



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO

CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	1 de 30

TÍTULO

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Projeto. Instalação. Elétrica.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 009866/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO



ÍNDICE

1	RESUMO	3
2	OBJETIVO	3
3	FASES DO PROJETO	3
3.1	Projeto Básico	3
3.2	Projeto Executivo	3
4	ELABORAÇÃO DO PROJETO	3
4.1	Fornecimento de Energia Elétrica	4
4.2	Sistema de Distribuição	7
4.3	Sistema de Iluminação e Tomadas	8
4.4	Condutores Elétricos	10
4.5	Sistema de Aterramento	13
4.6	Proteção contra choques elétricos	14
4.7	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas	14
4.8	Instalação em Túneis	14
4.9	Projeto de Tubulação para Sistemas	15
4.10	Ligação Equipotencial Principal	15
5	FORMA DE APRESENTAÇÃO	15
5.1	Projeto Básico	15
5.2	Projeto Executivo	16
6	ORIENTAÇÃO DE CARATER GERAL	17
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
	ANEXO A – LEGENDA GERAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	20
	ANEXO B – DETALHE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	25
	ANEXO C – DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)	27
	ANEXO D – DIAGRAMA DO GRUPO GERADOR	29



1 RESUMO

Esta Instrução de Projeto apresenta os procedimentos a serem adotados para a elaboração dos projetos de instalações elétricas para os critérios e padrões do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 OBJETIVO

Estabelecer diretrizes gerais para a elaboração dos projetos de instalações elétricas para o DER/SP.

3 FASES DO PROJETO

Os projetos de instalações elétricas devem ser elaborados em duas fases:

- projeto básico;
- projeto executivo.

3.1 Projeto Básico

O projeto básico deve estabelecer critérios gerais das instalações elétricas e possibilitar a elaboração de orçamento preliminar.

Nesta fase deve-se definir também o tipo de alimentação e a localização da entrada de energia, assim como a disposição da previsão dos principais equipamentos e materiais a serem implantados.

O projeto deve detalhar as soluções definitivas que eliminem conflitos gerados pelas interferências dos projetos a serem desenvolvidos, indicando as áreas em que pode haver remanejamento de redes de serviços públicos existentes que eventualmente possam interferir durante a execução da obra.

3.2 Projeto Executivo

Seu objetivo é a indicação clara da instalação elétrica em sua totalidade, através de plantas, cortes, detalhes e memoriais de cálculo, possibilitando sua implantação. Os quantitativos de materiais e equipamentos para cada sistema devem fornecer a base para a elaboração do orçamento definitivo.

4 ELABORAÇÃO DO PROJETO

A projetista deve compatibilizar os projetos de instalações com os projetos estruturais e de arquitetura, definindo os locais para o transpasse das tubulações pelos elementos estruturais, definindo os furos e embutidos. Deve-se indicar nos projetos de estrutura os pontos de conduite ou caixas necessárias à passagem dos eletrodutos.

O projeto de instalação elétrica deve ser desenvolvido para atender as necessidades básicas das edificações, obedecendo aos critérios de funcionalidade operacional, facilidade de manutenção, utilização de materiais nacionais de fácil aquisição e de boa qualidade, padronização de materiais, harmonia de conjunto, economia e sobretudo segurança.



Devem-se estudar os diversos sistemas componentes das instalações elétricas, visando sua compatibilização e unificação das soluções.

O projeto elétrico detalhado compreende o suprimento de energia, instalação de iluminação, distribuição de força, aterramento, interligação, conexão de instrumentos controlados e acionados eletricamente e todos os outros serviços necessários às instalações objeto destes critérios.

Excetuando-se onde especificamente mencionado em contrário, o projeto de instalações elétricas deve estar de acordo, em seu conjunto, com as últimas revisões das normas das seguintes organizações:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT
- Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL
- concessionária de energia elétrica local.
- *American National Standards Institute* - ANSI
- *Institute Electrical and Eletronics Engineers* - IEEE
- *National Electrical Manufactures Association* - NEMA
- *National Electrical Code* - NEC
- *American Society for Testing and Materials* - ASTM
- *International Electrical Commission* - IEC
- *Insulated Power Cable Engineers Association* - IPCEA

Em qualquer caso, deve-se atender às exigências mínimas da ABNT.

4.1 Fornecimento de Energia Elétrica

4.1.1 Abastecimento de Energia Elétrica das Edificações

A alimentação de energia elétrica deve ocorrer sempre que possível através do sistema da concessionária de energia elétrica local, em média tensão quando a carga instalada ou a situação do local assim o exigir, passando então pela subestação abaixadora, localizada junto à edificação, onde se deve prever um transformador abaixador. Caso exista rede local em baixa tensão, e a carga instalada assim o permitir, o fornecimento pode ocorrer neste nível de tensão.

A projetista deve elaborar o projeto em conformidade com os padrões e normas vigentes da concessionária de energia elétrica local, devendo obter os dados necessários ao projeto diretamente na concessionária.

A projetista é inteiramente responsável pela apresentação do projeto e da documentação exigida para a aprovação junto à concessionária.



4.1.2 Cabina Primária

4.1.2.1 Cubículos de entrada e medição.

A cabine de entrada e medição de energia elétrica deve ser construída junto ao limite da propriedade com a via pública, próxima ao acesso principal e em local de fácil acesso ao nível do solo.

O ramal de entrada deve ser do tipo subterrâneo, com instalação de terminais externos do tipo muflas em poste da concessionária, após sua orientação. Os cabos elétricos devem ser instalados em eletroduto de ferro galvanizado. Do poste de entrada até a cabine de medição não podem ser instaladas caixas de passagem.

A cabine de entrada e medição deve ser construída com materiais não combustíveis. As paredes devem ser de alvenaria e o teto, em laje de concreto, com acabamento apropriado, de acordo com o disposto na norma NBR 14039⁽¹⁾.

A cabine de medição deve constituir-se por dois compartimentos contíguos, delimitados por parede de alvenaria até o teto, com os seguintes usos:

- a) o primeiro compartimento, chamado de recinto de medição, destina-se a receber o ramal de entrada, a chave seletora de entrada e a instalação dos transformadores de corrente e de potencial da medição, fornecidos pela concessionária local. Esse compartimento é separado do outro contíguo por meio de porta de tela metálica, padrão concessionário local, com dispositivos de selagem;
- b) em outro compartimento devem ser instalados os cubículos para os equipamentos de proteção, delimitados entre si por muretas de alvenaria e providos na parte frontal de grade de proteção que irá servir de anteparo para os operadores. Esses cubículos, em número de três, destinam-se apenas à instalação de equipamentos e dispositivos de média tensão. Um cubículo deve abrigar o disjuntor geral de média tensão e sua respectiva chave seccionadora; os dois restantes ficam para a instalação de chave seccionadora sob carga com fusíveis HH, que alimentarão a cabine de transformação atual e as futuras.

As áreas dos compartimentos e o pé direito da cabine devem estar de acordo com os padrões da concessionária local.

No cubículo de medição deve-se instalar uma janela para iluminação natural, com área mínima de 1,00 m². Essa janela deve ser provida de vidraças fixas, formadas por lâminas de vidro de no máximo 150 mm de altura, tipo veneziana fixa.

As grades de proteção, a porta de acesso e as janelas para ventilação e iluminação devem ser instaladas de acordo com o descrito para a cabine de transformadores.

- extintor de incêndio – CO₂/6kg, instalado pelo lado externo, junto à porta de acesso a cabine;
- a cabine deverá ser equipada com os seguintes acessórios: luva de borracha classe II - 20 kV, luva de raspa, para proteção da luva isolante; caixa porta luvas, instalada em caixa de proteção; estrados de madeira, 50 x 100 cm, sem insertos metálicos e tapetes



de borracha, 50 x 100 cm x 0,5 cm, colado no estrado;

- instalar no lado externo da porta, placa de advertência "PERIGO DE VIDA";
- o pára-raio deverá ser instalado na estrutura de derivação do ramal pela concessionária;
- a resistência do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms, a qualquer época;
- todas as partes metálicas, não condutoras de energia, deverão ser ligadas a malha de aterramento, com cabo de cobre nú de #25mm² com conector apropriado não permitindo o uso de solda;
- deverá ser instalado bloco autônomo para iluminação de emergência com 02 lâmpadas halógenas de 55W e com autonomia de até 03 horas.

4.1.2.2 Cubículos de transformação

O cubículo de transformação deve ser instalado preferencialmente no centro de cargas, com a porta de acesso abrindo para o exterior, em chapa metálica, devidamente aterrada, com trinco e cadeado, contendo afixada uma placa com a inscrição: "PERIGO DE VIDA – ALTA TENSÃO" e os símbolos característicos desse perigo.

Os cubículos de média tensão para instalação dos cabos provenientes dos cubículos de medição e do transformador devem ser providos, em sua parte frontal, de grades de tela metálicas removíveis e articuláveis a 90°, malha máxima de 25 mm e resistências adequadas, com trincos e batentes. As grades devem ter altura de 1800 mm em relação ao piso e a sua parte inferior deve ter a distância máxima de 300 mm do piso, conforme desenhos de projeto.

As janelas inferiores para ventilação natural permanente devem ter dimensões mínimas de 500 mm x 400 mm. Sua base deve estar a 200 mm do piso interno e a 300 mm do piso externo. Essas janelas devem ser providas de venezianas fixas, com lâminas de chapa de aço ou alumínio, dobradas em forma de chicana: "V" invertido com ângulo de 60° e do lado externo coberto por tela de arame malha 13 x 13 mm.

As janelas superiores, destinadas à ventilação natural permanente e à iluminação, devem ter área mínima de 1,00 m²; as partes superiores dessas janelas devem distar no máximo 200 mm do teto e, a sua base, 2000 mm do piso externo. Deve ser provida de venezianas fixas, formadas por lâminas de vidro de, no máximo, 150 mm de altura e do lado externo coberta por tela de arame malha 13 x 13 mm.

4.1.3 Grupo Gerador

Quando for necessário, deve-se projetar a instalação de um grupo gerador diesel capaz de atender a 100% das cargas em caso de falha no fornecimento de energia elétrica da concessionária.

O grupo gerador deve ser equipado com uma unidade de supervisão de corrente alternada automática, destinada a efetuar o comando, medição e proteção de grupos geradores. Deve ainda ser projetado para funcionamento automático, acompanhado de quadro de comando,



proteção e chave de transferência automática, os quais fazem parte integrante do sistema e devem, portanto, ser da mesma procedência ou marca. Deve ainda contar com um quadro de transferência manual – QTM –, conforme diagrama apresentado no Anexo D.

No dimensionamento do grupo gerador, será também considerada a corrente de partida dos motores alimentados, bem como das lâmpadas de descarga alimentadas pelo grupo. No caso de iluminação de praças de pedágio, túneis e outras áreas com predominância de iluminação por lâmpadas de descarga alimentadas pelo grupo gerador em caso de falta de energia elétrica, as mesmas deverão ser acesas por grupos, acionadas por contatores providos de relés de tempo regulados de modo a escalonar o acendimento.

4.2 Sistema de Distribuição

O sistema de distribuição de baixa tensão deve ser do tipo radial. Deve-se prever um quadro de distribuição para saída dos circuitos alimentadores em 380/220V ou 220/127V, contendo 1 disjuntor para o secundário do transformador e os dispositivos de proteção para os circuitos alimentadores. O quadro deve conter também o barramento e uma entrada, a ser alimentada por um sistema de gerador de emergência que deve suprir cargas prioritárias com capacidade e autonomia adequadas. As cargas alimentadas pelo gerador devem ser temporizadas, divididas em pelo menos 4 circuitos.

Quando instalados no interior da edificação, os quadros elétricos devem servir para instalação abrigada, e quando instalados externamente devem servir para uso, mesmo quando sujeitos a intempéries.

Os principais quadros de distribuição deverão ser dotados de dispositivos de proteção contra surtos (DPS), protegidos por chave fusível NH 125/100 A. A instalação desses dispositivos deve ser precedida de uma análise dos diferentes níveis de proteção para cobertura de todo o sistema de distribuição de baixa tensão.

4.2.1 Tabela de Níveis de Tensão

Tabela 1 – Níveis de Tensão

Tensão Nominal	Aplicação
13,8 KV	Abastecimento de Energia
220 / 127V	Distribuição de Energia
380/220 V	Alimentação de Motores
220 / 127 V	Iluminação e Tomadas
220/127 V	Equipamentos Especiais
380/220V	Iluminação de túneis longos e ventilação

4.2.2 Identificação das Cargas e Localização dos Quadros de Força

Deve-se elaborar estudo prévio de identificação das cargas a serem alimentadas.



Os quadros de força devem localizar-se próximos às cargas, sendo alimentados individualmente a partir do quadro de distribuição geral, situado na subestação ou próximo ao padrão de entrada. Os quadros devem ser do tipo exposto e devem conter as proteções da entrada e dos circuitos terminais para as cargas motrizes e tomadas trifásicas de 220 V, 3Φ e 60 Hz nas salas técnicas.

Os dispositivos de proteção desses quadros devem ter capacidade de ruptura compatível com as características do sistema e devem ser alimentados individualmente em 220 V, 3Φ e 60 Hz, a partir do quadro de distribuição geral situado na subestação ou próximo ao padrão de entrada.

4.3 Sistema de Iluminação e Tomadas

4.3.1 Iluminação

Na iluminação normal das áreas destinadas aos funcionários e ao público devem-se utilizar luminárias com lâmpadas tipo fluorescente, com reator AFP, PR, comandadas por interruptores individuais.

Para iluminação externa de jardins, estacionamentos, etc., devem-se prever luminárias tipo iluminação pública, com equipamento integrado, para lâmpadas a vapor de sódio montadas em postes de aço galvanizado ou cônico de concreto, o que deve ser definido caso a caso com o DER/SP.

O sistema de iluminação externa deve ser ligado por contatores controlados por células fotoelétricas, com chave seletora que permita o comando manual. No caso de praças de pedágio, balanças de pesagens de caminhões e túneis e outras áreas com predominância de iluminação por lâmpadas de descarga, e alimentados em caso de falta de energia da concessionária por grupo gerador, deveser também inserido no comando de acendimento da iluminação temporizadores regulados com intervalos mínimos de 20 segundos, de maneira que o acendimento da iluminação não sobrecarregue o gerador. Ver em anexo o sistema de comando da iluminação.

Para toda a edificação, inclusive para as áreas operacionais, deve-se prever sistema de iluminação de balizamento em corrente contínua, alimentado por banco de baterias, conforme NBR 10898⁽²⁾.

No topo de caixa d'água elevada, deve-se prever luminária de 2 x 20W - 220V compacta fluorescente eletrônica, com relé fotoelétrico com lente cor vermelha, incorporado para sinalização aérea.

4.3.2 Níveis de Iluminamento

Os níveis de iluminamento adotados devem ser os seguintes:

a) áreas operacionais

Os níveis de iluminamento nessas áreas referem-se a medidas efetuadas 0,75 m acima do piso.



INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

- acessos 150 lux;
- banheiros 150 lux;
- circulação 150 lux;
- sala de pessoal da operação 500 lux;
- escritórios 500 lux a 700 lux;
- sala de manutenção 300 lux;
- depósitos 200 lux;
- material de limpeza 100 lux;
- copa e refeitório 200 lux.

b) áreas técnicas

Os níveis de iluminação nessas áreas referem-se a medidas efetuadas 0,75 m acima do piso.

- salas técnicas 500 lux a 700 lux;
- subestações 300 lux;
- sala de baterias 350 lux;
- sala de controle 500 lux;
- porão de cabos 20 lux;
- poço de bombas 100 lux.

Nos locais não enquadrados explicitamente nestes critérios, os índices devem estar de acordo com a norma NBR 5413⁽³⁾.

c) outros níveis de iluminação:

- jardins 50 lux;
- passarelas 30 lux;
- estacionamento 30 lux.

4.3.3 Determinação de Níveis de Iluminamento

O método utilizado para determinação dos níveis de iluminação deve ser o método de cavidade zonal para as áreas fechadas e método ponto por ponto em grandes áreas públicas e externas.

4.3.4 Quadros de Luz e Tomadas

Os quadros de luz devem ser do tipo exposto, onde não houver acesso de público e embutido, onde houver acesso de público. Em todos os casos, os quadros devem localizar-se o mais próximo possível dos centros de cargas, contendo os disjuntores de proteção de circuitos de iluminação e tomadas, que devem ter capacidade de ruptura compatível com as características do sistema.



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMISSÃO	set/2005	FOLHA	10 de 30

Os quadros devem ser alimentados individualmente em 220 / 127 V – 3Ø – 60 Hz a partir do quadro de distribuição situado na subestação. Devem ainda ter dimensões e barramentos compatíveis com acréscimo de 30% da quantidade de circuitos, visando expansão futura.

Nas dependências da edificação deve-se preverem tomadas adequadas para cada tipo de serviço. Tomadas monofásicas de 127 V para uso geral, tomadas bifásicas e trifásicas de 220 V nas áreas públicas e operacionais e, tomadas monofásicas de 127 V especiais onde for necessário. Para tensão de 220/127V – tomadas trifásicas; para tensão de 380/220V – tomadas trifásicas e; para tensão de 380 V - tomadas monofásicas e bifásicas de 220 V especiais onde for necessário. Todas as tomadas devem ser aterradas independente da tensão de fornecimento.

4.4 Condutores Elétricos

Todos os fios, cabos e barramentos devem ser de cobre eletrolítico, com 99,9% de pureza. Devem possuir a certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

4.4.1 Isolamento

O projeto de isolamento deve contemplar os cabos de iluminação e os circuitos terminais, que interligam os quadros de luz às luminárias e às tomadas.

Os cabos devem obedecer a características especiais de não propagação de chamas, baixa emissão de gases tóxicos e de auto-extinção do fogo, conforme normas da ABNT. Em áreas públicas, devem-se utilizar cabos de cobre, mole, unipolares com classe de isolamento 0,6 / 1 kV.

Os cabos de potência, com tensões de serviço até 600 V, devem possuir isolamento com composto especial de cloreto de polivinila, com isolação para 0,6 / 1 kV, temperatura de operação normal de 70 °C, capa externa de material termoplástico.

Os condutores para circuito de iluminação em geral devem possuir isolamento com composto especial termoplástico de cloreto de polivinila, com isolação para 450 / 750 V, temperatura normal 70 °C com características de não propagador de chamas.

Os condutores alojados total ou parcialmente, em trechos subterrâneos, leitos ou bandejas metálicas devem ter isolação para 0,6 / 1,0 kV.

Os condutores para tensões de serviço de 13,8 kV devem possuir isolamento de borracha etileno – propileno, com isolação para 8,7 / 15 kV, blindagem metálica, temperatura em operação contínua de 90 °C, capa externa de material termoplástico.

Para cabos de controle, cada condutor deve ter isolamento com cloreto de polivinila e numeração, com isolação para 1000 V, temperatura de operação contínua de 70 °C, capa externa de material termoplástico.

Todos os condutores (circuitos) devem ser identificados nas caixas de passagens e quadros por meio de abraçadeiras e etiquetas plásticas.



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMISSÃO	set/2005	FOLHA	11 de 30

4.4.2 Seções Mínimas

Os condutores dos cabos devem ter as seguintes seções mínimas:

- cabos de distribuição de força em baixa tensão 2,5 mm²;
- cabos para circuito de iluminação 2,5 mm²;
- cabos de comando, controle e sinalização 1,5 mm²;
- cabos de 13,8 kV 25 mm².

4.4.3 Tipos de Instalações

O sistema de distribuição de força, cabos de comando e de baixa tensão deve ter os seguintes tipos de instalações, conforme NBR 5410⁽⁴⁾:

- cabos instalados sobre leitos ou bandejas metálicas;
- cabos instalados em eletrodutos metálicos ou de PVC;
- cabos instalados em dutos subterrâneos de PVC ou aço galvanizado, em envelope de concreto.

O envelope de concreto deve ser projetado para permanecer no mínimo 0,60m abaixo do nível do solo, exceto no cruzamento de ruas ou acessos de veículos, onde deve permanecer no mínimo a 1,00m.

4.4.4 Eletrodutos

O projeto deve contemplar detalhes dos transpasses dos eletrodutos pelos elementos estruturais. Deve-se indicar no projeto de estrutura os pontos de bainha ou caixas necessárias à passagem dos elementos do sistema de instalações elétricas, ou seja, o projeto de estruturas deve conter furos e embutidos previstos.

Cabe ao projetista a compatibilização da ocupação do espaço das tubulações dos diversos sistemas, com elaboração de desenho único, mapeamento das tubulações, indicação de altura ou profundidade e codificação por trecho.

Nas fixações dos eletrodutos aparentes ou na arrumação, quando embutidos, deve-se manter espaçamentos padronizados, baseado no tipo de braçadeira de fixação ou nas bitolas dos eletrodutos, apresentando detalhes.

Devem-se prever tubos de reserva para as tubulações principais, subterrâneas ou embutidas, inclusive entre a subestação e a via, nos dois sentidos.

A taxa de ocupação máxima a ser considerada para cálculo dos eletrodutos deve ser de 33%.

Os eletrodutos que cruzam rodovias e acessos devem ser rígidos, de aço galvanizado Sch. 40, envelopados em concreto.

Os eletrodutos enterrados no solo deverão ser envelopados em concreto e os cabos elétricos ter isolamento de 0,6/1KV. Os eletrodutos enterrados terão caimento para as caixas de



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMISSÃO	set/2005	FOLHA	12 de 30

passagem de modo a se evitar o acúmulo de água no seu interior.

As instalações devem adequar-se às áreas especificadas, sejam elas internas ou externas. Nos casos em que sejam necessárias instalações em áreas classificadas como “de risco”, os materiais especificados devem ser classificados como à prova de explosão.

Nos prédios de serviço os eletrodutos devem ser instalados preferencialmente de forma aparente.

Quando a instalação for na região com muita umidade ou região litorânea, as caixas metálicas, leitos ou eletrodutos devem ser de aço galvanizado a quente.

Em qualquer região, as caixas de passagem ou condutores de alumínio, devem possuir parafusos de fixação das tampas em aço inoxidável.

Em qualquer região, as caixas de tomadas e interruptores, instaladas em áreas úmidas (sanitários, lavanderias, copas, porão, etc.), deverão ser de aço galvanizado a quente #18USG ou de material plástico PVC. Para os pontos de luz, usar caixa de aço galvanizado.

4.4.5 Dimensionamento

Os condutores devem ser dimensionados em função do tipo de carga, material do condutor, tipo de isolamento, posição relativa dos condutores e tipo de instalação, como por exemplo em dutos, em canaletas ou em eletrodutos.

Deve-se adotar a maior seção resultante do dimensionamento pelos critérios de:

- máxima corrente;
- máxima queda de tensão;
- capacidade de suportar a corrente de curto-circuito.

4.4.6 Alojamento

Os circuitos de distribuição de iluminação e tomadas monofásicas podem ser alojados no mesmo eletroduto, duto ou bandeja.

Os circuitos de comando e os circuitos de força devem ser alojados em eletrodutos exclusivos.

Os circuitos de áudio ou radiofrequência e de sinalização devem ser alojados em eletrodutos, dutos ou bandejas independentes.

Os cabos de um mesmo circuito não devem ser instalados em eletrodutos diferentes.

Os quadros de distribuição deverão ser fabricados em chapa de aço e ter pintura anti-ferrugem.

Os barramentos de interligação dos mini-disjuntores devem ser do tipo “pente” mono bloco, com os disjuntores montados na vertical.



4.4.7 Caixas de Passagem e Inspeção

As caixas de passagem e inspeção devem ter dimensões compatíveis com o volume de fiação, as necessidades locais, as interferências e o acesso para manutenção. Devem ser munidas de sistema de drenagem e ser preenchida de areia no fundo e tampa estanque quando em alvenaria no solo, e chapa de aço galvanizada a fogo ou alumínio fundido quando for aparente ou embutida na parede ou teto, com os parafusos de fixação das tampas de alumínio em aço inoxidável.

As tampas das caixas em alvenaria dos diversos sistemas devem ser identificadas com simbologia em baixo relevo, com resistência mecânica adequada.

4.4.8 Tomadas

A distribuição de tomadas deve atender todas as necessidades normais e cargas específicas, assim como os casos de manutenções habituais ou eventuais.

É vedado o uso de tomadas de piso.

Todas as tomadas devem ser providas de pólo terra, em sistema uniformemente padronizado. Devem sempre ter proteção independente dos circuitos de iluminação.

4.4.9 Queda de Tensão

Para o dimensionamento da rede de cabos do sistema de força, deve-se considerar uma queda de tensão máxima de 8% conforme ABNT, sendo 5% para os alimentadores e 3% para os ramais.

Para o dimensionamento dos cabos do sistema de iluminação, deve-se considerar uma queda de tensão de 6% conforme ABNT, sendo 4% para os alimentadores e 2% para os ramais.

4.5 Sistema de Aterramento

O sistema deve constituir-se por malha de aterramento na qual serão ligadas todas as partes metálicas não condutoras de corrente não energizáveis mais os equipamentos elétricos dos sistemas de força e iluminação, tais como estruturas metálicas, painéis e quadros elétricos etc., de modo a garantir a segurança do pessoal e das instalações.

O sistema de aterramento deve constituir-se de cabo de cobre nu e eletrodos de terra. Deve ser projetado de modo que haja pontos acessíveis para medições periódicas da malha e dos eletrodos, os quais não devem apresentar resistência maior que 10 ohms em qualquer período do ano.

Os circuitos de iluminação e tomadas devem contar com um único condutor de terra, no qual serão conectadas as luminárias e as demais partes metálicas condutoras de eletricidade não energizáveis.

Todos os postes de aço galvanizado deverão ser aterrados, instalando um eletrodo no mínimo para cada poste e serem interligados a todos os demais eletrodos por condutor de cobre nu, secção mínima de 16mm², enterrados a 0,6m, no mínimo.



As derivações de barras de cobre devem ser feitas por meio de conectores aparafusados, e as da malha, por solda exotérmica. A malha de terra da subestação deve ser projetada de acordo com as exigências da norma IEE-80/2000⁽⁵⁾.

4.6 Proteção contra choques elétricos

Todos os circuitos que alimentam tomadas situadas nas áreas externas, áreas molhadas, como copa, cozinha, banheiros, deverão ser protegidos por dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade inferior a 30mA, dispositivo DR.

4.7 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

A proteção contra descargas atmosféricas deve ser efetuado através de captor atmosférico tipo “Franklin”, instalado sobre o reservatório. No prédio principal deve-se instalar uma malha do tipo gaiola de Faraday, utilizando barras de alumínio, cordoalhas de cobre ou cabos de aço na malha sobre o telhado.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deve ser projetado de acordo com a norma NBR 5419⁽⁶⁾.

Deve-se projetar o Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica – SPDA, utilizando os sistemas naturais da construção (ferragens da estrutura), como condutor de descida, e as ferragens da armadura das fundações, como eletrodos de aterramento.

Devem-se prever terminais de ligação do eletrodo de fundação aflorando próximo à entrada de energia elétrica do prédio e também próximo à ligação equipotencial principal do prédio, conforme indicado em projeto.

4.8 Instalação em Túneis.

Devem ser observados com atenção os seguintes tópicos:

- os condutores elétricos a serem utilizados deverão ser do tipo que emitem baixo nível de gases tóxicos quando da queima de sua isolação. São fabricados com isolação em EPR não halogenado e cobertura em composto termofixo não halogenado. Deverão ser fabricados em consonância com as normas NBR 10495⁽⁷⁾, NBR 13248⁽⁸⁾, NBR 10301⁽⁹⁾, NBRNM-IEC60332-3-10⁽¹⁰⁾, NBRNM-IEC60332-3-21⁽¹¹⁾, NBRNM-IEC60332-3-22⁽¹²⁾, NBRNM-IEC60332-3-23⁽¹³⁾, NBRNM-IEC60332-3-24⁽¹⁴⁾ e NBRNM-IEC60332-3-25⁽¹⁵⁾;
- a iluminação de emergência deverá ter autonomia de 4 horas no mínimo e ser instalada com cabos elétricos do tipo *Fire Resistant*, obedecendo as normas NBR 10898⁽²⁾ e NBR 13418⁽¹⁶⁾, bem como ensaio EN 50200⁽¹⁷⁾ na classificação PH30;
- as lâmpadas a ser utilizada devem ser de acendimento instantâneo - Norma NFPA;
- serão utilizadas lâmpadas para balizamento individual a cada 30 metros em ambos os lados do túnel;
- o projetista deve tomar cuidado especial com as correntes harmônicas geradas pelos reatores das lâmpadas de descarga.



4.9 Projeto de Tubulação para Sistemas

Os projetos de sistemas devem ser elaborados com o objetivo de implantar as tubulações secas e obras civis que possibilitem a execução dos serviços que atendem aos sistemas de:

- telefonia e lógica;
- circuito fechado de televisão – CFTV;
- circuito de sonorização.

A projetista deve apresentar toda a documentação exigida pelos órgãos competentes, e deve obter a aprovação dos projetos executivos junto à concessionária local.

Os projetos devem ser desenvolvidos de maneira que possibilitem a execução dos serviços necessários à eliminação de prováveis interferências que a construção do novo trecho venha a causar.

Os serviços de detalhamento dos projetos devem ser realizados para cada sistema individual. No caso do sistema de telefonia e lógica, deve-se definir o caminhamento da tubulação para rede interna das edificações; no caso do CFTV, deve-se definir o caminhamento da tubulação até os locais definidos para as câmeras nas edificações.

4.10 Ligação Equipotencial Principal

Conforme estabelecido na NBR 5410⁽⁴⁾, em todas as edificações um ou mais condutores de ligação equipotencial principal devem reunir os elementos abaixo, de maneira a se obter a equalização de todos os potenciais envolvidos:

- a) condutor de proteção principal;
- b) condutor de aterramento principal ou terminal de aterramento principal;
- c) canalizações metálicas de água, gás e outras utilidades;
- d) colunas ascendentes do sistema de ar condicionado central;
- e) elementos metálicos da construção ou outras estruturas metálicas;
- f) eletrodo do SPDA da edificação.

A barra de ligação equipotencial principal deve ser de cobre, com seção mínima de 50 mm². Os conectores da barra devem ser robustos e confiáveis.

Os condutores de ligação equipotencial devem conectar-se às diversas tubulações em pontos acessíveis, utilizando abraçadeiras metálicas duplas, com dois parafusos >M6, ou simples, com um parafuso >M10, protegidas contra danos mecânicos, térmicos ou químicos. As conexões subterrâneas ou em ambientes agressivos devem ser protegidas com o uso de resinas plásticas ou terminais termocontráteis.

5 FORMA DE APRESENTAÇÃO

5.1 Projeto Básico



A projetista deve entregar ao DER/SP o projeto básico de instalações elétricas contendo o relatório preliminar para análise e aprovação pela fiscalização e posterior liberação para elaboração do projeto executivo.

Todos documentos devem ser emitidos de acordo com as diretrizes das instruções de projeto de Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos (IP-DE-A00/001), Codificação de Documentos Técnicos (IP-DE-A00/002) e Elaboração e Apresentação de Desenhos de Projeto em Meio Digital (IP-DE-A00/003). Constitui exceção apenas a documentação exigida por outros órgãos, que deve ser elaborada de acordo com as recomendações da entidade envolvida.

5.2 Projeto Executivo

A projetista deve entregar ao DER/SP relatório detalhado e desenhos em formato A-1. O conteúdo de tais produtos é detalhado na seqüência.

Todos documentos devem ser emitidos de acordo com as diretrizes das instruções de projeto de Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos (IP-DE-A00/001), Codificação de Documentos Técnicos (IP-DE-A00/002) e Elaboração e Apresentação de Desenhos de Projeto em Meio Digital (IP-DE-A00/003). Constitui exceção apenas a documentação exigida por outros órgãos, que deve ser elaborada de acordo com as recomendações da entidade envolvida.

A aceitação definitiva dos projetos está vinculada à sua prévia aprovação pelos órgãos competentes.

5.2.1 Relatório Técnico

O relatório técnico deve conter:

- a) memoriais descritivos e justificativos, conforme a necessidade específica do projeto;
- b) memoriais de cálculo que explicitem todos os valores calculados, bem como fórmulas, tabelas, ábacos, programas de cálculo, catálogos etc., que devem ser anexados à memória de cálculo;
- c) especificação de serviços e equipamentos elétricos, com folhas de dados técnicos necessários para sua aquisição e instalação e as normas para sua aplicação;
- d) listas de cabos e eletrodutos;
- e) memorial de cálculo do nível de iluminação;
- f) carga de cada circuito e total;
- g) níveis de curto circuito;
- h) taxa de ocupação de eletrodutos e bandejas;
- i) dimensionamento dos circuitos e dispositivos de proteção;
- j) lista de material com as respectivas quantidades.

5.2.2 Plantas do Projeto Executivo



As plantas do projeto executivo devem conter:

- a) bases em penas claras correspondendo à arquitetura, contendo apenas os itens realmente necessários para o perfeito entendimento dos sistemas;
- b) legenda conforme anexo;
- c) blocos e formatos conforme padrão DER/SP;
- d) projeto de instalações elétricas de todas as dependências da edificação, inclusive força, iluminação, aterramento e pára-raios, em desenhos com indicação de todos os dados tais como rota de cabos; identificação dos circuitos; bitola dos condutores e eletrodutos; potência nominal de todos os equipamentos; quadros de luz e força; detalhes típicos de instalações de luminárias, eletrodutos etc.;
- e) projeto de iluminação e tomadas das áreas externas da edificação, como jardins, estacionamento, acessos etc.;
- f) projeto de suprimento de energia elétrica em média ou baixa tensão, com o respectivo ramal de entrada e ponto de entrega, que têm por objetivo suprir a edificação em questão;
- g) sistema de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas;
- h) planta baixa em escala adequada, preferencialmente 1:50, com distribuição de força, luz, aterramento e pára-raios;
- i) cortes em escala adequada, preferencialmente 1:50, de força, luz, aterramento e pára-raios;
- j) plantas de situação em escala adequada, preferencialmente 1:200, com ramais de entrada, distribuição de luz e força no entorno, aterramento e pára-raios;
- k) detalhes construtivos para a execução ou elucidativos em escala apropriada, preferencialmente 1:20 ou 1:10, com *layout* de quadros, fixações, interferências, montagem de equipamentos etc.;
- l) esquemas, diagramas funcionais e de interligação, quadros de cargas, simbologia, notas, legenda de codificação de eletrodutos e condutores por trecho;
- m) esquemas unifilares e trifilares, indicando os valores nominais e característicos principais dos equipamentos e proteções que compõem o sistema elétrico;
- n) lista de material em todas as pranchas com peças numeradas e marcadas nas plantas, esquemas, cortes ou detalhes.

As pranchas devem ser separadas por natureza, ou seja, separadas em força, iluminação, aterramento e pára-raios, com simbologia conforme a ABNT e legenda em anexo.

6 ORIENTAÇÃO DE CARATER GERAL

Não se devem citar marcas comerciais, porém, todos os itens devem ser perfeitamente caracterizados, especificando-se os materiais, peças etc., os números das normas da ABNT que devem seguir, assim como suas características técnicas, para que possa ser feito um orçamento compatível.



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMISSÃO	set/2005	FOLHA	18 de 30

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**. Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro, 2005.
- 2 _____. **NBR 10898**. Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.
- 3 _____. **NBR 5413**. Iluminâncias de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- 4 _____. **NBR 5410**. Instalações elétricas de baixa tensão (instalação elétrica em edificação). Rio de Janeiro, 2004.
- 5 *INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONIC ENGINEERS. IEEE 80/2000. Guide for safety in AC substation grounding, 2000.*
- 6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.
- 7 _____. **NBR 10495**. Fios e cabos elétricos - Determinação da quantidade de gás ácido halogenado emitida durante a combustão de materiais poliméricos. Rio de Janeiro, 1988.
- 8 _____. **NBR 13248**. Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolamento extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho. Rio de Janeiro, 2000.
- 9 _____. **NBR 10301**. Fios e cabos elétricos - Resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1988.
- 10 _____. **NBRNM-IEC60332-3-10**. Métodos de ensaios para cabos elétricos submetidos ao fogo - Parte 3: Ensaio de propagação vertical da chama de cabos em feixes na posição vertical - Equipamento de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.
- 11 _____. **NBRNM-IEC60332-3-21**. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-21: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A F/R. Rio de Janeiro, 2005.
- 12 _____. **NBRNM-IEC60332-3-22**. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-22: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A. Rio de Janeiro, 2005.
- 13 _____. **NBRNM-IEC60332-3-23**. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-23: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria B. Rio de Janeiro, 2005.
- 14 _____. **NBRNM-IEC60332-3-24**. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-24: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria C. Rio de Janeiro, 2005.
- 15 _____. **NBRNM-IEC60332-3-25**. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-25: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria D. Rio de Janeiro, 2005.



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	19 de 30

- 16 ____ **NBR 13418**. Cabos resistentes ao fogo para instalações de segurança. Rio de Janeiro, 1995.
- 17 *COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION ELECTROTECHNIQUE – CENELEC. EN 50200. Method of Test for Resistance to Fire of Unprotected Small Cables for Use in Emergency Circuits, 2006.*

/ANEXO A



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	20 de 30

ANEXO A – LEGENDA GERAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

-  Interruptor simples 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor paralelo 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor de 2 seções 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor de 3 seções 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor simples 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Interruptor paralelo 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Interruptor de 2 seções 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Interruptor de 3 seções 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Interruptor bipolar 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor bipolar paralelo 10A/250V h=130cm;
-  Interruptor bipolar 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Interruptor bipolar paralelo 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Acionador (comando) para ventiladores de teto, quando não indicado h=130cm;
-  Tomada universal, f+n+t 10A/250V h=30cm;
-  Tomada universal, f+n+t 10A/250V h=130cm;
-  Tomada universal, f+n+t 10A/250V h=220cm;
-  Tomada universal, f+n+t 10A/250V, instalado em condutele h=30cm;
-  Tomada universal, f+n+t 10A/250V, instalado em condutele h=130cm;
-  Tomada 2P+T, quando não indicado h=30cm;
-  Tomada 2P+T, quando não indicado h=130cm;
-  Tomada para ar condicionado 220V – 2ø, h=30cm (2F+T), pino chato;
-  Tomada RJ-45 para lógica h=30cm;
-  Tomada RJ-11 para telefonia h=30cm;
-  Tomada JACK para antena (TV/FM) h=220cm;
-  Ponto de força;
-  Indicação de fiação;
-  Indicação de alimentador, conforme tabela de alimentadores;
-  Hub – para sistemas de rede;
-  DG – Telefônico;
-  Rack;
-  PABX;
-  Quadro de luz;
-  Quadro de força;
-  Quadro de distribuição de baixa tensão (QGBT).



LUMINÁRIAS

	Luminária para 2 lâmpadas fluorescentes de 32W/220V;
	Luminária para 2 lâmpadas fluorescentes de 16W/220V;
	Luminária embutida no forro, para 1 lâmpada PL de 26W/220V;
	Luminária embutida no forro, para 2 lâmpadas PL de 26W/220V;
	Arandela a prova de tempo, h=2,20m;
	Ponto para arandela, h=2,20m;
	Ventilador de teto;
	Bloco autônomo para ilum. emergência c/ lampada PL 9 W e com indicação de rota de fuga;
	Bloco autônomo com 2 faces para iluminação de emergência com lâmpada PL 9W e com indicação de rota de fuga;
	Bloco autônomo para iluminação de emergência com lâmpada halógena de 55W e autonomia de até 3 horas, instalada a h=2,50 m;
	Bloco autônomo para iluminação de aclaramento com lâmpada PL 9 W montagem arandela.

NOTAS

01. Fiação não cotada será #2,5mm², tipo antichama 70°C – 0,45/0,75kV;
02. A fiação deve obedecer o código de cores da NBR 13.534;
fases : preta, vermelha, branca;
neutro : azul-clara;
retorno : amarela;
terra : verde e amarelo;
03. Os quadros de embutir com grau de proteção mínimo IP-40 com 30% de espaço reserva;
04. As tomadas não cotadas, serão denominadas de uso geral e terão uma carga de 100W;
05. Caixas de passagem não dimensionadas serão de 4"x4"x2".



INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

S.P.D.A E ATERRAMENTO

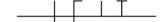
	Sinalizador noturno de obstáculo;
	Captor tipo FRANKLIN em mastro de aço galvanizado, altura indicada;
	Suporte isolador guia tipo curto h=5cm;
	Presilha para fixação sobre parafusos em telhas metálicas;
	Terminal aéreo com haste zincada a fogo h=60cm;
	Solda (Conexão) Exotérmica;
	Caixa de inspeção de aterramento com haste cobreada $\varnothing 5/8" \times 3,00m$;
	Haste de aterramento cobreada $\varnothing 5/8" \times 3,00m$;
	Indica descida de pára-raios;
	Indica subida de pára-raios;
	Cabo de cobre nu #35mm ² , para malha de S.P.D.A.;
	Cabo de cobre nu #50mm ² , para malha de aterramento.

LEGENDA COMPONENTES DOS QUADROS

	Terra.
	Disjuntor tipo magnético monofásico.
	Disjuntor tipo magnético bifásico.
	Disjuntor tipo magnético trifásico.
	Disjuntor diferencial p/ proteção contra corrente de fuga.
	Interruptor diferencial p/ proteção contra corrente de fuga.
	Interruptor diferencial p/ proteção contra corrente de fuga reserva.
	Chave Seccionadora trifásica.
	Dispositivo de proteção contra surtos (DPS).



TUBULAÇÃO E CAIXAS

-  Eletroduto em PVC rígido tipo roscável sobre o forro ou embutido em teto ou alvenaria, quando não dimensionado será $\varnothing 3/4"$;
-  Eletroduto em PVC rígido tipo roscável embutido no piso quando não dimensionado será $\varnothing 3/4"$;
-  Eletroduto em aço galvanizado para instalações aparentes, quando não dimensionado será $\varnothing 3/4"$;
-  Eletroduto em PVC rígido tipo roscável para telefone quando não dimensionado será $\varnothing 3/4"$;
-  Eletroduto em PVC rígido tipo roscável para lógica quando não dimensionado será $\varnothing 3/4"$;
-  Perfilado 38x38mm perfurado em chapa #14 MSG em barras de 6,0m, equipado com tampa;
-  Eletrocalha lisa em chapa #24 MSG tipo "C" equipada com tampa, dimensões indicadas em planta;
-  Condutores: fase, neutro, retorno e terra respectivamente;
-  Condulete de alumínio fundido, instalação aparente;
-  Caixa de passagem no forro, quando não indicada será 4x4x2";
-  Caixa de passagem na parede h=30cm, quando não indicada será de 4x4x2";
-  Caixa de passagem octogonal instalada no teto;
-  Caixa de passagem embutida no piso, para iluminação externa quando não indicada será de 50x50x50cm;
-  Caixa de passagem para em alvenaria com tampa de concreto para alimentadores, quando não indicada será 50x50x50cm;
-  Caixa de passagem para média tensão em alvenaria com tampa de ferro fundido quando não indicada será 100x100x100cm;
-  Indica eletroduto que desce;
-  Indica eletroduto que sobe;
-  Indica eletroduto passante.



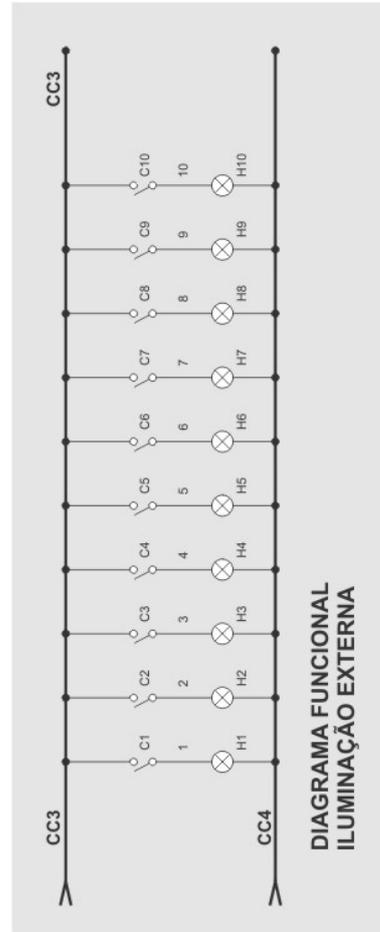
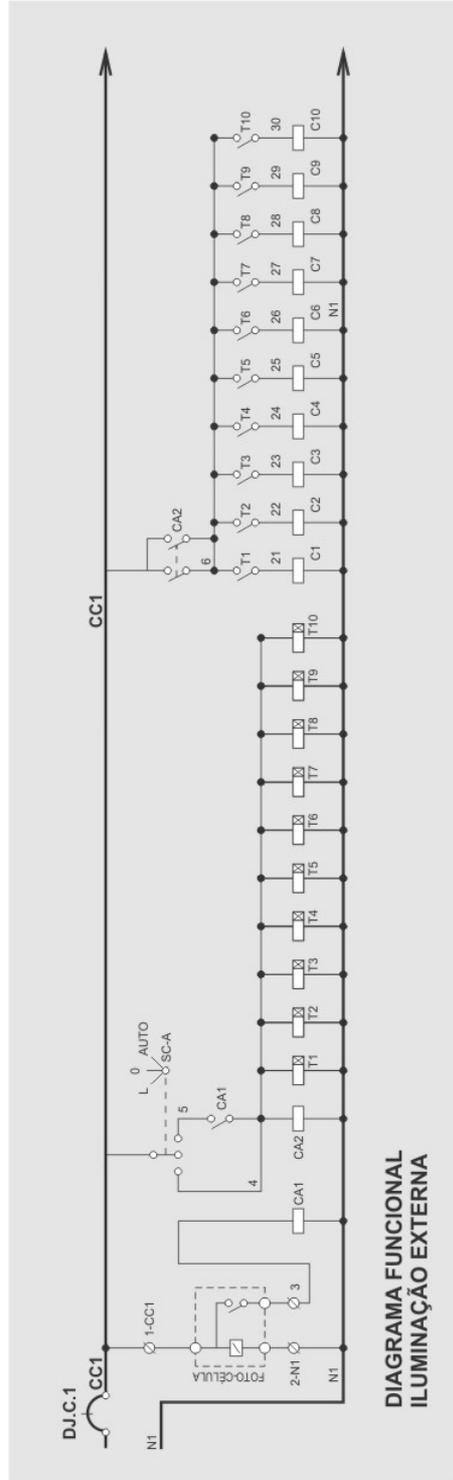
CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	25 de 30

ANEXO B – DETALHE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

DIAGRAMA FUNCIONAL – ILUMINAÇÃO EXTERNA



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	26 de 30



/ANEXO C

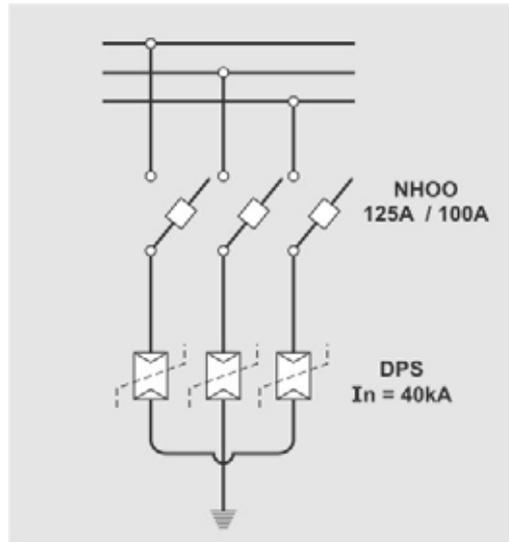


CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	27 de 30

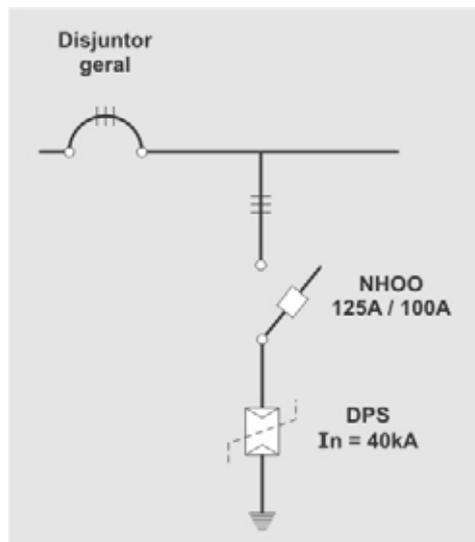
ANEXO C – DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	28 de 30



Devem ser analisados vários níveis de surtos em uma instalação



DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO (DPS)
INSTALADO NOS PRINCIPAIS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

/ANEXO D



CÓDIGO	IP-DE-E00/002	REV.	A
EMIÇÃO	set/2005	FOLHA	29 de 30

ANEXO D – DIAGRAMA DO GRUPO GERADOR

