

PROPRIETÁRIO:
MUNICÍPIO DE ITAJAÍ

OBRA:
**REFORMA DO CENTRO EDUCACIONAL PROF.º CACILDO ROMAGNANI
E CENTRO DE EDUCAÇÃO MARIA REGINA COPPI VICENTE**

ENDEREÇO:
RUA EMANOEL JOSÉ REBELLO, 60 – CIDADE NOVA | ITAJAÍ/SC



MEMORIAL DESCRITIVO

09 | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

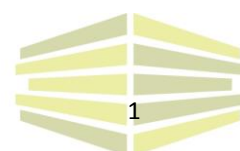
EQUIPE TÉCNICA:

- ✓ Eng. Robson Carlos Santos | Eng. Marcelo dos Santos Cheng | Eng. Ítalo Luna Corrêa
- ✓ Arq. Juliana Brasil Nazário

(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC

CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br



SUMÁRIO

9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	3
9.1	ELETROCALHAS PERFILADOS DUTOS CONEXÕES ACESSÓRIOS.....	9
9.2	CAIXAS QUADROS	9
9.3	CONDUTORES	9
9.4	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO COMANDO SINALIZAÇÃO EQUIPAMENTOS.....	9
9.5	INTERRUPTORES TOMADAS ACESSÓRIOS	9
9.6	ILUMINAÇÃO.....	9

9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

a) Normas aplicáveis

Norma	Título
NBR 5410	Instalações Elétricas em B.T.
NBR 14039	Instalações Elétricas em M.T.
NBR 5419	Proteção contra descargas atmosféricas
NBR 8995-1	Iluminação de ambientes de trabalho
NBR 5461	Iluminação
NBR-IEC 60439-1	Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão
NBR-6146	Invólucros de equipamentos elétricos
NBR-IEC 60529	Graus de Proteção
NBR-IEC 60947.2	Disjuntores Baixa Tensão
NR10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade
N-321.001	Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição – CELESC
N-321.002	Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição – CELESC
<i>Ainda que não citadas, devem-se considerar quaisquer normas vigentes quanto ao tema, bem como outras necessárias à plena aplicação das demais.</i>	

b) Informações preliminares

As recomendações aqui apresentadas visam orientar a execução das instalações novas de teto, piso e de parede compreendidas em condutores, condutos, dispositivos de comando e proteção, iluminação, interruptores e tomadas elétricas, no sentido de estabelecer uma instalação funcional e segura. Não implicam, todavia, em qualquer responsabilidade dos projetistas com relação à qualidade da instalação executada por terceiros em discordância com as normas aplicáveis.

A NBR 5410 contém prescrições relativas ao projeto, à execução, à verificação final e à manutenção das instalações elétricas a que se aplica. Observe-se que a garantia de segurança de pessoas e animais domésticos, bem como a conservação dos bens, pressupõem o uso das instalações nas condições previstas por ocasião do projeto. As prescrições fundamentais constituem a base desta norma e todas as demais têm por objetivo dar à instalação condições de atendê-las plenamente. Destaca-se o cumprimento das exigências da NR-10, relativa às condições mínimas de segurança em instalações elétricas e serviços em eletricidade, sendo que em todas as fases do projeto foi critério de escolha o atendimento de soluções que viessem a mitigar os riscos de acidentes, graves ou não.

O princípio básico deste projeto baseia-se nas normativas supra-citadas, escolhendo-se materiais e equipamentos conforme as influências externas, proteção contra choques elétricos, proteção contra efeitos térmicos, proteção contra sobretensões, visando também o seccionamento e comando, independência da instalação elétrica, acessibilidade aos componentes, condições de alimentação e condições de instalação.

A determinação da potência de alimentação, seja em termos de potência ativa, seja sob a forma de potência aparente, foi a etapa básica na concepção desta instalação elétrica.

O cálculo da potência de alimentação levou em conta as possibilidades de não simultaneidade no funcionamento das cargas de um dado conjunto de cargas, o que é feito através da adoção de um fator de demanda e um fator de diversidade adequado a este tipo de instalação.

O dimensionamento dos circuitos implica na determinação da seção nominal dos condutores e na escolha do dispositivo que os protegerá contra sobrecorrentes e curto circuitos. Foram utilizados os seguintes critérios:

- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Coordenação com a proteção contra correntes de sobrecarga;
- Coordenação com a proteção contra correntes de curto-circuito;
- Proteção contra contatos indiretos nos esquemas TN-S;
- Proteção contra contatos diretos.

A seção adotada foi, em princípio, a menor das seções nominais que atenda a todos os critérios, a chamada “seção técnica”. A consideração, em determinadas circunstâncias, de um “critério econômico” baseado no custo das perdas Joule ao longo da vida útil do condutor, pode levar à adoção de uma seção maior (“seção econômica”).

A distribuição de energia elétrica em baixa tensão será feita em (380/220V), a quatro fios, na configuração estrela, com neutro e terra aterrados em um único ponto, sendo que no interior da instalação o neutro e terra deverão estar separados, conforme esquema (TN-S/NBR 5410).

O projeto apresenta e ilustra todas as linhas elétricas que deverão ser instaladas na sua grande maioria de forma embutida nas paredes e pisos e aparentes no teto ou sobre o forro da edificação.

Também representa o posicionamento de caixas de parede e teto para passagem, derivação e/ou montagem de pontos e equipamentos, identificação dos diversos circuitos e comandos, bem como o Diagrama Unifilar e quadro de cargas dos quadros de distribuição.

O estudo luminotécnico foi baseado no método de Lúmens, com o objetivo de propor uma iluminação com tecnologia LED (Light Emitting Diode) em substituição as lâmpadas de descarga de alta pressão ou fluorescente tubulares e compactas. O estudo buscou atingir níveis médios de luminância e uniformidade para a área interna e racionalização do consumo de energia elétrica. As luminárias e equipamentos LED aplicados são de alto rendimento e eficiência energética, baixo fator de manutenção proveniente da vida útil da tecnologia LED e devido à utilização de equipamentos com elevados graus de proteção contra penetração de água e poeira.

C) Especificações técnicas dos materiais

Material	Especificação
<p>Eletroduto flexível corrugado</p> <p>Referência: Tigre, Amanco ou equivalente técnico.</p>	<p>Serão flexíveis corrugados, cor amarela, de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), anti-chama, em conformidade com norma NBR 15465, resistência diametral até 320N/5cm, nas instalações internas de parede.</p> <p>Serão flexíveis corrugados, cor laranja, de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), anti-chama, em conformidade com norma NBR 15465, resistência diametral até 750N/5cm, nas instalações de piso e interligações internas/externas.</p>
<p>Conexões e eletrodutos de PVC Rígido.</p> <p>Referência: Linha PVC da WETZEL ou equivalente técnico.</p>	<p>Não propaga chamas (auto extingüível);</p> <p>Bom isolante térmico, elétrico e acústico;</p> <p>Resistente à maioria dos reagentes químicos;</p> <p>Sólido e resistente a choques térmicos;</p> <p>Reciclável e Leve (1,4 g/cm³), o que facilita o seu manuseio e aplicação;</p> <p>Entradas rosqueadas ou lisas para simples encaixe do eletroduto. Se for necessária uma melhor fixação ou vedação da peça, pode ser usado adesivo para PVC ou vedante silicone;</p> <p>Indicados para instalações elétricas internas e aparentes;</p> <p>Especificações do padrão da qualidade conforme a norma ABNT NBR 15465;</p> <p>Os produtos da Linha PVC são livres de metais pesados (processo ecologicamente correto);</p> <p>Cor aplicada no projeto: CINZA quando aparentes</p>
<p>Peças e Acessórios em alumínio para eletrodutos.</p> <p>Referência: Linha Alumínio da WETZEL ou equivalente técnico.</p>	<p>Fundidos em Liga de Alumínio Silício com ótima resistência mecânica, acabamento liso e rosca Rosca BSP (GÁS). Parafusos em aço zincados e bicromatizados.</p> <p>Recomendados para conexão de eletrodutos rígidos e condutores, nas instalações aparentes onde há presença de gases não inflamáveis, vapores e pó; em alvenaria, concretagem e subterrâneas.</p>

	Nomenclaturas: (Buchas, Arruelas, conectores curvos e retos para BOX, luvas e conectores, buchas de redução, prensa cabos e união.
<p>Perfilados e acessórios</p> <p>Referência: MOPA, Dispan, BRASDUTO ou equivalente técnico</p>	<p>Perfilados e acessórios do tipo perfurado 38x38mm com furos oblongos 25x7mm e sem virola. Confeccionados em chapa de aço SAE 1008/1010 #16, livres de rebarbas nos furos e arestas, tratadas por processo de galvanização a fogo por imersão de acordo com a Norma NBR 6323 e seus ensaios previstos na norma 7399.</p>
<p>Quadros de Comando.</p> <p>Referência: Linha CE da Cemar Legrand ou equivalente técnico.</p>	<p>Quadro metálico RAL 7035, para montagem dos dispositivos de proteção, comando e sinalização com grau de proteção IP 54 / IK 10. Quadro com tireta na porta para cabeamento e ponto de aterramento na porta e na placa de montagem. Disponíveis em sobrepor e embutir, com ou sem flanges, fecho fenda metálico e placa de montagem. Porta removível com abertura de 130 graus e borracha de vedação. Em chapa de aço tratada a base de fosfato de ferro e pintura a pó. Caixa e porta na cor branca e placa de montagem na cor laranja RAL 2004.</p>
<p>Condutores Unipolares Flexíveis 750V - Baixa Emissão de fumaça e gases tóxicos.</p> <p>Referência: Linha CORFITOX 750V da Corfio ou equivalente técnico.</p>	<p>Condutor com características de não propagação e autoextinção do fogo, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Os cabos são livres de halogênios e não contém chumbo.</p> <p>Construção com condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 4 ou classe 5. Isolação de PE (LSHF/A) - Poliolefinico termoplástico não halogenado.</p> <p>Norma aplicável: NBR 13248.</p>
<p>Terminais e conectores de aperto e pressão.</p> <p>Referência: Intelli ou equivalente técnico.</p>	<p>Terminação de condutores de cobre a barramentos. Alta condutibilidade elétrica e conexão por aperto ou pressão destinados a barramentos, painéis elétricos, motores, quadro de distribuição elétrico, etc.</p> <p>Material: <u>Corpo</u>: Fabricado em liga de cobre fundido <u>Porca</u>: Aço zincado eletrolítico.</p> <p>Norma: NBR-5370 / UL-486A 486B</p> <p>Ferramenta de Aplicação: Chave Estrela ou Boca</p>
<p>Minidisjuntores Unipolares, Bipolares e Tripolares.</p> <p>Referência: Linha MDW e MDWH da WEG ou equivalente técnico.</p>	<p>Proteção contra sobrecarga e curto-circuito em condutores elétricos de baixa tensão, de corrente contínua ou alternada de 2 a 125 A, atendendo as curvas características de disparo B e C. Acessórios opcionais: bloco de contatos auxiliares, barramento de distribuição monopolar, bipolar e tripolar, e trava cadeado, conforme exigência da norma NR 10</p> <p>Possui também mecanismo de disparo livre, onde o disparo</p>

	<p>independe da posição da manopla, e Indicação do estado do disjuntor.</p> <p>O minidisjuntor de curva C tem como característica o disparo instantâneo para correntes entre 5 a 10 vezes a corrente nominal. Sendo assim, são aplicados para a proteção de circuitos com instalação de cargas indutivas.</p> <p>O minidisjuntor de curva B tem como característica principal o disparo instantâneo para correntes entre 3 a 5 vezes a corrente nominal. Sendo assim, são aplicados principalmente na proteção de circuitos com características resistivas ou com grandes distâncias de cabos envolvidas.</p> <p>NBR NM 60898 127/220 V CA (2 a 4 A) 3 kA, (6 a 125 A) 5 kA 230/400 V CA (2 a 4 A) 1,5 kA, (6 a 125 A) 3 kA</p> <p>NBR IEC 60947-2 127/220 V CA (2 a 4 A) 3 kA, (6 a 125 A) 5 kA 230/400 V CA (2 a 4 A) 3 kA, (6 a 125 A) 5 kA 440 V CA (2 a 4 A) 3 kA, (6 a 125 A) 4,5 kA</p>
<p>Interruptores Diferenciais e Residuais.</p> <p>Referência: Linha DRs RDW da WEG ou equivalente técnico.</p>	<p>Disponível nas versões bipolar 230Vac e tetrapolar 230/400Vac e 6kA de resistência de curto-circuito que contempla todos os esquemas de alimentação possíveis, monofásico, bifásico e trifásico, com ou sem neutro, atende a correntes de até 100 A e possui detecção de fuga a terra de 30 mA, para proteção de pessoas, ou 300 mA, para proteção de patrimônio. Modelos com trava-cadeado fornecido como acessório.</p>
<p>Dispositivos de Proteção Contra Surtos</p> <p>Referência: Linha SPW da WEG ou equivalente técnico.</p>	<p>É um dispositivo de proteção contra surtos elétricos de tensão na rede Disponível na versão monopolar, plug-in, para classes de proteção I e II desenvolvido em versões com ou sem contato de sinalização remota e com sinalização visual para indicar o momento de substituição do módulo de proteção, e divide-se em 4 modelos de acordo com a corrente máxima de descarga presumida (onda 8/20 μs): 12, 20, 45 e 60 kA. Módulos de proteção extraíveis são fornecidos como acessórios de reposição para todos os modelos.</p> <p>Classe de Proteção</p> <p>Os DPS de Classe I são indicados para locais sujeitos a descargas diretas e de alta intensidade, característica típica de instalações e edifícios alimentados diretamente por rede de distribuição aérea, exposta a descarga atmosférica.</p> <p>Recomenda-se a instalação do DPS classe I no ponto de entrada da rede elétrica na edificação.</p> <p>Já para os locais onde a rede elétrica está sujeita a descargas atmosféricas indiretas, caso típico de instalações internas de</p>

	residências e/ou edificações alimentadas por rede elétrica embutida/subterrânea, são indicados os DPS de Classe II.
Caixas de Luz embutir para alvenaria. Referência: Linha Tigreflex da Tigre ou equivalente técnico.	Caixas fabricadas em PVC Antichama na cor amarela. Para paredes tamanhos 4"x2" e 4"x4" e para teto formato octogonal tamanho 4"x4" com fundo móvel. Recortes com entradas de 25 mm (3/4") e de 32 mm (1"). Reforço estrutural nas bordas, possibilitando resistência a deformações. Orelhas resistentes que não espanam, não quebram e não enferrujam. Compatível com a instalação de qualquer fabricante de interruptores e tomadas.
Conjuntos de embutir com módulos de Tomadas e Interruptores, suporte e placas. Referência: Linha PialPlus da Legrand ou equivalente técnico.	Módulos brancos em termoplástico isolante termoplástico isolante, de alto impacto, protegido contra amarelamento precoce ocasionado pela ação de raios ultravioleta e bornes a parafuso. Suportes em material de grande resistência mecânica. Fornecido com parafusos de fixação autoatarraxantes. Regulagem que possibilita corrigir o alinhamento do conjunto na parede. Placas brancas para caixas 4"x2" e 4"x4" em termoplástico isolante, de alto impacto, protegido contra amarelamento precoce ocasionado pela ação de raios ultravioleta.
Luminárias LED Referência: Linha LAA e LAN da Lumicenter ou equivalente técnico.	Luminária a LED com refletores e aletas (quando indicado) em alumínio alto brilho, combinados com difusores em acrílico leitoso. Ideal para ambientes com maior controle de ofuscamento, como escritórios, bancos e outros ambientes corporativos. Completa, com placa de LED e driver multitensão (100-250V) integrados à luminária. CORPO: Em chapa de aço fosfatizada pintada na cor branca microtextura. REFLETORES: Parabólicos em alumínio alto brilho. ALETAS: Parabólicas em alumínio alto brilho. DIFUSORES: Em acrílico leitoso. DRIVER INCLUSO: 100 – 250V IRC: 85 e IP: 20 Lâmpadas 37W: 3400lm, 4000K e vida útil de 50.000h Lâmpadas 19W: 1900lm, 4000k e vida útil de 50.000h
Luminárias Herméticas LED Referência: Linha LHT da	Luminária hermética de sobrepor, com corpo em policarbonato injetado e difusor em policarbonato transparente microtexturizado (prismático). Grau de proteção

Lumicenter ou equivalente técnico.	<p>IP65. Completa, com placa de LED e driver multitensão (100-250V) integrados à luminária.</p> <p>Potência total 37W - 4000k - 50.000h(L70) - 4000lm - IRC 80 - IP 65. Dimensões: 124x83x1270mm.</p> <p>Potência total 28W - 4000k - 50.000h(L70) - 3250lm - IRC 80 - IP 65. Dimensões: 145x111x662mm.</p>
<i>Ainda que não citados, devem-se considerar todos os insumos necessários a plena e completa instalação e funcionamento dos equipamentos e sistemas.</i>	

d) Procedimentos de execução

9.1 ELETROCALHAS | PERFILADOS | DUTOS | CONEXÕES | ACESSÓRIOS

9.2 CAIXAS | QUADROS

9.3 CONDUTORES

9.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO | COMANDO | SINALIZAÇÃO | EQUIPAMENTOS

9.5 INTERRUPTORES | TOMADAS | ACESSÓRIOS

9.6 ILUMINAÇÃO

Todos os subitens relacionados a estes itens, constantes no orçamento de referência fazem parte da descrição a seguir:

▪ Linhas elétricas (Condutos)

As linhas elétricas (condutos) deverão ser, em sua grande maioria, de embutir nas paredes e piso e aparente no teto ou sobre o forro da edificação. Os condutos embutidos em alvenaria deverão ser de PVC corrugado (320N/5cm) e deve suportar os esforços de deformação característicos do tipo de construção utilizado.

Será adotado nas linhas aéreas o uso de perfilados e eletrocalhas confeccionados em chapa de aço SAE 1008/1010 #16, livres de rebarbas nos furos e arestas, tratadas por processo de galvanização a fogo por imersão de acordo com a Norma NBR 6323 e seus ensaios previstos na norma 7399.

Os condutos embutidos deverão ser instalados antes da concretagem, assentando-se trechos horizontais sobre as armaduras das lajes e devem ser colocados de modo a evitar sua deformação durante a concretagem, devendo ainda ser fechadas as caixas e bocas dos eletrodutos com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassas ou nata de concreto. As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques em relação aos materiais de construção.

A instalação dos condutos aparentes deverá ser feita por meio de abraçadeiras fixadas e aparafusadas a cada metro, luvas e caixas do tipo condutele. As ligações dos mesmos com as caixas através de arruelas apropriadas. A tubulação será instalada de modo a não formar cotovelos, apresentando, outrossim, uma ligeira e contínua declividade para as caixas.

Os eletrodutos rígidos só devem ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, retirando-se cuidadosamente todas rebarbas susceptíveis de danificarem a isolamento dos condutores.

Os eletrodutos rígidos serão emendados, quer por meio de luvas atarraxadas em ambas as extremidades a serem ligadas, as quais serão introduzidas na luva até se tocarem para assegurarem continuidade da superfície interna da canalização, quer por qualquer outro processo que também garanta: perfeita continuidade elétrica; resistência mecânica equivalente à da tubulação; vedação equivalente à da luva; continuidade e regularidade da superfície interna.

Perfilados serão instalados próximo ao teto e sobre o forro ou fixado nas estruturas de madeira. A fixação e sustentação dos perfilados será feita através de conjunto gancho, cantoneira e vergalhão e o distanciamento entre suportes deverá ser no máximo de 2 metros e/ou antes e depois de qualquer mudança de direção.

Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstas no máximo três curvas de 90º ou seu equivalente até no máximo 270º. Não devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90º. As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno.

▪ **Caixas de Passagem**

Devem ser empregadas caixas de passagem:

- Em todos os pontos de entrada ou saída dos condutores da tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em eletrodutos, os quais, nestes casos devem ser rematados com buchas;
- Em todos os pontos de emenda ou derivação de condutores;
- Para dividir a tubulação em trechos não maiores do que 20m;
- As caixas devem ser colocadas em lugares facilmente acessíveis e ser providas de tampas.

As caixas de teto serão firmemente fixadas nos moldes e deverão estar centradas ou alinhadas nos respectivos cômodos. Só poderão ser abertos os olhais destinados a receber ligações de eletrodutos.

As caixas embutidas nas paredes deverão facear o paramento da alvenaria – de modo a não resultar excessiva profundidade depois de concluído o revestimento – e serão niveladas e aprumadas.

As alturas das caixas em relação ao piso acabado serão as seguintes (tomadas do bordo inferior da caixa):

- Interruptores e tomadas médias: 1,20 m
- Tomadas baixas: 0,30 m
- Tomadas altas: 2,20 m

As caixas de interruptores, quando próximas de alizares, serão localizadas a, sempre que possível, no mínimo, 10 cm desses alizares.

Diferentes caixas de um mesmo cômodo deverão estar perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a não apresentarem discrepâncias sensíveis no seu conjunto.

▪ **Quadro de Comando / Distribuição**

Os quadros de distribuição deverão ser projetados, fabricados e testados de acordo com as normativas vigentes para suportar a tensão e corrente nominal e capacidade de curto circuito e devem dispor de espaço interno suficiente para facilitar a acomodação da fiação interna e suas conexões, e também, para possibilitar futuras ampliações e fácil acesso e remoção dos equipamentos montados.

Todos os dispositivos deverão ter plaquetas de identificação gravadas em lâminas de material sintético, na cor preta, com inscrições brancas e fixadas à chapa por parafusos ou arrebites.

O cabeamento interno de medição e sinalização deverá ser convenientemente acondicionado em canaletas plásticas e executado com condutores flexíveis de seção adequada a cada caso, porém nunca inferior a #1,5mm².

Todos os quadros de distribuição deverão ser fabricados em chapa de aço protegida por tratamento anti-ferruginoso, grau de proteção IP 54-IK 10 e acabamento na cor cinza claro.

▪ **Dispositivos de manobra, proteção e segurança**

Entende-se por dispositivos de manobra e proteção os interruptores, os fusíveis, as chaves manuais, os disjuntores termomagnéticos, os contadores, os temporizadores, os dispositivos de proteção contra surtos, os interruptores a corrente diferencial-residual (DR's) e semelhantes.

Os dispositivos devem ser instalados nos quadros de distribuição e fixados em trilho DIN 35mm. A instalação, posicionamento e características técnicas dos dispositivos satisfarão as Normas da ABNT atinentes ao assunto e serão definidas nos diagramas do projeto.

Os dispositivos de seccionamento e proteção deverão ter indicação de posição de estado e a segurança na manobra dos disjuntores deverá ser proporcionada por dispositivo que impeça a inserção sob carga dos mesmos.

▪ Condutores

Os condutores serão instalados de forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou com a do isolamento ou a do revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores do que os mínimos admitidos para o seu tipo.

Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas de derivação. As emendas e derivações dos condutores serão executadas de modo a assegurarem resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de um conector apropriado e serão sempre efetuadas em caixas de passagens com dimensões apropriadas. Condutores emendados ou cuja isolamento tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos.

Os condutores somente devem ser enfiados depois de estar completamente terminada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. A enfição só deve ser iniciada após a tubulação ser perfeitamente limpa.

Para facilitar a enfição dos condutores, podem ser utilizados:

- Guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento da enfição dos condutores e não durante a execução das tubulações;
- Talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolamento dos condutores.

Todos os condutores empregados na instalação deverão ser certificados com a marca nacional de conformidade, conferida pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), garantindo assim um padrão mínimo de qualidade para a instalação com relação a fios/cabos elétricos.

Dentro dos quadros de distribuição e nas caixas de passagem deverá ser deixada uma folga de cabo de no mínimo 30 cm e no máximo de 60 cm.

Os condutores deverão ser identificados através de anilhas (nº do circuito) ao longo do seu percurso, nas caixas de passagem/derivação, no terminal e no quadro dos circuitos.

Deverá também ser obedecida a coloração dos condutores conforme o quadro abaixo para um melhor entendimento do sistema.

COLORAÇÃO DOS CONDUTORES	
IDENTIFICAÇÃO	COR
Fase R	Preto
Fase S	Branco ou Cinza
Fase T	Vermelho
Retorno	Amarelo
Neutro	Azul claro
Terra	Verde escuro

▪ Iluminação

Quanto à iluminação, a carga foi determinada a partir de cálculo luminotécnico, tomando como base as iluminâncias por escritas na NBR **8995-1** e também adotando as recomendações do cliente com relação a aplicação de luminárias LED e futura certificação PROCEL.

Os circuitos de alimentação das luminárias internas serão comandados pelos interruptores de parede.

▪ Sistemas de Aterramento

Para a correta operação dos sistemas elétricos, com continuidade do serviço adequado e desempenho seguro dos equipamentos de proteção e, além disso, de modo mais importante para garantir os níveis mínimos de segurança pessoal é necessário que se tenha especial atenção ao sistema de aterramento projetado.

É fundamental que o sistema de aterramento instalado tenha como objetivos garantidores atender os itens seguintes:

- Ter uma resistência de aterramento mais baixa possível, **≈10Ω**;
- Manter os potenciais produzidos por eventuais correntes de falta dentro de limites de segurança, nunca causando fibrilação no coração humano;
- Suportar a correta e seletiva sensibilização dos equipamentos de proteção;
- Proporcionar o correto escoamento das descargas atmosféricas; e
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças.

Deverão ser interligados ao sistema de aterramento da edificação além dos componentes relacionados na entrada de energia, os perfilados e eletrocalhas metálicas do sistema Elétrico e do sistema de cabeamento estruturado através de cabo de cobre isolado em PVC – 750V, #16,0 mm², conectado as eletrocalhas e perfilados de 10 em 10m, através de conectores adequados.

Em todos os casos, a máxima resistência de terra medida em qualquer época do ano para o sistema elétrico não deverá ultrapassar a 10 ohms. Para obter-se tal fim, no caso de medições superiores, poderão ser acrescentadas mais hastes ao sistema, ou aumentar-se o comprimento das mesmas, ou ainda, efetuar-se o tratamento químico do solo. As conexões dos cabos às hastes de aterramento deverão ser feitas por grampos e protegidas por massa para calafetar/SIKAFLEX

A equipotencialização está sendo previsto na interligação entre os barramentos PE. Deste barramento será derivado um condutor de terra para cada sistema em questão. A interligação do barramento entre todas as massas metálicas não condutoras e malhas de terra deverá ser feita com cabo de cobre de seção mín. #16,0mm², isolado ou cabo de cobre nu de seção mín. #25mm².

▪ **Proteção Passiva**

Interligado ao sistema de aterramento do neutro apenas em um ponto, como orientado pelas normas da concessionária, será deixado em cada ponto de força um condutor de proteção (PE). Este condutor fará parte dos circuitos de iluminação, tomadas de informática, tomadas dos equipamentos de climatização e tomadas em geral, como elemento passivo de proteção. Sua padronização obedecerá a NBR 5410, ou seja, de coloração verde ou verde-amarela.

A instalação dos condutores de proteção obedecerá às seguintes disposições:

- O condutor será tão curto e retilíneo quanto possível, não terá nenhum tipo de seccionamento e nem chaves ou quaisquer outros dispositivos que, ao longo de seu percurso, possam causar interrupção;
- Será devidamente protegido pôr eletrodutos, rígidos ou flexíveis, nos trechos em que possa sofrer danificações mecânicas.

Serão ligadas à terra as partes metálicas que, em condições normais, não estejam sob tensão, tais como:

- Estrutura de quadros de distribuição;
- Carcaças de motores e respectivas caixas de equipamentos de controle ou proteção;
- Toda e qualquer tubulação metálica não elétrica (tubulação de incêndio, de gás etc) preferencialmente no ponto mais próximo possível de entrada dessas tubulações no interior da edificação.

O condutor de proteção será preso ao equipamento pôr meios mecânicos, tais como braçadeiras, orelhas, conectores e outros da espécie, que assegurem contato elétrico perfeito e permanente ou, ainda, através de solda exotérmica. É vedado o emprego de dispositivos que dependam do uso de solda de estanho.

Os condutores para ligação à terra do equipamento fixo podem ou não fazer parte do cabo alimentador desse equipamento. Serão instalados de forma a assegurar sua proteção mecânica e não terão qualquer dispositivo capaz de causar ou permitir sua interrupção.

▪ **Proteção Ativa**

Proteção Contra Contatos Indiretos/Incêndio

Foram previstos de interruptores tipo “DR” (Diferencial Residual) em série com disjuntores termomagnéticos para os circuitos de tomadas de uso geral de todos os quadros terminais e circuitos de tomadas localizadas em ambientes considerados “molhados”. O uso destes dispositivos é importante para a proteção contra choques elétricos causados por contato com partes vivas da instalação. Neste caso fica eliminada a hipótese de alguma pessoa sofrer um choque elétrico com maiores danos do que um simples susto.

Estes interruptores “DR” foram dimensionados para uma corrente de fuga para a terra de 30mA a qual passando pelo coração humano, não chega a provocar fibrilação ventricular, que é o que provoca a parada cardíaca e em seguida a parada respiratória, levando a pessoa à morte.

É importante que se diga que estes interruptores protegem também contra incêndios causados por curto-circuito fase-terra, sendo uma proteção a mais, em se tratando de uma instalação para fins comerciais e industriais.

O inconveniente de se usar um dispositivo “DR” é o fato de que se a instalação estiver com corrente de fuga para a terra e este valor for maior que a sensibilidade de desarme do interruptor, este desarmará sempre, até que o problema de corrente de fuga seja solucionado. A última revisão da NBR 5410 para instalações elétricas exige a instalação destes dispositivos em instalações comercial-residencial-industriais.

▪ **Proteção Contra Surtos Eletromagnéticos**

O circuito de corrente alternada deverá ser conectado a quadro de distribuição que tenha dispositivos pára-raios eletrônico, para interligar as fases à terra no caso de surtos eletromagnéticos (vide diagramas dos quadros). O uso destes dispositivos é muito importante para a proteção dos equipamentos eletro/eletrônicos, motores e etc., no caso de sobretensões causadas por descargas atmosféricas e distúrbios oriundos da rede de distribuição de energia elétrica.

Deverão ser usados, conforme indicações dos diagramas, dispositivos com classe de proteção tipo I e II, respectivamente, com corrente nominal de descarga de 12,5 kA e 5,0kA, tensão de operação 275Vca e nível de proteção de tensão <1,2kV. A NBR 5410 para instalações elétricas em B.T. recomenda a instalação destes dispositivos em instalações comercial-residencial-industriais.

Como indicação, sugerimos ao final da obra e no início das atividades a instalação de DPS Classe III nas tomadas de corrente das estações de trabalho que possuam equipamentos elétricos/eletrônicos para proteção contra surtos de tensão.

▪ **Medidas de Segurança (NR-10)**

Norma Regulamentadora Nº10 estabelece procedimentos regulamentares relacionados à segurança, saúde e condições gerais para os trabalhadores que atuam com energia elétrica em todos os ambientes de trabalho, abrangendo desde a construção civil, atividades comerciais, industriais, rurais e até mesmo domésticas. A seguir, transcrevemos algumas das recomendações/exigências da Norma. Cabe ao gerenciador, instalador, proprietário e seus prepostos, que mantenham as condições aqui estabelecidas no decorrer da execução e da vida útil destas instalações, e se atenham a todos os itens estabelecidos na (NR-10).

As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 volts (em corrente alternada) ou superior a 120 volts (em corrente contínua), somente podem ser realizadas por **trabalhador qualificado**, que tenha concluído curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino. As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, poder ser realizadas por qualquer pessoa não advertida.

Nos trabalhos (de construção, montagem, operação, reforma, ampliação, reparação e inspeção) em instalações elétricas, devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.

As áreas onde houver instalações ou equipamentos elétricos devem ser dotadas de proteção contra incêndio e explosão, conforme dispõe a NR 23 - Proteção contra Incêndios.

Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR 26 - Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) identificação de circuitos elétricos;
- b) travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- c) restrições e impedimentos de acesso;
- d) delimitações de áreas;
- e) sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) sinalização de impedimento de energização;
- g) identificação de equipamento ou circuito impedido.

Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.

Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

Para evitar o risco de contato (choque elétrico), as instalações elétricas devem ser *isoladas e aterradas*, ou providas de um controle à distância, manual e/ou automático. Para evitar os riscos de incêndio e explosão, deve haver dispositivos automáticos de proteção contra sobrecorrente e sobretensão, além de proteção contra fogo.

Os transformadores devem ser instalados segundo recomendações do fabricante e normas específicas, relacionadas à distância de isolamento e condições de operação.

Todas as edificações devem ser protegidas contra descargas elétricas atmosféricas (raios), com ligação à terra e para-raios.

Os condutores e suas conexões devem prever isolamento, dimensionamento, identificação e aterramento.

É proibida a ligação simultânea de mais de um aparelho à mesma tomada de corrente (benjamin), salvo se a instalação foi projetada com essa finalidade.

Todo motor elétrico deve possuir dispositivo que o desligue automaticamente toda vez que, por funcionamento irregular, corra o risco de acidentes.

Os equipamentos de iluminação devem ser de tipo adequado ao local da instalação e possuir proteção externa adequada.

As tomadas no piso devem ter caixa protetora para evitar entrada de água e objetos estranhos.

Os sistemas de proteção coletiva (SPC) e os equipamentos de proteção individual (EPI) recomendados nos serviços com eletricidade são:

- a) isolamento físico, sinalização, aterramento provisório;
- b) vara de manobra, escadas, detectores de tensão, cintos de segurança, capacetes e luvas e ferramentas eletricamente isoladas.

Para ensaios e vestimentas dos equipamentos de proteção individual atender o disposto na Norma NFPA 70E-Riscos Elétricos.

Os serviços de manutenção e reparos só podem ser executados por profissionais qualificados, treinados e com emprego de ferramentas e equipamentos especiais.

Os serviços em locais úmidos ou encharcados devem ser feitos com cordões elétricos alimentados por transformador de segurança ou por tensão elétrica não superior a 24 volts.

Todo profissional de eletricidade deve estar apto a prestar primeiro socorro a acidentados, especialmente através das técnicas de realimentação cardiorrespiratória, bem como equipamentos de combate a incêndio (do tipo 3).