MEMORIAL DESCRITIVO

PROPRIETÁRIO: GOVERNO DO ESTADO DE RONDONIA - CBMRO

OBJETO: INSTALAÇÕES ELETRICAS

REP. TÉCNICO: ENG° ISLÂNDIO DANTAS CHAVES CREA 18842 D RO

Este memorial abrange projeto de instalações elétricas para **Construção do Quartel do Corpo de Buritis do Estado de Rondônia**.

Este memorial apresenta orientações técnicas para as especificações de materiais, definições de marcas e modelos e prazos para se tomar de decisões necessárias ao bom andamento da obra.

A CONTRATADA deverá montar os equipamentos e materiais necessários às instalações elétricas do prédio, de modo a torná-las completas, sem falhas ou omissões que venham a prejudicar o perfeito funcionamento dos conjuntos.

As discrepâncias porventura existentes entre os projetos, o memorial e as especificações deverão ser apresentadas antecipadamente ao RESPONSÁVEL antes de sua execução, para decisão.

Completadas as instalações, a contratada deve verificar a continuidade dos circuitos, bem como efetuar os testes de isolamento, para os quais deverá ser observada a NBR-5410:2004 e ou sucessoras.

Documentos e Projetos

Projeto Elétrico Iluminação e Força

Projeto Elétrico Centros de Distribuição (Alimentadores)

Projeto Eletrico de Climatização

Projeto de Cabeamento Estruturado e Circuito de CFTV

Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosfericas.

Memorial Descritivo

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Normas Técnicas e Fontes De Consulta

O projeto foi elaborado de acordo com as prescrições das Normas Técnicas, códigos e regulamentos aplicáveis aos serviços em pauta, sendo que as especificações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e normas abaixo relacionadas deverão ser consideradas como elementos base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

- NBR-5361 - Disjuntor de baixa tensão – Especificação;
- NBR 5410 - Instalações Elétricas de baixa tensão;
- NBR 5471 - Condutores Elétricos;
- NBR-6146 - Invólucros de Equipamentos Elétricos – Proteção;
- NBR 6414 - Rosca para Tubos onde a Vedação é feita pela Rosca – Designação, Dimensões e Tolerâncias;
- NBR-6808 - Conjuntos de Manobra e Controle em Baixa Tensão;
- NBR 13534 - Instalações Elétricas Em Estabelecimentos Assistenciais De Saúde
- NEC - National Electric Code;
- NEMA - National Electrical Manufactures Association;

As prescrições, indicações, especificações e normas de instalação dos fabricantes dos equipamentos a serem fornecidos e instalados, deverão ser obedecidas, atendendo as normas especificadas.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Nossa proposta parte da concepção de um projeto eficiente do ponto de vista energético, utilizando iluminação moderna e eficiente, atendendo aos índices Luminotécnico normatizados, garantindo conforto visual aos trabalhos a serem executados.

Os desenhos do projeto definem o arranjo geral de distribuição de luminárias, pontos de força, comandos, circuitos, chaves, proteções e equipamentos. Os elementos foram, sempre que possível centralizados ou alinhados com as estruturas. Os pontos de força estão especificados em função das características das cargas a serem atendidas e dimensionados conforme projeto.

Os circuitos a serem instalados seguirão aos pontos de consumo por eletrodutos, Eletrocalhas, conduletes e caixas de passagem. Todos os materiais e equipamentos especificados são de qualidade superior, de empresas com presença sólida no mercado, com produtos de linha, de forma a garantir a longevidade das instalações, peças de reposição e facilidade de manutenção sem, no entanto, elevar significativamente os custos.

O projeto considera o atendimento à edificação em baixa tensão, conforme a tensão nominal operada pela concessionária local (127V_1Φ/220V_3Φ ou 220V_1Φ/380V_3Φ, 60Hz). Os alimentadores foram dimensionados com base no critério de queda de tensão máxima admissível.

Os alimentadores dos quadros de distribuição têm origem no QGBT, localizado na parte externa da edificação, que seguem em eletrodutos enterrados no solo conforme especificado no projeto. Os alimentadores foram dimensionados com base no critério de queda de tensão máxima admissível considerando a distância entre os quadros de distribuição e o QGBT definidas pelo layout apresentado. Caso haja um reposicionamento dos quadros no interior da edificação será necessário o redimensionamento dos mesmos.

Por motivo de segurança, adotou-se o uso de dispositivos diferenciais residuais (DDR's) de alta sensibilidade em todos os circuitos de tomadas de acordo com a NBR5410, além dos pontos de tomadas das áreas molhadas.

Algumas das tomadas destinadas à ligação de computadores foram distribuídas em circuitos exclusivos a fim de evitar as interferências causadas por motores e demais aparelhos ligados nas tomadas de uso geral, garantindo assim uma energia mais estável e com a qualidade necessária a equipamentos eletrônicos sensíveis.

Com base nos princípios que norteiam a eficiência energética, as luminárias especificadas no projeto utilizam lâmpadas de baixo consumo de energia como as fluorescentes e a vapor metálico e reatores eletrônicos de alta eficiência, alto fator de potência e baixa taxa de distorção harmônica.

2. ILUMINAÇÃO E TOMADAS

A iluminação foi calculada com base nas necessidades e finalidade do ambiente e de acordo com as normas técnicas brasileiras, NBR 5413 Iluminância de Interiores.

As lâmpadas referentes às luminárias a serem instaladas, conforme projeto, deverão obedecer aos requisitos mínimos gerais constantes das normas específicas. Deverão garantir o nível de iluminação adequado para cada ambiente, em função de sua área e das atividades nestas desenvolvidas. A temperatura de cor deverá ficar entre 2.700 a 4.000K.

As lâmpadas ou luminárias terão suas especificações definidas conforme projeto em anexo.

As tomadas deverão ser do tipo 2P+T seguindo as especificações contidas no projeto de Iluminação e Tomadas, seguindo as normas vigentes - NBR 14136 - 2002.

As lâmpadas deverão apresentar, no mínimo, as seguintes marcações legíveis no bulbo ou na base:

- potência nominal (W);
- designação da cor;
- nome do fabricante ou marca registrada.

Deverão ser instalados pontos de força compostos de tomadas monofásica (127V), modulares, com potência detalhada em projeto. Todos os pontos de força deverão ser aterrados.

1.1 Luminotécnico

A Iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índices de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos. Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:

- Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;
- Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;
- Janelas e portas com incidência de luz natural;
- Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;
- Condições térmicas do ambiente;
- Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;
- Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.

3. SISTEMAS DE ELETRODUTOS

Basicamente, as fiações dos circuitos alimentadores e terminais (força, iluminação, comando e alarme de incêndio), correrão no interior de Eletrodutos de PVC não corrugado embutido em alvenaria ou em Eletrocalhas galvanizadas ou de PVC, em instalação aparente sistema rodapé ou Eletrocalhas fixadas na parede.

Deverão ser observados na instalação os seguintes elementos: cada linha de eletrodutos entre caixa e/ou equipamentos, deverão ser eletricamente contínuos; não serão admitidas instalações com condutores aparentes (fora dos eletrodutos); todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.

Só serão aceitos eletrodutos que apresentem marca impressa indicando a Norma que atende e fabricante.

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

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

Para a instalação aparente com eletrodutos de PVC rígido serão utilizadas caixas do tipo conduletes em PVC.

As tampas serão adequadas ao uso, ou seja, com furação apropriada para dar acabamento ao interruptor ou tomada que for instalado na caixa. A altura de instalação das caixas respeitará o usual, 1,20 metros como média altura, 0,30 metros como baixa e 1,80 metros como alta, tomando como referência a base da caixa. O executor deverá ter o máximo cuidado com a apresentação da instalação.

Conexões e Tampões

As emendas dos eletrodutos só serão permitidas com o emprego de conexões apropriadas, tais como luvas ou outras peças que assegurem a regularidade da superfície interna.

Durante a construção e montagem, todas as extremidades dos eletrodutos, caixas de passagem e conduletes deverão ser vedados com tampões e tampas adequadas. Estas proteções não deverão ser removidas antes da colocação da fiação.

As curvas nos tubos metálicos flexíveis não deverão causar deformações ou redução do diâmetro interno, nem produzir aberturas entre as espiras metálicas de que são constituídos. O raio de qualquer curva em tubo metálico flexível será no mínimo 12 vezes o diâmetro interno do tubo.

Não serão permitidas emendas em tubos flexíveis, formando trechos contínuos de caixa a caixa. Deverão ser utilizados conduletes nos pontos de entrada e saída dos condutores na tubulação; nas derivações e mudança de direção dos eletrodutos.

Eletrocalhas

As eletrocalhas para distribuição de rede elétrica, deverão ser perfuradas, dimensões estabelecidas em projeto, fabricadas em chapa de aço zincada onde as emendas, curvas e derivações devem ser feitas com os acessórios adequados.

A sua instalação será suspensa atraves de suportes e vergalhões.

Deve-se observar que todas as partes metálicas não destinadas à condução de energia elétrica devem ser aterradas.

4. CABEAMENTO DE BAIXA TENSÃO

Todas as conexões em cabos serão executadas com conectores do tipo compressão (sem solda). Todos os terminais para cabos deverão ser em latão ou bronze de pressão do tipo pino, ferradura ou olhal. Todos os materiais e conectores deverão ser de cobre de alta condutividade, estanhados e com espessura conforme especificações da ABNT.

Sendo os condutores puxados por métodos mecânicos, não deverão ser submetidos à tração maior que a permitida pelo fabricante do cabo.

Condutores:

- Unipolares, quando constituídos por um condutor de fios trançados, com cobertura isolante protetora;
- Multipolares, quando constituídos por dois ou mais condutores isolados, protegidos por uma camada protetora de cobertura comum.

Os condutores elétricos serão do tipo anti-chama, com bitolas definidas nos quadros de cargas com isolação 0,6/1KV para os alimentadores dos quadros de distribuição e 750V para os circuitos terminais de iluminação e tomadas.

Deverá ser obedecido o código de cores abaixo para a fiação:

a. Fase A **– Vermelha;**
b. Fase B **– Preta;**
c. Fase C **– Branca;**
d. Neutro **– Azul claro;**
e. Terra **– Verde ou Verde-amarelo.**

NOTA

Só poderão ser lançados nos eletrodutos, condutores isolados para classe 750V ou 1kV e que tenham proteção resistente à abrasão.

As emendas de condutores somente poderão ser feitas nas caixas, não sendo permitida a enfiação de condutores emendados, conforme disposição da NBR 5410. O isolamento das emendas e derivações deverá ter, no mínimo, características equivalentes às dos condutores utilizados.

Todos os condutores de um mesmo circuito deverão ser instalados no mesmo eletroduto. Emendas ou derivações de condutores só serão aprovadas em caixas de junção. Não serão permitidas, de forma alguma, emendas dentro de eletrodutos ou dutos, esteiras ou eletrocalhas.

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

5. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

ABNT NBR IEC 60439-1.

Os quadros de distribuição de luz e força obedecerão às recomendações contidas na ABNT e, na sua omissão, CEI, ANSI ou NEMA. Para ter como referência adotamos quadros da marca CEMAR.

Os equipamentos especificados deverão ser submetidos no mínimo, aos seguintes testes de fábrica,

a. **Inspeção visual;**
b. **Verificação de isolação e tensão aplicada;**
c. **Teste de continuidade de circuitos;**
d. **Teste de funcionamento;**
e. **Teste de atuação da proteção.**

O barramento deverá ser executado em cobre eletrolítico, fixado por isoladores e suportes dimensionados para resistir aos esforços eletrodinâmicos de curto circuito.

As barras serão isoladas com material anti-higroscópico, não inflamável. Todos os equipamentos metálicos não destinados à condução de corrente elétrica deverão ser ligados ao barramento de terra, equipotencializado.

Os quadros deverão abrigar no seu interior todos os equipamentos elétricos indicados nos respectivos diagramas.

Características

Os quadros deverão ser em chapa de aço, bitola mínima de 14MSG, para instalação “abrigada”, “auto suportável”.

O painel deverá ser fabricado de acordo com as normas da NEMA, SG.5.

A estrutura deve ser autoportante, acesso frontal, fabricada com perfil “U” chapa de aço bitola 12 e 14, dobrados e reforçados por cantoneiras.

Na parte inferior haverá passagem para cabos de entrada e saída, devendo ter tampa parafusada.

Nas laterais, parte superior e posterior terá tampa parafusada.

A porta frontal terá trinco e manopla de ação rápida.

Grau de Proteção

O envolvimento dos equipamentos deverá ser completo, de modo a proteger contra quaisquer acidentes externos, entrada de pó, penetração de água, insetos e roedores. Deverão ser resistentes às intempéries e a corrosão pela umidade, conforme características onde serão instalados.

Os quadros elétricos deverão possuir grau de proteção mínimo IP 21, protegido contra objetos sólidos maiores que 12mm e quedas verticais de gotas d'água conforme NBR-6146 - Invólucros de Equipamentos Elétricos - Proteção.

Identificação

Externamente deverão possuir plaqueta de plástico branco, com superfície preta, com letras gravadas em sulcos, os quais aparecem em relevo na cor branca, com a identificação numérica do quadro. Todos os quadros deverão ser identificados com a nomenclatura indicada no projeto através de plaquetas de acrílico com caracteres brancos em fundo preto, medindo no mínimo 80mmx30mm e fixadas na parte frontal da porta dos mesmos, com nome do fabricante ou marca.

Diagramas

Na parte interna deverá haver uma moldura para a inclusão do diagrama elétrico, quadro de carga e ficha de manutenção.

Os diagramas unifilares de cada quadro, após a instalação dos mesmos, deverão ser armazenadas em porta-planta confeccionado em plástico apropriado, instalado na parte interna da porta frontal.

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

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

Localização e Disponibilidade

O Quadro de Distribuição Geral será instalado conforme localização em projeto e os demais, em local abrigado e ventilado, embutidos em alvenaria. A saída dos cabos será pela parte inferior e superior do painel.

Nos quadros de distribuição, deve ser previsto espaço de reserva para ampliações futuras, com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado, conforme tabela 59.

Tabela 59 — Quadros de distribuição – Espaço de reserva

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N >30	0,15 N
NOTA A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.	

Barramentos

Os barramentos dos quadros, quando for o caso, deverão ser constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nu com 99,9% de pureza. O barramento será identificado através das cores padronizadas pela ABNT para as fases A, B, C, neutro e terra. A sobrelevação de temperatura nas barras e conexões não deverá superar a 30º C em condições normais de serviço. No dimensionamento dos barramentos será considerado o uso de barras lisas e sem pintura.

Os barramentos deverão comportar uma corrente no mínimo igual à carga instalada mais 25%. As características técnicas dos barramentos deverão atender ao ensaios de elevação de temperatura de acordo com a norma NBR-6808 - Conjuntos de Manobra e Controle em Baixa Tensão.

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

As distâncias de fixação dos barramentos entre si e as partes metálicas do quadro deverão estar compatíveis com a tensão de isolamento prevista no projeto. Os isoladores sobre os quais os barramentos estarão apoiados deverão possuir tensão de isolamento compatível com a tensão nominal de projeto, conforme NBR- 6808. A chapa de montagem em aço #16MSG deve possuir tratamento antiferruginoso e acabamento em tinta esmalte cor laranja.

6. DISJUNTORES

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

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

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

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

Deverão possuir a corrente nominal, nº de polos e capacidade de interrupção que atendam ao projeto, e também às prescrições da norma NBR-5361 – Disjuntor de baixa tensão - Especificação.

DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL - DR

NBR 5410:2004

Instalação

O **DR** deve estar instalado em série com os disjuntores de um quadro de distribuição. Em geral, ele é colocado depois do disjuntor principal e antes dos disjuntores de distribuição. Para facilitar a detecção do defeito, aconselha-se proteger cada aparelho com dispositivo diferencial. Caso isto não seja viável, deve-se separar por grupos que possuam características semelhantes.

Exemplo: circuito de tomadas, circuito de iluminação, etc.

Recomendações

- Todos os fios do circuito têm que obrigatoriamente passar pelo DR

- O fio terra (proteção) nunca poderá passar pelo interruptor diferencial
- O neutro não poderá ser aterrado após ter passado pelo interruptor
- O botão de teste para o DR de 4 pólos está entre os pólos centrais F/F (220V), mas o DR funciona normalmente se conectado F/N (127V) nestes pólos.

Características Técnicas

Normas	IEC 1008 e BS EN 61008
Números de módulos	4
Corrente Nominal (In)	25, 40, 63, 80 e 100A
Sensibilidade	30mA
Tensão Máxima	240 Vca -Bipolar / 415Vca-Tetrapolar
Frequência	60Hz
Fixação	Trilho Din 35mm
Terminais	50mm_ até 100A
Tipo	AC
Temperatura Ambiente	-25ºC a +55ºC
Montagem	qualquer posição
Peso - 4 pólos	368g
Nº de manobras - 4 pólos - Elétricas/Mecânicas	10.000 / 20.000
Torque de Aperto dos Terminais	5,0 Nm

DISPOSITIVO CONTRA SURTOS - DPS

É um dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (surtos de tensão) anulando as descargas indiretas na rede elétrica causados por descargas atmosféricas.

Os DPS devem atender a IEC 61643-1 e ser selecionados com base no mínimo nas seguintes características:

- Nível de proteção;
- Máxima tensão de operação continua;
- Suportabilidade a sobretensões temporárias;
- Corrente Nominal de descarga e/ou corrente de impulso;
- Suportabilidade a corrente de curto circuito;

Utilização do DPS

DPS 60kA: recomendado para proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificadas com indiretas (AQ3). Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede elétrica.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AQ1	Desprezíveis	≤ 25 dias por ano	—
AQ2	Indiretas	> 25 dias por ano Riscos provenientes da rede de alimentação	Instalações alimentadas por redes aéreas
AQ3	Diretas	Riscos provenientes da exposição dos componentes da instalação	Partes da instalação situadas no exterior das edificações

7. MOTORES

O cálculo de dimensionamento, demanda e proteção foram baseados na Norma da Concessionaria local (CERON - NTC 001 - Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição), e dos fabricantes que foram contratados para esta obra. Portanto cada motor terá uma situação de dimensionamento de acordo com o fabricante.

8. ATERRAMENTO

Ver Projeto de SPDA.

9. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

Todos os materiais e equipamentos deverão ser novos, de primeira utilização.

Deverão proceder de fornecedores tradicionais, constituído de materiais de primeira linha, com boa qualidade e acabamento esmerado.

Todos os materiais e equipamentos deverão receber tratamento adequado as condições atmosféricas do local, principalmente no tocante a proteção contra corrosão.

As instalações serão executadas com os materiais apresentados nos desenhos e na correspondente relação de materiais em anexo ao projeto.

Nota: Estas especificações servem como referência para execução de projeto, outros produtos similares deverão conter o selo do Inmetro e estarem de acordo com a Norma vigente.

As especificações técnicas dos materiais e componentes das Instalações Elétricas tem por objetivo fixar as características técnicas necessárias aplicadas nas Instalações Elétricas.

As especificações técnicas recomendadas neste documento deverão ser rigorosamente observadas pela Empreiteira ou Instaladora, a fim de que os objetivos do projeto, assim como a sua funcionalidade, sejam plenamente atendidos.

Reserva-se a Proprietário(a), o direito de exigir da Empreiteira ou da Instaladora testes e ensaios que venham a julgar pertinentes, com a finalidade de assegurar a absoluta qualidade dos elementos utilizados na instalação.

Somente poderão ser admitidos para instalação os produtos que estejam adequadamente amparados por normalização técnica.

Todos os produtos a serem instalados deverão ter a sua fabricação e métodos de ensaio de acordo com as normas e padrões da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, quando aplicáveis. Em casos omissos poderão ser adotados as normas do IEC - International Eletrotecnical Comission, ou de outras entidades internacionais.

OBSERVAÇÕES TÉCNICAS

1. Para efeito de locação dos pontos, as medidas deverão ser conferidas na obra.
2. Toda tubulação seca para as previsões deverá ser assentada e obrigatoriamente executada.
3. Todas as luminárias de lâmpadas de descarga deverão estar devidamente aterradas.
4. Toda instalação deverá ser executada com esmero e bom acabamento, com todos os condutores, eletrodutos ou elementos de condução e equipamentos cuidadosamente dispostos firmemente ligados as estruturas de suporte e aos respectivos acessórios, formando um conjunto, mecânica e eletricamente, satisfatório e de boa aparência.
5. Os condutores deverão ser instalados de modo que fiquem isentos de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou a do isolamento e revestimento. Nas flexões, os condutores serão curvados segundo raios sempre maiores que os admitidos para seu tipo.
6. As emendas e derivação dos condutores deverão ser executadas de modo a assegurarem resistência adequada e contato elétrico perfeito e permanentes, com uso de conectores adequados.
7. As emendas somente poderão ser executadas em caixas de passagem. O desencapamento dos condutores também só ocorrerá no interior das caixas de passagem, sendo após a execução das emendas isolados.
8. Todas as extremidades livres dos tubos serão antes da concretagem e durante a construção convenientemente alisadas, deixadas sem rebarbas e obturadas, a fim de se evitar a penetração de umidade e ou detritos.

9 A instalação dos tubos deverão ser feitas por meio de luvas, sendo completadas as ligações com as caixas através de arruela e buchas, sendo as juntas vedadas com adesivo "não secativo".

10. Deverão ser considerado para a instalação do condutor e haste de terra, as seguintes disposições:
    - O seu valor não deverá exceder, em qualquer época do ano, a 10 ohms;
    - Seu condutor deverá ser tão retilíneo e curto quando possível, sem qualquer emenda ou dispositivos de interconexão, no caminho da barra até a haste;
    - Deverão ser considerados condutores independentes de terra para tomadas ligadas aos dispositivos DR, conforme projeto.
11. O condutor neutro deverá passar pelo dispositivo DR antes da conexão a barra respectiva dos quadros.
12. Poderão ser utilizados, para facilitar o processo de enfiação, lubrificantes (silicone neutro e talco).

13 Eletrodutos rígidos deverão ser emendados quer por meio de luvas atarrachadas em ambas as extremidades e serem ligadas as quais serão introduzidas na luva até se tocarem, de modo que assegurem a continuidade mecânica da superfície interna, vedação e perfeita regularidade.

14. Eletrodutos rígidos aparentes deverão estar adequadamente afixados de modo a constituírem um sistema com firmeza para suportar o peso dos condutores e os esforços de enfiação. Deverão, no acabamento, receber pintura da cor cinza.
15. Os projetos específicos da telefonia e entrada de energia só devem ser executados após aprovação das concessionárias.
16. Todo e qualquer equipamento instalado com resistência ou elemento imerso em água ou com possibilidade de fuga corrente deverá possuir resistência blindada (por exemplo chuveiro e torneiras elétricas).
17. Antes da execução das ferragens (estrutura) da fundação ou de qualquer laje ou pilar, deverá ser consultado o projeto de proteção contra descargas atmosféricas, indicado no projeto elétrico, visto que contém exigências de conexão e integração ao projeto estrutural que dever ser, obrigatoriamente, concluída e vistoriada antes das concretagens.

ESPECIFICAÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

1. DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES

Após o cálculo da corrente de projeto de um circuito, procede-se ao dimensionamento do condutor capaz de permitir, sem excessivo aquecimento e com queda de tensão predeterminada, a passagem da corrente elétrica. Além disso, os condutores devem ser compatíveis com a capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

A seção dos condutores (NBR 5410 item 6.2.6.1.2) deve ser determinada de forma a que sejam atendidos, no mínimo, todos os seguintes critérios:

a. ***Capacidade de condução de corrente dos condutores:*** deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas, afetada dos fatores de correção aplicáveis (ver 6.2.5);
b. ***Proteção contra sobrecargas***: conforme 5.3.4 e 6.3.4.2;
c. ***Proteção contra curtos-circuitos e solicitações térmicas***: conforme 5.3.5 e 6.3.4.3;
d. ***Proteção contra choques elétricos:*** por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e IT, quando pertinente (5.1.2.2.4);
e. ***Limites de queda de tensão,*** conforme 6.2.7; e as seções mínimas indicadas em 6.2.6.1.1.

Para que se considere um circuito completa e corretamente dimensionado, é necessário realizar os seis cálculos anteriores, cada um resultando em uma seção transversal, e considerar como seção escolhida aquela que for a maior entre todas as obtidas.

Especial atenção deve ser dispensada ao caso de circuitos em que haja harmônicas. Esse assunto é abordado em 6.2.6.2 da NBR 5410: 2004.

Uma vez determinada a seção do condutor, escolhe-se em tabela de capacidade de condutores, padronizados e comercializados, o fio ou cabo cuja seção, por excesso, mais se aproxime da seção calculada.

Em circuitos de distribuição de apartamentos, em geral, é suficiente a escolha do condutor com base no critério de não haver aquecimento indesejável.

Em circuitos de iluminação de grandes áreas industriais, comerciais, de escritórios e nos alimentadores nos quadros terminais, calcula-se a seção dos condutores segundo os critérios do aquecimento e da queda de tensão.

Nos alimentadores principais e secundários de elevada carga ou de alta tensão, deve-se proceder à verificação da seção mínima para atender à sobrecarga e à corrente de curto-circuito.

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores[1)]

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força[2)]	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu[3)]
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu[4)]
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

[1)] Seções mínimas ditadas por razões mecânicas
[2)] Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
[3)] Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².
[4)] Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Critério do aquecimento

Fatores a serem considerados:

- TIPO DE ISOLAÇÃO E DE COBERTURA
- NÚMERO DE CONDUTORES CARREGADOS
- MANEIRA DE INSTALAR DOS CABOS
- PROXIMIDADE DE OUTROS CONDUTORES E CABOS
- TEMPERATURA AMBIENTE OU DO SOLO

Condutores elétricos: dimensionamento e instalação

Fatores a serem considerados:

- TIPO DE ISOLAÇÃO E DE COBERTURA: EM PRIMEIRO LUGAR, DEVE-SE ESCOLHER O TIPO DE ISOLAÇÃO, DE ACORDO COM AS TEMPERATURAS DE REGIME CONSTANTE DE OPERAÇÕES E DE SOBRECARGA.
- EM INSTALAÇÕES PREDIAIS CONVENCIONAIS, USAM-SE, EM GERAL, OS FIOS E CABOS COM ISOLAÇÃO DE PVC.

Tabela 35 — Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Número de condutores carregados

Tabela 46 — Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito

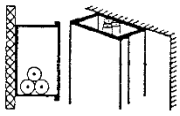
Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4 [1)]
[1)] Ver 6.2.5.6.1.	

O número de condutores carregados (NBR 6.2.5.6.1) a ser considerado é aquele indicado na tab. 46, de acordo com o esquema de condutores vivos do circuito. Em particular, no caso de circuito trifásico com neutro, quando a circulação de corrente no neutro não for acompanhada de redução correspondente na carga dos condutores de fase, o neutro deve ser computado como condutor carregado. É o que acontece quando a corrente nos condutores de fase contém componentes harmônicas de ordem três e múltiplos numa taxa superior a 15%.

Nessas condições, o circuito trifásico com neutro deve ser considerado como constituído de quatro condutores carregados, e a determinação da capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser afetada do "fator de correção devido ao carregamento do neutro". Tal fator, que em caráter geral é de 0,86, independentemente do método de instalação, é aplicável, então, às capacidades de condução de corrente válidas para três condutores carregados.

Método de Instalação dos Condutores

Foram escolhidas, tabela 33 - Linhas elétricas, as seguintes maneiras:

MÉTODO DE INSTALAÇÃO	ESQUEMA ILUSTRATIVO	DESCRIÇÃO	MÉTODO DE REFERENCIA
7		CONDUTORES ISOLADOS OU CABOS UNIPOLARES EM ELETRODUTO SEÇÃO CIRCULAR EMBUTIDO EM ALVENARIA.	B1
31 32	 31 32	CONDUTORES ISOLADOS OU CABOS UNIPOLARES EM ELETROCALHA SOBRE PAREDE EM PERCURSO HORIZONTAL OU VERTICAL	B1

Bitola do condutor supondo temperatura ambiente de 30 ºC.

Correções a serem introduzidas no dimensionamento dos condutores:

I. EFEITO DA TEMPERATURA (TAB. 40) => K1
II. AGRUPAMENTO DE CONDUTORES (TAB. 42, 43, 44 E 45) => K2
III. AGRUPAMENTO DE ELETRODUTOS (TAB. 4.13 E 4.14) => K3

IP' = IP / (K1 X K2 X K3)

- EFEITO DA TEMPERATURA (TAB. 40) => K1
- AGRUPAMENTO DE CONDUTORES (TAB. 42, 43, 44, 45, 4.10 E 4.11) => K2

Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Quando os condutores de um grupo não preencherem essa condição, os fatores de agrupamento aplicáveis devem ser obtidos por:

- CÁLCULO CASO A CASO, UTILIZANDO, POR EXEMPLO, A ABNT NBR 11301; OU
- CASO NÃO SEJA VIÁVEL UM CÁLCULO MAIS ESPECÍFICO, ADOÇÃO DO FATOR *F* DA EXPRESSÃO:

  $F = 1/N^{1/2}$, EM QUE *N* É O NÚMERO DE CIRCUITOS OU DE CABOS MULTIPOLARES.

Agrupamento de eletrodutos (tab. 4.13 e 4.14) => k3

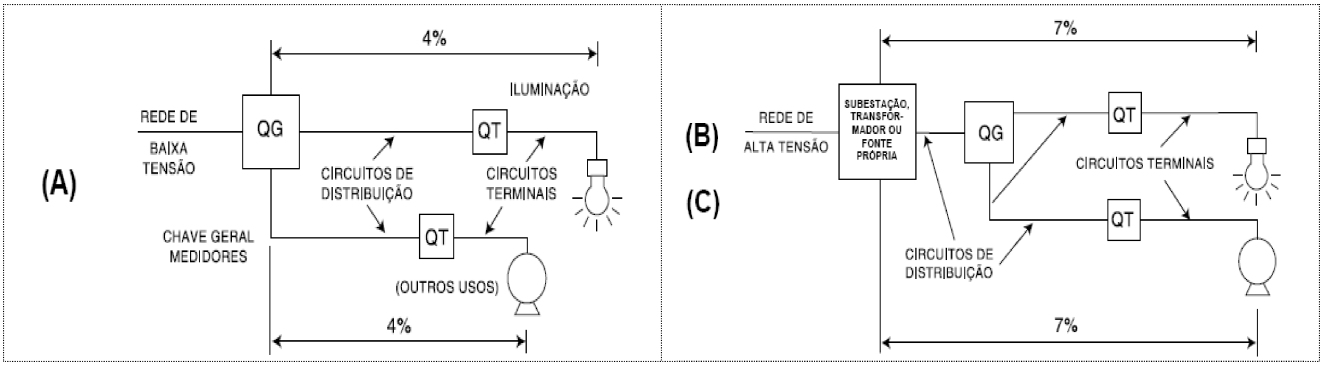
Tabela 4.14 Fatores k_3 de correção em função do número de eletrodutos enterrados ou embutidos

Número de eletrodutos dispostos verticalmente \ Número de eletrodutos dispostos horizontalmente	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,87	0,77	0,72	0,68	0,65
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32

Limites da Queda de Tensão:

TABELA 24 – (NBR 5410)

Instalações		Iluminação	Outros usos
A	Alimentadas diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir de uma rede de distribuição pública de baixa tensão.	4%	4%
B	Alimentadas diretamente por subestações de transformação ou transformador, a partir de uma instalação de alta tensão.	7%	7%
C	Instalações que possuam fonte própria.	7%	7%



Roteiro de Dimensionamento

a. Pelo Critério da Capacidade de Corrente:

- Tipo de Isolação: **PVC.**
- Método da Instalação: **7 – B1 (Tabela 33).**

Ip = S / V	***S = P / Cos φ,***

em que:

- **Ip –** Corrente de Projeto, em amperes (A);
- **S –** Potência Aparente, em volt-ampere (VA);
- **Vn –** Tensão Elétrica, e volt (V); Vn = 127 V e Vf 220V
- **P** - Potencia Ativa, em watt (W);
- **Cos** φ = FP - Fator de Potência do Equipamento.

Ex. **S = P / FP --> S =5400 / 1 --> S = 5400 VA**

Cálculo da Corrente de Projeto

Ip = S / V --> Ip = 5400 / 220 --> Ip **=24,5A**

- Número de Condutores Carregados: **2**
- Escolha do Condutor: Consultar a tabela do fabricante (Ref. Pirelli – Pirastic – Isolação 750 V ou 0,6 / 1kV ou NBR5410:2004)

Para o exemplo acima, consultando a tabela do fabricante encontramos 32 A – Seção dos condutores fase e proteção 4.00mm²

Corrente Corrigida: Iz = Ic x FCA x FCT

Ic – Capacidade de condução de corrente dos condutores, conforme tabela do fabricante, em (A) amperes;

Iz – Capacidade de condução de corrente dos condutores vivos do circuito nas condições previstas para sua instalação, submetidas aos fatores de correção eventuais em amperes (A).

FCA – Fator de Correção de Agrupamento dos circuitos;

FCT - Fator de Correção de Temperatura ambiente ou solo.

Iz = Ic x FCA x FCT --> Iz = 32 x 1 x 1 --> Iz = 32A

Escolha do condutor: consultando a tabela do fabricante, obtemos o valor:
32 A – Seção dos condutores fase e proteção 4.00mm²

b. Pelo Critério da Queda de Tensão:

- Material do eletroduto: PVC
- Tipo de Circuito: monofásico (F-F)
- Fator de Potência: FP = **Cos** φ - Conforme Tabela do Fabricante - Circuito Monofásico – neste caso FP =0,95).
- Comprimento do trecho: 15 m
- Queda de Tensão Unitária:

Vunit. = e (%) = x V / Ip x l:

Vunit - Queda de tensão unitária, volt por ampere x quilometro (V/A.km)

e (%) – Queda de Tensão no trecho ;

L – Comprimento do Trecho, em quilômetros (km)

Ip - Corrente de Projeto em amperes (A);

Formula para achar a queda em %: **e (%) = $V_{unit.} * Ip * l / V$**

Solução:

$V_{unit.}$ = e (%) = x V / Ip x l --> $V_{unit.}$ = 0,04 x 200 / 24,5 x 0,015 --> $V_{unit.}$ = 23,9V/A.km

A escolha do condutor: consultando a tabela do fabricante, obtemos o valor **16,9 V/A.km** (Valor imediatamente inferior ao calculado – 23,9 V/A.km), que corresponde a:

- Seção dos condutores fase e proteção 2,5mm²
- Seção dos condutores adotados 4mm²

Nota: Vimos com este exemplo que para os critérios de dimensionamento obtemos os valores da seções dos condutores diferentes (4 mm2 e 2,5 mm2). Quando os resultados forem diferentes, adota-se o condutor de maior seção. Porém a seção final dos condutores depende do dimensionamento da proteção, bem como o dimensionamento dos eletrodutos.

2. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS:

NBR 15465

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões deve permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto, a área máxima a ser utilizada pelo condutores, aí incluído, deve ser de:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores;

Área útil do Eletroduto:

$$A_{ele} = \pi Di^2/4$$

Considerando que $\sum A_{cond}$ = Soma das áreas dos condutores a serem instalados então, o diâmetro interno do eletroduto pode ser denominado pela equação:

$$Di = \sqrt{\frac{4x \sum Acond}{f \times \pi}}$$

Sendo:
f=0,53 no caso de um condutor;
f=0,31 no caso de dois condutores;
f=0,40 no caso de três condutores;

tabela D - dimensionamento de eletrodutos de PVC rígido

seção nominal (mm^2)	número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	
150	50	60	75	75	85	85			
185	50	75	75	85	85				
240	60	75	85						

tabela E - equivalência de padrões de medidas (eletroduto de PVC)

tamanho nominal									
(mm)	16	20	25	32	40	50	60	75	85
(pol)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3

3. DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Proteção contra SOBRECARGAS

A NBR5410, item 5.3.4, diz que devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de sobrecarga nos condutores dos circuitos antes que ela possa provocar um aquecimento prejudicial à isolação, aos terminais ou às vizinhanças das linhas.

E, para que ocorra uma perfeita coordenação entre o dispositivo de proteção e os condutores, deve satisfazer as duas seguintes condições:

$Ip <= In <= Iz (Ic)$	$I_2 <= 1,45*Iz(Ic)$

Sendo:

- **Ip –** Corrente de projeto do circuito, em amperes (A). A Norma NBR:5410 trata como Ib;
- **In** - Corrente Nominal do **dispositivo de proteção** nas condições previstas para sua instalação, (equivalente a Ind – corrente do disjuntor, Inf – corrente do fusível), em amperes(A);
- **Iz** - Capacidade de condução de corrente dos condutores vivos do circuito nas condições previstas para a sua instalação, submetidos aos fatores de correção eventuais das Tabelas do Fabricante, em amperes(A);
- **Ic** - Capacidade de condução de corrente dos condutores, conforme Tabela do fabricante, em amperes(A);
- **I_2** – Corrente que assegura efetivamente a atuação dos dispositivo de proteção; na prática, a corrente **I_2** é considerada a corrente convencional de atuação para disjuntores.

Proteção contra SOBRECORRENTE

Curvas de Disparo

Disjuntores tipo B: 3 a 5 x In
Disjuntores tipo C: 5 a 10 x In
Disjuntores tipo D: 10 a 50 x In

Para que se possa assegurar uma proteção efetiva contra o curto-circuito é necessário garantir, que a energia que o disjuntor deixa passa é inferior à energia que o cabo pode suportar sem deteriorar a sua isolação. Isto deve ser verificado conforme o item 6.3.4.3 da NBR 5410 pela comparação da curva I^2t do disjuntor com a curva I^2t do cabo. Esta comparação deve ser feita para todos os valores de corrente inferior à corrente de curto circuito presumido, que é a maior corrente que poderá existir no circuito em qualquer condição de operação.

$$I^2 t <= K^2 S^2 \text{ (p/ } t<=5s)$$

$I^2 t$ - é a integral de Joule que o dispositivo de proteção deixa passar, em ampères quadrados-segundo;

$k^2 S^2$ - é a integral de Joule para aquecimento do condutor desde a temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura de curto-circuito, admitindo aquecimento adiabático, sendo:

115 *Para condutores de cobre com isolação de PVC;*

135 *Para condutores de cobre com isolação de EPR ou XLPE;*

74 *Para condutores de alumínio com isolação de PVC;*

87 *Para condutores de alumínio com isolação de EPR ou XLPE;*

115 *Para as emendas soldadas a estanho nos condutores de cobre correspondendo a uma temperatura de 160°C;*

S *É a seção do condutor em milímetros quadrados.*

Roteiro de Dimensionamento

Para o dimensionamento dos disjuntor proteção do quadro terminal, vamos retomar o exemplo dado no dimensionamento do condutor, lembrando que os disjuntores devem ser dimensionados em função da capacidade máxima admissível pelos condutores.

Escolha do Disjuntor

Para a escolha do disjuntor deve-se levar em consideração dois fatores:

- Se o quadro de distribuição (QD) é ventilado e a corrente que circula pelos disjuntores não interfere na temperatura interna do quadro;
- Se o quadro de distribuição (QD) é totalmente vedado e a circulação de corrente interfere na temperatura interna do quadro e dos disjuntores.

a. Disjuntor para quadro ventilado:

- **Ip** - Corrente de Projeto;
- **Ic** (Iz) - De acordo com o Fabricante;
- **FCA** - Fator de Correção de Agrupamento;
- **FCT** - Fator de Correção de Temperatura - 30º. FCT =1;
- **In** - Capacidade do Disjuntor;

Ip <= In <= Iz --> 24,5A <= In <= 32A --> 24,5A <= **24,5A** <= 32A --> 24,5A <=**25A** <= 32A

Nota: *Valor do Disjuntor comercial = ou imediatamente superior. – Para este caso o disjuntor* ***BIPOLAR de 25A*** *que satisfaz a inequação anterior.*

b. Disjuntor para quadro não ventilado FCT = 40º logo FCT = 0,87 :

Idisj. = Ip / FCT --> **Idisj.** = 24,5 / 0,87 = **28,16A**

Ip <= In <= Iz --> 24,5A <= In <= 32A --> 24,5A <= 28,16A <= 32A --> 24,5A <=30A <= 32A

Para este caso o disjuntor ***BIPOLAR de 30A*** *que satisfaz a inequação anterior.*

Islândio Dantas Chaves

ISLÂNDIO DANTAS CHAVES
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA: 18.842 - D/RO
ART: 2320238500209164