

**Tribunal de Contas do
Estado de São Paulo
UR-14 Guaratinguetá**

Instalações Elétricas de Baixa
Tensão e de Proteção contra
Descargas Atmosféricas

- Memorial Descritivo
- Memorial de Cálculos
- Relação de Desenhos
- Especificações técnicas de materiais e serviços
- Planilhas Orçamentárias

REV. 00 - 11 de outubro de 2012

RELAÇÃO DOS DESENHOS QUE COMPÕEM ESTE PROJETO

1-ÍNDICE

- 2- MEMORIAL DESCRITIVO
- 3- MÉTODOS CONSTRUTIVOS
- 4- VERIFICAÇÃO FINAL DO SISTEMA ELÉTRICO
- 5- ANEXOS

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 - Objeto:

O presente memorial descritivo faz parte integrante do projeto das instalações descritas para a obra referida, conforme desenhos acima indicados. Também foi consultado o ARQUITETO autor do projeto, quanto às interferências com a estrutura e arquitetura. Caso venham a se verificar casos omissos, prevalecerão as prescrições do IEC (International Electrotechnical Commission) em sua mais recente edição.

2.2 - Normas técnicas:

O projeto e execução do sistema em pauta, devem seguir as especificações pertinentes constantes da **NR-10/2004** do M.T.E. e das normas da ABNT e Companhia Concessionária, nas versões mais recentes, a saber:

- ABNT NBR-5410/04 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR-5419/05-Proteção das estruturas c/ descargas atmosféricas
- EDP-BANDEIRANTE – Padrão PB-1 de 2004
- NR-10/2004–Segurança em Eletricidade–Norma Regulamentadora M.T.E.

2.3 – INSTALAÇÕES PROJETADAS

- 2.3.1 – Entrada de Energia em Baixa Tensão 127/220V
- 2.3.2 – Iluminação Normal e de Emergência;
- 2.3.3 – Linhas elétricas de Distribuição de energia- Diagramas elétricos;
- 2.3.4 – SPDA- Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas.

2.3.1 – ENTRADA DE ENERGIA EM BAIXA TENSÃO 127/220V

RAMAL DE ENTRADA

O ramal de entrada é uma linha elétrica formada por cabos singelos em paralelo com isolamento 0,6/1kV-EPR 90°C #185mm², protegidos por eletroduto de Aço galvanizado ø80mm, tipo leve, fixado ao poste particular na divisa de terreno. Conforme indicado no desenho 312, esta linha é conectada à Caixa de medição tipo "M", e desta à Caixa "T" na qual fica instalado o dispositivo de proteção Geral da Instalação.

CENTRO DE MEDIÇÃO-CM

A porta que dá acesso ao interior da caixa "T" deverá ser dotada de fechadura/cadeado e ter instalada em sua face externa placa de advertência informando que somente poderão acessar seu interior, pessoas previamente capacitadas e que tenham sido AUTORIZADAS de conformidade com a NR-10/2004. Todas as partes metálicas não condutoras de energia elétrica deverão ser rigidamente interligadas ao BEP através dos seus respectivos condutores de proteção-PE. As caixas abaixo definidas, deverão ser providas com dispositivos para lacre e/ou bloqueio (porta-cadeado), a saber :

- Caixa do Tipo "T" (Dispositivo Geral de proteção e manobra)-QGFL
- Caixa do Tipo "M" (Medição indireta para consumidor individual)

A interligação da caixa "T" com o Quadro Geral será feita por eletroduto semi-flexível tipo PEAD- Polietileno Alta Densidade. As caixas para o Centro de Medidores serão fornecidas por fabricantes previamente cadastrados na EDP-Bandeirante.

SISTEMAS DE PROTEÇÃO

No interior da caixa tipo "T":

- a) O barramento de cobre deverá ser provido com dispositivos que permitam conexões para Aterramento Temporário;
- b) Será instalado disjuntor tripolar de capacidade disrruptiva de 20kA em 220V e corrente nominal de 350A. Este disjuntor deverá ser dotado com dispositivos para bloqueio e sinalização de com impedimento de reenergização, assim como deverá apresentar o recurso visual da condição operacional, ou seja: VERDE-"D"- Desligado e VERMELHO- "L"- Ligado;
- c) A barra do PEN deverá ser rigidamente interligadas ao B.E.P. através da barra NEUTRO;

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Para a proteção contra surtos transientes de sobre tensão, originados por descargas elétricas atmosféricas ou manobras, serão utilizados os dispositivos DPS tipo 1 (10/350)us, 255V/50kA, monopolares, de marca cadastrada na ELETROPAULO. É importante ressaltar que deverão ser instalados a montante dos mesmos, seguindo as especificações de seus respectivos fabricantes, dispositivos de proteção contra sobre-corrente (disjuntor ou fusível).

SISTEMA DE ATERRAMENTO

O sistema adotado seráo TN-C (a proteção e o NEUTRO no mesmo condutor-PEN) no trecho compreendido entre a caixa "M" e a caixa "T". Da caixas "T" (QGFL) em diante, para todo o sistema elétrico da edificação, até os circuitos terminais, o sistema adotado será o TN-S (a proteção-PE e o NEUTRO-N, em condutores distintos e identificados pela cor das sua respectivas isolações.

Recomenda-se que, a medida da resistência elétrica de contato entre qualquer condutor conectado ao B.E.P fique no intervalo entre 150 e 300 micro-OHM.

-A resistência máxima de aterramento será de 10 OHM terreno úmido e 25 OHM em terreno seco, usando-se para tanto, o número de eletrodos e as profundidades que forem necessárias. A distância entre eletrodos será no mínimo de 2,40m.

-Toda e qualquer parte metálica não condutora de energia, componente das caixas "T", e caixa "M", serão rigidamente interligadas ao BEP.

2.3.2-ILUMINAÇÃO NORMAL E DE EMERGÊNCIA

Os níveis de iluminância foram definidos pelo Arquiteto autor do projeto a partir da aplicação dos pontos de luz definidos nos desenhos de sua autoria. Com a finalidade de não sobrecarregar o sistema e evitar efeito estroboscópico, os reatores deverão ser do tipo eletrônico com ALTO FATOR DE POTÊNCIA. Nos desenhos 301 ao 303 acham-se indicados os circuitos e as potências das lâmpadas e as formas de instalação projetadas.

Quanto ao sistema de iluminação de emergência, foram projetados circuitos de tomadas de energia especiais (EM), alimentadoras dos blocos com fonte autônoma de emergência, de tal forma que na presença da energia comercial permaneçam em flutuação e funcionem emergencialmente na sua ausência.

A quantidade e locais de instalação foram definidos em coordenação com o Projeto de segurança de Incêndio.

A distribuição dos circuitos específicos para iluminação será feita por meio de rede de perfilados aparentes entre laje e forros e também, em tubulação embutida nas lajes e alvenarias, interligadas por caixas tipo octogonal FM 2"e 4", sextavada 3"x3", 4"x2" e 4"x4", conforme o caso.

2.3.3-LINHAS ELÉTRICAS (127/220V)DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

O fornecimento de energia elétrica será em tensão secundária de distribuição, ligação ESTRELA, do tipo trifásica+NA, 220V.

A distribuição geral de energia foi baseada nas prescrições da da NR-10/2004 e da NBR-5410/04. A partir da definição dos locais de instalação dos pontos de luz, tomadas e pontos de força, foram projetados os circuitos alimentadores dos quadros elétricos de distribuição e destes aos circuitos terminais.

Para efeito do dimensionamento dos circuitos, considerou-se a demanda calculada, a distância entre o ponto consumidor e o respectivo dispositivo de proteção do circuito que o alimenta, a proteção contra choques por contatos indiretos, a seletividade entre dispositivos de proteção e as máximas correntes de curtos-circuitos presumidas.

Todas as instalações foram calculadas para uma queda de tensão máxima admissível de:

- Circuitos terminais de distribuição de luz e força: 2,0%
- Circuitos alimentadores dos QTFL: 1,0%

O detalhamento do cálculo individualizado para cada circuito, esta registrado nas planilhas de Cálculo anexas a este memorial.

A menor secção admissível para um condutor será de #0,75-1,0mm² para circuitos de comando, e de #2,5mm² para os circuitos para circuitos de iluminação, de tomadas de uso geral e os eletrodutos terão bitola mínima nominal de 25mm ou 3/4".

Toda a instalação deverá ser executada pelo instalador de acordo com o que estabelece as normas NR-10/2004 e ABNT NBR-5410/04.

2.3.5-SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E ATERRAMENTO GERAL DA EDIFICAÇÃO

Foi projetado um SPDA pelo método de FARADAY", calculado para o nível II de proteção conforme desenho 303.

As principal finalidade desta instalação é sub-dividir a corrente do raio, conduzi-la até o solo, não provocar descargas laterais e reduzir os campos magnéticos no interior da estrutura.

O Uso Da Ferragem Do Concreto Armado

Por recomendação da NORMA NBR-5419/2005, tanto para as descidas como o aterramento, será utilizado um condutor adicional (vergalhão de aço o galvanizado a fogo $\varnothing 8\text{mm}$) dentro da ferragem do concreto armado. Esse condutor deve ser interligado à ferragem estrutural para fins de equalização.

Quando se usa a ferragem do concreto armado para condução das correntes dos raios não há outros riscos porque a laje superior funciona como um plano, distribuindo a corrente entre os pilares e a impedância de cada pilar é muito baixa, resultando em equalização de potenciais entre colunas e lajes.

Quando a corrente dos raios passa pela ferragem dos pilares não há riscos nem para as instalações elétricas nem para as pessoas porque os campos magnéticos são muito pequenos em torno de cada pilar e as impedâncias dos pilares são muito pequenas (muitas barras em paralelo).

O Aterramento Para o Spda

Seguindo as recomendações da norma NBR-5419 o aterramento será feito pela ferragem das fundações, não havendo a necessidade de se instalar de eletrodos adicionais para este fim.

O aterramento tem por finalidade dissipar no solo as correntes dos raios sem deixar surgir valores significativos ou perigosos de diferenças de potencial entre equipamentos ou partes de um mesmo equipamento, de tensões de passo e de tensões de toque.

Para se reduzir os riscos pessoais e materiais, deve-se equalizar os potenciais das entradas de força, de tubulações metálicas com o aterramento geral do prédio e:

- fazer o aterramento em anel ou pela fundação;
- revestir o terreno com concreto ou asfalto ($\pm 5\text{cm}$), onde possam circular pessoas;
- afastar as pessoas das descidas (com obstáculos).

A equalização dos potenciais

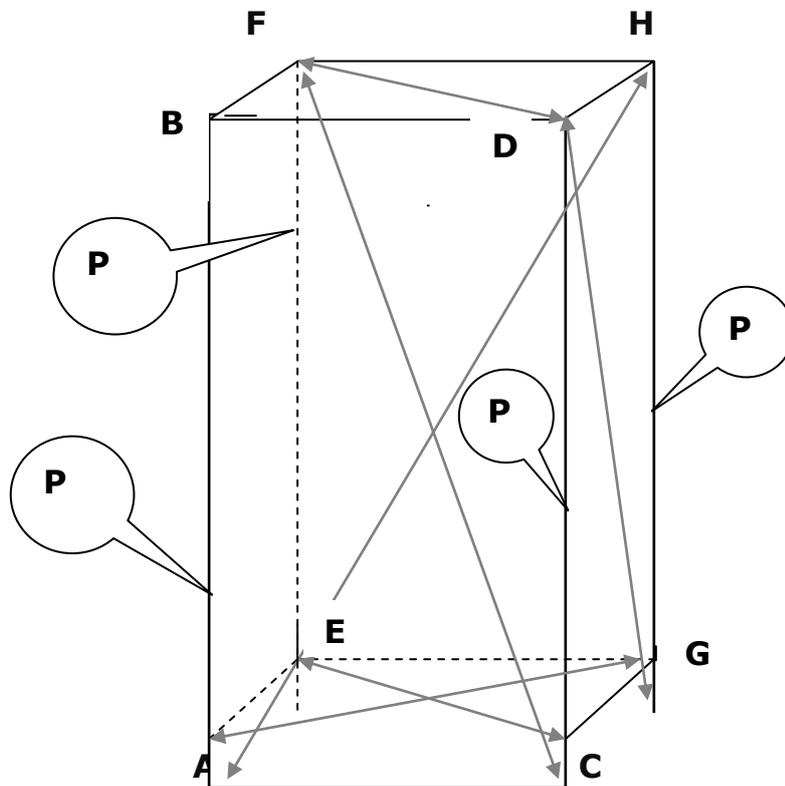
É mais importante que o valor da resistência (que deve ser o mais baixo possível) e é obtida com o BEP executado conforme a NBR-5410/04 apresentando as seguintes características:

- O B.E.P. (TERMINAL DE ATERRAMENTO PRINCIPAL) é uma barra de cobre de (40x6x250)mm a qual deverá ser instalada no interior da caixa "L" e ser a única ligação ao terra do edifício.
- Nas instalações de telecomunicações, deve-se instalar um T.A.T. - terminal de aterramento de telecomunicações, ligado ao B.E.P., que é o único a ser ligado ao aterramento geral do edifício
- A NBR-5419 fixa o valor de referência para a resistência de aterramento de 10Ω , a ser atingido sempre que possível. Caso não ocorra, para baixar o valor da resistência, deve-se:

-
- fazer um tratamento com betonita ou concreto (redução de 30, 40 ou 50%, ou fazer tratamento químico, ou
- usar sal + carvão (renovar ± a cada 3 anos), ou
- usar produtos comerciais (gel), ou
- instalar eletrodos em paralelo.

Medição da continuidade elétrica do SPDA Estrutural

PARA VERIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO COMO ELEMENTO NATURAL DO SPDA, EFETUAR ENSAIO DAS ARMADURAS DA ESTRUTURA DE CONCRETO, COLETANDO DADOS A PARTIR DA MEDIÇÃO DA RESISTENCIA DOS PONTOS CONFORME ESQUEMA ABAIXO SUGERIDO. CONFORME ANEXO "E" DA NORMA ABNT NBR-5419:2005



TRECHO AB = mOHM	TRECHO CD = mOHM
TRECHO AG = mOHM	TRECHO CE = mOHM
TRECHO AH = mOHM	TRECHO CF = mOHM
TRECHO DG = mOHM	TRECHO DF = mOHM
TRECHO EF = mOHM	TRECHO GH = mOHM

Este sistema (SPDA) não tem por finalidade proteger contra surtos de sobretensão, oriundos por descargas elétricas atmosféricas, equipamentos elétricos, eletrônicos, sistemas de potência, de recepção de VHF/UHF e de telecomunicações. Neste caso, foi prevista a instalação dos dispositivos de proteção contra surtos de sobretensão-DPS, para os quadros elétricos conforme diagramas dos desenhos 311. Não foram previstos neste projeto, a instalação de dispositivos de proteção para as linhas telefônicas (centelhadores à gás) e para eventuais redes de cabos coaxiais de transmissão de dados e CATV.

Para a proteção geral contra surtos transientes devidos às descargas atmosféricas e manobras, deverão ser instalados DPS, conforme definido no desenho da folha 312.

GENERALIDADES SOBRE O SISTEMA DE ATERRAMENTO

-As interligações entre os eletrodos (ANEL), deverão ser efetuadas através de cabo de cobre nu #50mm². Nesta malha serão interligados os equipamentos e ferragens. As conexões entre a malha de aterramento e os condutores de aterramento, dos Eletrodos de terra, equipamentos, ferragens, conjuntos de medição, serão efetuadas através de conectores mecânicos ou solda exotérmica.

-Os eletrodos de terra serão em barra de aço, laminada COM ALTA CAMADA de Cobre- 254 micron, com diâmetro nominal de 16 mm e comprimento de 2,40 m.

-Toda e qualquer parte metálica não condutora de energia, deverá ser rigidamente conectada ao sistema de aterramento.

ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS E COMPONENTES ELÉTRICOS

- 01-Arame galvanizado nº 16 AWG, marca FIEL;
- 02-Buchas e Arruelas de alumínio marca TRAMONTINA;
- 03-Caixas de ligação de PVC para embutir marca TIGRE ,
- 04-Caixas de passagem em chapa de aço #16 com tampa aparafusada, conforme NBR-6235/80;
- 05-Caixas para distribuição de telefone porta com trinco, sobrepor e de embutir, chapa de aço #16 conforme padrão TELEBRÁS;
- 06-Quadros de distribuição de Luz e Força de sobrepor e de embutir, montados com barramentos isolados de cobre eletrolítico , F+N+T, de acordo com os diagramas elétricos das folhas 311 de conformidade com a norma regulamentadora do M.T.E NR-10/2004, ref. HEADING;
- 07-Chave seccionadora sob carga, acionamento manual, com alavanca isolada vida mínima de 5.000 manobras, para tensão de 440 V, corrente nominal conforme diagramas, para montagem sobreposta, de conformidade com a norma NBR(IEC) 5410;
- 08- Cabo condutor de cobre com isolamento 0,6/1,0 KV, ref. EPR90°C- Prysmian ou equivalente;
- 09-Conductor de cobre (cabo) com isolamento termoplástica, anti-chama PVC 70°C-450V, conforme NBR 6880/84 e NBR-6140/80, marcas Prysmian ou equivalente;
- 10-Conductor de cobre eletrolítico têmpera mole, formação 19 fios, nu;
- 11-Conector de compressão para cabos de cobre, ref. marca ELTEC ou MAGNET;
- 12-Disjuntor termo-magnético até 100 A, mono, bi ou tripolar conforme diagramas, tipo IEC curvas B e C 440V- 6/10kA conforme (NBR IEC 60-898) e IEC 947-ref. marcas Heading ou Cutler-Hammer;
- 13-Eletrodutos e acessórios de PVC rígido roscável, preto, conforme NBR-6150/80, rosca paralela BSP, ref. marca TIGRE;
- 14-Eletrodutos e acessórios de aço, galvanização eletrolítica tipo médio, SAE-008/10123, com rosca paralela BSP, segundo NBR 5624/84 e NBR8133/83, ref. marca PASCHOAL THOMEU ou APOLO;
- 15-Fusível retardado tipo NH, 660V, curva IxT gl conforme VDE 0636, contatos prateados, com perdas reduzidas, capacidade de ruptura de 100 kA, diversas capacidades e tamanhos conforme diagramas do projeto, ref. marca SIEMENS.

16-Fusível retardado tipo DIAZED, 660V, curva IxT gl conforme VDE 0636, contatos prateados, com perdas reduzidas, capacidade de ruptura de 70 kA, diversas capacidades e tamanhos conforme diagramas do projeto, ref. marca SIEMENS.

17-Haste de aço cobreado (camada alta 254u) tipo Copperweld, ref. Marca ELTEC ou MAGNET;

18-Interruptores, tomadas, 10A/250V e espelhos, conforme NBR-6268/84 a NBR-6778/80, linha Búzios da marca Heading ou PIALPLUS;

19-TOMADAS de energia 10A/250Vconforme INMETRO e TELEBRÁS/RJ45, montadas em caixa e tampa de liga de alumínio tipo Condulet, linha Búzios da marca Heading ou PIALPLUS;

20-Lâmpadas incandescentes, fluorescentes, PL e Dicroica-HQI, ref. Marca OSRAM ou PHILIPS;

21-Terminal de compressão para cabos de cobre, marca TRAMONTINA

22-Terminais aéreos e isoladores para cabo de cobre nú, confeccionados em aço galvanização a fogo para sistemas de Pára-raios, ref. marca Termotécnica;

23-Caixa de passagem em liga de alumínio, para montagem de eletroduto aparente, tipo condulet,marca TRAMONTINA;

24-Bloco autônomo para iluminação de emergência com fonte autônoma alimentada por bateria selada 6V-6,5Ah, com duas lâmpadas fluorescentes compactas de 1000 lúmens, 9W/220V, com controle de carga e comutação automática, carregamento das baterias por sistema flutuador. Autonomia mínima de 1 hora e tempo máximo de recarga de 24hs e tempo máximo de comutação de 3 segundos, conforme NBR 10898 , mod. D-18F ref. Marca AUREON;

25-IDR, Contator e telerruptor com terminais de pressão com parafusos imperdíveis, corpo em composto termoplástico rígido, com contatos em liga de prata, classes AC-I e AC-III marcas WEG ou Heading;

3-MÉTODOS CONSTRUTIVOS

As recomendações a seguir deverão ser seguidas durante a execução das instalações projetadas.

A construção dos sistemas elétricos da edificação deverá ser dirigida por profissional qualificado, legalmente habilitado e capacitado conforme NR-10/2004 do M.T.E., CONTRATADO DA PROPONENTE, devidamente registrado no CREA-SP, familiarizado com os materiais especificados e com experiência anterior em obras deste porte.

3.1 - As instalações elétricas só serão aceitas, quando entregues em perfeitas condições de funcionamento e ligadas à rede da ELETROPAULO;

3.2 - Não poderão ser executadas na obra curvas em eletroduto de qualquer diâmetro. Neste caso, deverão ser utilizadas curvas pré-moldadas, com características idênticas às dos eletrodutos;

3.3 - Os eletrodutos embutidos em laje, serão sempre colocados após a ferragem da armação;

3.4 - As emendas dos eletrodutos serão feitas por meio de luvas apropriadas, tendo-se o cuidado de eliminar rebarbas que possam prejudicar a fiação;

3.5 - As ligações dos eletrodutos roscáveis às caixas de derivação deverão ser feitas por intermédio de buchas e arruelas de alumínio, rosqueadas e apertadas;

3.6 - As caixas de derivação que ficarem no interior das estruturas deverão ser cheias com serragem molhada e rigidamente fixadas às formas;

3.7 - Antes da concretagem, a tubulação deverá estar perfeitamente fixada as formas e devidamente obturada, a fim de evitar-se a penetração de nata de cimento. Tal precaução também deverá ser tomada na execução de qualquer serviço que possa ocasionar sua obstrução;

3.8 - Os eletrodutos, quando instalados de forma aparente, deverão ser fixados por braçadeiras ou tirantes que lhes garantam perfeita estabilidade;

3.9 - As instalações só poderão ser executadas com material examinado e aprovado pela fiscalização;

3.10 -As redes de tubulação metálicas, caixas, quadros, etc. deverão ser conectadas à TERRA não devendo apresentar resistência ôhmica superior a 10 OHM;

3.11 -Antes da execução da fiação, toda a tubulação será limpa, seca e desobstruída de qualquer corpo estranho que possa prejudicar a passagem dos fios e cabos. Para isto deverá se processar a passagem de bucha embebida em vaselina;;

3.12 -Serão rejeitados os tubos, cuja curvatura tenha causado fendas ou redução da secção;

3.13 -Todos os cortes necessários para embutir os eletrodutos e caixas deverão ser feitos cuidadosamente, a fim de causar o menor dano possível aos serviços já executados. Os eletrodutos e caixas serão chumbados com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. Não serão aceitas formações de cotovelos nas tubulações;

3.14 -As instalações aparentes deverão obedecer prumo e horizontalidade rigorosa, devendo nas curvas e derivações utilizar caixas especiais (condulets, emendas para perfilados, etc.);

3.15 -A passagem da fiação só será executada quando a edificação estiver protegida da chuva e após o revestimento completo das paredes, tetos e pisos;

3.16 -Todas as emendas dos condutores serão feitas nas caixas de passagem, não sendo permitidas, em nenhum caso, emendas dentro dos eletrodutos;

3.17 -Para condutores com bitolas superiores a #6,0mm² inclusive, só serão permitidas emendas e ligações através de conectores de pressão, sem solda;

3.18 -Os espelhos e luminárias deverão ser instalados somente após executados os serviços de pintura;

3.19 -Nas caixas de derivação e quadros, só serão abertos os olhais destinados às ligações dos eletrodutos;

3.20 -As caixas embutidas nas paredes, deverão facear o revestimento da alvenaria e estarem niveladas e a prumo;

3.21 -Quando houverem, as caixas de passagem em alvenaria deverão atender às dimensões indicadas no projeto e estarem providas de rede de drenagem de água e de um fundo constituído por pedra britada e terem os cantos arredondados;

3.22 -Todo e qualquer equipamento ou aparelho elétrico e suas partes metálicas não condutoras, deverão ser rigidamente conectadas ao TAP;

3.23 -Nas áreas externas, os eletrodutos em contato direto com o terreno, deverão ser envolvidos por camada de concreto armado com 5cm de espessura, a 0,50m de profundidade e deverão ter declividade mínima de 0,5% no sentido das extremidades;

3.24 -A fixação de interruptores, tomadas e espelhos, etc., nas caixas, somente será feita com parafusos metálicos e apropriados a cada finalidade;

3.25 -As ligações de bombas e outros grandes equipamentos que assim o permitam, deverão ser feitas por meio de eletrodutos flexíveis de aço recobertos com NEOPRENE, tipo SEALTUBE, com conexões apropriadas nas extremidades;

3.26 -Os condutores de energia elétrica devem, sempre que a linha do material permitir, ser identificados pela cor do isolamento, conforme a seguinte convenção:

- Fase R - Preto
- Fase S - Vermelho
- Fase T - Branco
- Retorno - Cinza
- Neutro - Azul claro (OBRIGATÓRIO)
- Condutor de proteção (Terra)-verde ou amarelo tarja verde(OBRIGATÓRIO)
- Condutor PEN(Neutro+Terra)-azul claro como tarja verde (OBRIGATÓRIO)

Os barramentos dos quadros de energia deverão ser identificados por faixas coloridas, segundo a mesma convenção.

3.27 -Durante o processo de instalação dos condutores, as forças de tração devem ser aplicadas somente a alma metálica dos mesmos e não à isolação ou proteção. As máximas tensões mecânicas aplicadas aos condutores não poderão ultrapassar os valores da tabela 66, do anexo V na NBR-5410/80.

4 – VERIFICAÇÃO FINAL DO SISTEMA ELÉTRICO

- Generalidades: o comissionamento deve ser realizado pela proponente, fornecendo os serviços, materiais e equipamentos necessários para testar e entregar o sistema elétrico para sua operação de acordo com o previsto em projeto, obedecendo às seguintes condições:

- Os equipamentos deverão estar limpos para serem ajustados.
- Os testes deverão ser realizados, nas condições reais de operação, especificadas no projeto básico.
- Os testes para certificação das Instalações elétricas serão realizados na presença da equipe de fiscalização do cliente, devendo os resultados serem apresentados na forma de relatório;
- O cliente deve ser orientado pelo Instalador, sobre o funcionamento/operação e características de cada equipamento ou aparelho;
- Instrumentos necessários: o Instalador deve apresentar os seguintes instrumentos para medição, aferidos por laboratórios reconhecidos pelo Inmetro:

- Amperímetro
- Voltímetro
- Megômetro- Megger até 2,5kV
- Terrômetro para Resistência de aterramento
- Condutivímetro (1A-2OHM) para medição da continuidade elétrica do SPDA estrutural;

Serão dois os testes a serem realizados, medições da resistência de isolamento (condutores de média, baixa tensão) e de aterramento.

Para o primeiro, deverá ser usado o MEGÔMETRO ou MEGGER e para o segundo o OHMÍMETRO ou MEGGER EARTH TESTER.. As escalas de tensão MEGGER deverão obedecer a tabela:

TENSÃO DE TRABALHO (V)	TENSÃO MEGGER (V)
Acima de 600	5.000
De 150 a 600	1.000
abaixo de 150	500

Os testes serão aplicados entre FASE/TERRA com as demais fases aterradas. As três FASES deverão ser testadas de forma similar, alternadamente. As leituras devem ser tomadas a cada 30 (trinta) segundos durante os primeiros 2 minutos e posteriormente a cada minuto.

Todos os dados dos testes e os resultados obtidos deverão ser registrados na forma de relatório a título de análise e garantias técnicas e contratuais.

Os condutores elétricos com isolamento até 750V, deverão ser verificados quanto à boa continuidade elétrica

A energização das instalações somente poderá ser feita após a efetiva aplicação destes testes e a confirmação de que todas as proteções estejam instaladas conforme os valores definidos no projeto.

Após a energização deverão ser medidas as eventuais correntes de fuga da instalação, sendo localizadas e eliminadas suas causas.

Os valores mínimos aceitáveis para a resistência de isolamento são determinados na NBR-5410/80 e para a resistência de aterramento de 10 OHMs

Observações gerais:

- Para o caso da Instalação de baixa tensão, o procedimento para Verificação final deverá seguir rigorosamente as prescrições do capítulo 7 da norma ABNT NBR-5410/04.
- Deverá ser feita inspeção visual e verificada a integridade do sistema.
- Devem ser verificados o alinhamento, lubrificação e superaquecimento dos mancais dos motores elétricos da Instalação, bem como quanto à sua operação suave e silenciosa;
- Todas as vibrações anormais, ruídos excessivos, vazamentos, aquecimentos por mau contato e imperfeições gerais deverão ser anotados e corrigidas;
- O Instalador deve garantir a entrega do sistema elétrico de acordo com as condições especificadas no memorial descritivo/planilhas/projeto básico, adaptando, adequando e substituindo o que for necessário para o atendimento destas especificações.

4.1 - Manual de Operação e Manutenção:

Deverão ser fornecidos manuais técnicos de operação e manutenção de todo o sistema elétrico executado pelo Instalador, contendo:

- Projeto executivo "como construído" ("as built") com especificações dos materiais, quantidades, legendas e simbologia;
- Catálogos técnicos dos fabricantes dos equipamentos/componentes utilizados na Instalação;
- Certificados de testes em fábrica e campo de todos os componentes, testemunhados ou não;
- Os certificados de garantia, emitidos pelos fabricantes dos componentes da instalação, constando com clareza, validade e condições da garantia.
- Manutenção: o manual técnico deverá ter descrito na parte de manutenção os seguintes itens:
 - Instruções para manutenção preventiva e corretiva.
 - Principais defeitos da instalação e dos equipamentos e as suas correções.
 - Cronograma da execução das manutenções preventivas.
 - Relação do ferramental necessário para manutenção preventiva e corretiva.
 - Relação de peças sobressalentes principais, para eventual estoque do cliente.

4.2 - Mão de Obra da Instalação:

Deve ser executada por pessoal especializado, sob a responsabilidade de engenheiro credenciado com registro ou visto no CREA-SP.

Deve englobar a execução/montagem dos equipamentos, bem como a entrega final da obra em campo.

-A mão de obra prevista/cotada pelo Instalador deve incluir:

- Instalação e partida dos aparelhos e equipamentos elétricos de baixa tensão, inclusive as adaptações necessárias ao funcionamento dos mesmos em campo.
- Instalação e interligações elétricas a partir dos quadros de distribuição aos pontos de força e consumo de energia elétrica conforme projeto.
- Fornecimento/instalação dos quadros de força, comando e sensores previstos;
- Limpeza dos materiais, equipamentos e instalações, objeto da obra.
- Transporte horizontal/vertical do materiais e equipamentos até a obra e na obra.
- Apresentação no início dos trabalhos a ART de execução das Instalações Projetadas;
- Instalação de andaimes e proteção de equipamentos para serviços de montagem, regulagem e instalação do sistema.
- Testes, ajustes e balanceamento dos equipamentos que fazem parte das Instalações elétricas projetadas.

4.3 Responsabilidades do Instalador-Solidária nos termos da NR-10/04- M.T.E.

- Executar o transporte interno e externo à obra, em condições apropriadas, de todos os equipamentos da instalação, garantindo a sua perfeita segurança e integridade.
- Concordar com o projeto proposto, ou apontar os casos de dúvida, devendo o verificar /conferir todas as medidas e interferências na obra.
- Fornecer os equipamentos de proteção individual (e.p.i.) aos seus funcionários na execução da obra.
- Atender as normas de higiene e segurança, bem como aos horários de trabalho especificados pelo cliente.
- Deverão ser tomadas todas as medidas de precaução, limpeza e segurança inerentes aos serviços, a fim de se evitar danos aos equipamentos e funcionários do instalador, do cliente e de terceiros.
- Deverá ser respeitado pela proponente o limite de espaço físico, fornecido pelo cliente para servir como canteiro de obras.
- O Instalador deverá analisar o projeto básico e verificar se as áreas previstas são suficientes para a instalação dos equipamentos propostos.
- O Instalador deverá verificar as condições da parte civil da obra, destacando na sua proposta os pontos de interferência com a execução dos seus serviços.
- Toda a documentação fornecida, fará parte integrante da documentação técnica do Contrato celebrado entre o Cliente e o instalador.

4.4 . Garantias:

Todos os componentes do sistema devem ser garantidos pelo período de 1 (um) ano, após a conclusão da obra.

A garantia deve ser total, abrangendo defeitos de qualidade e montagem/fabricação da instalação e componentes, exceto se for verificada operação/manutenção ou uso inadequado dos mesmos.

O fabricante deve garantir o fornecimento de peças de reposição ou sobressalentes, por um período mínimo de 10 (dez) anos após a entrega da instalação.

No caso de defeitos cobertos pela garantia, no prazo especificado, em que seja necessária troca ou reparo de componentes, o transporte dos mesmos da obra até o fabricante, e o retorno destes até a obra, inclusive seguro, mão de obra e embalagem para remoção e instalação dos componentes, ficarão a cargo da proponente, sem acarretar nenhum ônus adicional ao cliente.