

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA Nº 02/2025-DVAPRO

1. FINALIDADE

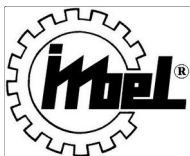
- 1.1.** As presentes Especificações Técnicas têm por finalidade descrever os serviços a serem executados, de modo que a CONTRATADA possa ter conhecimento dos serviços e materiais necessários para a execução do serviço de instalação de subestação de 300kVA tipo pedestal, com derivação da rede de média tensão e distribuição dos alimentadores de baixa tensão até os pontos de consumo.

2. GENERALIDADES

- 2.1.** O referido serviço deverá ser executado de acordo com as Especificações Técnicas e Normas de Execução de Serviços determinadas pela IMBEL/FJF. Modificações que se mostrem necessárias no decorrer do serviço serão acertadas e discutidas entre as partes. Pequenos serviços não relacionados nestas especificações, mas que o bom senso e a boa técnica recomendam sua execução, deverão ser realizados.
- 2.2.** Estas Especificações Técnicas farão parte integrante do CONTRATO, independente de transcrição, devendo a CONTRATADA, no ato da assinatura do CONTRATO, rubricar todas as páginas de um exemplar destas Especificações Técnicas, como prova do seu assentimento com o que nelas está contido.

3. NORMAS A SEREM UTILIZADAS

- 3.1.** Serão documentos complementares a esta Especificação Técnica, independente de transcrição:
- 3.1.1.** Todas as normas da ABNT relativas ao objeto desta Especificação Técnica;
 - 3.1.2.** Caderno de Encargos da SEAP (Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio), disponível no site <http://www.comprasgovernamentais.gov.br/> para consultas;
 - 3.1.3.** As Normas do Governo Estadual e de suas concessionárias de serviços públicos;
 - 3.1.4.** Normas do CREA Estadual;
 - 3.1.5.** Normas Municipais;
 - 3.1.6.** Deverão ser considerados também as prescrições da NR-10 e NR-18 (Norma Regulamentadora aprovada pela portaria no 3214 de 08 de junho de 1978).
- 3.2.** Em caso de divergência, salvo quando houver acordo entre as partes, será adotada a seguinte prevalência:



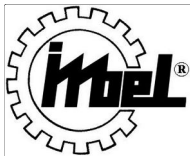
- 3.2.1.** As normas da ABNT, CREA e CAU Estadual, Normas do Governo Estadual e Normas municipais prevalecem sobre estas especificações técnicas e estas, sobre o orçamento, os projetos e o caderno de encargos;
- 3.3.** Nos casos omissos ou suscetíveis de dúvida, a CONTRATADA deverá recorrer à FISCALIZAÇÃO para esclarecimentos ou orientação, sendo as decisões finais sempre comunicadas por escrito.

4. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

- 4.1.** A CONTRATADA deverá providenciar o registro da ART de execução do serviço (em nome do responsável técnico da CONTRATADA). A ART registrada deverá ser entregue à FISCALIZAÇÃO quando do início dos serviços.

5. CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO

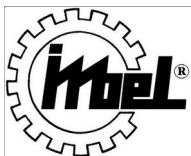
- 5.1.** Deverão ser observadas as seguintes condições gerais:
- 5.1.1.** Obter os projetos de arquitetura, estrutura e instalações a fim de integrar e harmonizar o projeto de instalações elétricas com os demais sistemas.
 - 5.1.2.** Obter junto à concessionária informações quanto à disponibilidade e características da energia elétrica no local da edificação, bem como todos os regulamentos, requisitos e padrões exigidos para as instalações elétricas.
 - 5.1.3.** Obter informações com relação às atividades e tipo de utilização dos espaços da edificação, bem como conhecer a localização e características dos aparelhos elétricos.
 - 5.1.4.** Definir claramente os níveis de tensão a serem adotados, visando a intercambiabilidade dos componentes, padronização de materiais e, segurança e confiabilidade na operação e manutenção das instalações elétricas.
 - 5.1.5.** Considerar no desenvolvimento do projeto a determinação dos seguintes sistemas e conceitos geralmente presentes na edificação:
 - 5.1.5.1.** entrada e medição de energia;
 - 5.1.5.2.** distribuição em média-tensão;
 - 5.1.5.3.** distribuição em baixa tensão;
 - 5.1.5.4.** iluminação e tomadas;
 - 5.1.5.5.** aterramento;
 - 5.1.5.6.** proteção contra choques elétricos;



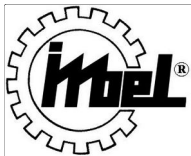
- 5.1.5.7. proteção contra descargas elétricas atmosféricas;
 - 5.1.5.8. proteção contra sobretensões;
 - 5.1.5.9. fator de potência da carga instalada;
 - 5.1.5.10. fator de demanda e fator de carga.
- 5.1.6. Adotar, sempre que possível os seguintes critérios de projeto:
- 5.1.6.1. utilização de soluções de custos de manutenção e operação compatíveis com o custo de instalação do sistema;
 - 5.1.6.2. utilização de soluções que visem à segurança contra incêndio e proteção de pessoas e da instalação;
 - 5.1.6.3. previsão de reserva de capacidade para futuro aumento de utilização da eletricidade;
 - 5.1.6.4. flexibilidade da instalação, admitindo mudança de características e localização de aparelhos elétricos;
 - 5.1.6.5. simplicidade da instalação e facilidade de montagem sem prejuízo da qualidade;
 - 5.1.6.6. facilidade de acesso para manutenção e previsão de espaço para expansões dos sistemas;
 - 5.1.6.7. padronização da instalação, materiais e equipamentos visando facilidades na montagem, manutenção e estoque de peças de reposição;
 - 5.1.6.8. especificação de materiais, serviços e equipamentos que possibilitem a competição de mercado.
- 5.1.7. Considerar que o projeto de entrada, medição e proteção deve atender ao nível de tensão de fornecimento de energia, bem como aos requisitos e padrões exigidos pela empresa concessionária de energia elétrica local.
- 5.1.8. Considerar que a rede de entrada em média tensão deverá ser, obrigatoriamente, subterrânea quando o posto de entrada for cubículo blindado. Caso a construção seja em alvenaria, a rede de entrada poderá ser tanto subterrânea como aérea, de acordo com as normas da concessionária local.

6. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM MÉDIA TENSÃO

- 6.1. Considerar que o projeto de instalação em média tensão (de 1,0 a 36,2 kV) deverá ser elaborado em observância às exigências de Norma NBR 14039. As prescrições referidas na Norma NBR 14039 constituem-se em recomendações mínimas a serem obedecidas.

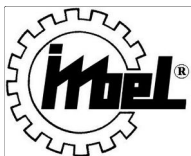


- 6.2.** Situar as subestações de transformação, tanto quanto possível, próximas aos centros de carga.
- 6.3.** Localizar as subestações de modo a proporcionar facilidade de acesso para pessoas autorizadas e para entrada ou remoção de equipamentos elétricos.
- 6.4.** Considerar que as subestações situadas no interior da edificação devem ficar encerradas em compartimentos exclusivos, com proteção contra contatos acidentais, condições próprias de ventilação e proteção contra penetração de animais no compartimento.
- 6.5.** Prever proteção à volta das subestações externas, tanto de instalação aberta como em cubículo blindados, instalados ao nível do solo. Se a proteção for uma cerca metálica, deverá ser ligada à terra.
- 6.6.** Prever sistemas de drenagem e proteção contra infiltração de água nas subestações instaladas abaixo do nível do solo.
- 6.7.** Impedir a passagem de outras tubulações não relacionadas com o sistema elétrico no compartimento da subestação.
- 6.8.** O acesso aos recintos das subestações será feito através de porta, abrindo para fora, com dimensões mínimas de 0,80 m x 1,80 m, provida de fechadura com abertura por chave do lado externo e permitindo livre abertura do lado interno. Junto à porta, em lugar visível, deverá ser prevista uma placa de advertência de perigo de morte e proibição de entrada a pessoas não autorizadas.
- 6.9.** Considerar que o arranjo físico dos equipamentos deverá atender à funcionalidade, à facilidade de operação e de manutenção, bem como permitir eventual crescimento futuro de carga.
- 6.10.** Adotar, no mínimo, os valores indicados na Norma NBR 14039 para os afastamentos dos condutores entre si e entre anteparos, paredes de proteção, balaustradas etc.
- 6.11.** Considerar que todos os equipamentos operando em baixa tensão deverão ser instalados separadamente, a fim de permitir acesso com segurança, sem necessidade de interrupção dos circuitos de alta-tensão.
- 6.12.** Para os transformadores, obedecer às potências e níveis de isolamento padronizados pela Norma NBR 5356.
- 6.13.** Considerar que os transformadores instalados no interior da edificação deverão ser a seco com encapsulamento em resina, ou imersos em líquido isolante não inflamável e não tóxico. quando instalados externamente ao prédio, quer em o especificado na Norma NBR 5356.
- 6.14.** Considerar que as instalações de linhas de média tensão deverão ser executadas com cabos isolados, tipo seco, com isolamento de PVC, de borracha etileno-propileno (EPR) ou



de polietileno reticulado. O nível de isolamento dos condutores deverá ser adequado à tensão de serviço e à condição de ligação do neutro (aterrado ou isolado).

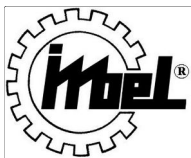
- 6.15.** Escolher a seção do condutor conforme a capacidade de condução da corrente, queda de tensão admissível e a capacidade de suportar corrente de curto-circuito indicada pelo fabricante. Na determinação da capacidade de corrente do condutor instalado devem ser considerados os fatores de correção de temperatura, de agrupamento de cabos, de profundidade, no caso de instalação subterrânea, e de agrupamento de dutos; no caso de mais de um duto por linha, considerar as recomendações da Norma NBR 14039 e de fornecedores.
- 6.16.** No dimensionamento da seção dos condutores, adotar como limites de queda de tensão entre a origem da instalação e o ponto de utilização, os valores normalizados no item 6.2.6 da Norma NBR 5410.
- 6.17.** Recomenda-se, para as áreas externas e instalações de cabos subterrâneos, que a instalação seja através de linhas de dutos.
- 6.18.** Dispor os dutos com declividade para escoamento de água e com poços de inspeção, distanciados entre si não mais que 60 m.
- 6.19.** Evitar curvaturas dos cabos com raio menor que o indicado pelo fabricante, ou na ausência dessa informação, menor que 20 vezes o diâmetro do cabo.
- 6.20.** Considerar no projeto das proteções a seletividade e a confiabilidade.
- 6.21.** Atender às recomendações da Norma NBR 14039 para proteção dos sistemas de média tensão, prevendo, no mínimo, os seguintes dispositivos:
- 6.21.1.** chaves fusível, para linhas com carga não superior a 300kVA;
 - 6.21.2.** disjuntor automático com relê de sobrecorrente, para linhas com carga superior a 300kVA;
 - 6.21.3.** chave fusível no lado primário e disjuntor com relê de sobrecorrente no lado secundário, para transformador trifásico ou banco de transformadores com potência nominal não superior a 300 kVA;
 - 6.21.4.** disjuntor com relê de sobrecorrente no lado primário e no lado secundário, para transformador trifásico ou banco com potência nominal superior a 300 kVA.
- 6.22.** No caso de instalação de mais de um transformador, poderá ser admitida a proteção por chaves fusíveis desde que seja usado disjuntor geral com relês de sobrecorrente na linha de alimentação primária.
- 6.23.** No caso de existir transformadores ligados em paralelo, as chaves e os disjuntores deverão ser intertravados de modo a assegurar a operação de abertura do disjuntor de baixa tensão em primeiro lugar e, em último, da chave. Na operação de fechamento, a sequência deverá ser inversa.



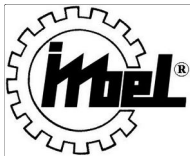
- 6.24.** As chaves que não sejam adequadas para manobra com carga deverão possuir placa de advertência colocada em lugar visível com os dizeres: “não manobrar esta chave com carga”.
- 6.25.** Escolher os pára-raios de acordo com a tensão do sistema e a condição de ligação do neutro.
- 6.26.** Manter independentes das demais ligações à terra os condutores de terra dos pára-raios.
- 6.27.** Todas as partes metálicas existentes nas subestações, não destinadas a conduzir corrente elétrica, deverão ser conectadas à malha de aterramento.
- 6.28.** No interior da subestação deverá ser prevista uma barra de terra, em cobre, fixada à parede a 0,30 m do piso, que estará conectada à malha de aterramento, e a partir da qual serão derivados os condutores de aterramento da subestação.
- 6.29.** Efetuar por meio de terminais conectores de aperto ou a compressão as conexões entre a parte aterrada dos equipamentos, estruturas e ferragens e o condutor de ligação à terra, e a barra de terra.
- 6.30.** Fixar com solda exotérmica as conexões dos condutores de ligação à terra com os condutores de aterramento principal ou com os eletrodos, de instalação enterrada, com exceção das conexões localizadas em caixas de inspeção, que deverão ser realizadas com conectores de aperto ou a compressão.

7. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO

- 7.1.** Considerar que o projeto de instalações em baixa tensão (igual ou inferior a 1 kV), deve ser elaborado observando-se as exigências da Norma NBR 5410.
- 7.2.** A concepção do sistema elétrico em baixa tensão sempre que possível deverá atender a requisitos de padronização, intercambiabilidade, redução de itens para manutenção e, otimização de custos de implantação e de reposição de componentes.
- 7.3.** Os níveis de tensão adotados deverão sempre ser compatíveis com a importância e características técnicas das cargas.
- 7.4.** Na configuração do sistema elétrico estabelecer níveis de proteção e seccionamento dos circuitos, principiando-se sempre de quadros principais de distribuição geral e derivando-se para quadros de distribuição secundários e, sempre que possível, próximos aos respectivos centros de carga, ou seja, uma posição cujos circuitos de saída não excedam 40 m.
- 7.5.** Centralizar os dispositivos de proteção dos circuitos alimentadores de iluminação e força em quadros de distribuição.

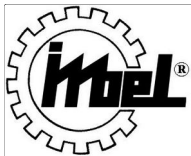


- 7.6.** Todos os condutores vivos de alimentação de um circuito, devem ser seccionados, podendo ser utilizado disjuntores ou seccionadores sob carga com ou sem fusíveis.
- 7.7.** Demais recomendações sobre seccionamento observar item 5.6 da Norma NBR 5410.
- 7.8.** Projetar os quadros para uso em recintos de acesso geral. Recomenda-se proteção contra contatos involuntários com partes sob tensão.
- 7.9.** Deverá constar nos quadros a indicação das seguintes características principais, marcadas de forma indelével:
- 7.9.1.** tensão de alimentação;
 - 7.9.2.** corrente nominal;
 - 7.9.3.** corrente de curto-circuito;
 - 7.9.4.** número de fases;
 - 7.9.5.** identificação do quadro.
- 7.10.** Os quadros devem ser instalados em local de fácil acesso para operação e manutenção.
- 7.11.** Em edificações residenciais e de escritórios, prever, no mínimo, um quadro de distribuição em cada unidade autônoma.
- 7.12.** Devem ser obedecidas as prescrições do item 6.5.7 da Norma NBR 5410 e as seguintes:
- 7.12.1.** Os quadros serão de material incombustível e resistente à umidade. O grau de proteção do invólucro será adequado às condições do ambiente no local da instalação.
 - 7.12.2.** Prever espaço suficiente no interior do quadro para permitir a curvatura dos condutores de maior seção, de entrada ou de saída do quadro, com raio de curvatura não inferior ao valor mínimo recomendado pelo fabricante.
 - 7.12.3.** Prever tampas com rasgos para os compartimentos dos disjuntores, deixando aparentes somente as alavancas de operação.
 - 7.12.4.** Prever disjuntores de reserva, e espaços vazios para futura colocação de disjuntores na proporção de um para cada cinco disjuntores ativos.
 - 7.12.5.** Identificar todos os circuitos de forma indelével, por meio de plaquetas ou por outro processo.
 - 7.12.6.** Os barramentos serão de cobre, rigidamente fixados e identificados.
 - 7.12.7.** Os espaçamentos mínimos dos barramentos de fases diferentes, e entre barramentos e massa, não devem ser menores que os valores da tabela apresentada a seguir:

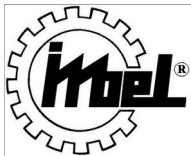


Tensão Nominal	Entre Barramentos de Fases Distintas		Entre Partes Vivas e Massa
	Montagem sobre mesma superfície	Montagem sobre isoladores	
até 125 V	20 mm	13 mm	13 mm
até 250 V	32 mm	20 mm	13 mm
até 600 v	50 mm	25 mm	25 mm

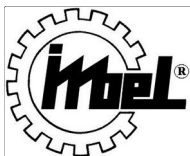
- 7.12.8.** Entre qualquer parte viva e a porta ou tampa, prever espaçamento mínimo não inferior a 25 mm, exceto se a espessura da chapa for igual ou maior que 2,6 mm ou se for revestida com material isolante; neste caso o espaçamento não deve ser inferior a 13 mm.
- 7.12.9.** Prever, em todos os quadros, barra de aterramento, independente da barra do neutro.
- 7.12.10.** A corrente nominal do barramento do quadro de distribuição não será inferior à capacidade mínima do alimentador necessário à alimentação das cargas, considerando-se as cargas inicialmente instaladas e as estimadas para instalação futura.
- 7.12.11.** Dimensionar os barramentos para suportar os efeitos dinâmicos e térmicos da corrente de curto-circuito.
- 7.12.12.** Dimensionar todos os dispositivos de proteção de acordo com as condições de carga e coordená-los com a seção dos condutores.
- 7.12.13.** Os disjuntores terão capacidade de ruptura não inferior ao valor da corrente de curto-circuito trifásico simétrico eficaz, no quadro.
- 7.13.** Na definição dos componentes e formas de instalação das linhas elétricas, deverão ser obedecidas as prescrições fundamentais contidas no item 6.2 da Norma NBR 5410, sendo necessária observância quanto as proteções contra:
- 7.13.1.** contatos diretos e indiretos;
 - 7.13.2.** efeitos térmicos;
 - 7.13.3.** sobrecorrentes;
 - 7.13.4.** sobretensões.
- 7.14.** As linhas elétricas deverão evitar riscos nos pontos não eletrificados da edificação e serão de fácil acesso. A especificação técnica deve apresentar características adequadas ao local onde estão instaladas.
- 7.15.** Dimensionar os alimentadores, de modo a transmitir potência suficiente aos circuitos alimentados, bem como para atender a futuros aumentos de carga.



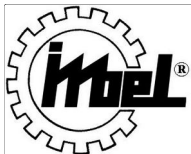
- 7.16.** Considerar os fatores de demanda adequados, aplicados à potência total instalada, para estimativa da potência demandada no alimentador.
- 7.17.** Poderão ser utilizados condutores de cobre ou de alumínio, sendo que, o uso de condutores de alumínio só é admitido nas condições estabelecidas nos itens 6.2.2.3.1 a 6.2.2.3.3 da Norma NBR 5410.
- 7.18.** Os condutores a serem empregados deverão possuir tensão nominal não superior a 0,6/1,0 kV.
- 7.19.** Dimensionar o condutor neutro, considerando a maior carga ligada entre neutro e fase, de conformidade com os itens 6.2.5.2 e 6.2.5.3 da Norma NBR 5410.
- 7.20.** Dimensionar o condutor neutro dos alimentadores que alimentam circuitos de lâmpadas de carga, para corrente igual à da fase.
- 7.21.** Quando da utilização de condutores em paralelo em vários eletrodutos, cada eletroduto deverá conter 1 condutor de cada fase distinta mais o condutor neutro.
- 7.22.** No dimensionamento das linhas elétricas deverão ser calculadas as seções pelos critérios de ampacidade, queda de tensão e curto-circuito, aplicando-se os fatores de agrupamento e temperatura apresentados no item 6.2.4 da Norma NBR 5410, e limitando-se a queda de tensão aos valores estipulados no item 6.2.6.1 da mesma Norma. Das seções encontradas, adotar aquela cujo valor for a maior.
- 7.23.** Após definida a seção do condutor, através dos critérios determinados no item anterior desta prática, deverão ser efetuados os cálculos de coordenação entre condutor e dispositivo de proteção.
- 7.24.** As condições a serem satisfeitas estão prescritas no item 5.3 da Norma NBR 5410, ou sejam, proteções contra sobrecargas, curto-circuitos, sobre-tensões e quedas e falta de tensão.
- 7.25.** Deverão ser atendidas as prescrições estabelecidas nos itens 6.2.8, 6.2.9 e 6.2.10 da Norma NBR 5410.
- 7.26.** Não será aceita a utilização de eletrodutos de bitola menor do que 13 mm.
- 7.27.** As linhas elétricas poderão ser instaladas em, eletrodutos, bandejas, escadas para cabos, calhas, espaços de construção e poços, canaletas, e demais prescrições do item 6.2.10 da Norma NBR 5410.
- 7.28.** Adotando-se a maneira de instalar mais adequada, os procedimentos para projeto devem respeitar o especificado no item 6.2.10 da Norma NBR 5410.
- 7.29.** Poderão ser instalados, a título de previsão de reserva, eletrodutos com bitolas superiores às necessárias para as bitolas iniciais dos condutores, ou eletrodutos vazios.



- 7.30.** O sistema de aterramento deverá ser concebido, observando-se os esquemas de aterramento prescritos nos itens 4.2.2.2 e 6.4 da Norma NBR 5410.
- 7.31.** A eficácia dos aterramentos deve satisfazer às necessidades de segurança e funcionais da instalação elétrica e dos equipamentos associados.
- 7.32.** O projeto de aterramento deverá considerar o possível aumento da resistência dos eletrodos de aterramento devido à corrosão.
- 7.33.** Propiciar segurança ao ser humano, através do controle dos potenciais e da ligação à malha de aterramento de todas as partes metálicas não energizadas.
- 7.34.** Possibilitar o escoamento para a terra das correntes resultantes do rompimento de isolamento, devido a curto-circuito ou quanto a descargas atmosféricas e sobretensões de manobras.
- 7.35.** Adotar o sistema TN conforme recomendação da Norma NBR 5410 para o seccionamento automático da alimentação de um aparelho ou equipamento, após a ocorrência de uma falta de energia, visando impedir a permanência da tensão de contato por um período de tempo que resulte perigoso para as pessoas.
- 7.36.** Considerar que, qualquer que seja o sistema da instalação fixa TN-C ou TN-S, os cabos flexíveis usados como ligações móveis devem possuir um condutor de proteção distinto do condutor neutro, ligado ao terminal de terra da tomada de corrente. A ligação deste condutor PE ao neutro deve ser efetuada dentro da instalação fixa.
- 7.37.** Em locais onde exista risco de incêndio, as determinações do item 5.8.2 da Norma NBR 5410 devem ser obedecidas.
- 7.38.** Para quaisquer obras civis de grande porte que disponham de subestações unitárias alimentando tanto equipamentos trifásicos pesados como ar condicionado central e elevadores, considerar que, para atender à exigência do item anterior, o condutor de proteção deverá ser derivado dos subquadros de distribuição, caracterizando assim um sistema TN.C.S.
- 7.39.** Prever para a instalação de terra, em coordenação com os dispositivos de proteção, o limite das “tensões de contato” e de “passo” a valores não perigosos à segurança de serem humanos. Para isso será necessário atender às tensões máximas admissíveis a seguir indicadas:
- 7.40.** Instalações de BT (≤ 1000 V.C.A.):
- 7.40.1.** Nas instalações onde todas as terras estiverem interligadas entre si, as tensões de contato e de passo máximas admissíveis em função dos tempos de intervenção das proteções serão as estabelecidas pela Norma NBR 5410.



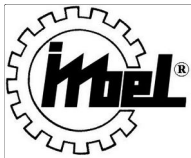
- 7.40.2.** Nas tabelas 19 e 20 do item 5.1.3 da Norma NBR 5410 define-se o tempo de duração máxima, para cada valor de tensão de contato, em que o dispositivo de proteção deve interromper a alimentação do circuito.
- 7.41.** Instalações de M T ($1.000 \text{ V.C.A} \geq 34,5 \text{ kV.C.A.}$):
- 7.41.1.** 50 V - se não for prevista a eliminação rápida do defeito para terra;
- 7.41.2.** 75V - se não for prevista a eliminação do defeito para a terra dentro de 1 (um) segundo.
- 7.42.** Desenvolver o estudo da resistividade dos solos em relação aos sistemas de aterramento, adotando-se o método dos “quatro pontos” ou “método do Prof. F. Wenner” para obtenção dos valores.
- 7.43.** Desenvolver o estudo da resistividade do subsolo (ρ_2) para que, em conjunto com a resistividade do solo (ρ_1) seja avaliado qual o melhor sistema de terra a ser utilizado, conforme recomendações do item a seguir.
- 7.44.** Recomenda-se que na escolha do sistema de aterramento sejam levados em consideração os problemas de corrosão que possa sofrer. A escolha entre uma malha ou sistema de hastes é função direta da relação existente entre ρ_1 e ρ_2 .
- 7.45.** Para ρ_1/ρ_2 ligeiramente superior a 1 (um) recomenda-se o sistema de hastes interligadas entre si; para $\rho_1/\rho_2 \leq 1$ é recomendado utilizar um sistema de cabos mais horizontais conectados à malha, podendo ser complementada por hastes situadas na periferia para limitar o valor de tensão de passo.
- 7.46.** Prever, de um modo geral, que a subestações serão interligadas ao sistema geral de terra somente quando não for difícil limitar a tensão de contato e a tensão de passo, para evitar a transferência de valores elevados destas ao restante do sistema.
- 7.47.** Como bitola mínima dos cabos de cobre que constituem um sistema de aterramento para resistir a esforços mecânicos, recomenda-se o cabo de 70 mm².
- 7.48.** A malha principal de aterramento e as interligações serão de cabo de cobre bitola mínima de 70 mm², enterrado a uma profundidade mínima de 600 mm abaixo do nível do solo. As derivações da malha podem ser de bitola menor, mas não inferior a 10 mm².
- 7.49.** Considerar que a Norma NBR 5410 recomenda que, sempre que possível, os diversos elementos de eletrodo de aterramento sejam cravados a uma profundidade tal que atinjam terrenos permanentemente úmidos, desde que atendida a recomendação do item anterior.
- 7.50.** Proteger apropriadamente todos os edifícios e estruturas sujeitos a descargas atmosféricas.
- 7.51.** Para a proteção contra os contatos acidentais das instalações elétricas internas, prever que todas as estruturas metálicas do prédio sejam interligadas com ligações equipotenciais.



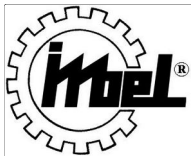
- 7.52.** Os elementos condutivos do sistema de dispersão (PE) serão de cobre, aço zincado ou alumínio e terão uma bitola mínima de acordo com a Norma NBR 5410.
- 7.53.** Os equipamentos de M.T. serão sempre conectados ao sistema de terra através de dois elementos condutivos, dimensionados de acordo com os itens desta Especificação Técnica que tratam de aterramento.
- 7.54.** Os equipamentos de BT serão conectados aos sistemas de terra com um elemento condutivo, dimensionado de acordo com a NBR 5410.
- 7.55.** Os quadros serão sempre providos de terminal de terra.
- 7.56.** Os aparelhos de iluminação serão aterrados, utilizando para esta finalidade o condutor terra com seção idêntica à do condutor de fase.
- 7.57.** Todas as estruturas metálicas fora do solo serão interligadas de maneira a garantir a equipotencialidade entre si. Assim, todas as partes metálicas serão interligadas através das tubulações ou de elementos condutivos equipotenciais ligados ao sistema geral de terra.
- 7.58.** Todas as estruturas metálicas serão interligadas entre si e aterradas.
- 7.59.** As estruturas metálicas enterradas, que não forem aterradas ao sistema geral, ficarão distanciadas do aterramento geral de pelo menos 6 m.
- 7.60.** Em locais de grande densidade populacional, as cercas metálicas deverão ser instaladas nas proximidades da área do sistema de terra, e interligadas com o mesmo pelo menos a cada 20 m, bem como garantida a sua continuidade metálica.
- 7.61.** Todas as junções enterradas serão protegidas para evitar o contato com o solo (eletrolito), exceto quando as junções forem executadas com solda exotérmica.
- 7.62.** Nas interligações de metais diferentes, tomar as precauções adequadas para evitar corrosão eletrolítica.

8. PROJETO EXECUTIVO

- 8.1.** Consiste no desenvolvimento do Projeto Básico, apresentando o detalhamento das soluções de instalação, conexão e fixação de todos os componentes do sistema elétrico a ser implantado, incluindo os embutidos e rasgos a serem previstos na estrutura da edificação.
- 8.2.** Deverão ser apresentados os seguintes produtos gráficos:
- 8.2.1.** planta de situação geral, conforme projeto básico;
 - 8.2.2.** planta e detalhes do local de entrada e medidores na escala especificada pela concessionária local;
 - 8.2.3.** planta, corte, elevação da subestação, compreendendo a Parte civil e a parte elétrica, na escala de 1:50;



- 8.2.4.** planta de todos os pavimentos, preferencialmente em escala 1:50 e das áreas externas em escala adequada, indicando:
- 8.2.4.1.** localização dos pontos de consumo de energia elétrica com respectiva carga, seus comandos e identificação dos circuitos;
 - 8.2.4.2.** detalhes dos quadros de distribuição e dos quadros gerais de entrada com as respectivas cargas;
 - 8.2.4.3.** trajeto dos condutores, localização de caixas e suas dimensões;
 - 8.2.4.4.** código de identificação de enfição e tubulação que não permita dúvidas na fase de execução, adotando critérios uniformes e sequência lógica;
 - 8.2.4.5.** desenho indicativo da divisão dos circuitos;
 - 8.2.4.6.** definição de utilização dos aparelhos e respectivas cargas;
 - 8.2.4.7.** previsão da carga dos circuitos e alimentação de instalações especiais;
 - 8.2.4.8.** detalhes completos do projeto de aterramento e pára-raios;
 - 8.2.4.9.** detalhes típicos específicos de todas as instalações de ligações de motores, luminárias, quadros e equipamentos elétricos e outros.
 - 8.2.4.10.** legenda das convenções usadas;
 - 8.2.4.11.** diagrama unifilar geral de toda a instalação e de cada quadro;
 - 8.2.4.12.** esquema e prumadas.
- 8.2.5.** lista de equipamentos e materiais elétricos da instalação e respectivas quantidades;
- 8.2.6.** lista de cabos e circuitos, quando solicitada pelo Contratante;
- 8.2.7.** detalhes de todos os furos necessários nos elementos de estrutura e de todas as peças a serem embutidos ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação;
- 8.2.8.** relatório técnico, conforme Prática Geral de Projeto.
- 8.3.** Todos os detalhes que interfiram com outros sistemas deverão ser elaborados em conjunto, de forma a ficarem perfeitamente harmonizados entre si.
- 8.4.** Os projetos de Instalações Elétricas deverão também atender às seguintes Normas e Práticas Complementares:
- 8.4.1.** NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV
 - 8.4.2.** NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão
 - 8.4.3.** ND 2.3 – Instalações básicas de redes de distribuição subterrâneas. (Cemig)
 - 8.4.4.** ND 3.3 – Projetos de redes de distribuição subterrâneas. (Cemig)



8.4.5. ND 3.5 – Projetos de redes de distribuição subterrâneas para atendimento a condomínios e loteamentos. (Cemig)

8.4.6. ND 5.3 – Fornecimento de energia elétrica em média tensão – Rede de distribuição aérea ou subterrânea. (Cemig)

8.4.7. 02.111-ED/ES-RT-117 – Padrão de Atendimento a Edificações Coletivas com Equipamentos em Pedestal. (Cemig)

8.4.8. 22.000-EA/EA-12254 - Projeto Elétrico e Eletromecânico de Subestações de Clientes. (Cemig)

9. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

9.1. Todos os materiais e equipamentos utilizados devem ser de fornecedores homologados pela concessionária de energia (Cemig).

9.2. Os materiais e equipamentos também atender às seguintes Especificações Técnicas da concessionária de energia (Cemig):

9.2.1. ED/CE 60c- Transformadores de distribuição para montagem em pedestal;

9.2.2. ET-02111-ED/CE-9I.

9.3. A inspeção para recebimento de materiais e equipamentos será realizada no local por processo visual, podendo, entretanto, ser feita na fábrica ou em laboratório, por meio de ensaios, a critério do Contratante. Neste caso, o fornecedor deverá avisar com antecedência a data em que a inspeção poderá ser realizada.

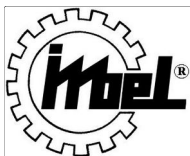
9.4. Para o recebimento dos materiais e equipamentos, a inspeção deverá conferir a discriminação constante da nota fiscal, ou guia de remessa, com o respectivo pedido de compra, que deverá estar de acordo com as especificações de materiais, equipamentos e serviços.

9.5. Caso algum material ou equipamento não atenda às condições do 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:

9.5.1. conferir as quantidades;

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

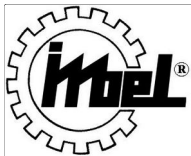
9.5.3. designar as áreas de estocagem, em lugares abrigados ou ao tempo, levando em consideração os tipos de materiais, como segue:



- 9.5.3.1.** estocagem em local abrigado - materiais sujeitos à oxidação, peças miúdas, fios, luminárias, reatores, lâmpadas, interruptores, tomadas, eletrodutos de PVC e outros;
- 9.5.3.2.** estocagem ao tempo - peças galvanizadas a fogo, transformadores (quando externos), cabos em bobinas e para uso externo ou subterrâneo.

10. INSTALAÇÃO DE CABOS EM LINHAS SUBTERRÂNEAS

- 10.1.** 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.
- 10.2.** As emendas dos cabos de 240V a 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 borracha moldável 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.
- 10.3.** As emendas dos cabos com isolamento superior a 1000V deverão ser executadas conforme recomendações do fabricante.
- 10.4.** Circuito de áudio, radiofrequência e de computação deverão ser afastados de circuitos de força, tendo em vista a ocorrência de indução, de acordo com os padrões aplicáveis a cada classe de ruído. 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.
- 10.5.** Em linhas subterrâneas, os condutores não poderão ser enterrados diretamente no solo, devendo, obrigatoriamente, ser instalados em manilhas, em tubos de aço galvanizado a fogo dotados de proteção contra corrosão ou, ainda, outro tipo de dutos que assegurem proteção mecânica aos condutores e permitam sua fácil substituição em qualquer tempo.
- 10.6.** Os condutores que saem de trechos subterrâneos e sobem ao longo de paredes ou outras superfícies deverão ser protegidos por meio de eletroduto rígido, esmaltado ou galvanizado, até uma altura não inferior a 3 metros em relação ao piso acabado, ou até atingirem a caixa protetora do terminal.
- 10.7.** Na enfição das instalações subterrâneas, os cabos não deverão estar sujeitos a esforços de tração capazes de danificar sua capa externa ou o isolamento dos condutores. Todos os condutores de um circuito deverão fazer parte do mesmo duto.
- 10.8.** A enfição de cabos deverá ser precedida de conveniente limpeza dos dutos e eletrodutos, com ar comprimido ou com passagem de bucha embebida em verniz isolante ou parafina. O lubrificante para facilitar a enfição, se necessário, deverá ser adequado à finalidade e

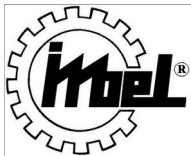


compatível com o tipo de isolamento dos condutores. Podendo ser usados talco industrial neutro e vaselina industrial neutra, porém, não será permitido o emprego de graxas.

- 10.9.** Emendas ou derivações de condutores só serão aprovadas em caixas de junção. Não serão permitidas, de forma alguma, emendas dentro de eletrodutos ou dutos.
- 10.10.** As ligações de condutores aos bornes de aparelhos e dispositivos serão realizadas sem solda, por conectores de pressão ou terminais de aperto.
- 10.11.** As malhas de aterramento deverão ser executadas de acordo com os detalhes do projeto. Não será permitido o uso de cabos que tenham quaisquer de seus fios partidos.
- 10.12.** Todas as ligações mecânicas não acessíveis devem ser feitas pelo processo de solda exotérmica. Todas as ligações aparafusadas, onde permitidas, devem ser feitas por conectores de bronze com porcas, parafusos e arruelas de material não corrosível.

11. INSTALAÇÃO DE QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

- 11.1.** Os quadros embutidos em paredes deverão facear o revestimento da alvenaria e ser nivelados e aprumados. Os diversos quadros de uma área deverão ser perfeitamente alinhados e dispostos de forma a apresentar conjunto ordenado.
- 11.2.** Os quadros para montagem aparente deverão ser fixados às paredes ou sobre base no piso, através de chumbadores, em quantidades e dimensões necessárias à sua perfeita fixação.
- 11.3.** A fixação dos eletrodutos aos quadros será feita por meio de buchas e arruelas roscadas. Após a conclusão da montagem, da enfição e da instalação de todos os equipamentos, deverá ser feita medição do isolamento, cujo valor não deverá ser inferior ao da tabela 51 da NBR 5410.
- 11.4.** Os barramentos serão constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nu, cujas diferentes fases serão identificadas por cores convencionais: verde, amarelo e violeta, conforme a NBR 5410. Os barramentos deverão ser firmemente fixados sobre isoladores.
- 11.5.** Os quadros elétricos de comando e proteção dos circuitos de iluminação viária devem ser instalados ao tempo ou em abrigos, de acordo com os projetos específicos.
- 11.6.** O quadro deve ser para instalação do tipo de sobrepor em parede ou autoportante, de acordo com os projetos específicos.
- 11.7.** A instalação deve ser nivelada e faceada com o piso ou parede e aprumada.
- 11.8.** A fixação do quadro deve ser no piso ou em parede, conforme cada projeto, através de chumbadores, em quantidades e dimensões necessárias à perfeita fixação.



- 11.9.** A fixação dos eletrodutos de chegada e saída no quadro deve ser feita por meio de buchas e arruelas roscadas. Todas as partes metálicas não condutoras de energia devem ser aterradas, conforme detalhes de cada projeto.
- 11.10.** Após a conclusão da montagem, da enfição e da instalação de todos os equipamentos, deve ser feita medição do isolamento, cujo valor não deve ser inferior ao da tabela 51 da norma NBR 5410(1) da ABNT.

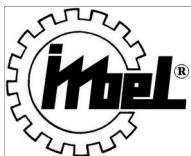
12. RECEBIMENTO

- 12.1.** O recebimento das instalações elétricas estará condicionado à aprovação dos materiais, dos equipamentos e da execução dos serviços pela FISCALIZAÇÃO. Além disso, as instalações elétricas somente poderão ser recebidas quando entregues em perfeitas condições de funcionamento, comprovadas pela FISCALIZAÇÃO e ligadas à rede de energia local.
- 12.2.** As instalações elétricas só poderão ser executadas com material e equipamentos examinados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO. A execução deverá ser inspecionada durante todas as fases de execução, bem como após a conclusão, para comprovar o cumprimento das exigências do contrato e desta Especificação Técnica.

13. VERIFICAÇÃO FINAL DAS INSTALAÇÕES

- 13.1.** A FISCALIZAÇÃO efetuará a inspeção de recebimento das instalações, conforme prescrição do capítulo 7 da NBR 5410. Serão examinados todos os materiais, aparelhos e equipamentos instalados, no que se refere às especificações e perfeito estado.
- 13.2.** Será verificada a instalação dos condutores no que se refere a bitolas, aperto dos terminais e resistência de isolamento, cujo valor deverá seguir a tabela 81 do anexo J da NBR 5410.
- 13.3.** Será também conferido se todos os condutores do mesmo circuito (fases, neutro e terra) foram colocados no mesmo eletroduto. Será verificado o sistema de iluminação e tomadas no que se refere a localização, fixações, acendimentos das lâmpadas e energização das tomadas.
- 13.4.** Serão verificados os quadros de distribuição quanto à operação dos disjuntores, aperto dos terminais dos condutores, proteção contra contatos diretos e funcionamento de todos os circuitos com carga total; também serão conferidas as etiquetas de identificação dos circuitos, a placa de identificação do quadro, observada a facilidade de abertura e fechamento da porta, bem como o funcionamento do trinco e fechadura.

14. LIMPEZA FINAL



- 14.1.** Deverão ser devidamente removidos da obra todos os materiais e equipamentos, assim como as peças remanescentes e sobras utilizáveis de materiais, ferramentas e acessórios;
- 14.2.** Deverá ser realizada a remoção de todo o entulho da obra, deixando-a completamente desimpedida de todos os resíduos de construção, bem como cuidadosamente varridos os seus acessos;
- 14.3.** A limpeza dos elementos deverá ser realizada de modo a não danificar outras partes ou componentes da edificação, utilizando-se produtos que não prejudiquem as superfícies a serem limpas;
- 14.4.** Particular cuidado deverá ser aplicado na remoção de quaisquer detritos ou salpicos de argamassa endurecida das superfícies;
- 14.5.** Deverão ser cuidadosamente removidas todas as manchas e salpicos de tinta de todas as partes e componentes da edificação, dando-se especial atenção à limpeza dos vidros, ferragens, esquadrias, luminárias e peças e metais sanitários;
- 14.6.** Para assegurar a entrega da edificação em perfeito estado, a Contratada deverá executar todos os arremates que julgar necessários, bem como os determinados pela FISCALIZAÇÃO.

15. ESPECIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

15.1. CABO ISOLADO 25Kv

15.1.1. CONDUTOR: Metal: fios de cobre nu, têmpera mole ou fios de alumínio nu;

15.1.1.1. Forma: redonda compacta;

15.1.1.2. Encordoamento: Classe 2.

15.1.2. BLINDAGEM DO CONDUTOR: Camada de composto termofixo semicondutor.

15.1.3. ISOLAÇÃO: Composto de borracha EPR 105.

15.1.4. BLINDAGEM DA ISOLAÇÃO:

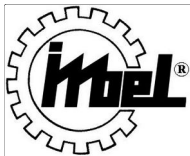
15.1.4.1. camada de composto termofixo semicondutor (fácil remoção a frio);

15.1.4.2. fios de cobre nu com seção de 6mm². Nos cabos tripolares, a seção indicada é a blindagem de cada veia. Fitolho de poliéster para identificação aplicado sob a blindagem.

15.1.5. ENCHIMENTO EXTRUDADO OU PRÉ-FORMADO

15.1.6. COBERTURA: Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO, tipo ST2.

15.1.7. Temperaturas máximas do condutor:



15.1.7.1. 90°C em serviço contínuo;

15.1.7.2. 130°C em sobrecarga;

15.1.7.3. 250°C em curto-circuito.

15.1.8. Características:

15.1.8.1. Trabalham com temperatura do condutor de até 105°C;

15.1.8.2. Utiliza o conceito de alto gradiente elétrico, resultando em cabos com diâmetros menores e mais leves;

15.1.8.3. Para facilitar a montagem dos acessórios, a blindagem semicondutora da isolação é de fácil remoção a frio.

15.1.9. Normas aplicáveis:

15.1.9.1. NBR 7286: cabos de potência com isolação sólida extrudada de borracha etileno-propileno (EPR) para tensões de 1 a 35kV – requisitos de desempenho.

15.1.9.2. NBR 14039: instalações elétricas de média tensão 1,0kV a 36,2kV.

15.1.10. Identificação: Cabos unipolares com cobertura preta.

15.1.11. Referência: Prysmian Compact 105 ou superior.

15.2. TERMINAL DESCONECTÁVEL TDC 200A, 25 KV/50MM LOADBREAK

15.2.1. Borracha EPDM curada de peróxido garante um conjunto de baixa tensão e alta força dielétrica.

15.2.2. Produção de fábrica 100% testada para descarga parcial e AC Hipot de acordo com o padrão IEEE 386.

15.2.3. Ponto de teste capacitivo fornecido no cotovelo.

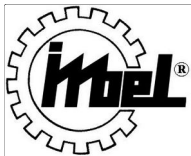
15.2.4. Adequado para cabos de 25 kV até 250 kcmil.

15.2.5. A blindagem semicondutora moldada fornece continuidade de blindagem de aterramento de acordo com o IEEE 592.

15.2.6. Está em conformidade com o padrão IEEE 386.

15.2.7. Referência: TE Connectivity ELB-25-200C10 ou superior.

15.3. DUTO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE



15.3.1. Duto corrugado de dupla parede, sendo a interna lisa e a externa corrugada, fabricado em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), fornecido em barras de 6 metros com luva de emenda e anel de vedação.

15.3.2. Utilizado para proteção de cabos subterrâneos de energia ou telecomunicação em redes das concessionárias, indústrias, ferrovias, rodovias, aeroportos, shoppings centers, usinas fotovoltaicas, eólicas e outra obras.

15.3.3. Atende a norma ABNT NBR 15715: Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações - Requisitos.

OBS: CRC = Classificação de Resistência à Compressão.

15.3.4. Referência: Kanaflex Kanaduto.

15.4. CABOS UNIPOLARES E ACESSÓRIOS ATÉ 1.000V

15.4.1. CONDUTOR: Fios de Cobre, têmpera mole, classe 4 até a seção nominal de 6mm² e classe 5 a partir da seção 10mm² (extraflexível) atendendo a norma ABNT NM 280.

15.4.2. ISOLAÇÃO: Composto termofixo atendendo a norma NBR 6251 para o tipo HEPR (EPR/B).

15.4.3. COBERTURA: Composto termoplástico polivinílico atendendo a norma NBR 6251 para o tipo PVC/ST2.

15.4.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS DO CONDUTOR: 90° C em serviço contínuo, 130° C em sobrecarga e 250° C em curto-circuito.

15.4.5. NORMA DE REFERÊNCIA: NBR 7286 - Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etilenopropileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho.

15.4.6. NORMAS APLICÁVEIS: NBR NM 280 e NBR 6251.

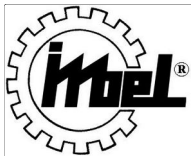
15.4.7. Referência: Prysmian Gsette Easy, Sil Silnax 0,6/1 kV HEPR 90°C ou superior.

15.4.8. Deverá ser utilizado com terminal de compressão de barril longo.

15.4.9. Cabo elétrico 0,6/1kV constituído por condutor de cobre nu, têmpera mole, classe 5 extra flexível, isolamento em composto termoplástico PVC 70°C e cobertura termoplástica em PVC.

15.4.10. Atende aos requisitos das normas: NBR 7288 e NBR 5410.

15.4.11. Referência: Prysmian Sintenax Flex 0,6/1kV.



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
Vinculada ao Ministério da Defesa por intermédio do
Comando do Exército
Filial nº 2 – Fábrica de Juiz de Fora

002/2025
DVAPRO

Juiz de Fora, 26 de Junho de 2025.

EC PATRÍCIA MARTINS DEL PUPO
Engenheira DVAPRO/FJF