CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Elaborado por:

Autor: TATIANA TOSTES DE OLIVEIRA
CREA: 213.057-D/MG
Matrícula: 973.454-6

OBJETIVO: Especificações do projeto de **instalações elétricas** para a Reforma da Subestação Elétrica do Hospital São Vicente de Paulo, localizado em Brasília/DF.

R02	**31/08/2020**	**Alterações conforme análise CEF PAT 405/2020 (SEI 46172770)**	Tatiana Tostes
R01	**21/05/2020**	**Alterações conforme análise CEF CE1264/2020**	Tatiana Tostes
R00	**08/05/2019**	**Versão inicial**	Tatiana Tostes
REVISÃO	**DATA**	**DESCRIÇÃO**	**RESPONSÁVEL**
Nome do projeto		**REFORMA DA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DO HSVP**	
Número do projeto		**PROJ-DE-088-18**	
Endereço do projeto		**QSC 01, – ÁREA ESPECIAL – BRASÍLIA/DF**	

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4
2 OBJETIVO 4
3 CONCEPÇÃO GERAL 5
3.1 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA 5
3.2 SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA NORMAL 5
4 MEMORIAL DESCRITIVO E NORMAS 7
4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 7
4.2 NORMAS E CÓDIGOS 8
4.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO 9
4.4 ENTRADA DE ENERGIA 10
4.5 RECEBIMENTO 10
4.6 REDES ELÉTRICAS E SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO 10
5 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS SERVIÇOS 11
5.1 RECEBIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS 11
5.2 ELETRODUTOS 13
5.3 CAIXAS E CONDULETES 15
5.4 CABOS 17
5.5 QUADROS GERAIS E TERMINAIS DE BAIXA TENSÃO 20
5.6 DISJUNTORES 25
5.7 TRANSFORMADOR DE 150 kVA 26
5.8 VERGALHÃO DE COBRE 27
5.9 CONDUTOR NU DE COBRE 27
5.10 HASTE DE ATERRAMENTO 28
5.11 CONECTORES E SUPORTES 28
5.12 PARA-RAIOS 12 kV 28
5.13 POSTE CIRCULAR DE CONCRETO 29

5.14 FERRAGENS.....29
5.15 OUTROS.....29
6 ACEITAÇÃO DA INSTALAÇÃO.....31
ANEXO: CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO.....33

1 INTRODUÇÃO

Este documento contempla os dados para a reforma da subestação do Hospital São Vicente de Paulo, locado no QSC 01, Área Especial, St. C Sul Qsc Ae - Taguatinga, CEP 72016-010, Brasília/DF. Os projetos foram elaborados pela Engenheira Eletricista Tatiana Tostes de Oliveira, CREA 213.057-D/MG.

O projeto apresentado neste documento foi elaborado conforme a necessidade atual do hospital, assim como foram acrescidos detalhes a níveis executivos.

A subestação atual apresenta os equipamentos antigos e desatualizados, fora das normas de segurança vigentes, podendo provocar curto-circuito generalizado e consequente deficiência nos atendimentos médicos, além de danos ao patrimônio público. Deste modo, torna-se necessário a implantação de uma nova subestação de energia elétrica, com a substituição dos quadros gerais de energia e atualização dos cartões de identificação dos circuitos. Após a reforma, é recomendável uma rotina periódica de manutenção, com análise energética, análise termográfica, reapertos gerais e limpeza para que o risco de intervenções corretivas seja reduzido.

Em virtude do cenário apresentado, alertamos para a necessidade de execução imediata das reformas apresentadas nesse projeto, para evitar lamentarmos a perda de patrimônio público e de vidas humanas.

2 OBJETIVO

O presente documento tem como objetivo estabelecer as diretrizes básicas na área de instalações elétricas, a partir dos projetos elétricos elaborados e aprovados pela contratada, com vistas à execução da obra de implantação da subestação do Hospital São Vicente de Paula.

Serão apresentadas as normas técnicas que norteiam a elaboração dos projetos, as premissas utilizadas e a descrição dos materiais e serviços necessários.

Neste projeto está contemplada a construção de uma nova subestação de energia elétrica, mudança dos transformadores elétricos, mudança de equipamentos de proteção elétrica, mudança dos cabos de baixa e média tensão, mudança dos equipamentos de manobra, substituição e modernização dos quadros elétricos, dentre outros.

3 CONCEPÇÃO GERAL

3.1 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

Os sistemas de distribuição de energia elétrica para o Hospital serão atendidos em média tensão (13,8 kV) e em baixa tensão (380/220 V).

A contratada deve forneces a infraestrutura, os materiais e os equipamentos para a realização dos itens a seguir.

- Construção da subestação aérea;
- Instalação do transformador elétrico a óleo;
- Instalação dos equipamentos de proteção em média tensão;
- Instalação dos quadros de distribuição em baixa tensão;
- Instalação dos equipamentos de proteção em baixa tensão.

3.2 SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA NORMAL

O sistema de distribuição de energia elétrica que atende o Hospital deriva de um poste de média tensão (13,8 kV) da CEB, localizada na parte externa da edificação. A partir desse poste, através do ramal de ligação aéreo, feito por cabos protegidos de 15kV, a entrega de energia é feita. A subestação do Hospital em questão é aérea e conforme recomendações da CEB, equipamentos de manobra e proteção geral do lado de alta tensão do transformador é feita pela própria concessionária, na rede de distribuição externa à edificação.

O ponto de entrega de energia é feito em um poste de concreto de média tensão interno a edificação, que deverá ser construído. Nele, haverá um transformador à óleo de 150 kVA, que receberá a energia para atender toda a instalação e a tensão é reduzida de 13,8 kV para 380/220V. Em seguida, haverá a proteção do sistema e a medição, sendo que, neste caso, a medição é realizada na baixa tensão.

Os equipamentos de medição e de proteção da baixa tensão são posicionados em três caixas, conforme recomenda a CEB. A primeira delas é a caixa TR, responsável por abrigar os fusíveis do tipo NH e os transformadores de corrente (TC's) e de potencial e (TP's); o secundário dos TC's e TP's são conectados na caixa P4, destinada a abrigar os equipamentos responsáveis pela medição da energia

consumida pela edificação. A caixa TR também é conectada à caixa B, que abriga o disjuntor geral e os dispositivos de proteção contra surtos com seus disjuntores auxiliares. A energia flui da caixa B, por meio de cabos elétricos, até o quadro de transferência automática de carga (QTA), responsável por selecionar a fonte geradora de energia do momento, sendo as opções CEB ou gerador de emergência. Em seguida, a energia flui do QTA até o novo quadro elétrico de energia, que contém os disjuntores que separam os diversos circuitos do hospital.

O gerador de emergência do Hospital **não** será substituído, já que, foi substituído há pouco tempo, apresentando bom estado de funcionamento e capacidade para atender todo o Hospital. Por conseguinte, o QTA também não será substituído.

O QGBT novo será disposto na subestação de emergência já existente, de modo a aproveitar o lançamento dos cabos também já existentes. Entende-se como subestação de emergência a edificação que abriga o gerador de emergência.

Sendo assim, pode-se resumir que o projeto de reforma e modernização da subestação de energia do HSVP se baseia nas seguintes premissas básicas:

- Construção de uma subestação aérea de energia;
- Substituição do QGBT existentes por quadros do tipo TTA, adequados às normas vigentes;
- Desativação da subestação de energia principal existente.

Tendo em vista as premissas e conceitos iniciais apresentados, as etapas da reforma e modernização da subestação do HSVP acontecerá na presente ordem:

1 – Construção e montagem da nova subestação aérea;

2 – Instalação e montagem do QGBT novo, padrão TTA que atenderá a rede de energia elétrica do Hospital e migração dos circuitos existentes;

3 – Fornecimento de energia provisória para o Hospital, por meio do grupo gerador existente (que será mantido);

5 – Alimentação da nova subestação com o ramal de média tensão que será feito a partir do novo poste no interior do terreno;

6 – Alimentação do QGBT novo a partir nova subestação;

7 – Desativação, catalogação e retirada física dos atuais transformadores, quadros e subestação existente;

A empresa contratada será responsável, com a devida autorização do Hospital, pelos cronogramas das paralisações que levarão as migrações dos circuitos existentes para a nova configuração.

4 MEMORIAL DESCRITIVO E NORMAS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

4.1.1 Nossa proposta parte da concepção de um projeto eficiente do ponto de vista energético, utilizando sistema de energia moderno e eficiente, integrados à arquitetura do prédio existente.

4.1.2 Neste sentido será adotado o sistema de fornecimento direto da CEB, em tensão secundária de 380/220 V, para alimentação da rede de equipamentos, iluminação e tomadas da Edificação.

4.1.3 Todos os materiais e equipamentos que vão ser utilizados serão de qualidade superior, com produtos de linha, de forma a garantir a longevidade das instalações, peças de reposição e facilidade de manutenção, sem, no entanto, elevar significativamente os custos.

4.2 NORMAS E CÓDIGOS

4.2.1 Deverão ser observadas as normas e códigos aplicáveis ao serviço em pauta, sendo que as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e normas abaixo relacionadas serão consideradas como elementos base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos. Quando as normas faltarem ou forem omissas, deverão ser consideradas as prescrições, indicações, especificações e condições de instalação dos fabricantes dos equipamentos a serem fornecidos e instalados.

a) NBR 5410 – Instalações Elétricas de baixa tensão;

b) NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;

c) NBR IEC 60439-1 – Painel TTA (Totalmente Testado e Aprovado);

d) Normas Técnicas da Companhia Energética de Brasília - CEB.

e) IEC – International Eletrotechnical Comission;

f) ANSI – American National Standards Institute;

g) NEC – National Electric Code;

h) NEMA – National Electrical Manufactures Association;

i) NBR 61439 – Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão;

j) NBR 5471 – Condutores Elétricos.

4.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

4.3.1 Em função das características especiais inerentes ao funcionamento da edificação, o projeto visa garantir níveis elevados de segurança, confiabilidade, facilidade de manutenção e manter os níveis de exigência especificados pelo Proprietário (SES).

4.3.2 Neste sentido será adotado um sistema composto por dois tipos de energia distintos, como discriminados a seguir:

a) Energia Elétrica Normal - Fornecimento direto da CEB, com tensão em 380/220V, para alimentação da rede de equipamentos, iluminação e tomadas do edifício que, em caso de falha do fornecimento de energia oriundo da concessionária, não influirão de maneira significativa no funcionamento e na segurança da edificação.

b) Energia Elétrica de Emergência - Fornecimento através de Sistema formado por um grupo gerador existente, que será mantido, o qual assumirá toda a carga do Hospital em caso de falta da concessionária.

4.4 ENTRADA DE ENERGIA

4.4.1 O suprimento de Energia Elétrica ao edifício por meio da subestação nova, será através de novos cabos de entrada por meio de ramal subterrâneo em baixa tensão que sairá do novo transformador de 150 kVA. Os cabos passarão através de eletrodutos subterrâneos e eletrocalhas, chegando ao QTA existente, localizado na edificação, também existente, do gerador de emergência (subestação de emergência).

4.4.2 A contratada terá a responsabilidade de desligamento e ligamento dos disjuntores de média tensão na entrada da subestação para efetuar as trocas dos transformadores e quadros gerais existentes pelos novos.

4.4.3 Todos os serviços que possam ocasionar em interrupção de energia elétrica, devem ser realizados com autorização prévia da fiscalização e equipe operacional do Hospital.

4.5 RECEBIMENTO

4.5.1 Os serviços relacionados acima deverão ser entregues completos, com a instalação e ligação do novo transformador até os quadros gerais do edifício, em perfeito funcionamento, devidamente testado, com a aprovação da Fiscalização, conforme detalhado em todo o projeto elétrico.

4.5.2 As ligações dos disjuntores serão feitas com a utilização de terminais de pressão ou compressão.

4.6 REDES ELÉTRICAS E SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

4.6.1 As redes elétricas interligarão a nova subestação até o novo QBGT. Deste quadro serão realizadas as conexões necessárias com as redes de distribuição existentes.

5 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS SERVIÇOS

5.1 RECEBIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

5.1.1 Inspeção

a) A inspeção para recebimento de materiais e equipamentos será realizada no local da obra por processo visual, entretanto, este pode ser feita na fábrica ou em laboratório, através de ensaios a critério da Fiscalização. Neste caso, a presença dos fiscais da SES, para a realização dos ensaios em fábrica, deverá ser solicitada pela CONTRATADA com antecedência mínima de 15 (quinze) dias.

b) A qualidade inspecionada e exigida em fábrica será a mesma em campo.

c) A presença (dos fiscais) da Fiscalização nas diversas fases de fabricação e/ou montagem não isenta a CONTRATADA da responsabilidade em manter as características técnicas exigidas.

d) Junto com a solicitação da presença dos fiscais, deverá ser enviada uma programação completa e detalhada dos ensaios a serem realizados. Esta programação estará sujeita à aprovação da SES.

e) A CONTRATADA só deverá solicitar a presença dos fiscais para data em que os equipamentos já estiverem completamente prontos, montados, pré-testados e com todas as condições necessárias à realização dos testes. O não atendimento a esta condição dará a fiscalização o direito de suspender a qualquer momento a realização dos ensaios até que as condições necessárias sejam alcançadas, passando as despesas de estadia, transporte e alimentação das posteriores visitas da fiscalização a correr por conta da CONTRATADA.

5.1.2 Ensaios de tipo

a) Os ensaios de tipo podem ser executados na fábrica ou em outra localidade especializada, a critério do Fabricante.

b) Se o Fabricante apresentar relatórios de ensaios de tipo em protótipo ou em equipamentos similares, os mesmos serão aceitáveis, desde que tenham sido realizados satisfatoriamente em entidades oficiais.

c) Os ensaios de tipo a serem executados são os ensaios de rotina mais os ensaios de elevação de temperatura, de impulso e de pintura.

d) Os ensaios de elevação de temperatura e de impulso, quando necessários, serão realizados como ensaios de tipo na unidade.

e) Os ensaios de elevação de temperatura e de impulso serão realizados conforme orientações das norma ABNT IEC 60439-1-2003 e IEC 62271-200.

5.1.3 Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina serão efetuados na fábrica, como parte do processo da produção dos equipamentos obedecendo às seguintes prescrições:

a) Ensaios dielétricos (ABNT IEC 60439-1-2003 e IEC 62271-200);

b) Ensaios de operação mecânica (ABNT IEC 60439-1-2003 e IEC 62271-200);

c) Verificação de aterramento conforme ABNT NBR 5419/2015.

d) Verificação da fiação e operação (ABNT IEC 60439-1-2003 e IEC 62271-200).

e) Inspeção visual e dimensional.

f) A verificação da espessura e da aderência da pintura será feita em todas as unidades conforme a norma NBR 11003:2009 da ABNT.

5.1.4 Recebimento na obra

a) Para o recebimento dos materiais e equipamentos, a inspeção deverá conferir a discriminação constante da nota fiscal, ou guia de remessa, com o respectivo pedido de compra, que deverá estar de acordo com as especificações de materiais, equipamentos e serviços.

b) Caso algum material ou equipamento não atenda às especificações e ao pedido de compra, deverá ser rejeitado. A inspeção visual para recebimento dos materiais e equipamentos constituir-se-á, basicamente, do cumprimento das atividades descritas a seguir:

   i. Conferir as quantidades; verificar as condições dos materiais, como por exemplo, estarem em perfeito estado, sem trincas, sem amassamentos, pintados, embalados e outras.

c) Designar as áreas de estocagem, em lugares abrigados ou ao tempo, levando em consideração os tipos de materiais, como segue:

i. estocagem em local abrigado - materiais sujeitos à oxidação, peças miúdas, fios, luminárias, reatores, lâmpadas, interruptores, tomadas, eletrodutos de PVC e outros;

ii. estocagem ao tempo – peças galvanizadas a fogo, cabos em bobinas para uso externo ou subterrâneo.

5.2 ELETRODUTOS

5.2.1 Só serão aceitos eletrodutos que tragam impressa etiqueta indicando "classe" e "procedência".

5.2.2 A instalação dos eletrodutos será feita por meio de luvas e as ligações dos mesmos com as caixas, com arruelas e buchas.

5.2.3 Nas instalações embutidas pelo forro, aparentes, presas às paredes ou aos tetos, serão utilizados eletrodutos de ferro galvanizado tipo pesado, conforme discriminado no projeto.

5.2.4 Buchas, arruelas, capa, adaptadores, cruzetas, reduções, *niples*, tês, joelhos, curvas, braçadeiras e outros acessórios, serão da mesma linha e fabricação dos eletrodutos respectivos.

5.2.5 Marcas: Apolo, Manesmann, Forjasul ou equivalente de mesmo padrão técnico.

5.2.6 PEAD

O fornecimento dos eletrodutos deverá contemplar todos os acessórios para a instalação tais como luvas e demais acessórios.

- Eletroduto PEAD e acessórios, fabricados em polietileno de alta densidade por processo de extrusão;

- Devem ser do tipo corrugado flexível, de forma helicoidal, impermeável, próprios para instalação subterrânea, resistentes a esforços mecânicos e ataques de substâncias químicas encontradas no subsolo;
- Os acessórios devem ser do mesmo material especificado para os eletrodutos, nos diâmetros e locais indicados em projeto;
- Devem ser fabricados conforme as normas NBR 13897 e NBR 13898 da ABNT;
- Referência: Cimflex, Tigre, NTC ou equivalente técnico.

5.2.7 Aço galvanizado

O fornecimento dos eletrodutos deverá contemplar todos os acessórios para a instalação tais como luvas, curvas, entre outros, acessórios de fixação e sustentação dos mesmos.

- Fabricados conforme as NBR 5598 e NBR 5597;
- Galvanização feita pelo processo de imersão à quente em zinco fundido;
- Fornecidos em peças de 3 metros de comprimento
- Referências: Elecon, Carbinox, Tuper ou equivalente técnico.

5.2.8 Corte

Os eletrodutos deverão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, conforme disposição da NBR 5410.

5.2.9 Dobramento

a) Não serão permitidos, em uma única curva, ângulos maiores que 90º e o número de curvas entre duas caixas não poderá ser superior a três de 90º ou equivalente a 270º, conforme disposição da NBR 5410.

b) O curvamento dos eletrodutos deverá ser executado de tal forma que não haja enrugamento, amassaduras, avarias do revestimento ou redução do diâmetro interno dos mesmos.

5.2.10 Roscas

a) As roscas deverão ser executadas segundo o disposto na NBR 6414. O corte deverá ser feito aplicando as ferramentas na sequencia correta e, no caso de cossinetes, com ajuste progressivo.

b) O rosqueamento deverá abranger, no mínimo, cinco fios completos de rosca. Após a execução das roscas, as extremidades deverão ser limpas com escova de aço e escareadas para a eliminação de rebarbas.

c) Os eletrodutos ou acessórios que tiverem as roscas sem o mínimo de 5 (cinco) voltas completas ou fios cortados deverão ser rejeitados, mesmo que a falha não se situe na faixa de aperto.

5.2.11 Conexões e tampões

a) As emendas dos eletrodutos só serão permitidas com o emprego de conexões apropriadas, tais como luvas ou outras peças que assegurem a regularidade da superfície interna. Serão utilizadas graxas especiais nas roscas, a fim de facilitar as conexões e evitar a corrosão.

b) Durante a construção e montagem, todas as extremidades dos eletrodutos, caixas de passagem e conduletes deverão ser vedados com tampões e tampas adequadas. Estas proteções não deverão ser removidas antes da colocação da fiação. Nos eletrodutos de reserva, após a limpeza das roscas, deverão ser colocados tampões adequados em ambas as extremidades, com sondas constituídas de fios de aço galvanizado 16 AWG.

c) Os eletrodutos metálicos e perfilados, incluindo as caixas de passagem, deverão formar um sistema de aterramento contínuo.

5.3 CAIXAS E CONDULETES

Deverão ser utilizadas caixas nos pontos em que sua utilização for indicada no projeto; nos pontos de emenda ou derivação dos condutores; nos pontos de instalação de aparelhos ou dispositivos; nas divisões dos eletrodutos; em cada trecho contínuo, de quinze metros de eletroduto, para facilitar a passagem ou substituição de condutores.

5.3.1 Caixa de passagem para a medição de aterramento, conforme indicação em projeto.

5.3.2 Conjunto de medição TR com proteção até 400A, homologadas pela CEB, com as caixas TR, P4 e caixa B.

a) Caixa TR – destina-se a abrigar os TC's de medição e fusíveis NH das medições indiretas na baixa tensão;

b) Caixa de medição polifásica modelo P4, com interligação entre o aterramento e ferragem estrutural com condutor #10mm².

c) Caixa B – destinada a abrigar o disjuntor tripolar em caixa moldada, com corrente nominal especificada em projeto, de 200 A, e o DPS de classe II, tensão nominal de 230 V, tensão máxima de operação de 275 V e níveis de proteção máximos de 1,5 kV. Antes da conexão do DPS, devem ser instalados disjuntores monopolares termomagnéticos de 20A (especificações mínimas do DPS de acordo com a NTD 6.05 da CEB). Tanto para a caixa B, quanto para o QGBT o DPS selecionado apresenta as mesmas características.

5.3.3 Materiais e processo executivo

a) As caixas deverão ser fixadas de modo firme e permanente às estruturas, presas às pontas dos condutos por meio de arruelas de fixação e buchas apropriadas, de modo a obter uma ligação perfeita e de boa condutibilidade entre todos os condutos e respectivas caixas; deverão também ser providas de tampas apropriadas, com espaço suficiente para que os condutores e suas emendas caibam folgadamente dentro das caixas após colocadas as tampas.

b) As caixas com equipamentos, para instalação aparente, deverão seguir as indicações de projeto. As caixas de tomadas serão instaladas de acordo com as indicações do projeto. Caso este seja omisso, deverão ser instaladas em posição adequada a critério da Fiscalização.

c) As diferentes caixas de uma mesma sala serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a apresentar uniformidade no seu conjunto.

d) As caixas de derivação poderão ser, conforme o fim a que se destinem, de liga de alumínio fundido, de PVC, de chapa de aço esmaltado, galvanizado ou pintado com tinta de base metálica. A espessura mínima será equivalente à da chapa nº 18 MSG.

e) Fabricantes: Daisa, Wetzel, Mega, Mopa, Tigre, Forjasul ou equivalente.

5.4 CABOS

5.4.1 Alimentação de circuitos terminais

a) Condutores de cobre eletrolítico de alta condutibilidade e isolamento termoplástico para 750 V ou 1,0 kV conforme indicação do projeto. Serão utilizados cabos flexíveis tipo Pirastic, ou similar, até bitola de 6mm². Para bitolas de 10mm² e superior, cabos tipo Sintenax, da Prysmian, ou similar, com isolamento 1,0kV ou equivalente técnico.

b) Os cabos obedecerão às características especiais de não propagação de chamas e auto extinção do fogo.

c) Cabos: Condutor formado de fios de cobre têmpera flexível, isolamento termoplástico 70°C, singelo, classe 750V, tipo Pirastic anti-chama, fabricação Prysmian, ou equivalente técnicso de mesmo padrão. Serão aplicados nos circuitos terminais de carga, de alimentação, de iluminação, de tomadas e em equipamentos de ar condicionado no interior do Edifício.

5.4.2 Alimentação de quadros

Deverão ser cabos de cobre unipolares EPR, 90°C, 0,6/1kV, com características especiais quanto à não propagação de fogo, isolados com dupla camada de borracha.

- Condutor flexível de fios de cobre nu (classe 5);
- Isolação em dupla camada de composto de borracha HEPR;
- Enchimento em PVC sem chumbo;
- Cobertura de composto termoplástico de PVC sem chumbo;
- Dimensões especificadas em prancha;

- Atende a norma NBR 7286, NBR NM 280;
- Referência: Eprotenax Gsette Prysmian 1kV, Fiter Flex 1kV Nexans ou equivalente técnico.

5.4.3 Cabo de energia unipolar para tensão primária

Cabo unipolar isolado para 15 kV, em XLPE (polietileno reticulado) ou EPR (etileno-propileno), cobertura em PVC (policloreto de vinila), tensão suportável de impulso 150 kV, condutor têmpera mole, encordoamento classe 2, temperatura para serviço contínuo 90°C. As seguintes características devem ser consideradas:

- Material condutor: cobre;
- Seção nominal, 50 mm²;
- Normas aplicáveis:
  i. NBR 6251 – Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos;
  ii. NBR 7286 – Cabos de potência com isolação sólida extrudada de borracha etileno-propileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV – Especificação;
  iii. NBR 7287 – Cabos de potência com isolação sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1 kV a 35 kV – Especificação.

5.4.4 Cabo Mensageiro

As cordoalhas de fios de aço zincado, diâmetro 9,5mm, objeto desta padronização, são próprias para serem utilizadas como mensageiro de cabos de alumínio cobertos, nas montagens de Redes de Distribuição Compactas Protegidas de 13,8 kV.

5.4.5 Instalação de cabos em canaletas, perfilados, dutos e eletrodutos

a) A enfiação de cabos deverá ser precedida de conveniente limpeza das canaletas, dutos e eletrodutos, com ar - comprimido ou com passagem de bucha embebida em verniz isolante. O lubrificante para facilitar a enfiação, se

necessário, deverá ser adequado à finalidade e compatível com o tipo de isolamento dos condutores. Podendo ser usado talco industrial neutro e vaselina industrial neutro, porém não será permitido o emprego de graxas.

b) Emendas ou derivações de condutores só serão aprovadas em caixas de junção. Não serão permitidas, de forma alguma, emendas dentro de eletrodutos ou dutos.

c) As ligações de condutores aos bornes de aparelhos e dispositivos deverão obedecer aos seguintes critérios:

   i. Cabos e cordões flexíveis, de bitola igual ou menor que 6 mm², terão as pontas dos condutores previamente endurecidas com soldas de estanho;

   ii. Condutores de seção maior que os acima especificados serão ligados, sem solda, por conectores de pressão ou terminais de aperto.

d) Os condutores deverão ser identificados com o código do circuito por meio de indicadores, firmemente presos a estes, em caixas de junção, chaves e onde mais se faça necessário.

e) As emendas dos cabos de isolamento até 1000V serão feitas com conectores de pressão ou luvas de aperto ou compressão. As emendas, exceto quando feitas com luvas isoladas, deverão ser revestidas com fita de autofusão até se obter uma superfície uniforme, sobre a qual serão aplicadas, em meia sobreposição, camadas de fita isolante adesiva. A espessura da reposição do isolamento deverá ser igual ou superior à camada isolante do condutor.

f) As extremidades dos condutores, nos cabos, não deverão ser expostas à umidade do ar ambiente, exceto pelo espaço de tempo estritamente necessário à execução de emendas, junções ou terminais.

g) Todos os condutores de um mesmo circuito deverão ser instalados no mesmo eletroduto ou canaleta de piso.

h) Reserva mínima de cabo 1,00m nas extremidades dos lados dos quadros.

5.5 QUADROS GERAIS E TERMINAIS DE BAIXA TENSÃO

5.5.1 Quadros gerais de baixa tensão

a) Constituídos de estrutura de cantoneira de chapa de aço, com barramento trifásico de cobre com correntes nominais indicadas em projeto, tensão de operação de 380/220V trifásica com cabos neutro e "terra", 60 Hz.

b) A estrutura dos painéis deverá ser do tipo autossustentável, projetada e construída de acordo com as normas da ABNT e NEMA, onde aplicáveis, e fornecidos completamente montados, interligados, testados e prontos para serem energizados e em condições de imediato funcionamento.

c) Os instrumentos de medição e comutação deverão ser instalados de modo que na parte frontal, apenas os visores e as manoplas dos comutadores (multimedidores).

d) Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico, dimensionados para as correntes nominais dos sistemas e adequados à tensão de serviço, devendo ser projetados para resistir, sem se danificar, aos esforços provocados pela corrente de curto-circuito do sistema. Barras para 3 fases, neutro e terra.

e) Os seccionadores (disjuntores) deverão ser ligados ao barramento por meio de barras de cobre eletrolítico.

f) As ligações internas para força, controle e medição, pertinentes à fabricação do painel, deverão ser feitas na fábrica. A fiação externa deverá ser executada pelo montador, devendo ser ligada diretamente aos conectores dos seccionadores, que entrarão pela parte superior ou inferior do painel.

g) Deverão ser utilizados bornes terminais montados na parte interna superior ou inferior do painel, devidamente identificados, destinados à interligação dos fios e cabos.

h) Os quadros deverão ser dotados de barra de terra (independente da barra de neutro), a qual interligará as partes metálicas não destinadas à condução de corrente. Em duas extremidades deverá haver conectores para cabo de ligação à rede de terra no local de instalação.

i) Para identificação dos quadros deverão ser utilizadas placas de acrílico branco, com gravação em baixo relevo e letras pretas, com dimensões de 150x60mm, identificação de acordo com o projeto.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

a) Os quadros deverão ser do tipo de sobrepor, mesmo quando instalados embutidos nas paredes, construído em chapa de aço SAE 1020. Serão compostos por caixa e chassi básico que conterá normalmente o disjuntor geral, barramentos (fase, neutro e terra), disjuntores parciais, interruptores de corrente de fuga tipo "DR", contatoras, espelho, porta etc.

b) Deverão possuir tampas (superior e inferior) removíveis para facilitar a instalação dos eletrodutos. As tampas de acesso superior e inferior deverão ser confeccionadas em material idêntico ao do quadro. As tampas flanges deverão possuir vedação em PVC.

c) A porta do quadro deverá ser reversível (abertura à direita ou à esquerda) e deverá possuir vedação de poliuretano espumado e fechos rápidos tipo fenda.

d) Os quadros deverão possuir grau de proteção mínimo IP-21, protegido contra objetos sólidos maiores que 12 mm e quedas verticais de gotas d'água conforme NBR 60529.

e) As chapas, antes da pintura, deverão sofrer tratamento superficial mediante limpeza mecânica combinada com tratamento químico. A limpeza deverá ser efetuada com jateamento, e o tratamento químico consistirá de desengraxamento, decapagem e fosfatização.

f) A pintura de fundo deverá ser realizada com tinta de base anti - oxidante ou equivalente. A pintura de acabamento será realizada com tinta eletrostática epóxi a pó na cor cinza Munsell 6,5. O acabamento deverá apresentar aspecto limpo e uniforme, sem manchas e sem irregularidades.

g) A pintura dos quadros deverá ser submetida ao teste de quadriculação de 2x2mm sendo permitido um desmanche de no máximo 10%.

h) O chassi será constituído por chapa base, fixada diretamente à estrutura do quadro por meio de parafusos de aço bicromatizados e conterá o disjuntor geral, barramentos e espelho.

i) Todos os quadros deverão ser identificados com a nomenclatura indicada no projeto através de plaquetas de acrílico com caracteres brancos em fundo preto, medindo no mínimo 80x30mm e aparafusadas nas portas dos mesmos. Na parte posterior e inferior da porta deverá ser prevista uma plaqueta em alumínio com marcação indelével contendo as seguintes informações:

   i. Nome do fabricante ou marca;

   ii. Tipo, modelo ou nº. de fabricação;

   iii. Ano de fabricação;

   iv. Potência, corrente, frequência e tensão nominal;

   v. Nº. de fases;

   vi. Capacidade de curto circuito e corrente dinâmica;

   vii. Grau de proteção.

j) Os disjuntores deverão ser identificados com plaquetas de acrílico de fundo preto com caracteres brancos com a codificação dos respectivos circuitos.

k) A fixação das plaquetas será feita com cola resistente à temperatura e umidade.

l) O barramento de neutro deverá ser fixado sobre isoladores epóxi e possuir número de saídas equivalente ao número de disjuntores que podem ser instalados e uma entrada com capacidade de conexão do neutro geral de entrada do quadro. As especificações de proteção do quadro devem estar de acordo com a norma NBR 60439.

m) O barramento de terra deverá ser fixado diretamente no quadro, sem isoladores, e possuir número de saídas equivalente ao número de disjuntores que podem ser instalados e uma entrada com capacidade de conexão do terra geral de entrada do quadro.

n) Os barramentos dos quadros serão constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nuas, com 99,9% de pureza, cujas barras serão identificadas através

de pintura por cores, conforme a NBR 5410, adotando-se a seguinte codificação:

i. Fase A: Vermelho;

ii. Fase B: Branco;

iii. Fase C: Marrom;

iv. Neutro: Azul claro;

v. Terra: Verde.

o) O barramento deverá comportar uma corrente no mínimo igual à carga instalada mais 50%. As barras secundárias deverão ter capacidade de condução mínima compatível com as cargas previstas no projeto.

p) As características técnicas de ampacidade dos barramentos deverão atender aos ensaios de elevação de temperatura de acordo com a norma NBR-6808.

q) O barramento principal deverá possuir capacidade de suportar a corrente de curto – circuito presumida de projeto com relação aos esforços eletrodinâmicos que aparecerão nas barras até a atuação do dispositivo de proteção do disjuntor geral, conforme NBR-6808.

r) As distâncias de fixação dos barramentos entre si e as partes metálicas do quadro deverão estar compatíveis com a tensão de isolamento prevista no projeto. Os isoladores sobre os quais os barramentos estarão apoiados deverão possuir tensão de isolamento compatível com a tensão nominal de projeto, conforme NBR-6808.

5.5.2 Supressores de surto para o QGBT

a) Deverá ser instalado pelo Instalador/Integrador um circuito de proteção trifásico e neutro contra sobretensões (surtos transitórios elétricos), na rede de energia, composto por DPS’s monofásicos, protegidos individualmente, por disjuntores monopolares de 63A no QGBT.

b) As sobretensões residuais durante o funcionamento deste protetor serão inferiores a 1,5 kV /12 kA.

c) Adequado para instalação em paralelo com a rede de energia.

d) Quando são submetidos à sobretensões muito elevadas e frequentes, acima de sua capacidade de absorção de energia, o circuito de proteção será desconectado pela reação do fusível proporcionando também a sinalização local através de led's.

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

a) Acondicionamento: caixa plástica injetada em ABS não propagante a chama;

b) Conexão de entrada: bornes a parafuso para cabos seção nominal de até 16mm²;

c) Conexão de saída: bornes a parafuso para cabos seção nominal de até 16mm².

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

a) 1 polo, classe II;

b) Tensão nominal: 230V, 50/60Hz;

c) Tensão máxima de operação: 275V, 50/60Hz;

d) Número de condutores protegidos: 4 (3 fases + neutro);

e) Corrente nominal: Não aplicável (instalação em paralelo);

f) Configuração da proteção: varistores de óxido de zinco;

g) Tempo de resposta: Menor que 25 (vinte e cinco) nanosegundos;

h) Corrente de descarga máxima (8x20µs) de 50kA;

i) Corrente de descarga nominal (8x20µs) de 25kA;

j) Nível de proteção: Up = 1,5kV;

k) Tensão de Clamping:

   i. 430 Volts @ 1mA – 100 V/s;

   ii. 715 Volts @ 100 A - 8x20µs;

   iii. 1.200 Volts @ 5 KA - 8x20µs.

l) Tolerância de tensão: 10%;

m) Sinalização (indicador) de proteção em serviço através de led's;

n) Fabricante: Clamper Indústria e Comércio Ltda., Intelli, Siemens, hoenix Contact, ou equivalente.

5.6 DISJUNTORES

a) Os disjuntores dos quadros parciais deverão ser do tipo alavanca, montados sobre trilho padrão DIN, com proteção termomagnética conjugada; destinam-se à proteção de circuitos de força e de iluminação, padrão IEC. Os disjuntores dos demais quadros obedecerão às especificações do projeto e as características discriminadas nos itens a seguir.

b) Os disjuntores deverão ter dupla proteção, compreendendo dois sistemas independentes em cada pólo, um térmico para proteção de sobrecarga e outro magnético para proteção de curto-circuito.

c) Salvo indicação em contrário, serão em caixa moldada de material termofixo de alta rigidez dielétrica, com estrutura especialmente adequada para resistir a altas temperaturas e absorver os esforços eletrodinâmicos desenvolvidos durante o curto-circuito.

d) Deverão possuir disparo livre, isto é, ocorrendo uma situação de sobrecarga ou curto-circuito, o mecanismo interno provoca o desligamento do disjuntor. Este disparo não pode ser evitado mesmo mantendo-se o manipulador preso na posição ligado.

e) Deverão ser providos de câmara de extinção de arcos elétricos assegurando a interrupção da corrente em fração de segundos, propiciando maior vida útil dos seus contatos.

f) Os contatos principais do disjuntor deverão ser fabricados em prata-tungstênio ou equivalente que suporte elevada pressão de contato, ofereça mínima resistência à passagem de corrente elétrica e máxima durabilidade.

g) Deverão possuir a amperagem, número de pólos e capacidade de interrupção que atendam ao projeto.

h) Fabricante: Schneider (Merlin Gerin), ou equivalente.

5.7 TRANSFORMADOR DE 150 kVA

5.7.1 O transformador será trifásico a óleo, tipo distribuição, na classe de tensão de 15 kV, de 150 kVA, instalação externa no poste, uso ao tempo (IP 65), com ligação AT em triângulo e BT em estrela com neutro acessível. Tensão primária 13,8/13,2/12,6/11,4kV, tensão secundária 380/220V, 60Hz. O transformador deve, ainda, ser acompanhado do certificado de garantia e resultado dos ensaios, conforme normas da ABNT NBR 5356 e NBR 5440. Sugestão de marca: WEG, ou equivalente aceito pela CEB.

5.7.2 Deverá ser provido de conectores para ligação de cabos de bitola 1x#95mm² por fase, no lado de Baixa Tensão (parte inferior) e cabo de cobre de seção a ser definida pela CEB, no lado de Alta Tensão (parte inferior), conector para vergalhão de cobre redondo.

5.7.3 O transformador deverá apresentar a folha de testes, LAUDO e de garantia de fábrica, ficando a critério da Companhia Energética de Brasília (CEB) a solicitação de outros testes, caso julgue necessário.

5.7.4 Contém os seguintes acessórios:

a) Sensor de temperatura;

b) Relé para alarme/desligamento.

5.7.5 Características técnicas:

a) Grupo de ligação DYN-1 – 13,8 a 11,4 kV;

b) Frequência: 60 Hz;

c) Classe Temperatura F(155ºC);

d) Impedância – 3,50%;

e) Pintura padrão – CEB – por imersão;

f) Corrente INRUSH – 12,5 x In.

5.7.6 Características gerais:

Norma NBR 5440 e NTD3.01 da CEB-D revisão atual.

5.7.7 Dados de placa:

a) Placa de Identificação em aço inox;
b) Diagrama funcional;
c) Impedância de curto-circuito;
d) Perdas e rendimento;
e) Deslocamento angular;
f) Corrente de excitação à 60 Hz;
g) Peso da parte ativa;
h) Dimensões;
i) Tensão de Impulso

5.7.8 Aceitação e rejeição dos equipamentos

A aceitação ou rejeição não exime o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os equipamentos em plena concordância com estas especificações, bem como o atendimento às Normas da CEB, nem invalida nenhuma reclamação baseada na existência de componentes inadequados ou defeituosos.

5.8 VERGALHÃO DE COBRE

Vergalhão de cobre redondo, com diâmetro 3/8".

5.9 CONDUTOR NU DE COBRE

Fios de cobre eletrolítico, têmperas duro e no meio duro;

- Encordoamento classe 2A (10 a 50 mm²);
- Normas aplicáveis: ABNT: NBR 6524 e NBR 5111.
- Referência: Fastweld, Montal, Termotécnica ou equivalente técnico.

5.10 HASTE DE ATERRAMENTO

Serão utilizadas hastes cobreadas, interligadas entre si por cordoalha de cobre nu.

- Haste redonda, com núcleo de aço SAE 1010/1020 e revestimento de alta camada de cobre eletrolítico (camada mínima de 0,254 µm, conforme ABNT NBR 13571 e UL 467);
- Mínimo de 95% de pureza e sem traços de zinco;
- Diâmetro nominal 3/4”, comprimento de 3,0m;
- Inclui terminais de conexão.
- Referências: Erico, Cadweld, Termotécnica ou equivalente técnico.

5.11 CONECTORES E SUPORTES

5.11.1 Conector tipo cabo-cabo para condutor de cobre, seção 35 a 50mm².

5.11.2 Conector tipo chapa-cabo para condutor de cobre, seção 35 a 50mm².

5.11.3 Suporte metálico para transformadores de medição.

5.12 PARA-RAIOS 12 kV

Para-raios tipo distribuição de resistor não linear a óxido de zinco, sem centelhador, invólucro polimérico, com desligador automático, tensão nominal 12 kV, corrente de descarga nominal 10 kA, máxima tensão disruptiva a impulso sob onda normalizada de 70 kV, máxima tensão residual de descarga de 54 kV e máxima tensão disruptiva à frequência industrial de 18 kV.

- Norma aplicável:

Especificação CEB-D: EM 01.008 – Pára-raios de distribuição 12 kV e 27 kV - 10 kA.

5.13 POSTE CIRCULAR DE CONCRETO

- Poste de concreto armado;
- Seção: circular;
- Comprimento nominal: 12 metros;
- Resistência nominal: 600 daN;
- Normas aplicáveis:
  i. Norma CEB-D: NTD 2.06 - Redes de Distribuição Aéreas Protegidas (Padrões de Montagem);
  ii. NBR 8451 - Poste de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica - Especificação.

5.14 FERRAGENS

Todas as ferragens destinadas à montagem da subestação de entrada de energia devem ser zincadas por imersão a quente e estarem em conformidade com as seguintes normas:

i. NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
ii. NBR 8158 - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica;
iii. NBR 8159 - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Formatos, dimensões e tolerâncias.

5.15 OUTROS

5.15.1 Fita elétrica de autofusão

- Fita de alta isolação para emendas e terminações de cabos de baixa, média e alta voltagem;

- Atua como isolante elétrico nas emendas e terminações de cabos que possam atingir a temperatura de 90° C;
- Pode ser alongada em até 100% para proporcionar isolação inviolável
- Possui alta aderência e vedação;

5.15.2 Cantoneira

- Cantoneira de aço de abas iguais, com dimensões 100x100x6mm e comprimento de 2 metros.

6 ACEITAÇÃO DA INSTALAÇÃO

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Deverão ser verificadas as continuidades elétricas ou ópticas de todos os cabos.

Todos os eletrodutos deverão estar firmemente fixados e conectados com os devidos acessórios (luvas, condulete, caixas de passagem, etc). Não deverá haver rebarba interna de modo a danificar os cabos.

Todos os manuais, certificados e garantias dos equipamentos deverão ser entregues à fiscalização.

Deverá ser realizado teste de todo o sistema, conforme recomendação dos fabricantes dos equipamentos fornecidos.

CABOS DE FORÇA

- Medição de isolamento de todos os cabos de força e de controle;
- Verificação dos terminais e conexões;
- Identificação de fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema principal de alimentação.

COMPONENTES DOS QUADROS ELÉTRICOS (DISJUNTOR, DR, DPS, ETC):

- Inspeção dos contatos principais quanto à pressão, superfície de contato elétrico, isolamento elétrico entre polos de uma mesma fase e entre fases;
- Medição da resistência dos contatos;
- Verificação do encaixe dos contatos do disjuntor nos terminais de saída e de entrada;
- Inspeção dos contatos auxiliares quanto à pressão, bom estado de conservação e boa conexão dos terminais;
- Continuidade de todos os circuitos de acionamento e desligamento do disjuntor;
- Outros testes e verificações recomendadas pelo fabricante, em acordo com o manual de instrução.

MALHA DE TERRA E SPDA:

- Laudo de inspeção de todos os componentes do SPDA e aterramento, inclusive contendo a medição da resistência de terra;

- Inspeção das conexões de terra em todos os painéis, carcaça de equipamentos, terminais de cabos e demais elementos metálicos.

ANEXO: CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

O cálculo de queda de tensão é apresentado para cada circuito considerado para a subestação, considerando os trechos e as tags de identificação indicados em projeto. O cálculo considera a corrente total do circuito, apresentada na Tabela 2, também indicada em projeto, e o fator de queda de tensão unitária para instalação em conduto fechado, para cabos em trifólio, apresentada na Tabela 18 da norma 6.07 da CEB.

A queda de tensão em circuitos trifásicos é dada por:

$$dV = \frac{F \times I \times L(m)}{1000}$$

onde:

F é o fator de queda de tensão unitária (V/A.km)

L é a distância (m)

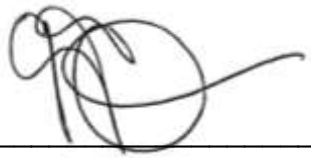
I é a corrente máxima de projeto (A)

Temos:

TAG	DISTÂNCIA (m)	I (A)	SEÇÃO (mm^2)	FATOR DE QUEDA DE TENSÃO UNIT. (V/A.KM)	QUEDA DE TENSÃO (V)	QUEDA DE TENSÃO (%)
T1	0,66	227,90	95,00	0,43	0,06	0,02%
N1	13,19	227,90	95,00	0,43	1,29	0,34%
N2	0,3	227,90	95,00	0,43	0,03	0,01%
G1	CABO EXISTENTE					

A norma ABNT NBR 5410, admite no item 6.2.7.2 que: “Em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%”. Em todos os casos, considerando que os circuitos são trifásicos, a queda de tensão máxima admitida seria de $dV_{max} = 380 \times 0{,}04 = 15{,}2V$.

Deste modo, é visto que todos os circuitos apresentam quedas de tensão admissíveis.



Engª Eletricista: Tatiana Tostes de Oliveira

CREA 213.057-D/MG

Matrícula 973.454-6