme padrão concessionária local;
- Tensão máxima nominal (valor eficaz) - 15,0 kV;
- Corrente Nominal 630A;
- Frequência nominal - 60 Hz;
- Nível de isolamento: 125 KV

Punho de comando providos de dispositivos que impedem a manobra involuntária (NR-10).

## 8.2 Subestação Transformadora

O recinto que abrigará a Subestação de Transformação será de alvenaria e concreto armado. Terá área suficiente para abrigar, o transformador de potência, geral, o transformador auxiliar o quadro de distribuição de baixa tensão e o quadro auxiliar.

A edificação, subdividida em celas com entrada subterrânea através das muflas, transformadores, saída de média tensão para transformador pedestal da oficina e sala de quadros. Estará equipada com portas metálicas com abertura para fora, venezianas de ventilação e janelas para iluminação natural.

As aberturas para acesso e ventilação são providas de venezianas fixas, formadas por lâminas de chapa de aço, protegidas internamente por grades de tela metálica com malha de 13 mm; as portas e portões terão sentido de abertura para fora e providas de trinco com cadeado, e terão afixada uma placa



contendo a inscrição: "PERIGO DE MORTE - ALTA TENSÃO", e os símbolos indicativos desse perigo.

As janelas para iluminação natural serão construídas com perfilados metálicos e vidros fixos.

Um transformador de potência de igual capacidade de 500 kVA transformará a tensão da rede pública em tensão trifásica de distribuição de baixa tensão.

A CONTRATADA tendo como base o projeto será responsável pela elaboração e aprovação do projeto de entrada de energia elétrica, bem como o acompanhamento do seu tramite, atendendo todas as solicitações e recomendações, efetuando o pedido de ligação junto à concessionária de energia elétrica local.

### **8.3 Trafo de potência a seco, trifásico, 500 kVA, Classe 15 kV**

#### **8.3.1 Generalidades**

Esta especificação técnica abrange os principais requisitos técnicos para projeto, fabricação, inspeção e ensaios, na fábrica, de transformador de potência trifásico de 500 kVA, classe 25 kV, a seco; 13.8 kVA - 220/127 V.

O transformador trifásico deverá ser fornecido completo, com todos os seus componentes e acessórios, ferramentas e dispositivos especiais, necessários à montagem e manutenção. Um jogo de peças sobressalentes para o transformador fornecido em quantidade suficiente para atender por (5) cinco anos de operação contínua.

#### **8.3.2 Normas aplicáveis**

O transformador a seco trifásico de 13.8 kVA-220/127 V – 500 kVA, e seus componentes deverão ser fabricados, ensaiados e fornecidos em conformidade com as recomendações das seguintes Normas e suas últimas versões, a menos que estabelecido de outra forma nesta especificação técnica:

NBR-5034/2014 – Buchas p/ Tensões Alternadas Superiores 1 kV Especificação e Método de Ensaio;

NBR-5356-11/2016 - Parte 11: Transformadores do tipo seco – Especificação;

NBR-5356-7/2017 – Transformadores de potência - Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante;

NBR-9368 – Transformadores de Potência de Tensões Máximas até 145 kV – Características elétricas e mecânicas.

#### **Características da instalação:**



Altitude do local-1000 m;

Temperatura média/máxima ambiente-20° C/40° C;

Umidade relativa do ar-80%;

Ambiente normal;

Instalação ao tempo, ao céu aberto, carenado para proteção;

Montagem com flange de interligação, compartimentos com fechamento em tela metálica.

### **Características técnicas**

O transformador deverá ser trifásico a seco encapsulado em resina epóxi, para instalação interna, cabine em chapa de aço com grau de proteção IP-00, com resfriamento natural (AN), providos de comutador de derivações sem tensão, manobrável externamente no enrolamento de alta tensão, e de buchas terminais para o enrolamento de alta tensão posicionado para a entrada por baixo do transformador e para o enrolamento de baixa tensão posicionado para a saída de baixa tensão por baixo do transformador. Ambos os enrolamentos (de média e baixa tensão) deverão ser em alumínio.

### **Características dos enrolamentos**

Enrolamento de alta tensão:

- Potência nominal c/resfriamento natural (AN): 500 kVA;
- Frequência nominal 60 Hz;
- Tensão nominal (valor eficaz) 8 kV;
- O transformador deve possuir no enrolamento de alta tensão, preferencialmente quatro derivações, além da principal, para uma faixa de derivações de  $\pm 5\%$  e degrau de variação de 2,5%;
- Tensão máxima do equipamento (valor eficaz) 15 kV.

Nível de isolamento:

- Tensão suportável de impulso atmosférico pleno 150 kV;
- Tensão suportável de impulso atmosférico cortado 165 kV;
- Tensão suportável à frequência industrial 50 kV;

Enrolamento de baixa tensão:



- Potência nominal c/resfriamento natural (AN) 500 kVA;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Tensão nominal (valor eficaz) 220/127 V;
- Tensão máxima do equipamento (valor eficaz) 1,2 kV

#### Impedância de curto-circuito

A impedância de curto-circuito referida à potência nominal, 13,8 kVA, 60 Hz e 75° C, com o comutador de derivações sem tensão na derivação principal, deverá apresentar o valor mínimo de 6% para o transformador de 500 kVA.

#### Limites de elevação de temperatura

As elevações de temperatura, acima da temperatura ambiente máxima de 40°C, com o transformador fornecendo potência nominal em regime contínuo, em qualquer derivação, não deverão ultrapassar os seguintes limites:

- Limite de elevação média dos enrolamentos, medido pelo método de variação da resistência 55° C;
- Limite de elevação do ponto mais quente dos enrolamentos 65°C.

#### Capacidade de suportar curto-circuito

A capacidade do transformador de suportar, sem avarias, as solicitações mecânicas e térmicas, causadas pelas correntes de curto-circuito externas, deverá estar de acordo com o estabelecido na Norma NBR-10295 da ABNT vigente.

#### Nível de tensão de radiointerferência

O nível de tensão de radiointerferência, produzido pelo transformador ensaiado com 110% da maior tensão máxima do equipamento, não deverá exceder 1000 V.

#### Nível de ruído audível

O nível médio de ruído audível, produzido pelo transformador ensaiado à tensão e frequência nominal, não deverá exceder 64 dB.

#### Tipo dos isolamentos

Tanto o enrolamento de alta tensão como o enrolamento de baixa tensão do transformador deverão ter isolamento uniforme.

#### Ligação dos enrolamentos

A ligação dos enrolamentos de fase e a indicação do deslocamento angular adotada para os transformadores serão: Dyn1.

#### Características construtivas



### Buchas Terminais

As buchas do enrolamento primário deverão ter nível de isolamento 15 kV e, as do secundário e de neutro, 1,2 kV;

As buchas do primário, secundário e de neutro deverão estar situadas na parte superior e na lateral do transformador;

Todas as buchas deverão ser identificadas com símbolos correspondentes ao esquema de ligação, indicado na placa de identificação.

### Meios de locomoção

- O transformador deverá ter rodas planas bidirecionais.

### Preparação e pintura das superfícies metálicas:

Todas as superfícies metálicas externas do transformador deverão ser pintadas. Assim, tais superfícies deverão ser completamente limpas de toda a sujeira e outras impurezas, por jato de areia ou gralha de aço até o "metal quase branco". A seguir, deverão ser aplicadas demãos de pintura de base, utilizando primer, à base de óxido de zinco em veículo de epóxi, sendo finalmente aplicadas demãos de pintura de acabamento, utilizando esmalte sintético em veículo de epóxi.

A pintura de acabamento das superfícies metálicas externas dos transformadores deverá ser na cor cinza claro, referência Munsell N 6,5 ou similar.

### Acessórios

O transformador deverá ser fornecido pronto para operação, contendo, no mínimo, os acessórios indicados a seguir:

- Terminal para aterramento do transformador;
- Rodas planas bidirecionais;
- Meios para suspensão da parte ativa do transformador;
- Painel de derivação para mudança de TAP's nos enrolamentos de alta tensão;
- Placa de identificação em aço inoxidável, com todas as informações relacionadas no Item 9.1 e 9.2 da Norma NBR 5356-11/2016, última versão;
- Caixa com blocos terminais para ligação de cabos de controle no lado de baixa tensão;



- Sistema de proteção térmica dos enrolamentos, constituído por sensores térmicos com contatos independentes para controle e proteção, com indicação de temperatura;
- O conjunto deverá ser montado dentro de carenagem e flangeado.

#### Documentação técnica

##### Informações a serem apresentadas com a proposta:

Os documentos abaixo relacionados devem ser apresentados pelo Fornecedor, quando da apresentação da proposta, e se destinam à avaliação do equipamento.

- Desenhos dimensionais;
- Peso total e parcial do transformador de potência;
- Diagramas de ligações;
- Folha de dados técnicos garantidos;
- Características técnicas dos elementos componentes;
- Certificações que garantam o atendimento aos requisitos das Normas técnicas aplicadas ou pertinentes;
- Catálogos e folhetos técnicos.

##### Informações após a emissão da Autorização de fornecimento:

Os documentos abaixo relacionados devem ser apresentados pelo Fornecedor, após a emissão da autorização de fornecimento, e se destinam à aprovação.

#### Desenhos

##### Deverão ser fornecidos os seguintes desenhos:

- Desenhos dimensionais, indicando caixas de ligações, acessórios e sistema de resfriamento;
- Desenho da placa de identificação e de ligações;
- Desenho de detalhes de montagem;
- Desenho dos equipamentos componentes.



### Manuais de Manutenção

Deverão ser fornecidos, em 3 vias, os manuais de manutenção do transformador de potência e dos dispositivos de supervisão e proteção, juntamente com as respectivas listas de peças.

### Diagramas

Deverão ser fornecidos os diagramas funcionais e de interligação.

### Inspeção

#### Considerações gerais

O Comprador se reserva o direito de inspecionar o transformador trifásico de 13.800 kVA - 220/127 V - 500 kVA, abrangido por esta especificação técnica, tanto no período de fabricação, como na época do embarque, e ainda, o de acompanhar a realização dos ensaios;

As inspeções deverão ser realizadas por inspetores credenciados, aos quais deverão ser proporcionadas todas as facilidades quanto ao livre acesso aos laboratórios, dependências onde estão sendo fabricados ou ensaiados os transformadores, local de embarque, etc. O Fornecedor deverá fornecer pessoal qualificado para executar os ensaios e prestar informações aos inspetores;

O Comprador deverá ser notificado das datas para inspeção, com antecedência de pelo menos 15 dias;

Outras condições estabelecidas no edital de concorrência do Comprador deverão ser obedecidas.

### Ensaios

O Comprador se reserva o direito de exigir, quando julgar oportuno, certificados de ensaios de rotina e tipo, realizados nos componentes utilizados na fabricação do transformador.

O transformador deverá ser submetido aos ensaios de rotina. O custo desses ensaios deverá estar incluído no preço do transformador, e deverá ser os seguintes:

- Resistência elétrica dos enrolamentos em todas as derivações;
- Relação de tensões;
- Resistência de isolamento;
- Polaridade;
- Deslocamento angular e sequência de fases;
- Perdas (em vazio e em carga);
- Corrente de excitação;



- Impedância de curto-circuito;
- Ensaio dielétrico: tensão suportável nominal a frequência industrial (tensão aplicada); tensão induzida.
- Funcionamento dos acessórios;
- Comutador de derivação sem tensão;
- Sistema de proteção térmica.

#### Relatório de Ensaio

Todos os ensaios de fábrica deverão ser presenciados pelo Comprador, devendo ser registradas todas as condições e resultados dos ensaios, durante sua execução. Esses registros deverão ser apresentados em forma de relatório a ser assinado por todos os presentes no final dos ensaios.

#### Aceitação e rejeição

##### Aceitação

A aceitação do equipamento pelo Comprador não exime o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o material em plena concordância com esta especificação técnica, nem invalida nenhuma reclamação que se venha a fazer, baseada na existência de material inadequado ou defeituoso.

##### Rejeição

O não atendimento de qualquer item desta especificação técnica é motivo para rejeição do transformador ou de qualquer de seus componentes.

### **8.4 Trafo de Potência a seco, trifásico, 45 kVA, Classe 15 Kv**

Transformador Auxiliar de 45 kVA, destinado às bombas hidráulicas de combate ao incêndio, com as mesmas características das especificações técnica do transformador trifásico de potência a seco de 13.800 -220/127 V - 500 kVA, com exceção da potência.

### **8.5 Trafo de Potência, trifásico, 300 kVA, Classe 15 Kv tipo Pedestal**

Esta especificação técnica abrange os principais requisitos técnicos para projeto, fabricação, inspeção e ensaios, na fábrica, de transformadores trifásicos de potência em óleo isolante mineral de 13.800-220/127 V.



O transformador trifásico deverá ser fornecido completo, com todos os seus componentes e acessórios, incluindo as peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais, necessários à montagem e manutenção.

## **ESCOPO DO FORNECIMENTO**

Fazem parte do fornecimento os seguintes itens, correspondentes a equipamentos, materiais e serviços:

Transformador trifásico em óleo isolante de 13.800-220/127V – potência conforme projeto;

Um jogo de peças sobressalentes para o transformador fornecido, em quantidade suficiente para cinco anos de operação contínua;

Um jogo de ferramentas e dispositivos especiais, para os transformadores, necessários à montagem e manutenção;

Ensaio de rotina e tipo, na fábrica, nos transformadores trifásicos de 13.800-220/127 V;

Embalagem e preparo para embarque e transporte dos transformadores trifásicos de 13.800-220/127 V.

### **NORMAS APLICÁVEIS**

O transformador trifásico de 13.800-220/127 V e seus componentes deverão ser fabricados, ensaiados e fornecidos em conformidade com as recomendações das seguintes normas, a menos que estabelecido de outra forma nesta especificação técnica.

NBR-5356 - Transformadores de Potência - Especificação;

NBR-9368 - Transformadores de Potência de Tensões Máximas até 145 kV - Padronização;

NBR-5416 - Aplicação de Carga em Transformadores de Potência - Procedimento;

NBR-5034 - Buchas para Tensões Alternadas Superiores a 1kV – Especificação e Método de Ensaio

## **CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS**

### **Tipo**

O transformador deverá ser do tipo pedestal trifásico imerso em óleo isolante, para instalação ao tempo, com resfriamento natural (ONAN), providos de comutador de derivações sem tensão, manobrável externamente no enrolamento de alta tensão e de buchas terminais para enrolamento de alta tensão e para o enrolamento de baixa tensão, ambos os enrolamentos deverão ser em cobre.



## CARACTERÍSTICAS DOS ENROLAMENTOS

### **Enrolamento de Alta Tensão:**

Potência nominal – conforme projeto;

Frequência nominal - 60 Hz;

Tensão nominal (valor eficaz) - 13,8 kV;

Derivações da tensão primária conforme concessionária -  
13,8/13,2/12,6/12/11,4/10,8/10,2 kV;

Tensão máxima do equipamento (valor eficaz) - 15 kV;

Nível de isolamento:

Tensão suportável de impulso atmosf. pleno - 110 kV;

Tensão suportável de impulso atmosf. cortado - 121 kV;

Tensão suportável à frequência industrial - 34 kV;

Tensão induzida de curta duração/7200 ciclos - 34 kV.

### **Enrolamento de Baixa Tensão:**

Potência nominal c/resfriamento natural (AN) – conforme projeto;

Frequência nominal - 60 Hz;

Tensão nominal (valor eficaz) - 220/127V;

Tensão máxima do equipamento (valor eficaz) - 1,2 kV;

Nível de isolamento:

Tensão suportável à frequência industrial - 10 kV;

Tensão induzida de curta duração/7200 ciclos 10 kV.

Impedância de Curto-Circuito

A impedância de curto-circuito referida à potência nominal, 13,8 KV, 60 Hz e 75° C, com o comutador de derivações sem tensão na derivação principal, deverá apresentar o valor mínimo de 3,5% para os transformadores.

Limites de Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura, acima da temperatura ambiente máxima de 60/65°C, com o transformador fornecendo potência nominal em regime contínuo, em qualquer derivação, não deverão ultrapassar os seguintes limites:

Limite de elevação média dos enrolamentos - medido pelo método de variação da resistência - 55 °C;



Limite de elevação do óleo isolante - medido pelo método termométrico, próxima à parte superior do tanque - 55 °C;

Limite de elevação das partes metálicas em contato ou adjacentes à isolação sólida - 65°C.

Capacidade de Suportar curto-circuito

A capacidade do transformador de suportar, sem avarias, as solicitações mecânicas e térmicas, causadas pelas correntes de curto-circuito externas, deverá estar de acordo com o estabelecido na norma NBR-5356 da ABNT.

### **Nível de Tensão de Radiointerferência**

O nível de tensão de radiointerferência, produzido pelos transformadores ensaiados com 110% da maior tensão máxima do equipamento, não deverá exceder 1000 V.

Nível de Ruído Audível

O nível médio de ruído audível, produzido pelos transformadores ensaiados à tensão e frequência nominais, não deverá exceder 56 dB.

Tipo dos Isolamentos

Tanto o enrolamento de alta tensão como o enrolamento de baixa tensão do transformador deverão ter isolamento uniforme.

### **Ligação dos Enrolamentos**

A ligação dos enrolamentos de adotada para os transformadores serão: Dy.

### **Características Construtivas**

Gabinete para buchas de AT e BT com maçaneta e chave;

Terminal de aterramento;

Base interna para fixação no solo;

As buchas do enrolamento primário deverão ter nível de isolamento 15 kV e, as do secundário e de neutro, 1,2 kV;

As buchas do primário tipo cavidade de inserção curta, do secundário e neutro tipo NBR com terminal barra chata;

Fusíveis de expulsão na AT tipo baioneta e fusíveis limitadores de corrente na AT;

Todas as buchas deverão ser identificadas com símbolos correspondentes ao esquema de ligação, indicado na placa de identificação.

Dispositivos de Supervisão e Proteção



Os dispositivos de supervisão e proteção dos transformadores deverão ser previstos para operação em tensão conforme o projeto, se aplicável.

#### Preparação e Pintura das Superfícies Metálicas

Toda a superfície metálica externa do transformador deverá ser pintada. Assim, tais superfícies deverão ser completamente limpas de toda a sujeira e outras impurezas, por jato de areia ou granalha de aço até o "metal quase branco". A seguir, deverão ser aplicadas demãos de pintura de base, utilizando primer, à base de óxido de zinco em veículo de epóxi, sendo finalmente aplicadas demãos de pintura de acabamento, utilizando esmalte sintético em veículo de epóxi.

A pintura de acabamento das superfícies metálicas externas dos transformadores deverá ser na cor cinza claro, referência Munsell N 6,5 ou similar.

#### Acessórios

O transformador deverá ser fornecido pronto para operação, contendo, no mínimo, os acessórios indicados a seguir:

Acionamento do comutador de derivações sem tensão;

Meios para suspensão da parte ativa do transformador;

Abertura para inspeção na tampa principal do tanque;

Placa de identificação em aço inoxidável, com todas as informações relacionadas na norma NBR-10295 ABNT.

Placa esquemática dos componentes auxiliares;

## 8.6 Alimentadores

Os alimentadores do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) a partir do transformador de 500 kVA e QDLF-RES (Quadro de Distribuição de Luz e Força do Reservatório) a partir do transformador 45 kVA, e o QDLF-OFFICINA (Quadro de Distribuição e Força da Oficina) a partir do transformador Pedestal ao lado do Bloco I e destes Quadros até os Quadros parciais serão constituídos de cabo de cobre, tempera mole, isolamento 0,6/1KV, HEPR / EPR 90° C, coberto com composto termoplástico poliolefínico não halogenado e com características de não propagação e auto extinção de fogo, com baixa emissão de fumaça, gases tóxicos e corrosivos; temperatura de 90° C em serviço contínuo, conforme Normas NBR 5410/2008, NBR 13570/1996, considerando-se as versões em vigor na época de sua construção.

## 8.7 Tensões de distribuição

Internamente à edificação serão utilizadas as tensões de:



220 V (duas fases e terra), 60 Hz, para circuitos bifásicos, e 127 V (fase, neutro e terra), 60 Hz, para circuitos monofásicos distribuídos conforme projeto;

220 V (duas fases e terra), 60 Hz, para os sistemas de iluminação interna e externa;

A queda de tensão máxima total admissível será de 7%, contabilizada a partir do secundário do transformador até a alimentação dos equipamentos terminais.

## **9 No Break**

Na distribuição das tomadas estabilizadas, está prevista a instalação de 1(um) No Breaks de 10kVA ativo, para a alimentação dos racks da sala técnica; deve ser microprocessado e ter autonomia mínima de para 120 minutos.

As instalações deverão ser executadas, conforme os projetos, com a utilização dos materiais específicos, devendo ter a sua origem sempre no quadro mais próximo ao ambiente instalado.

Deverá ser instalada nas redes de eletrocalhas, eletrodutos, perfilados ou em canaletas de alumínio, tipo multivias, previstas neste projeto para distribuição dos circuitos de tomadas de energia.

Foram previstas, tomadas de uso geral e específicas, as quais serão instaladas em caixas aparentes ou embutidas nas paredes (como as do degrau da arquibancada da quadra por segurança, previstas para eventos e solenidades), estando suas alturas indicadas em projeto, variando conforme cada ambiente.

### **Notas:**

1. Deverão ser previstos todos os suportes e estruturas necessárias para fixação das eletrocalhas, perfilados, eletrodutos e canaletas de alumínio;
2. Todas as entradas e saídas de caixas e Quadros deverão receber acabamento através de buchas e arruelas;
3. A Contratada deverá prever a identificação dos circuitos por meio de marcadores de PVC (anilhas);
4. As emendas dos circuitos para alimentação das tomadas de energia deverão ser soldadas a quente por meio de estanho 60/40, devendo a recomposição das isolações receber camada de fita isolante de borracha auto aglomerante tipo auto fusão e acabamento com no mínimo duas camadas de fita isolante plástica de boa qualidade.

## 10 Aparelhos e equipamentos

### 10.1 Tomadas

Foram previstas tomadas de uso específico, bem como, pontos de ligação em 220V, aterrados, para equipamentos especiais, conforme indicados no projeto.

As caixas para instalação de tomadas deverão obedecer às seguintes especificações:

4" x 2": para 1 unidade de tomada;

4" x 4": para 2 unidades de tomadas.

Todas as caixas de passagem internas nas medidas superiores a 4" x 4" x 2" deverão ser alumínio fundido e nas áreas externas em alumínio blindadas.

Todas as tomadas deverão atender a Norma ABNT NBR 14136, em sua versão em vigor na época da construção do empreendimento. Os tipos de tomadas previstos neste projeto são:

Tomadas de uso específico bifásicas, interligadas ao quadro de energia comum ou de ar condicionado: 220 V – duas fases e terra, 20 A / 250 V, (na cor vermelha, com adesivo de identificação de Tensão de 220 V);

Tomadas de serviço monofásico (uso geral): 127 V - fase, neutro e terra, 10 A / 250 V, na cor preta;

Tomadas de uso comum monofásicas, interligadas aos circuitos do quadro de energia comum: 127 V – uma fase, neutro e terra, 10 A / 250 V, (na cor branca, com adesivo de identificação de Tensão de 127 V);

Tomadas de uso de computadores e informática, interligadas aos circuitos do quadro de energia essencial: 127 V – uma fase, neutro e terra, 10 A / 250 V, (na cor preta, com adesivo de identificação de Tensão de 127 V);

Tomadas blindadas para equipamentos (uso específico): 220 V – três fases e terra, 63 A / 250 V (na cor vermelha, com identificação de 220 V).

Tomadas para interligação de luminárias, interligadas aos circuitos do quadro de iluminação: 220 V – duas fases e terra, 10 A / 250 V, (na cor preta, com adesivo de identificação de Tensão igual a 220 V).



## 10.2 Interruptores

Todos os interruptores deverão atender a Norma ABNT NBR 6527 em sua versão em vigor na época da construção do empreendimento.

Os tipos de interruptores previstos neste projeto são:

Interruptores de alavanca, tecla basculante, unipolar e bipolar, simples e paralelo, em diversas cores, destinados à montagem embutida com placa (2x4 ou 4x4) e sobrepor, em instalação elétrica (interiores ou exteriores), contendo Bornes com parafusos;

Interruptores pulsadores de Campainha ou Minuteria, em diversas cores, destinados à montagem embutida com placa (2"x4" ou 4"x4") e sobrepor, em instalação elétrica (interiores ou exteriores), contendo Bornes com parafusos;

Corrente Nominal: 10A-250V~.

Matéria Prima:

Espelhos: Poliestireno Alto Impacto ou ABS;

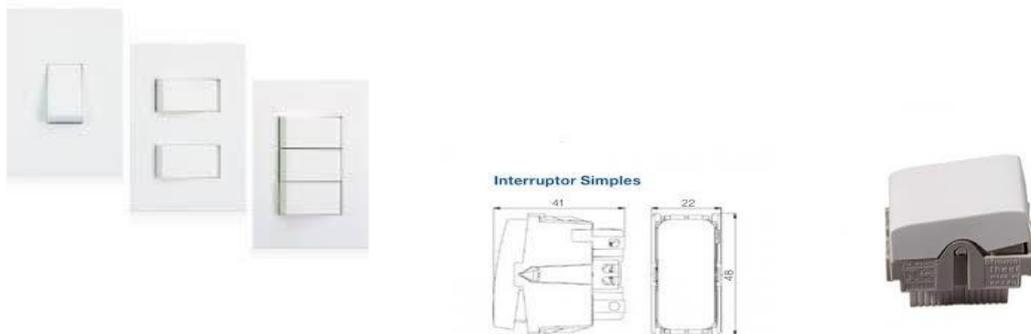
Corpos dos interruptores: Nylon, PA-6.6, resistente ao fogo;

Parafusos: Aço zincado claro ou bicromatizado;

Contatos elétricos: Liga de Prata;

Bornes de fixação dos fios: Liga de Cobre, latão.

Os Interruptores, são certificados com acompanhamento por organismos de certificação de produtos designados pelo INMETRO de forma permanente e contínua.





### 10.3 Aparelhos de iluminação

Todos os aparelhos e equipamentos, de força ou de iluminação, a serem utilizados na execução das instalações elétricas, deverão ser de primeira qualidade, fabricados de modo a atender integralmente as Normas da ABNT pertinentes e vigentes, bem como as presentes especificações.

Antes de sua instalação, todos os aparelhos e equipamentos deverão ser cuidadosamente examinados, eliminando-se aqueles que apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, decorrente de transporte ou manuseio inadequado.

A instalação dos aparelhos e equipamentos, bem como de seus respectivos acessórios, deverá ser feita com o máximo cuidado e rigorosamente de acordo com as indicações de projeto, com as recomendações do respectivo fabricante e com as presentes especificações.

Os aparelhos de iluminação previstos neste projeto, bem como os espelhos de interruptores, tomadas, etc., só poderão ser instalados após a conclusão dos serviços de pintura, com os cuidados necessários para não causar qualquer tipo de dano aos serviços já executados.

Os aparelhos de iluminação a serem fornecidos e instalados deverão obedecer às descrições contidas na relação de materiais, bem como, as especificações técnicas e referências contidas nos critérios de renumeração referenciadas às codificações da planilha orçamentária.

#### 10.3.1 Iluminação

O projeto de iluminação foi desenvolvido tendo como princípio os aspectos da segurança e da conservação de energia, e para tanto se definiu os índices e o tipo de luminária para cada área.

A distribuição das luminárias no projeto projetada visa manter a intensidade luminosa prevista conforme recomendações da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, versão em vigor, que estabelece condições mínimas de intensidade luminosa para edificações.

Deverá ser implantado um sistema de iluminação de emergência, a fim de garantir a segurança necessária quando da falta de energia proveniente da Concessionária e do sistema autônomo de geração de energia previsto no projeto.

O sistema de blocos de iluminação tipo autônomo serão alimentados por circuito de força específico a partir do Quadro terminal mais próximo.

Este sistema será constituído de blocos autônomos distribuídos na edificação, indicando o trajeto de rota de fuga da edificação.

A iluminação de emergência de segurança ficará apagada em condições normais, e será energizada automaticamente em caso de falta de energia na edificação.

Luminária retangular de sobrepor tipo calha, com corpo em chapa de aço com pintura eletrostática na cor branca; refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alto brilho (rendimento de no mínimo de 67%); equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos, para duas lâmpadas fluorescentes tubulares LED 20W.



Luminária industrial tipo pendente com instalação em perfilado, com corpo em chapa de aço com pintura eletrostática na cor branca; refletor em alumínio anodizado de alto brilho (rendimento mínimo de 83%); alojamento do reator no próprio corpo; equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos, para duas lâmpadas fluorescentes tubulares LED 20W.



Luminária blindada oval de sobrepor ou arandela, para lâmpada LED de 13,5W, base E27, para instalação de sobrepor, ou como arandela, resistente ao tempo, gases, vapores não infláveis, ou atmosfera com umidade, constituída por: corpo e grade de proteção, em alumínio fundido, com acabamento em esmalte sintético; ligação por meio de entradas rosqueadas; refrator prismático em vidro alcalino (vidro boro-silicato), fixado por meio de grade, com junta vedadora; soquetes para lâmpada compacta com reator incorporado;



Bloco autônomo de iluminação de emergência (rota de fuga) na tensão indicada, com bateria com autonomia mínima de 1 hora equipado com duas lâmpadas de no mínimo 12 W ou equivalência em fluxo luminoso LED. Esse sistema será alimentado por circuito de força específico a partir do quadro terminal mais próximo;



Luminária LED linear para aplicação em áreas industriais que necessitem de alto índice de luminosidade, apropriada para iluminação profissional de acordo com diretrizes da LM80. A luminária proporciona alta uniformidade luminosa, além de evitar o aquecimento do ambiente iluminado. Potência de 109W com tensão de trabalho 220-240/90-305VAC, 50-60Hz, com 11.492 lm e temperatura da cor de 5.000K (+/-275K).



### 10.3.2 Lâmpadas

Não serão aceitas substituições no tipo de lâmpadas previstas por estarem vinculadas aos cálculos realizados no estudo Luminotécnico. Em eventual alteração do tipo de lâmpada e/ou de suas características abaixo descritas não estarão garantidas as intensidades Luminotécnico previstas no memorial de cálculo do projeto.

Todas as lâmpadas tubulares utilizadas neste projeto apresentam são de eficiência energética classe A.

Lâmpada LED tubular T8 com base G13, módulos LED, IRC  $\geq$  ou = 80, temperatura de cor entre 4000K, fluxo luminoso de 1850 até 2000 lm, vida útil  $\geq$  ou = 25.000 h, potência entre 18 a 20W, fator de potência mínimo 0,92,

comprimento 1200mm, garantia mínima do fabricante de 3 anos, com certificação do INMETRO;

*Lâmpada LED tubular para luminárias retangulares*



*Lâmpada LED-bulbo-bivolt compacta*



## **11 Distribuição de força para iluminação e tomadas**

As instalações internas nas edificações para circuitos de força, iluminação e tomadas, serão instaladas segundo o seguinte critério:

A partir dos Quadros parciais, nas instalações internas serão constituídos de cabos de cobre, tempera mole, isolamento para 750 V, PVC 70° C.

Os circuitos de tomadas e de iluminação serão distribuídos a partir do (s) quadro (s) de força e luz de cada setor do prédio, sendo que os laboratórios possuem quadro (s) elétrico (s) exclusivos para o seu funcionamento e, portanto, são independentes entre si.

A infraestrutura para a distribuição dos circuitos de iluminação e de tomadas é composta por eletrocalhas, perfilados, eletrodutos de aço-carbono (galvanizados por imersão a quente), rodapés técnicos e infraestrutura das estações de trabalho.

Os Quadros de distribuição serão construídos, projetados e ensaiados de acordo com as Normas da ABNT vigentes. As partes em que as Normas citadas forem omissas, serão tratadas de acordo com as Normas Internacionais. A porta externa deverá ser dotada de fechadura de cilindro e de aberturas para



ventilação permanente. A porta interna deverá apresentar aberturas que permitam o acionamento dos disjuntores, barreiras de proteção conforme Norma ABNT NBR 5410 vigente, com porta-etiqueta lateral para identificação dos circuitos.

Os eletrodutos e as caixas de passagem e de derivação deverão ser instalados depois de colocada a ferragem, quando embutidos em elementos de concreto armado, e chumbados com argamassa de cimento e areia 1:4, quando embutidos em elementos de alvenaria.

Todos os cortes em alvenaria ou concreto, necessários para embutimento de eletrodutos ou de caixas, deverão ser feitos com o máximo cuidado, causando-se o menor dano possível aos serviços já executados.

Durante a execução de qualquer serviço que possa ocasionar a obstrução de eletrodutos, ou de suas respectivas caixas, todos os pontos, por onde possa haver penetração de nata de cimento, deverão ser previamente obturados.

Toda a rede de distribuição de energia, inclusive caixas e Quadros, deverá ser convenientemente aterrada por sistema unificado centralizado na barra de ligação equipotencial principal, não apresentando, em qualquer ponto, resistência superior aos limites estabelecidos pelas Normas da ABNT vigentes.

Os circuitos de iluminação externa serão protegidos por disjuntores monopolares, bipolares ou tripolares do tipo "Quick-Lag", conforme o tipo de alimentação; monofásica, bifásica ou trifásica respectivamente.

### **11.1 Quadro Geral de Baixa Tensão / Quadro de Distribuição de Força e Luz da Oficina e Quadro de Distribuição Geral 1 térreo**

Esta especificação técnica abrange os principais requisitos técnicos para projeto, fabricação, inspeção e ensaios na fábrica do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), (QDLF-OFFICINA) e (QDG1-TÉRREO).

Os Quadros deverão ser fornecidos completos, com todos os seus componentes e acessórios, incluindo as peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais, necessários à montagem e manutenção.

Complementa esta especificação técnica as informações contidas nos projetos, correspondentes ao quadro de distribuição e manobra de baixa tensão.

Os Quadros de distribuição e manobra e seus componentes deverão ser fabricados, ensaiados e fornecidos em conformidade com as recomendações das seguintes Normas, a menos que estabelecido de outra forma nesta especificação técnica.

Normas ABNT:

NBR IEC 60439-1/2003 ou posterior - Conjunto de Manobra e Controle de Baixa Tensão - Especificação e Método de Ensaio;



NBR IEC 60529/2017 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP).

Os Quadros de distribuição e manobra de baixa tensão deverão ser do tipo Cubículo ou multicubículo, fechado, do tipo auto-sustentável (onde aplicável) que pode compreender várias seções, subseções ou compartimentos, como estabelecido na Norma NBR IEC 60439-1/2003 ou posterior.

Característica técnicas:

Tensão nominal (valor eficaz) - 220/127 V;

Frequência nominal - 60 Hz;

Nível de isolamento:

- Tensão suportável à frequência industrial - 2.500 V;

Corrente nominal (valor eficaz) - (conforme projeto);

Elevação de temperatura dos barramentos e conexões com faces prateadas nos contatos - 65° C.

Os Quadros de distribuição e manobra deverão ser construídos com estruturas de perfis de aço, completamente fechados com chapa metálica, auto-suportáveis e rigidamente armados.

Os Quadros de distribuição e manobra deverão ser compostos de seções verticais, divididas em compartimentos independentes, separados por chapas metálicas, para alojamento dos dispositivos de manobra.

A espessura das chapas de aço das portas, laterais, posteriores, teto, das barreiras entre seções verticais adjacentes e dos compartimentos dos dispositivos de manobra, não deverão ser menores que 1,90 mm e para as estruturas (perfis verticais, transversais, interiores e demais partes) não deverão ser menores que 3,00 mm.

Todos os componentes tais como disjuntores, contadores, reles, etc., deverão ser montados em placas e/ou perfis internos removíveis.

O acoplamento dos barramentos das seções vertical com os compartimentos deverá ser do tipo fixo e as ligações dos circuitos de controle dos compartimentos com o conjunto de manobra deverão ser do tipo terminal de bornes.

Os compartimentos deverão possuir porta com dobradiça e trinco, além dos dispositivos de comando e medição (quando aplicável).

Os compartimentos de entrada e saídas de cabos deverão ser providos de aberturas para acesso dos cabos na parte inferior; para tanto, deverão ser previstos flanges removíveis (aparafusados) e vedados com juntas de neoprene.

Os compartimentos dos contadores, disjuntores e autotransformadores de partida deverão ser construídos modulados, de modo que os de capacidade maior sejam múltiplos do modulo básico.



Os invólucros externos das seções verticais deverão ter grau de proteção equivalente a IP 54.

Todas as superfícies metálicas dos Cubículos, tanto externas como internas, deverão ser pintadas. Assim, tais superfícies deverão ser completamente limpas de toda sujeira e outras impurezas por jato de areia ou granalha de aço até o "metal quase branco"; em seguida, deverão ser aplicadas demãos de pintura de base, utilizando premer, à base de óxido de zinco em veículo de epóxi, sendo finalmente aplicadas demãos de pintura de acabamento, utilizando esmalte sintético em veículo de epóxi. A pintura de acabamento das superfícies metálicas dos Cubículos, tanto externas como internas, deverá ser na cor cinza claro, referência Nunes N 6,5 ou similar.

Toda fiação interna deverá ser executada com cabos de um condutor, constituído de fios de cobre, têmpera mole, estanhados, de formação flexível, isolados por uma camada de composto de cloreto de polivinila (PVC/A).

Tensão de serviço de 750 V, não se admitindo seção nominal inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>, para circuitos de controle e 2,5 mm<sup>2</sup>, para circuitos de corrente. A fiação deverá ser fornecida completa, sem emendas, protegida por canaletas de passagem e com anilhas de identificação em todos os terminais, de acordo com os diagramas de fiação a serem fornecidos pela contratante.

As canaletas de passagem deverão ser de material plástico, do tipo chama auto-extinguível, contendo rasgos laterais para passagem de cabos, com seção compatível com o número de condutores, de modo que a ocupação máxima das mesmas seja de 70%. Será provida de tampas removíveis do mesmo material, não devendo possuir cantos vivos que possam danificar a isolação da fiação. As redes de canaletas deverão ser desenvolvidas em planos horizontais e verticais.

As régua terminais deverão ter classe de isolação de 500 V, destinando-se a terminais do tipo compressão. As régua terminais deverão ter pelo menos 20% do número total de bornes como reserva. Deverão ser previstos apoios para fixar os cabos externos, de modo a não transferir o peso dos mesmos para os terminais. Os terminais dos cabos deverão ser de cobre estanhado ou suas ligas.

Deverão ser incluídos no fornecimento todos os terminais a compressão para as ligações dos componentes à aparelhagem. No caso de dois condutores ligados ao mesmo borne, cada condutor deverá ter o seu terminal.

Os diagramas da fiação interna deverão ser plastificados e fixados no lado interno da porta das correspondentes gavetas.

O acesso normal aos componentes dos compartimentos deverá ser feito pela sua parte frontal, através de portas, com trincos.



### 11.1.1 Quadros terminais

Esta especificação técnica abrange os principais requisitos técnicos para projeto, fabricação, inspeção e ensaios na fábrica, de Quadros de distribuição de força e luz e Quadros de força para Bombas hidráulicas.

Os Quadros deverão ser fornecidos completos, com todos os seus componentes e acessórios, incluindo as peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais, necessários à montagem e manutenção.

Os Quadros cobertos por esta especificação técnica deverão ter projeto, fabricação, características e ensaios de acordo com a última revisão das Normas ABNT e IEC.

Os Quadros cobertos por esta especificação técnica compreendem todas as combinações de dispositivos e equipamentos de manobra, controle, proteção e regulação aplicável, de acordo com os circuitos trifilares indicados nos projetos, completamente montados, com todas as interligações elétricas e mecânicas internas e partes estruturais.

Todo o conjunto será constituído e montado pelo fornecedor de acordo com o tipo ou sistema estabelecido.

Os Quadros deverão ser para montagem aparente, em parede de alvenaria ou concreto, sobre perfis metálicos, instalações internas fabricadas em chapa de aço com espessura mínima de 1,9 mm.

Os chumbadores e/ou ferragens de fixação deverão ser fornecidos pelo próprio fabricante.

O Quadros deverá ter placa espelho aparafusada e porta com dobradiças e trinco.

Na face superior e inferior dos Quadros deverão ser previstas janelas fechadas por chapas aparafusadas que permitam aberturas para a conexão de eletrodutos, por meio de buchas e arruelas.

O grau de proteção especificado será IP-45.

A entrada dos Quadros será através de disjuntores tripolares, conforme indicado em projeto.

As saídas e proteção dos circuitos serão através de disjuntores termomagnéticos unipolares, bipolares ou tripolares conforme indicado em projeto.

Todas as chapas dos Quadros serão submetidas a tratamento anticorrosivo e pintura que consistirá no mínimo de:

- Desengraxamento por imersão;
- Decapagem com ácido por imersão;



- Fosfatização por imersão;
- Pintura em pó epóxi (para instalação abrigada);
- Pintura em pó poliéster (para instalação ao tempo);
- Cura em estufa.

A pintura de acabamento poderá ser na cor e padrão do fabricante.

Em nenhum caso serão aceitas espessuras médias mínimas inferiores a 70 microns.

Caso o tratamento do proponente seja diferente do supracitado, o mesmo deverá ser descrito detalhadamente na proposta para análise.

Os barramentos serão de cobre eletrolítico, prateados nas junções e derivações e identificados nas seguintes cores:

- Fase A: Azul Escuro;
- Fase B: Branco;
  
- Fase C: Violeta ou Marrom;
- Neutro: Azul Claro;
- Terra: Verde.

Os barramentos deverão ser dimensionados com capacidade de condução de corrente de acordo com os valores indicados nos diagramas, sem que a elevação de temperatura ultrapasse os valores estipulados nas Normas.

Os barramentos e os Quadros como um todo, deverão ser projetados para suportarem os esforços mecânicos da corrente de curto-circuito simétrico de 10 kA.

A fiação de controle e outros dispositivos secundários deverão ser executados com condutores de cobre encordoados com isolamento em PVC retardante à chama, classe de tensão 750 V.

A entrada e saída dos circuitos serão feitas pela parte superior e inferior com eletrodutos, devendo ser previsto espaço para suportes de fixação para os cabos e fios (braçadeiras e/ou canaletas plásticas).

As terminações para os cabos e fios deverão ser incluídas no fornecimento dos Quadros, conforme bitolas indicadas nos diagramas.

As placas de identificação deverão ser feitas em acrílico, com fundo preto e letras brancas e com as seguintes dimensões:

- Placa: 30 mm x 100 mm;
- Letras: Altura 18 mm.



Na parte interna da porta deverá haver uma moldura para inserir um cartão para identificar a função de cada circuito.

Ao lado de cada disjuntor deverá haver uma plaqueta de identificação do circuito correspondente.

## 11.2 Componentes

Todos os dispositivos e componentes dos Quadros deverão ser de fabricação nacional e de fácil aquisição nas principais cidades do país. Material de fabricação estrangeira só será aceito quando não houver correspondente de igual qualidade de fabricação nacional.

Os componentes dos Quadros deverão ser de fornecedores de reconhecida qualidade na praça. Os componentes de outros fornecedores não indicados na relação de componentes da proposta, só serão aceitos mediante justificativa e aprovação prévia da contratante.

### 11.2.1 Disjuntores

Os disjuntores principais deverão ser do tipo caixa moldada com capacidade de interrupção de correntes de curto circuito simétrico de 18 kA conforme Norma NBR IEC 60947-2/2013 vigente, com corrente nominal conforme indicado nos diagramas trifilares do projeto.

Os disjuntores de distribuição deverão ser termomagnético padrão DIN, curva B ou curva C, nos circuitos que serão ligados a motores elétricos, com capacidade de interrupção de correntes de curto circuito simétrico de 10 kA conforme Norma NBR IEC 60898/2004 vigente, com corrente nominal conforme indicado nos diagramas trifilares do projeto.

### 11.2.2 Dispositivos de proteção diferencial

É recomendado testar o DR periodicamente. E, para isso, basta pressionar o botão de teste, presente em todos os itens, que ele deverá desarmar; assim seguem as presentes especificações:

- a) *Tipo*: -- bipolar e ou tetrapolar, conforme configuração do circuito;
- b) *Tensão nominal*: ----- 230 Vca (bipolar) / 400 Vca (tetrapolar);
- c) *Corrente nominal*: ----- conforme indicado em projeto;
- d) *Corrente nominal residual*: ----- 30 mA. (Alta Sensibilidade).



## 12 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

O conjunto de proteção contra descargas atmosféricas contempla a instalação do sistema de para-raios bem como os materiais aplicados na execução das instalações, deverão estar conforme a especificação da Norma ABNT NBR 5419/2015 ou posterior – Proteção de Edificações Contra Descarga Elétrica Atmosférica.

Cabo de cobre nu tempera mole, encordoamento Classe 2 conforme ABNT NBR 5349, considerando para cabos de 50 mm<sup>2</sup> (07 fios) para o subsistema de aterramento e barra condutora chata de alumínio 7/8" x 1/8" para o subsistema de captação e de descidas.

Os eletrodos de aterramento serão fabricados em núcleo de aço SAE1020/20, revestidos com camada de cobre eletrolítico com espessura mínima de 254 microns, com comprimento de 3,00 m.

Todas as peças e acessórios de origem ferrosa, usadas nas instalações do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, deverão ser galvanizadas por imersão a quente ou banhadas com espessura mínima de 254 microns de cobre, não sendo permitida a utilização de componentes ou acessórios com zincagem eletrolítica.

Todas as conexões deverão ser do tipo solda exotérmica ou com conectores de latão com elemento bimetálico no caso de conexões de materiais diferentes.

Para a galvanização por imersão a quente deverá ser adotada como referência a norma NBR ABNT 6323, versão em vigor.

### 12.1 Subsistema de captação

O subsistema de captação será efetuado na edificação através de malha condutora sobre as telhas existentes, com a utilização de fitas de alumínio



7/8"x1/8" interligadas entre si, conforme detalhes no projeto, formando assim uma gaiola de Faraday na cobertura da edificação, por meio de suportes guias específicos, fabricados em resina especialmente desenvolvida contra intempéries e raios UV, fixados por meio buchas de nylon e parafusos de aço inoxidável, obedecendo-se ao espaçamento máximo de 1,00m entre cada suporte, conforme indicado em projeto.

Quando da existência de rufos metálicos, serão interligadas as coberturas metálicas, por meio rabicho de cabo de cobre conforme indicado em projeto.

A ligação entre a malha de captação e o subsistema de descida deverá ser executado através de conectores específicos indicados em projeto.

## 12.2 Subsistema de descida

O Subsistema de descida será aparente, instalado em quantidades suficientes de acordo com as características dos blocos envolvidos neste projeto.

O subsistema de descida será efetuado na edificação através de fitas de alumínio 7/8"x1/8" interligadas entre si, conforme detalhes no projeto.

Para o Bloco I, as descidas serão aproveitadas pelos perfis metálicos da estrutura de fixação dos brise.

As fitas de alumínio serão conectadas ao cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup>, descrito anteriormente, a uma altura de 2,8m sendo este tubo constituído em PVC rígido fixado com abraçadeiras metálicas com distância máxima entre elas de 2,0m. A conexão entre cabo de cobre e fita de alumínio será feita com conector olhal estanhado de tamanho adequado aos elementos.

O subsistema de descida será conectado ao subsistema de aterramento através do cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup>, conectado as fitas de alumínio, através de solda exotérmica, nas quantidades e posições, conforme indicado no projeto.

## 12.3 Para-raios

Os para-raios deverão ser de invólucro polimérico, a óxidos metálicos, sem centelhador, providos de desligador automático, conforme especificação da Concessionária local.

*Os para-raios deverão apresentar no mínimo, as seguintes características técnicas:*



- a) Tensão nominal (valor eficaz): ----- 12,0 kVef,  
conforme a Concessionária;
- b) Corrente de descarga nominal: ----- 10 kA,  
conforme Concessionária;
- c) Frequência nominal: ----- 60 Hz;
- d) Máxima Tensão de operação contínua (MCOV): ----- 10,2 kVef;
- e) Sobretensão temporária mínima TOV/1000s: ----- 12,3 kVef;
- f) Tensão residual máxima de Impulso íngreme: ----- 48 kV;
- g) Tensão residual máxima de Impulso atmosférico: ----- 40 kV;
- h) Tensão residual máxima de Impulso de manobra: ----- 31,2 kV.

*Instrumentos (se aplicável)*

Os instrumentos deverão ser locados na parte frontal do compartimento de controle dos Cubículos, em posição facilmente visível e ser do tipo semi-embutido.

#### **12.4 Aterramento Elétrico**

O Aterramento consistirá numa malha de cabos, realizada na área externa da edificação, e executada com cordoalha de cobre eletrolítico de #50 mm<sup>2</sup>, realizada com 7 fios, e por hastes de aterramento do tipo Cooperweld de Ø 5/8" x 3,00 m. Os cabos da malha de aterramento serão instalados ao redor das edificações, enterrados a uma profundidade mínima de 0,50 m, conforme indicações e detalhamento no projeto.

A conexão entre cabos, hastes e estruturas será feita através de solda exotérmica ou conectores apropriados. Serão utilizados conectores com parafuso em locais específicos para facilitar a medição de resistência de terra.

Todos os equipamentos elétricos, condutos, equipamentos mecânicos, postes metálicos e estruturas metálicas, serão interligados à malha de terra.

A conexão de painéis, Quadros ou quaisquer equipamentos passíveis de remoção serão feitos através de conectores mecânicos.

O aterramento dos motores será através do quarto condutor à barra de terra dos Quadros de distribuição.



A resistência de aterramento do sistema de para-raios "não poderia ser superior a 10  $\Omega$  (Ohms)", para eletroduto de aterramento não natural, lembrando que a medição da resistência ôhmica do aterramento do SPDA, bem como o valor sugerido não são mais requisitos na Norma 5419/2015. A Norma que regulamenta métodos para medição de resistência de aterramento é a 15749/2009.

A Norma 5419/2015-3 Anexo F recomenda que sejam efetuadas ao menos duas verificações da continuidade elétrica das armaduras do concreto armado:

- a) Verificação em todos os pilares (descidas) e nos trechos de vigas (baldrames), que fazem parte do anel de aterramento ao nível do solo. Nestes trechos o valor medido deve ser próximo de (mínimo) 1  $\Omega$  (Ohms).
- b) Verificação da resistência deve ser realizada entre o subsistema de captação (parte mais alta da edificação) e o aterramento preferencialmente no BEP (Equipotencial), o valor máximo permitido neste trecho deve ser de 0,2  $\Omega$  (Ohms).

A verificação final de continuidade é feita após a conclusão da instalação do SPDA. Os ensaios deverão ser acompanhados de certificado e ART junto ao CREA.

Os serviços necessários somente deverão ser executados com prévia aprovação da Fiscalização.

#### **12.4.1 Subsistema de equalização de potencial**

Deverá ser prevista a interligação da malha de aterramento e das massas metálicas à barra de equipotencialização principal (BEP), a ser fornecida e instalada no interior da Cabine Primária de Entrada e na sala do QGBT (projetado) instalados junto à Cabine Primária de Transformação da unidade, com a finalidade da equalização dos sistemas elétricos.

A partir da BEP seguirão os condutores de cobre, unipolares, com isolamento do tipo PVC 70°C -Flex, anti-chama, classe 750V, na cor Verde, necessários para as interligações de quadros, estruturas metálicas e outras massas metálicas existentes no local, conforme indicado em projeto.



### **13 Testes de aceitação / verificação final**

Fornecer certificação de instalações elétricas de acordo com item 7 da Norma NBR 5410/2008, versão em vigor. Os testes de aceitação, aqui especificados, serão definidos como testes de inspeção, requeridos para determinar quando o equipamento pode ser energizado para os testes operacionais finais.

A aceitação final dependerá as características de desempenho determinado pôr estes testes, além de operacionais para indicar que o equipamento executará as funções para as quais foi projetada.

Estes testes destinam-se a verificar que a mão de obra, ou métodos e materiais empregados na instalação do equipamento em referência, estejam de acordo com as Normas da ABNT vigentes e principalmente de acordo com:

- Especificações de serviços elétricos do projeto;
- Instruções do fabricante;
- Exigências da proprietária/fiscalização.

A Empresa Contratada será responsável por todos os testes. Os testes deverão ser executados por conta da Empresa Contratada e deverão ser feitos somente por pessoas qualificadas e com experiência no tipo de teste.

Todos os materiais de testes de inspeção, com completa informação de todas as leituras tomadas deverão ser incluídos num relatório para cada equipamento testado.

Todos os relatórios testes devem ser preparados pela empresa contratada, assinadas por pessoas acompanhantes, autorizados e aprovados pelo engenheiro da fiscalização/proprietária.

No mínimo 02 (duas) cópias dos relatórios de testes devem ser fornecidas à fiscalização/proprietária, no máximo 05 (cinco) dias após o término de cada teste.

A Empresa Contratada deverá fornecer todos os equipamentos de testes necessários, e será responsável pela inspeção desses equipamentos e qualquer outro trabalho preliminar, na preparação para os testes de aceitação.

Todos os testes deverão ser planejados pela Empresa Contratada e testemunhados pelo engenheiro da Fiscalização/ Proprietária.

Nenhum teste deverá ser feito sem sua presença.

A Empresa Contratada será responsável pela limpeza, aspecto, facilidade de acesso e manuseio de equipamentos, antes do teste.

A Empresa Contratada será responsável pelas lâmpadas e fusíveis queimados durante os testes, devendo entregar todas as lâmpadas acesas e fusíveis em perfeitas condições de utilização.



Os representantes do fabricante deverão ser informados de todos os resultados dos testes de seus equipamentos.

Testes de isolamento

Todos os testes deverão ser executados com aparelhos do tipo "Megger" a menos que aprovado de outra forma pela Fiscalização.

Os testes com "Megger" deverão seguir as recomendações da Norma NBR 5410/2008 vigente, item 7.3.5.

A defasagem e a identificação de fase devem ser verificadas antes de energizar o equipamento.

Em todos os equipamentos deverá ser feita previamente uma inspeção visual e uma verificação dimensional.

Todos os cabos deverão ser testados através de um "Megger" quanto à condutividade elétrica e resistência de isolamento.

Cada cabo de alimentação deverá ser testado com "Megger" permanecendo conectado ao barramento do quadro e com cabos de terra, isolados e todas as cargas desconectadas.

A leitura mínima para cabos não conectados deverá ser de 1000 Mega ohms, com uma tensão 1000 V em corrente contínua ou de acordo com os valores explícitos, fornecidos pelo fabricante.

## **14 Correção do fator de potência**

Para dar atendimento as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica – resolução 456 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica de 29/11/2000, em relação ao limite mínimo do fator de potência ( $\cos \phi=0,92$ ) de referência permitido nas instalações elétricas da unidade consumidoras, o cliente deverá após a entrada em operação do sistema elétrico da edificação, verificar a necessidade da instalação do banco de capacitores para correção do fator de potência, efetuando a devida contratação para a especificação e instalação do banco de capacitores.

Deverá ser reservado local para futura instalação do banco de capacitores.