



MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA ÂMBAR ENERGIA

Versão 00

Aprovada por meio da RES nº. 082/2012, de 29/05/2012

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO ÁREAS URBANAS**SUMÁRIO**

1. OBJETIVO	01
2. ABRANGÊNCIA	02
3. CONCEITOS	03
4. ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS	07
4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS PRELIMINARES	07
4.2 LEVANTAMENTO DA CARGA E DETERMINAÇÃO DE DEMANDAS	08
4.3 LOCAÇÃO DOS POSTES	08
4.4 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	09
4.5 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO	09
4.6 RELAÇÃO DE MATERIAL E ORÇAMENTO	09
4.7 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	09
5. TIPOS DE PROJETOS	09
5.1 EXPANSÃO	09
5.2 REFORMA	09
5.3 REFORÇO	10
6. TIPOS DE REDES E CRITÉRIOS DE APLICAÇÃO	10
6.1 TIPOS DE REDES	10
6.2 CRITÉRIOS DE APLICAÇÃO	12
7. LOCAÇÃO DE POSTES	13
7.1 LOCAÇÃO DOS POSTES	13
7.2 DISPOSIÇÃO	15
7.3 VÃO	16
7.4 OUTROS CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE A LOCAÇÃO	16
7.5 MARCAÇÃO	16
8. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	17
8.1 REDE DE BAIXA TENSÃO	17
8.2 REDE DE MÉDIA TENSÃO	21
8.3 ATERRAMENTO	29
9. DIMENSIONAMENTO MECÂNICO	29
9.1 POSTEAÇÃO	29
9.2 ESTRUTURAS	32
9.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
10. LEVANTAMENTO DA CARGA E DETERMINAÇÃO DE DEMANDAS	33
10.1 LIGAÇÃO DE NOVOS CONSUMIDORES À REDE EXISTENTE	33
10.2 REDES NOVAS	33

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO ÁREAS URBANAS

10.3 PREVISÃO DE CRESCIMENTO DE CARGA	35
11 RELAÇÃO DE MATERIAIS E ORÇAMENTO	36
11.1 CUSTOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	36
11.2 MÃO-DE-OBRA	37
11.3 PROJETO E ORÇAMENTO EM ESTRUTURA COM USO MÚTUO	38
11.4 PROJETOS E ORÇAMENTOS EM ESTRUTURAS COM USO MÚTUO	43
12 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	43
12.1 DESENHO DO PROJETO	43
12.2 RELAÇÃO DE MATERIAIS E ORÇAMENTO	45
12.3 DESENHOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	45
13 TABELAS	48
TABELA 1	48
Faixas de Tensão Admissíveis em Redes de Distribuição	48
TABELA 2	51
Sistema Trifásico – 220/127V – Valores em % para kVAx100m	51
Coefficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Baixa Tensão	51
TABELA 3 Sistema Trifásico – 380/220V – Valores em % para kVAx100m	51
Coefficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Baixa Tensão	51
TABELA 4	51
Características dos Cabos Multiplex de Baixa Tensão	51
TABELA 5	52
Escolha do Condutor Mínimo para Tronco de Rede de Baixa Tensão	52
TABELA 6	53
Sistema Trifásico –13,8kV – Valores em % para MVA x km	53
Coefficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Média Tensão	53
TABELA 7	53
Características Físicas e Elétricas dos Cabos de Rede Isolada	53
Tabela 8	53
Características Físicas e Elétricas dos Cabos de Rede Protegida	53
TABELA 9	54
Dimensionamento dos Elos Fusíveis para Derivação de	54
TABELA 10	54
Escolha de Elos Fusíveis para Transformador	54
TABELA 11	55
Postes Padronizados	55
TABELA 12	56
Trações De Projeto da Rede de Média Tensão – Cabo Protegido 12A	56
Trações de Projeto da Rede de Baixa Tensão Isolada– Cabo Quadruplex 12B	57
Trações de Projeto da Rede Média Tensão Isolada 12 C	58

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO ÁREAS URBANAS

Tabela 13 - Tração e Flecha dos Cabos Telefônicos	59
Tabela 14 - Equivalência de Esforços a 20 cm do Topo do Poste	60
– Fator de Multiplicação	60
Tabela 15 - Carga de Utilização do Poste DT	61
Tabela 16 - Critérios para Sustentação de Esforços em Função da Resultante	62
Tabela 17A - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais	63
– Rede Isolada de Baixa Tensão	
Tabela 17B - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais	64
– Rede Aérea Isolada 15 kV	
Tabela 17C - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais	65
– Rede Protegida 15 kV	
Tabela 18 A - Escolha de Estruturas de Rede Protegida	66
Tabela 18 B - Escolha de Estruturas de Rede Isolada de Média Tensão	67
Tabela 18 C - Escolha de Estruturas de Rede Isolada de Baixa Tensão	67
Tabela 19 - Demanda Diversificada Residencial (kVA)	68
FIGURA 8 – Fórmula para Cálculo de Engastamento com Profundidade Aumentada	69
FIGURA 9 – Simbologia	70
FIGURA 10 – Arborização Urbana	73
FIGURA 11 – Disposição de Posteação	74
TABELA DE REMUNERAÇÃO	76

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

1. OBJETIVO

Estabelecer procedimentos e critérios para projetos de redes de distribuição aéreas urbanas, de modo a garantir as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias a um adequado fornecimento de energia elétrica.

Neste Manual são apresentados os critérios básicos para dimensionamento, proteção, de redes de média e baixa tensão, instalação e dimensionamento de postes, condutores, equipamentos e estruturas, além da metodologia de elaboração de projeto e sua apresentação.

2. APLICAÇÃO

Aplicam-se a todas as áreas que executam serviços e desenvolvem projetos de redes de distribuição aéreas situadas dentro do perímetro urbano de cidades, atendidos pela Âmbor Energia, no que se refere às redes protegidas e isoladas, incluindo projetos de expansão, reforma e reforço.

Os projetos de redes de distribuição em áreas de salinidade deverão seguir padrões específicos definidos em documento próprio.

Com a emissão deste documento, a Âmbor Energia procura atualizar suas normas técnicas, conforme o que existe de mais avançado no Setor Elétrico e padroniza os critérios de projetos nas suas empresas Distribuição de Energia Elétrica: ÂMBAR ENERGIA E BOA VISTA ENERGIA.

Para tanto, foram considerados os procedimentos definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia - ABRADDEE, da ANEEL.

Para definição do tipo de rede a ser utilizados em aglomerados e povoados, deverá ser realizada análise técnica criteriosa das áreas de expansão da Âmbor Energia.

3. CONCEITOS

3.1 Sistema Elétrico de Distribuição: processo de transferência de energia elétrica para os consumidores, abrangendo estruturas, equipamentos e condutores, a partir dos pontos onde termina a transmissão (ou sub-transmissão), até a medição de energia, inclusive.

3.2 Linhas de Distribuição Primárias (AT): componente do sistema elétrico de distribuição que transmite energia em grosso interligando subestações de distribuição, transmissão, unidades de geração e acessantes.

3.3 Redes de Distribuição de Média Tensão (MT): componente do sistema elétrico de distribuição que deriva da subestação de distribuição e se destina ao suprimento das redes de baixa tensão e dos consumidores atendidos em média tensão.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- 3.4 Redes de Distribuição de Baixa Tensão (BT):** Componente do sistema elétrico de distribuição que deriva dos transformadores ligados às redes de média tensão e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em baixa tensão e da iluminação pública.
- 3.5 Subestação de Distribuição:** Estação abaixadora atendida por linhas de transmissão ou distribuição de AT, destinada ao suprimento do sistema de distribuição em Média tensão.
- 3.6 Alimentador de Média Tensão:** parte de uma rede de distribuição de média tensão que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, os primários dos transformadores de distribuição do concessionário e/ou consumidores. Constitui-se de tronco e ramais.
- 3.7 Tronco de Alimentador de Média Tensão:** parte principal de um alimentador de média tensão, que deriva diretamente da subestação até o primeiro equipamento de proteção, se caracteriza por maior seção de condutores, atende a maior parcela ou ao total da carga do alimentador, além de interligações com troncos de alimentadores vizinhos, conforme a configuração da rede.
- 3.8 Ramal de Alimentador de Média Tensão:** parte de um alimentador de média tensão que deriva do tronco e, na maioria das vezes, caracteriza-se por condutores de seções inferiores. Atende a parcelas de carga, conforme a sua distribuição em relação ao tronco. É equipado com dispositivos para proteção contra sobrecorrentes.
- 3.9 Derivação de Distribuição de Média Tensão:** ligação feita em qualquer ponto de uma rede de distribuição para ramal de alimentador, transformador ou ponto de entrega.
- 3.10 Alimentador Expresso de Média Tensão:** Alimentador de distribuição sem derivações ao longo de seu percurso.
- 3.11 Alimentador Exclusivo de Média Tensão:** Alimentador expresso que atende somente a um ponto de entrega.
- 3.12 Circuito Secundário – Baixa Tensão:** circuito alimentado por um transformador de distribuição, de onde derivam os ramais de ligação para os consumidores de BT e para o suprimento da iluminação pública. Constitui-se de tronco e ramais.
- 3.13 Tronco de Circuito de Baixa Tensão:** parte principal de um circuito secundário, que deriva diretamente do barramento do transformador e se caracteriza, na maioria das vezes, por maior seção de condutores. Atende à maior parcela da carga do circuito.
- 3.14 Ramal de Circuito de Baixa Tensão:** parte de um circuito de Baixa tensão, que deriva do tronco e se caracteriza, normalmente, por condutores de seção inferior, atendimento a parcelas de carga, conforme a sua distribuição em relação ao tronco e fechamentos em anel, conforme a configuração da rede.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- 3.15 Cruzamento Aéreo:** Passagem de uma rede sobre a outra ao longo do vão, podendo ser com ou sem conexão. No caso de haver conexão, as redes devem ser da mesma modalidade (tipo).
- 3.16 Pontos Forçados:** são pontos obrigatórios em um projeto e devem ser os primeiros a serem definidos (como por exemplo: esquinas e futuras derivações).
- 3.17 Ponto de Alimentação ou de Entrega:** ponto no qual um sistema elétrico recebe energia.
- 3.18 Carga Instalada:** soma da potência nominal das cargas instaladas em um sistema.
- 3.19 Demanda:** média das potências elétricas instantâneas solicitadas ao sistema elétrico por consumidor, durante um intervalo de tempo especificado.
- 3.20 Demanda Máxima:** maior das demandas verificadas em um determinado período de tempo.
- 3.21 Demanda Média:** relação entre a energia consumida em um determinado período de tempo e o número de horas do período.
- 3.22 Demanda Diversificada:** demanda resultante da carga de um grupo de unidades consumidoras ligadas em um circuito. É definida com base na probabilidade de utilização simultânea das cargas, ou seja, à demanda máxima do conjunto registrada em um intervalo de tempo "t", corresponde à razão obtida entre a demanda do conjunto e o número de cargas deste conjunto, em um intervalo de tempo especificado.
- 3.23 Fator de Carga (Fc):** razão entre a demanda média (Dméd) e a demanda máxima (Dmáx) da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Pode ser expresso também como sendo a relação entre a energia consumida em um intervalo de tempo (Econs) e a energia que poderia ser consumida caso a carga solicitasse uma potência constante igual à demanda máxima, durante todo o tempo (Emáx). O Fc caracteriza como está sendo distribuída a potência requerida pela unidade consumidora ao longo de um tempo pré-definido.

$$F_c = \frac{D_{méd}}{D_{máx}} = \frac{E_{cons}}{E_{máx}}$$

- 3.24 Fator de Potência (Fp):** o fator de potência corresponde à razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativas e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

$$F_p = \frac{kW}{\sqrt{kW^2 + kVAr^2}}$$

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

O fator de potência de referência terá como limite mínimo permitido para as instalações elétricas das unidades consumidoras, o valor de 0,92, de acordo com a ANEEL - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, módulo 8, capítulo 4.

- 3.25 Fator de Demanda (Fd):** relação entre a demanda máxima ($D_{m\acute{a}x}$) no intervalo de tempo considerado e a potência total da carga instalada no sistema (P_{total}). Este fator fornece o percentual da potência instalada que está sendo alimentada. Quanto mais próximo da unidade, melhor o fator de demanda.

$$Fd = \frac{D_{m\acute{a}x}}{P_{total}}$$

- 3.26 Fator de Diversidade (Fdiv):** razão entre a soma de todas as demandas máximas individuais ($D_{m\acute{a}x\ ind}$) e a demanda máxima do conjunto de cargas considerado ($D_{m\acute{a}x\ total}$). Assim, quanto maior o fator de diversidade, melhor para o sistema.

$$Fdiv = \frac{\sum D_{m\acute{a}x\ ind}}{D_{m\acute{a}x\ total}}$$

- 3.27 Iluminação Pública:** parte da rede de distribuição destinada à iluminação de avenidas, ruas, praças, etc., incluindo postes, condutores, comandos, braços, luminárias, lâmpadas, etc.
- 3.28 Vão Regulador:** representa o vão equivalente de uma sequência de vãos contínuos.
- 3.29 Projeto de Expansão:** Projeto para atendimento a novos consumidores e que envolve extensão ou modificação.
- 3.30 Projeto de Reforma:** Projeto que recupera as condições de qualidade de atendimento sem incremento na capacidade original de suprimento de energia.
- 3.31 Projeto de Reforço:** Projeto que assegura as condições de qualidade de atendimento com incremento na capacidade original de suprimento de energia.

4. ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS

O roteiro para a elaboração de um projeto é apresentado em seguida, podendo ser utilizado o Módulo Projeto Computacional que estiver disponível.

4.1 Obtenção dos Dados Preliminares:

- 4.1.1** Consiste na obtenção dos dados necessários à elaboração do projeto tais como:

- a) Objetivo do projeto a ser elaborado

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Consiste em determinar o tipo de projeto a ser elaborado e sua finalidade, se ele é para expansão, reforma ou reforço.
 - Devem ser determinadas as principais necessidades do projeto, ou seja, se ele é relativo à correção dos níveis de tensão, melhoria de confiabilidade, melhoria da iluminação pública, atendimento a uma nova área e etc.
 - Nesta etapa, deve ser verificado o estado atual da rede.
- b) Obtenção da planta da área, com arruamento e etc.
- Devem ser verificadas no sistema as características do circuito, arruamento, edificações (edifícios públicos, igrejas, estádios, etc.), áreas ambientais, etc., da área a ser atendida.
 - Se necessário, deve ser realizado um levantamento de campo complementar.
 - No caso de atendimento a novas áreas, por exemplo, um novo loteamento, deve ser obtido uma planta georeferenciada, em escala adequada, junto ao responsável pelo empreendimento, para lançamento dos dados no Sistema de Gestão Técnica da Distribuição - SGTD.
- c) Estudo básico da área
- Para novas áreas, deve ser feito um estudo básico considerando as condições do local, o grau e tipo de urbanização, tipo de arborização, dimensões dos lotes e características da área a ser atendida.
 - Para isso, deve ser verificada no SGTD a existência de uma área de características semelhantes àquela que está sendo projetada, de forma a otimizar o investimento a ser realizado.
 - O projeto deve abranger uma expansão futura do atendimento identificado pelo planejamento, de forma compatível com as características de urbanização da região.
 - A realização de projeto para atendimento a ligações novas deve ser precedida de uma análise de viabilidade técnica pela área de planejamento regional para verificação das condições técnicas da rede, caso a carga seja superior ao limite previamente estabelecido pelo planejamento.
- d) Planos e projetos previamente existentes para a área
- Devem ser levantados prováveis projetos anteriormente elaborados para a área abrangida, ainda não construídos ou em construção, e que possam ser considerados no projeto em elaboração.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

4.2 Levantamento da Carga e Determinação de Demandas:

4.2.1 Consiste no levantamento da carga a ser atendida e na determinação da demanda total. A determinação da demanda deve ser feita utilizando os critérios estabelecidos no Capítulo 10 – Levantamento de Carga e Determinação de Demandas, deste documento.

4.3 Locação dos Postes

4.3.1 Consiste na locação física dos postes, observando-se os requisitos de espaçamento, de segurança, de iluminação pública desejável, etc.

4.3.2 Devem ser observados os requisitos do Capítulo 7 – Locação de Postes, deste documento.

4.4 Dimensionamento Elétrico

4.4.1 Refere-se à definição da configuração do circuito, carregamento e seção transversal dos condutores da rede de MT e de BT, localização e dimensionamento de transformadores e proteção contra sobretensão.

4.4.2 Devem ser observados os requisitos do Capítulo 8 – Dimensionamento Elétrico, deste documento.

4.5 Dimensionamento Mecânico

4.5.1 Refere-se ao dimensionamento de postes e tipos de estruturas.

4.5.2 Devem ser observados os requisitos do Capítulo 9 – Dimensionamento Mecânico, deste documento.

4.6 Relação de Material e Orçamento

4.6.1 Consiste em relacionar os materiais necessários à construção da rede e elaboração do orçamento correspondente;

4.6.2 Devem ser observados os requisitos do Capítulo 11 – Relação de Materiais e Orçamento, deste documento bem como o Sistema de Gerenciamento de Obras – SGO.

4.7 Apresentação do Projeto

4.7.1 Consistem do conjunto de desenhos, memorial descritivo, cálculos, formulários, etc., que compõem o projeto e informações necessárias para atendimento às exigências legais em vigor, incluindo critérios e procedimentos para elaboração de projetos de travessias e sinalização de redes, conforme normas específicas.

4.7.2 Devem ser observados os requisitos do Capítulo 12 – Apresentação do Projeto, deste documento.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

5. TIPOS DE PROJETOS

Os projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas devem ser dos seguintes tipos:

5.1 Expansão

São projetos para atendimento a novos consumidores urbanos em obras de:

- a) Extensão de redes: envolve o prolongamento da rede existente;
- b) Modificação: não envolve extensão, mas exige mudanças na rede;
- c) Novos alimentadores.

5.2 Reforma

São considerados projetos de reforma os que envolvem obras relacionadas a:

- a) Aspectos de segurança (ex.: afastamento de redes);
- b) Melhoria dos indicadores de desempenho DEC/FEC:
 - Flexibilidade operativa (ex.: interligação de alimentadores e *by-pass* de localidades);
 - Redução de interrupções (ex.: substituição de rede nua para protegida em local com algum tipo de interferência na rede como, por exemplo, arborização);
- c) Substituição de condutores (ex.: substituição de cabo de cobre);
- d) Recuperação física da rede (ex.: substituição de cabo recozido).

5.3 Reforço

São considerados de reforço os projetos ligados a obras de:

- a) Alterações vinculadas à alta tensão ou subestações (ex.: aumento do número de alimentadores);
- b) Regularização de níveis de tensão ou do carregamento (ex.: aumento de seção dos condutores, etc.);
- c) Regularização do desequilíbrio (ex.: conversão de rede monofásica em trifásica);
- d) Troca de transformador de distribuição em sobrecarga, por outro de maior capacidade;
- e) Atendimento a mercado, em casos de instalação ou aumento de carga solicitada pelos clientes e que, por consequência, provoquem o aumento de seção de condutores ou conversão de monofásico para trifásico na média tensão existente.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**6. TIPOS DE REDES E CRITÉRIOS DE APLICAÇÃO****6.1 Tipos de Redes**

São os seguintes os tipos de redes em uso na Âmbar Energia:

6.1.1 Redes de Média Tensão

a) Redes de Distribuição Protegidas:

- Esta modalidade de rede utiliza um cabo mensageiro de aço para sustentação dos espaçadores poliméricos, instalados em intervalos regulares de 7 a 12m.
- Por sua vez, estes espaçadores têm a função de elemento de apoio para os condutores, dispendo-os em um arranjo losangular compacto de modo que todo o esforço mecânico fique aplicado ao mensageiro, deixando os condutores ligeiramente tracionados.
- Devido a essa compactação da rede, é possível a construção de estruturas com circuitos duplos, triplos ou quádruplos, desde que obedeçam aos critérios previstos no documento de Rede de Distribuição Aérea Protegida – MN 002.

Os principais componentes da Rede de Distribuição Protegida são:

- **Condutores:** cabos de alumínio cobertos com uma camada de polietileno reticulado (XLPE), visando a redução da corrente de fuga em caso de contato acidental com objetos aterrados e a redução do espaçamento entre condutores. Cabe destacar que estes cabos, por serem apenas "encapados", não podem ser classificados como "isolados eletricamente";
- **Mensageiro:** cabo de aço, diâmetro 9,5 mm (3/8"), de alta resistência (AR ou HS);
- **Espaçadores:** peças injetadas de polietileno de alta densidade (HDPE), dotadas de garras para segurar os condutores e mensageiro;
- **Isoladores de pino e de ancoragem:** peças confeccionadas em material polimérico, destinadas a promover o isolamento elétrico dos condutores da rede, em conjunto com os espaçadores;
- **Braços suportes:** ferragens destinadas à sustentação da rede.

b) Redes de Distribuição Isoladas de Média Tensão:

Esta modalidade de rede utiliza três condutores: isolados, blindados, e multiplexados em torno de um cabo mensageiro de sustentação.

Devido ao pleno isolamento da rede, todas as conexões são efetuadas por acessórios especiais acopláveis entre si, assegurando um sistema "totalmente isolado".

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Os principais materiais utilizados nas redes isoladas de média tensão são:

- **Condutores:** cabos de alumínio isolados, dotados de camada isolante, blindagens semicondutoras, blindagem metálica e capa.
- **Acessórios desconectáveis:** peças moldadas em borracha EPDM, utilizadas em todas as conexões e derivações de rede, com formatos geométricos específicos para cada aplicação.
- **Terminações:** peças moldadas em bases poliméricas diversas, destinadas a promover a transição entre os condutores isolados e os condutores das redes nuas ou protegidas.

Os padrões de instalações básicas referentes a esse tipo de rede serão estabelecidos em manual de normatização específico.

c) Redes de Distribuição Aéreas Convencionais:

Caracterizam-se por utilizar cabos de alumínio nus sobre cruzeta (madeira ou concreto ou fibra), e isoladores de porcelana ou vidro. Uma vez que, a partir da publicação deste documento, a Âmbar Energia passa a adotar, em suas empresas distribuidoras, como sendo padrão mínimo de redes de distribuição de média tensão em cabos protegidos e a baixa tensão em cabos isolados, novas redes de distribuição convencionais deverão ser restritas e após análise técnica criteriosa das áreas de expansão das distribuidoras.

6.1.2 Redes de Baixa Tensão

a) Redes Convencionais de Baixa Tensão

Rede de baixa tensão com cabos de alumínio nus em disposição vertical, equipamentos, ramal de ligação e medição.

Uma vez que, a partir da publicação deste documento, a Âmbar Energia passa a adotar, em suas empresas distribuidoras, como sendo padrão mínimo de redes de distribuição, a média tensão em cabos protegidos e a baixa tensão em cabos isolados, novas redes de distribuição convencionais deverão ser restritas e após análise técnica criteriosa das áreas de expansão das distribuidoras.

b) Redes Isoladas de Baixa Tensão

Os principais materiais utilizados nas redes isoladas de baixa tensão são:

- **Condutores:** cabos de alumínio isolados e multiplexados, autossustentados por meio de cabo mensageiro nu;
- **Mensageiro:** condutor neutro (mensageiro), formado por fios de alumínio 1350 (CA) ou de alumínio liga (CAL), de seção circular;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- **Braços suportes:** ferragens destinadas à sustentação da rede.
- Os padrões de instalações básicas referentes a esse tipo de rede estão estabelecidos no MN 003.

6.2 Critérios de Aplicação

O tipo de rede a ser adotado para um determinado projeto deve ser:

6.2.1 Redes de Média Tensão

O padrão mínimo de atendimento urbano, estabelecido pela Distribuição, é o de redes de distribuição protegidas.

Está prevista também a utilização da rede de distribuição isolada. Sua aplicação é preferencialmente em trechos densamente arborizados, com galhos em contato permanente com os condutores, ou em alimentadores onde o nível de confiabilidade exigido seja elevado.

Esforços mecânicos nos condutores devido à arborização devem ser evitados.

Além dos casos anteriores, as redes isoladas podem ser aplicadas nas seguintes situações:

- Saída de SEs;
- Locais com redes próximas a edificações;
- Áreas ambientais;
- Áreas altamente poluídas, onde possa haver o comprometimento dos outros tipos de cabos e acessórios;
- Estruturas congestionadas;
- Projetos de travessia (pontes, viadutos, etc.).

6.2.2 Redes de Baixa Tensão

a) Projetos de Expansão:

O padrão mínimo de atendimento urbano, estabelecido pela Distribuição, é o de redes isoladas de baixa tensão.

Embora exista uma grande extensão de rede de baixa tensão na modalidade convencional (cabos nus) nas empresas distribuidoras da Âmbor Energia, esse tipo de rede não deve ser utilizado nas extensões de novas redes.

b) Projetos de Reforma e Reforço:

No caso de modificação, reforma e reforço, depois de esgotadas as soluções de engenharia tais como, remanejamento de cargas, mudança de transformadores e etc., que permitiriam manter a rede convencional, ou em casos considerados especiais, a rede de baixa tensão deve ser alterada para o padrão de rede isolada.

A determinação anterior é válida também para os trechos secundários de projetos de reforma e ou reforço que envolva substituição da rede média tensão convencional para protegida.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**7. LOCAÇÃO DE POSTES****7.1 Locação dos Postes**

O projetista deverá estar atento ao melhor traçado para o alimentador, sob o aspecto técnico-econômico, de modo que seja possível o atendimento a novas cargas com o mínimo de alteração.

A locação dos postes ao longo das ruas e avenidas deve ser iniciada pelos pontos forçados (ex.: futuras derivações, esquinas, etc.).

A locação deve ser escolhida levando-se em conta os seguintes aspectos:

- Evitar desmate de árvores e demais formas de vegetação em áreas de preservação permanente;
- Procurar locar, sempre que possível, na divisa dos lotes. Na impossibilidade, locar no meio do lote;
- Quando o eixo da rua estiver no sentido Norte-Sul, locar a rede no lado Oeste. Ver Figura 1;
- Quando o eixo da rua estiver no sentido Leste-Oeste, locar a rede no lado Norte. Ver Figura 1;

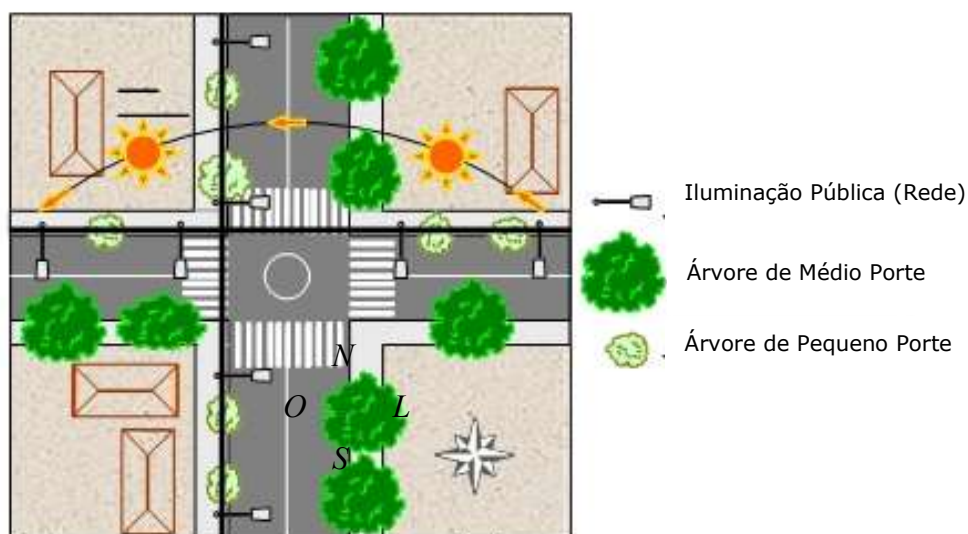


Figura 1 - Posicionamento da Rede em Áreas Novas

- Procurar locar prevendo futuras extensões da rede, para evitar remoções desnecessárias;
- Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, garagens, marquises, anúncios luminosos, etc.;
- Evitar que a posteação passe do mesmo lado de praças, jardins, escolas, igrejas e templos, que ocupem grande parte da quadra;
- Verificar junto aos Órgãos Municipais planos futuros de urbanização, incluindo a possibilidade de plantio de árvores;
- Verificar a possibilidade de arrancamento em função do perfil da via;
- Evitar possíveis interferências com tubulações subterrâneas de água, esgoto, gás, rede de telecomunicações, galerias de águas pluviais, etc.;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- k) Quando não for possível a instalação de um único poste na esquina e visando manter os afastamentos mínimos de condutores bem como evitar que haja cruzamento em terrenos particulares, instalar mais postes ou utilizar "cruzamento aéreo". Ver Figura 2;
- l) Cruzamentos aéreos:

Existindo desnível acentuado no terreno em cruzamento de ruas/avenidas, os postes devem ser locados, preferencialmente, nas esquinas. Não sendo possível, a distância máxima entre o eixo do poste e o ponto de cruzamento da rede não deve ser superior a 15 m. Deve ser avaliado, pelo projetista, o nivelamento do ponto de conexão. O ponto de cruzamento deve estar equidistante em relação aos postes. Ver Figura 2.

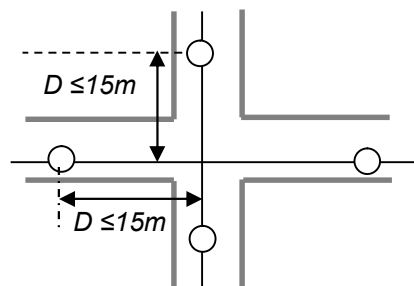


Figura 2 – Cruzamento Aéreo

- Cruzamento de redes de distribuição protegidas:

Os postes do cruzamento devem ter a mesma altura. Ver Figura 3.

Excepcionalmente, as alturas dos postes de um mesmo alinhamento podem ser diferentes, desde que seja assegurado o nivelamento no ponto de conexão. Exemplos:

H1 e H4 = 10 m e H2 e H3 = 11 m.

Devem ser utilizadas estruturas travadas, por exemplo, CE1, CE1S, CE2, CE3, CE4, etc.

- Não podem ser utilizadas estruturas com configuração dos cabos na horizontal para evitar torção no ponto de conexão. Ex: CEJ2.

- m) Plantio de árvores:

Visando minimizar o conflito rede de distribuição aérea x arborização, sempre que possível deverá ser sugerido o plantio de árvores conforme figura 10, página 74.

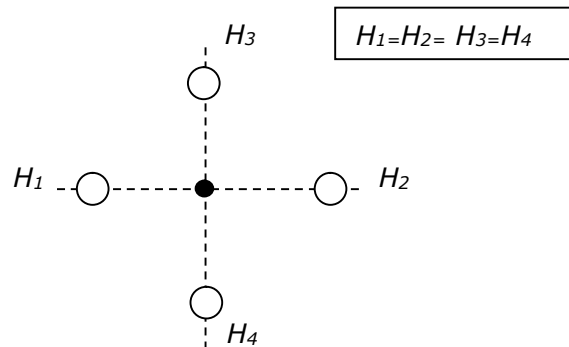
TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Figura 3 – Cruzamento Aéreo – Rede Protegida

- Cruzamento de redes isoladas de média tensão:
Não pode ser utilizado cruzamento com conexão.
- Cruzamento de redes de média tensão de modalidades diferentes:
Não pode ser utilizado cruzamento com conexão.
Caso seja necessário fazer a conexão, converter o trecho do cruzamento para a mesma modalidade de rede.
- Cruzamento de redes de baixa tensão:
Deve ser executado somente entre redes de mesma modalidade

7.2 Disposição

A posteação pode ser unilateral, bilateral alternada ou bilateral frente a frente. A disposição escolhida deve permitir atender os consumidores dentro das exigências previstas nos documentos de atendimento a consumidores. Ver Figura 11.

7.3 VÃO

- a) O vão médio deve ser de 40m para redes MT protegidas e BT isoladas;
- b) Para redes MT isoladas o vão máximo deve ser de 40m;
- c) Para redes protegidas, o vão máximo entre os postes deve ser de 45m desde que a montagem do condutor de BT seja feita numa altura adequada em relação ao solo. Deve ser respeitada ainda, a distância recomendada entre a BT e MT de forma a se obter a distância mínima cabo-solo especificada no documento de Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas – MN 002.
- d) Em áreas periféricas e com baixa densidade habitacional, mesmo em médio prazo, ou em áreas com predominância de chácaras, o projetista pode adotar vãos de 45 a 80m, em situações específicas de projeto, desde que a condição do perfil seja favorável.
- e) Deve ser respeitada a distância recomendada entre as redes de BT e MT (utilização de poste com comprimento maior) e a distância mínima cabo-solo especificada nos manuais de RDP e RSI.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**7.4 Outros Cuidados a Serem Observados Durante a Locação**

Durante a locação devem ser anotados, na planta, detalhes necessários ao projeto tais como:

- a) Estrutura a ser usada;
- a) Afastamento da rede;
- b) Desnível para conexões aéreas;
- c) Tipo de engastamento do poste;
- d) Saídas de ramais aéreos e subterrâneos;
- e) Derivações para consumidores a serem ligados na MT;
- f) Instalações de equipamentos em postes perto de janelas, sacadas, etc.;
- g) Levantamento de travessias;
- h) Altura de linhas de telecomunicação nos cruzamentos com a rede;
- i) Localização do padrão;
- j) Estado físico do arruamento;
- k) Toponímia;
- l) Pedidos de serviço/ligação;
- m) Interferência com a arborização;
- n) Interferência com garagens;
- o) Locais sujeitos a abalroamentos em postes.

7.5 Marcação

A marcação física da posição dos postes segue os critérios básicos abaixo indicados:

- a) Havendo passeio ou meio-fio, os postes são locados por meio de um círculo vermelho pintado no passeio ou por meio de uma seta, também na cor vermelha, pintada no meio-fio e apontada para o passeio. Neste caso, o alinhamento é dado pelo próprio meio-fio;
- b) Não havendo passeio ou meio-fio, os postes são locados por meio de piquetes de madeira, pintados de vermelho na sua extremidade superior e ainda, se possível, deve ser pintada alguma testemunha (muro, moirão, cerca árvore e etc.);
- c) Neste segundo caso, há necessidade de definição do alinhamento do meio-fio por parte do solicitante (incorporadora, prefeitura, consumidor e etc.).

8. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO**8.1 Rede de Baixa Tensão****8.1.1 Definição Básica**

A rede de baixa tensão será monofásica a 2 fios, bifásica a 3 fios e trifásica a 4 fios, sendo o neutro multi-aterrado.

A rede de baixa tensão deverá ser alimentada por transformadores trifásicos, cuja potência deverá ser definida conforme Capítulo 10 – Levantamento de cargas e determinação de demandas.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

8.1.2 Níveis de Tensão

A tensão nominal da rede de baixa tensão alimentada é de 220/127V ou 380/220V, em conformidade com a área de atuação da concessionária.

As faixas de tensão adequadas, precárias e críticas no ponto de entrega devem atender à ANEEL através dos **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica**, constantes na Tabela 1. Para a execução do projeto, deve ser observada a faixa adequada.

A máxima queda de tensão permissível na rede de baixa tensão é de 3% (entre a bucha de BT do transformador e a última estrutura da rede de BT), em condições normais de operação.

Este valor máximo é fixado para verificação da possibilidade de ligação de novos consumidores sem necessidade de modificação de rede, dentro do horizonte de planejamento considerado.

No caso de circuito em anel (ver Figura 4), não é necessário que as quedas de tensão no ponto escolhido para abertura sejam iguais, bastando que ambas sejam inferiores aos máximos permitidos.

Os coeficientes de queda de tensão para rede de baixa tensão estão nas Tabelas 2 e 3.

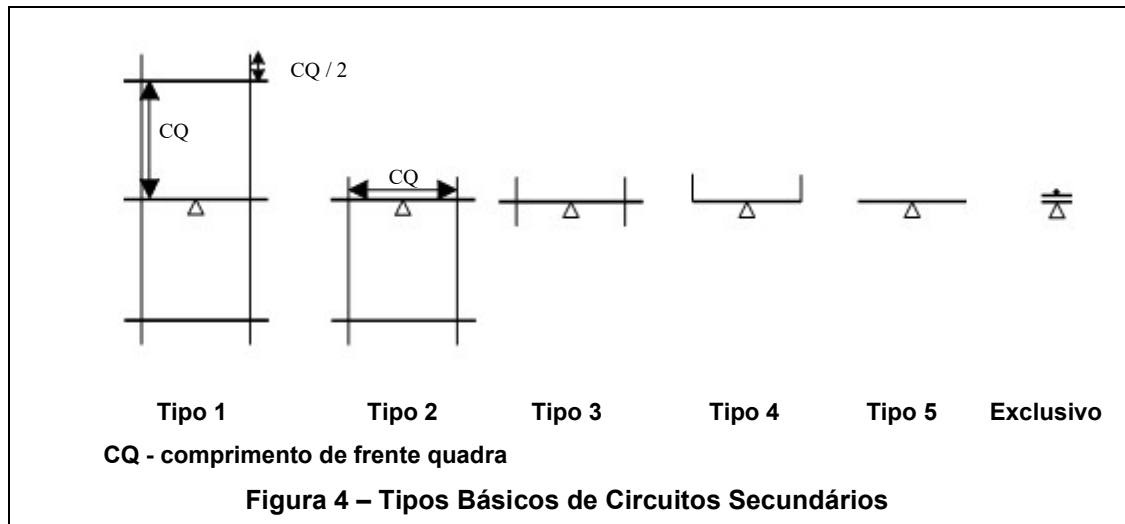
Entretanto, para novas extensões de rede e novos empreendimentos, visando reduzir gastos futuros com reforma e reforço de circuitos de baixa tensão, o raio máximo entre o transformador e o último poste não poderá ultrapassar 320 (trezentos e vinte) metros.

8.1.3 Configuração Básica e Faseamento

8.1.3.1 Configuração Básica

A configuração da rede de baixa tensão depende basicamente das condições de projeto em virtude do traçado das ruas e densidade de carga.

As configurações típicas mais frequentes estão mostradas na Figura 4.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Os circuitos tipos 1 e 2 devem ser em anel.

Em projetos de expansão, reforma e reforço, os circuitos de baixa tensão devem ser dimensionados pela planilha Dimensionamento de Transformadores e Rede de Baixa Tensão. A planilha (adendo a este documento) indica o transformador e cabos para atendimento às cargas, dentro do horizonte de planejamento estabelecido.

8.1.3.2 Faseamento

O faseamento dos condutores isolados se dará através de cores distintas, conforme estabelecido no documento de RSI - MN 003.

8.1.4 Condutores

8.1.4.1 Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede de baixa tensão dos tipos isolados multiplexados. As seções padronizadas são:

- $3 \times 1 \times 35 \text{ mm}^2 + 70 \text{ mm}^2$;
- $3 \times 1 \times 70 \text{ mm}^2 + 70 \text{ mm}^2$;
- $3 \times 1 \times 120 \text{ mm}^2 + 70 \text{ mm}^2$.

As características básicas desses cabos estão indicadas na Tabela 4.

8.1.5 Dimensionamento

a) Critérios gerais

As redes de baixa tensão devem ser projetadas, em princípio, de modo a não serem necessárias trocas de condutores, mas somente

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

redivisão de circuitos para atendimento ao crescimento esperado de carga no horizonte de planejamento. O tronco mínimo escolhido em função da curva de dano aos cabos, corrente nominal e queda de tensão. A tabela 6 indica os troncos mínimos a serem utilizados.

b) Carregamento.

Além dos critérios acima indicados, devem ser adicionalmente observados os seguintes planos básicos:

- Máxima queda de tensão admissível, em condições normais e de emergência;
- Ampacidade dos condutores, em regime nominal, deve ser considerada a 40°C de temperatura ambiente;
- Ampacidade nominal dos condutores protegidos e isolados é especificada a 90°C.

8.1.6 Transformadores**Dimensionamento e Localização**

- a) Os transformadores devem ser instalados o mais próximo possível do centro de carga do respectivo circuito secundário e também próximo a cargas concentradas, principalmente aquelas causadoras de flicker na rede (raios-X, forno a arco, máquina de solda, motor de grande capacidade, etc.);
- b) Em função da possibilidade de ocorrências de flutuações de tensão deve ser dada especial atenção ao atendimento das seguintes cargas:
- Motor monofásico com potência superior a 2 CV, alimentado na tensão fase-neutro;
 - Máquina solda a transformador com potência superior a 2 kVA, alimentada em tensão fase-neutro;
 - Motor monofásico com potência superior a 5 CV, alimentado na tensão fase-fase;
 - Motor de indução trifásico com potência superior a 30 CV;
 - Máquina de solda tipo motor-gerador com potência superior a 30 CV;
 - Máquina solda a transformador 380V ou 220V – 3 fases, ligação V-v invertida (Delta aberto invertido) com potência superior a 15 kVA;
 - Máquina solda a transformador 380V ou 220V- 3 fases, com potência superior a 30 kVA.
- c) A substituição dos transformadores deve ser indicada quando seu carregamento, no horário de ponta de carga, ultrapassar a 120% da potência nominal;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- d) Em condições de emergência, a demanda máxima do transformador pode atingir até 150% por um período de até 2 horas;
- e) Antes da requisição dos transformadores envolvidos no projeto, deve-se verificar a existência de transformadores das potências necessárias que estejam com baixo carregamento na rede visando um melhor aproveitamento destes equipamentos já instalados e, conseqüentemente, projetos mais econômicos.

8.1.7 Equilíbrio de Carga

- a) Máximo Desequilíbrio Permissível

O desequilíbrio de corrente nas fases de um circuito secundário pode causar queda de tensão elevada na fase mais carregada, provocando o desequilíbrio de tensão e o surgimento de corrente no neutro. Além disso, pode provocar sobrecargas às fases mais carregadas do transformador.

O equilíbrio deve ser alcançado ao longo de todo o comprimento do circuito e, principalmente, no horário de carga máxima, quando ocorrem as maiores quedas de tensão.

Deve-se adotar o limite de 20% para o máximo desequilíbrio, calculado pela fórmula abaixo:

$$DESEQ(\%) = \frac{3}{2} x \frac{\sqrt{(2I_a - I_b - I_c)^2 + 3(I_c - I_b)^2}}{I_a + I_b + I_c} x 100$$

Onde: I_a , I_b , I_c são os módulos das correntes nas fases em ampères.

8.1.8 Correção dos Níveis de Tensão

Quando for verificada queda de tensão no circuito secundário, superior ao limite máximo permitido de 3%, e após consulta aos setores de planejamento e manutenção, o projetista deve adotar ações, de acordo com avaliações técnicas e econômicas, para correção do problema:

- a) Equilibrar as fases:

Remanejar cargas entre as fases de forma que o desequilíbrio seja igual ou inferior ao estabelecido no item 7.1.6;

- b) Fechar em anel:

Fechar o circuito secundário do transformador em anel para reduzir a queda de tensão. Desde que um dos lados apresente menor queda de tensão.

- c) Recolocação do transformador.

As frequentes mudanças do circuito secundário para atender ao crescimento de carga podem resultar em um mau posicionamento

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

do transformador com relação às cargas atendidas. Isso pode resultar em elevada queda de tensão no circuito secundário. Relocar o transformador para o novo centro de carga para se obter uma menor queda de tensão.

d) Divisão de circuitos:

Dividir o circuito secundário instalando um novo transformador ou transferir cargas para o circuito adjacente.

e) Troca de condutores:

Esta alternativa deve ser considerada quando o crescimento de carga é elevado e o planejamento é feito para um horizonte maior.

Trocar condutores, nos trechos críticos, para redução da impedância do circuito pela troca dos condutores permitindo uma redução proporcional da queda de tensão.

8.1.9 Proteção Contra Sobretensões

Devem ser instalados para-raios de baixa tensão, nas tensões nominais de 220V (BT 220/127) e 440V (BT 380/220) e corrente de descarga nominal de 10kA, equipados com desligador automático para desconectar eletricamente e sinalizar para-raios defeituosos. Devem ser instalados nos seguintes casos:

a) Proteção de transformadores:

Os para-raios de rede de baixa tensão devem ser instalados em todo transformador, entre fase e neutro (total de 3 para-raios).

b) Proteção de consumidor reclamante:

No caso de reclamações relacionadas à sobre tensões devido a surtos atmosféricos, desde que, comprovadamente, seja constatada a existência do problema decorrente de sobretensão, devem ser instalados para-raios de rede de baixa tensão também na estrutura da qual deriva o ramal de ligação que atender ao consumidor reclamante, além dos já instalados no transformador.

Nota: Nesse caso, não é necessária a instalação de aterramento nessa estrutura.

8.2 Rede Média Tensão

8.2.1 Definição Básica

A rede de média tensão será trifásica a 3 fios.

8.2.2 Níveis De Tensão

A tensão nominal padronizada da rede de média tensão é de 13.800V.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

As faixas de tensão adequadas, precárias e críticas no ponto de entrega devem atender à ANEEL através dos **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica**, reproduzidas na Tabela 1. Para a execução do projeto, deve ser observada a faixa adequada.

Os coeficientes de queda de tensão estão indicados na Tabela 6.

8.2.3 Medidas para Correção dos Níveis de Tensão da MT

Nos projetos de rede, devem ser cuidadosamente analisados os critérios utilizados para correção ou regulação da tensão, visando atender à ANEEL através dos **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**.

A instalação do dispositivo de regulação de tensão deve estar de acordo com os critérios estabelecidos pelas empresas distribuidoras da Âmbar Energia e ser colocado em local de fácil acesso.

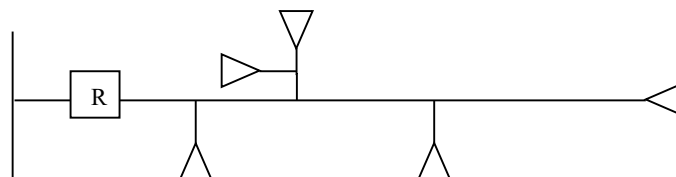
O banco de capacitores deve ser instalado, preferencialmente, em um ramal da rede de forma que os equipamentos fiquem afastados da rede tronco.

8.2.4 Configuração básica, trajeto e faseamento.**8.2.4.1 Configuração Básica**

O alimentador deve ser radial, constituído de um tronco principal que, partindo da subestação de distribuição, alimenta os diversos ramos.

Os sistemas radiais podem ser:

- Simple: utilizado em áreas de baixa densidade de carga, nas quais o circuito toma direções distintas face às próprias características de distribuição da carga, dificultando o estabelecimento de pontos de interligação.

**Figura 5 – Configuração Radial Simple**

- Com recursos: utilizado em áreas de maiores densidades de carga ou que demandem maior grau de confiabilidade devido às suas particularidades (hospitais, centros de computação, etc.).

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- c) As avenidas ou ruas escolhidas para o seu trajeto devem estar bem definidas;
- d) Os trajetos dos ramais devem ser planejados de forma a evitar voltas desnecessárias nos quarteirões;
- e) Deve ser verificada a vulnerabilidade de alimentadores em ruas de tráfego intenso, principalmente, no caso de redes com circuitos múltiplos;
- f) Podem ser empregados circuitos duplos, triplos e quádruplos em redes protegidas e isoladas de média tensão. Para esses casos, devem ser evitados ângulos acentuados devido à limitação mecânica dos postes;
- g) Possibilidade de interligações entre alimentadores diferentes, para as contingências operativas do sistema.

8.2.4.3 Faseamento

Deve ser identificada a sequência de fases, no projeto, em todas as derivações:

- a) A sequência de fases na saída da subestação, considerando-se o observador de costas para o pórtico de saída, deve ser da direita para a esquerda:
 - Placa azul → fase A
 - Placa branca → fase B
 - Placa vermelha → fase C
- b) O reconhecimento do faseamento, nas saídas dos alimentadores existentes, deve ser feito observando-se as placas indicativas instaladas no pórtico da subestação.

Para redes protegidas, para que a sequência de fases seja mantida nos espaçadores e separadores ao longo da rede, devem ser seguidos os critérios da MN - 002.

Em caso de interligação entre alimentadores, além de ser observada a sequência de fases que deve ser sempre indicada nos projetos.

8.2.5 Condutores

8.2.5.1 Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede de MT são do tipo CA, cobertos e isolados.

As seções padronizadas são:

- a) Redes aéreas protegidas:

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- 3 x 1 x 35 mm² + 9,5mm;
 - 3 x 1 x 50 mm² + 9,5mm;
 - 3 x 1 x 95 mm² + 9,5mm;
 - 3 x 1 x 185 mm² + 9,5mm.
- b) Redes aéreas isoladas de Média Tensão:
- 3 x 50mm² + 9,5mm;
 - 3 x 120mm² + 9,5mm;
 - 3 x 185mm² + 9,5mm.

As características básicas desses cabos estão indicadas nas Tabelas 7 e 8.

8.2.5.2 Critérios Gerais de Dimensionamento

Estão indicados a seguir os critérios de carregamento e dimensionamento da rede de média tensão.

Deve-se frisar que, no caso de reformas gerais ou construção de rede nova, a rede de média tensão deve ser projetada de acordo com sua configuração para atendimento à carga prevista para o quinto ano subsequente.

a) Número de alimentadores:

O número de alimentadores para atendimento a uma localidade deve ser definido em função da demanda da localidade, sua área, distribuição de carga e localização da subestação de distribuição.

b) Carregamento:

O dimensionamento dos condutores de uma rede de MT deve ser feito observando-se os seguintes pontos básicos:

- Máxima queda de tensão admissível.
- Ampacidade:

Cabos cobertos e isolados com XLPE:

Em regime permanente, a temperatura máxima no condutor deve ser 90°C.

Devem ser observados, também, os níveis de curto-circuito da SE visando evitar as possibilidades de danos nos condutores.

De acordo com os critérios de seccionamento e manobra estabelecidos, o carregamento máximo dos troncos dos alimentadores interligáveis deve ser de 60% em relação à sua capacidade térmica, para localidades com mais de 2 alimentadores, e 50% para localidades com 2 alimentadores.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**8.2.6 Equilíbrio de Carga****8.2.6.1 Máximo Desequilíbrio Permissível**

O desequilíbrio de corrente nas fases de um circuito de média tensão pode causar queda de tensão elevada na fase mais carregada, provocando o desequilíbrio de tensão e o surgimento de corrente no neutro.

O equilíbrio deve ser alcançado ao longo de todo o comprimento do circuito e, principalmente, no horário de carga máxima, quando ocorrem as maiores quedas de tensão. Para redes trifásicas, deve-se adotar o limite de 20% para o máximo desequilíbrio, calculado pela fórmula abaixo:

$$DESEQ(\%) = \frac{3}{2} \times \frac{\sqrt{(2I_a - I_b - I_c)^2 + 3(I_c - I_b)^2}}{I_a + I_b + I_c} \times 100$$

Onde: I_a , I_b , I_c são os módulos das correntes nas fases em ampères.

8.2.7 Compensação de Reativos

A implantação de bancos de capacitores fixos ou automáticos deve obedecer a estudos específicos, a fim de que o fator de potência atenda as recomendações da ANEEL - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, módulo 8, capítulo 4.

8.2.8 Interligação e Seccionamento**8.2.8.1 Interligação**

A interligação entre troncos deve ser projetada levando em consideração fatores importantes para a operação da rede tais como: a quantidade de consumidores em cada trecho (entre seccionalizadoras), consumidores especiais (ex.: hospitais, indústrias, comércio e etc.), deslocamentos, trânsito, dentre outros. Sempre visando os índices de qualidade estabelecidos pela ANEEL.

As operações de transferência de carga devem ser previstas no projeto verificando-se os limites máximos de queda de tensão e térmico dos condutores e os ajustes dos equipamentos de proteção.

8.2.8.2 Seccionamento

O projeto de seccionamento deve prever a complementação dos recursos operativos necessários, após a conclusão do projeto de proteção. Ou seja, primeiramente deve ser

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

executado o projeto de proteção e, a seguir, o projeto de seccionamento.

Os critérios de seccionamento devem estar de acordo com as diretrizes das empresas distribuidoras da Âmbar Energia.

Tipos de chaves a serem utilizadas:

- Chave seccionadora by-pass unipolar 400A e 630A;
- Chave seccionadora unipolar faca, 400A e 630A.
- Chave seccionadora tripolar, 630 A, isolamento em SF6 ou a ar, operação em carga.

8.2.9 Proteção Contra Sobrecorrentes**8.2.9.1 Critérios de Instalação**

- a) Na saída dos alimentadores das subestações de distribuição:
 - Religadores;
 - Disjuntores;
- b) Nos troncos dos alimentadores:
Em troncos interligáveis, normalmente não devem ser previstos dispositivos de proteção.
Quando necessário devem ser usados Religadores;
- c) Nos ramais:
 - Chave fusível;
 - Chave fusível repetidora;
 - Seccionalizador;
 - Religador
- d) Nas derivações para atendimento aos consumidores em média tensão:
Devem ser sempre instaladas chaves fusíveis, sendo o elo dimensionado a partir da demanda do consumidor, de acordo com a Tabela 9, exceto quando se tratar de alimentador exclusivo para o consumidor.
- e) Nos transformadores de distribuição:
Sempre instalar chave fusível exceto na rede de média tensão isolada, onde a RDI deveser protegida na estrutura de transição.
O elo fusível deve ser dimensionado de acordo com as Tabelas 9 e 10;
- f) Quando houver necessidade de deslocar a chave fusível, isso deve ser limitado a uma distância máxima de 150m do transformador;
- g) Bancos de Capacitores:
A chave fusível de proteção ou chave de manobra do banco de capacitores deve ser deslocada para uma estrutura adjacente.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**8.2.9.2 Dimensionamento e Ajustes**

- a) Religadores e Seccionalizadores:
O dimensionamento e ajustes desses equipamentos devem ser executados pela operação e planejamento;
- b) Chaves fusíveis:
Devem ser usadas chaves fusíveis com porta-fusíveis de corrente nominal de 100A, exceto para o caso de consumidor de média tensão com potência acima de 1500 kVA e atendido em 13,8 kV em que deve ser usada a chave com porta-fusível de 200A.

8.2.10 Proteção Contra Sobretensões

A proteção da rede de média tensão contra as sobre tensões é assegurada no projeto por decisões que envolvem os seguintes aspectos:

- a) Uso de dispositivos de proteção (para-raios de média tensão);
- b) Tensão suportável de isolamento (uso de padrões de montagem de NBI elevado).

8.2.10.1 Aplicação de Para-Raios

Devem ser aplicados para-raios de média tensão, com tensão nominal de 12 kV e corrente de descarga nominal de 10 kA, equipados com desligador automático para desconectar eletricamente e sinalizar para-raios defeituosos.

Devem ser instalados nos seguintes casos:

- a) Transformadores em redes protegidas
Devem ser conectados entre fase e neutro/aterramento em todos os transformadores.
- b) Outros equipamentos
Devem ser instalados dois conjuntos de para-raios, sendo um do lado da fonte e outro do lado da carga, para proteção dos reguladores de tensão, religadores, seccionalizadores, chaves SF6 e chaves normalmente abertas.
Os bancos de capacitores devem ser protegidos por apenas um conjunto de para-raios.
- c) Outras situações
Devem ser instalados para-raios de média tensão também nos seguintes casos:
 - Em pontos de transição de rede envolvendo rede convencional, rede protegida, rede isolada e rede subterrânea;
 - Em todas as fases de um fim de rede;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Em estruturas de transição de redes urbanas para rurais quando houver diferença de NBI.

8.2.10.2 Influência do NBI

A tensão suportável de impulso (TSI) ou nível básico de isolamento (NBI) da rede também tem forte influência no seu desempenho por sobre tensões atmosféricas. Quanto maior o NBI, melhor será esse desempenho.

8.3 Aterramento

Os aterramentos das redes aéreas de distribuição devem obedecer aos seguintes critérios:

- a) O condutor neutro deve ser aterrado a cada 200 metros de rede com o aterramento normal, conforme definido nos documentos de instalações básicas;
- b) Quando disponível, o condutor neutro deve ser conectado à malha de terra das subestações e não deve ser interrompido;
- c) O aterramento da blindagem metálica da rede isolada deve ser executado com, no mínimo, 3 (três) hastes;
- d) Na rede de média tensão, deve ser usado somente um condutor de descida de aço cobreado, para aterrar todos os equipamentos existentes na estrutura;
- e) Nos casos de rede protegida e rede isolada de média tensão, o mensageiro e o neutro devem ser interligados nos pontos onde houver aterramento;
- f) Nas estruturas de transformação e de para-raios de média tensão, devem ser usadas 3 (três) hastes de terra dispostas linearmente ao longo da rede de distribuição a uma distância entre hastes de 2 (dois) metros, ficando a haste mais próxima da base do poste a uma distância nunca inferior a 1 (um) metro, conforme nos documentos de instalações básicas;
- g) Nas estruturas de regulação, religação e seccionamento deverá ser usado um número de hastes necessário para que o valor de resistência de aterramento não ultrapasse a 25 Ω . No caso de não se dispor de medição de resistividade do solo utilizar nove hastes;
- h) Na rede onde houver equipamentos de abertura ou derivações com chaves fusíveis ou chaves seccionadoras, deve ser instalado aterramento de 3 hastes na primeira estrutura após o equipamento, com o objetivo de ser utilizado como aterramento temporário durante as intervenções na rede elétrica;
- i) Na rede protegida o mensageiro deve ser aterrado a cada 400 metros, aproximadamente.

9. DIMENSIONAMENTO MECÂNICO**9.1 Posteação****9.1.1 Tipo**

Devem ser utilizados postes de concreto Duplo T. Os postes de concreto circular, madeira (eucalipto tratado) ou fibra de vidro deve

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

ser utilizado nos casos em que tecnicamente não for possível a utilização do poste Duplo T.

A Tabela 11 apresenta postes e contra postes padronizados.

9.1.2 Comprimento

Deve ser obedecido o comprimento de:

- a) 9 metros: para rede de baixa tensão sem previsão de ampliação de rede de média tensão;
- b) 11 metros:
 - Para qualquer tipo de média tensão e qualquer tipo de rede de baixa tensão;
 - Instalação de equipamentos.
- c) 12 metros:

Conforme necessidades da RDP e RDI;
- d) Postes maiores serão considerados especiais (travessias, circuitos múltiplos de MT, necessidades da RDP e RDI, etc.).

Na aplicação dos critérios acima, devem ser observados os padrões estabelecidos nos documentos de instalações básicas.

9.1.3 Determinação dos esforços, Estaiamento, Resistência e Engastamento**9.1.3.1 Determinação dos Esforços de Condutores e Outros Cabos de Uso Mútuo**

A determinação dos esforços nos postes será feita considerando-se as cargas devido às redes de média tensão, de baixa tensão, ramais de ligação e outros cabos de uso mútuo.

A tração de projeto de cada condutor da rede de média tensão e rede de baixa tensão é dada pelas Tabelas 12A a 12C.

Os valores das trações de projeto para o uso mútuo devem ser fornecidos pelo ocupante, ou ocupantes da faixa. Os valores de trações de montagem e flechas para cabos telefônicos estão apresentados na Tabela 13.

Os esforços exercidos por todos os condutores e cabos do uso mútuo devem ser referenciados a 0,20m do topo do poste, conforme Tabela 14.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

O esforço resultante deve ser calculado, nas seguintes situações:

- a) Ângulos;
- b) Fins de rede;
- c) Mudança da seção dos condutores;
- d) Estruturas em situações de arrancamento e compressão (fincamento);
- e) Mudança de quantidade de condutores;
- f) Esforços resultantes dos cabos de uso mútuo, etc..

9.1.3.2 Estaiamento e Resistência

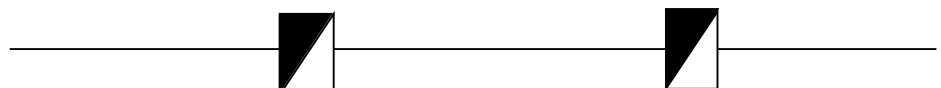
Calculado o esforço resultante no poste, devido a tração dos condutores e cabos do uso mútuo aplicados a 0,20m do topo (T), definem-se o tipo de estaiamento necessário e a resistência nominal do poste, procurando-se otimizar o custo do conjunto postes/estais.

Outras observações devem ser feitas relacionadas com a escolha da resistência do poste, estaiamento e outros aspectos mecânicos:

- a) Cuidados especiais devem ser observados com relação aos postes de concreto DT, devido a sua assimetria na distribuição de esforços. O lado de menor resistência suporta apenas 50% de sua carga nominal.

Para diversas situações de trabalho destes postes, a Tabela 19 define os valores das resistências a serem consideradas num determinado ângulo;

- b) Quando o poste duplo T for instalado com estruturas de suspensão, o lado de menor resistência (parte cavada ou gaveta) deve estar voltado para o eixo da rede e com estruturas de ancoragem no sentido de maior resistência, conforme Figura 7;

**Figura 7- Disposição de Postes DT com Estruturas de Suspensão**

- c) Em poste de concreto duplo T, os transformadores devem ser instalados no lado de maior resistência do poste, observando-se também os padrões definidos nos documentos de instalações básicas;
- d) O poste duplo T deve ser instalado com o lado de maior resistência voltado para a direção da bisetriz do ângulo formado pelos condutores, exceto para ângulo

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

de deflexão de 90° no caso de rede nua. No caso de haver também derivação na estrutura de deflexão, o alinhamento do poste deve ser definido pelo melhor dimensionamento mecânico;

- e) Quando o valor da resultante no topo ultrapassar a 1.500 daN e não for possível a transferência por estais, a tração deve ser adequadamente reduzida. Não se aplica tração reduzida em redes protegidas e isoladas;
- f) Para a estrutura de transição entre rede convencional e protegida, utilizar o critério definido no documento básico de rede de distribuição protegida;
- g) Não é permitida a instalação de equipamentos (transformador, religador, seccionalizador, regulador, capacitor) em estruturas de ângulo ou em postes de esquinas. No caso de ângulo de deflexão menor ou igual a 30°, é permitido desde que seja realizada uma avaliação dos riscos de abalroamento;
- h) Quando o esforço a ser transferido for superior a 700daN, o cabo de aço do estai deve ser de diâmetro 9,5 mm;
- i) A transferência de esforços por meio de estai poste a poste pode ser realizada de duas formas:
 - Primeiro poste: instalação ao nível da média tensão; segundo poste: instalação a 100 mm do secundário;
 - Primeiro e segundo postes: instalação a 100 mm do secundário;
- j) Quando a diferença de tração na cruzeta for inferior a 75 daN, não é obrigatório o uso do estai cruzeta-poste;
- k) A tração aplicada no estai com cabo de aço de diâmetro 6,4 mm deve ser igual a 75 daN;
- l) O vão regulador entre os trechos ancorados deverá ser calculado pela equação a seguir:

$$Vr = \frac{\sqrt{V1^3 + V2^3 + \dots + Vn^3}}{\sqrt{V1 + V2 + \dots + Vn}}$$

- m) A diferença de tração de projeto entre os vãos adjacentes às estruturas SI1 e I1 deve ser menor ou igual a 30 daN para evitar o escorregamento do cabo no grampo de suspensão;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- n) Nas saídas de SE, a estrutura do primeiro poste na rede deve ser ancorada;
- o) As estruturas de ancoragem de redes isoladas de média tensão devem ter resistências mínimas de 300 daN;
- p) O comprimento máximo de cada **tramo de tracionamento** para redes protegidas e isoladas (tracionamento do mensageiro) deverá ser de aproximadamente 500 metros.

9.1.3.3 Engastamento

Para definição do tipo do engastamento, devem ser utilizadas a Tabela 16 e a Figura 8, a partir dos valores da resultante no topo do poste.

9.2 Estruturas

A escolha das estruturas, incluindo respectivos índices, é definida de acordo com as normas de instalações básicas, levando-se em consideração os seguintes detalhes:

- a) Largura do passeio;
- b) Seção transversal do condutor;
- c) Ângulo de deflexão horizontal e vertical da rede.

A estrutura de rede em locais com problemas de afastamento de rede deve estar de acordo com as Tabelas 17A a 17C.

As estruturas com esforços verticais e horizontais devem estar de acordo com as Tabelas 18A a 18C.

9.3 Considerações Finais

Para maiores detalhes sobre o dimensionamento de estruturas, estaiamento e engastamento de postes, consultar documentos de instalações básicas.

10. LEVANTAMENTO DE CARGA E DETERMINAÇÃO DE DEMANDAS**10.1 Geral**

Esta etapa consiste na determinação das demandas e no levantamento do consumo de energia dos consumidores já ligados à rede e a previsão de consumo e demanda de novos consumidores, de modo a possibilitar o dimensionamento dos transformadores, da rede de baixa tensão e condutores da rede de média tensão e baixa tensão.

O cálculo da curva de carga do transformador, os dimensionamentos do transformador e da rede de baixa tensão serão realizados por meio da planilha apropriada. A planilha deverá levar em consideração aspectos técnico-econômicos para um horizonte de 10 anos.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

10.2 Ligação de Novos Consumidores à Rede Existente

10.2.1 Rede de Baixa Tensão

As demandas dos consumidores existentes devem ser obtidas no sistema de gerenciamento da rede. Após preencher as informações com os dados do sistema, o usuário deve incluir a quantidade de consumidores que serão ligados e sua carga instalada individual. Deverão ser diferenciados os consumidores do tipo residencial, comercial e industrial.

A Tabela 19 auxilia o usuário a realizar esta etapa do projeto.

10.2.2 Rede de Média Tensão

Para consumidores individuais, com potência instalada superior a 75 kW, atendidos em média tensão, a demanda máxima deve ser determinada pela aplicação das fórmulas previstas na respectiva norma básica.

10.3 Redes Novas

10.3.1 Rede de Baixa Tensão

Deve ser utilizada a planilha Dimensionamento de Transformadores e Rede de Baixa Tensão.

O projetista deve inserir como dado de entrada, a quantidade de consumidores e a carga instalada individual por classe de consumidor (residencial comercial e industrial). Quando não for conhecida a carga (ex.: novos loteamentos) deve-se adotar como referência os valores máximos de carga instalada para cada tipo e faixa de consumidores estabelecidos na norma básica de atendimento a consumidores de acordo com o padrão de construção previsto para a área. No caso de demanda provável, considerar kVA igual a kW. Para dimensionamento da rede de baixa tensão, o projetista deve distribuir os consumidores pelos postes.

Para o dimensionamento de transformadores exclusivos, adotar os seguintes procedimentos:

a) Edifícios residenciais:

O projetista deve inserir na planilha a quantidade de consumidores e a carga instalada individual. O condomínio deve ser inserido como um consumidor residencial com a sua carga instalada.

b) Prédios Comerciais

Os dados devem ser inseridos de forma semelhante aos dados de edifícios residenciais. O condomínio comercial deve ser indicado no espaço reservado a **Consumidores Comerciais – Atividades não conhecidas**. Para as demais unidades, o usuário deve

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

procurar a atividade adequada. Caso a atividade não esteja disponível, classificar o consumidor como Consumidores Comerciais – Atividades não conhecidas.

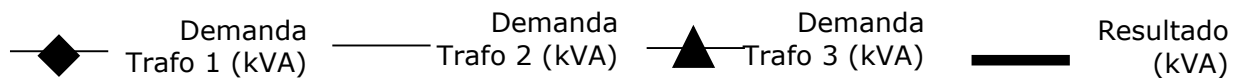
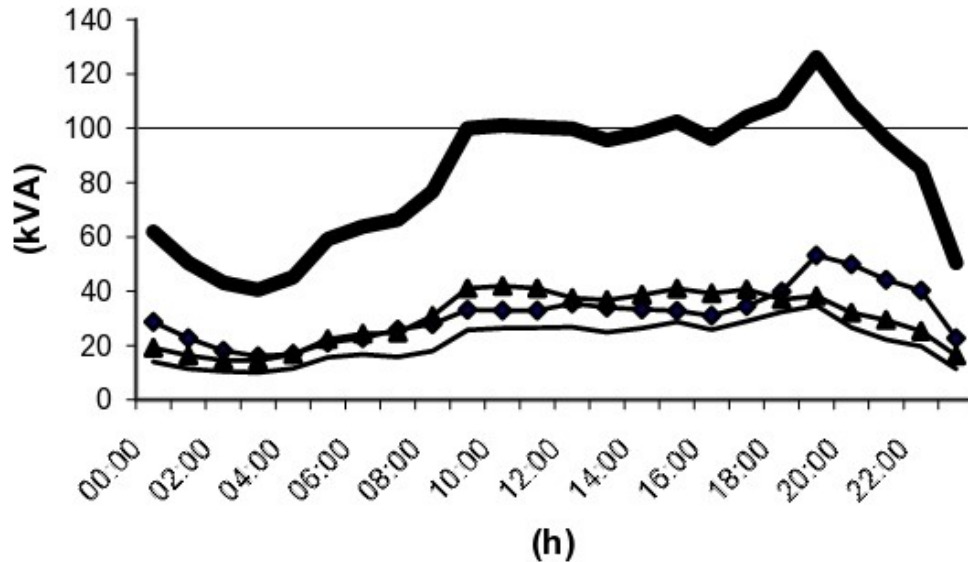
c) Outros consumidores

O usuário deve procurar a atividade adequada. Seus dados devem ser inseridos de maneira semelhante aos dados anteriores.

10.3.2 Rede de Média Tensão

O cálculo da demanda para efeito de dimensionamento da rede de média tensão é realizado por meio da soma das curvas de carga dos transformadores ligados à rede. A seguir é apresentado um exemplo:

Hora	Demanda Trafo 1 (kVA)	Demanda Trafo 2 (kVA)	Demanda Trafo 3 (kVA)	Resultado (kVA)
00:00	28,65	14,07	19,13	61,85
01:00	22,71	11,45	16,36	50,51
02:00	18,12	10,44	14,60	43,16
03:00	16,06	10,01	14,44	40,52
04:00	16,88	11,56	16,68	45,12
05:00	21,16	15,63	22,36	59,15
06:00	22,77	16,75	24,35	63,87
07:00	25,80	15,83	24,78	66,41
08:00	27,85	18,02	30,82	76,69
09:00	33,21	25,74	41,10	100,05
10:00	32,89	26,37	41,90	101,16
11:00	32,88	26,48	41,06	100,42
12:00	35,56	26,77	37,53	99,86
13:00	34,03	24,92	36,68	95,63
14:00	33,38	26,35	38,62	98,35
15:00	32,77	28,71	40,98	102,46
16:00	31,06	25,79	39,20	96,06
17:00	34,57	29,01	40,68	104,26
18:00	39,88	32,38	37,05	109,32
19:00	53,14	34,69	38,25	126,08
20:00	49,94	26,66	32,14	108,74
21:00	44,26	22,19	29,43	95,88
22:00	40,29	19,79	25,28	85,36
23:00	22,71	11,45	16,36	50,51

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**DEMANDA DO ALIMENTADOR****10.4 Previsão de Crescimento de Carga**

Em alguns tipos de projeto (grandes reformas e extensões de redes novas), torna-se necessário estimar o crescimento de carga para efeito de dimensionamento da rede de baixa tensão e de média tensão. Especial atenção deve ser dispensada na determinação da taxa de crescimento da carga.

a) Rede de Baixa Tensão:

Nesse caso, deve ser ressaltado que o índice de crescimento médio das cargas na rede de baixa tensão nem sempre coincide com o crescimento médio global da zona típica na qual estão inseridas.

Isto porque o índice de crescimento da zona típica, já engloba o crescimento vertical (crescimento na área já atendida) e o crescimento horizontal (crescimento em área não atendida). Além disto, o índice de crescimento por zona típica leva em conta também as cargas a serem atendidas em média tensão.

Devem ser distinguidos três casos:

- Áreas com edificações compatíveis com sua localização e totalmente construídas.

Neste caso, o índice de crescimento a ser adotado deve corresponder ao crescimento médio do consumo por consumidor sendo, invariavelmente, um valor pequeno.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Áreas com edificações compatíveis com sua localização e não totalmente construídas. Para os novos consumidores, deve ser previsto um consumo médio compatível com o daqueles já ligados à rede, de acordo com sua categoria (residencial comercial ou industrial). Estes dados devem ser obtidos no sistema de gerenciamento da rede.
O número de novos consumidores a serem ligados, dentro do horizonte de planejamento da rede, deve ser compatível com o ritmo de construção da área em estudo.
Além disso, o índice anterior aplicado aos consumidores já existentes deve ser previsto para os novos consumidores.
- Áreas com edificações não compatíveis com suas localizações.
Este caso, normalmente, corresponde a uma taxa de crescimento mais elevada, tendo em vista a tendência de ocupação da área por outros tipos de edificação.
Como exemplo, pode-se citar o caso de residências unifamiliares horizontais, em áreas com tendências para construção de residências multi-familiares verticais.
Neste caso, a demanda futura deve ser estimada com base na taxa de ocupação futura, levando-se em conta o ritmo de construção observada no local.
Para todos os casos acima, deve ser previsto um horizonte de planejamento de, no máximo, 10 anos.

b) Rede de Média Tensão:

A taxa de crescimento da rede de média tensão adotada no projeto deve ser retirada de documento emitido pela área de planejamento de mercado. O índice utilizado deve ser a estimativa de crescimento do município, cabendo uma avaliação crítica desse índice pelo projetista.

11. RELAÇÃO DE MATERIAIS E ORÇAMENTO

Os métodos de elaboração de orçamentos de projetos podem ser de dois tipos:

- a) Convencional: utiliza-se a relação de materiais e de serviços contratados, que através de consulta à Lista Básica de Materiais padronizados da Distribuição e na Planilha de Orçamento, são orçados manualmente;
- b) Sistema computacional que é um sistema que utiliza arranjos codificados (mnemônicos) para a rede de distribuição e que fornece a relação de materiais e mão de obra.

Quanto ao tipo, os orçamentos de projetos de obras da distribuição podem ser classificados em:

- Orçamentos médios: são valores estimados, sendo que para atendimento a consumidores urbanos levam em consideração não apenas a extensão, mas também as possíveis modificações de retaguarda. São aplicáveis somente a orçamentos de extensão de redes para atendimento aos consumidores de baixa tensão.
- Orçamentos específicos: são valores específicos para cada item do orçamento e são usados para cada orçamento separadamente.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Os orçamentos de obras de distribuição são compostos da seguinte forma:

- Custos de materiais e equipamentos.
- Custos de serviços de terceiros.
- Custos de mão de obra própria.
- Custos de serviços de administração e logística.

Devem ainda ser deduzidos do valor total do orçamento os valores de materiais e equipamentos retirados e não reaproveitados na obra.

11.1 Custos de Materiais e Equipamentos

11.1.1 Material a Instalar

Para a composição do orçamento, devem ser relacionados todos os materiais e equipamentos necessários à execução da obra, conforme os respectivos custos constantes da Planilha de Orçamento. Devem ser reaproveitados, sempre que possível, na mesma obra, os materiais que seriam retirados.

Os seguintes pontos podem ser observados na elaboração da lista de materiais:

- a) A relação de materiais por tipo de estrutura deve ser extraída das normas de instalações básicas. Devem ser descontados os materiais retirados e aproveitados na mesma obra.

No caso dos condutores, acrescentar 3% (cabos nus) e 5% (cabos cobertos ou isolados) do total do comprimento encontrado, para compensação de perdas na construção (flechas de vãos, jampes e etc.)

- b) Os materiais necessários para concretagem da base de postes e recomposição de passeios não devem ser relacionados. Os seus custos serão incluídos como serviços de mão de obra contratada;
- c) Considerar como material fora de padrão aquele que não faz parte da lista básica de materiais.

11.1.2 Material Salvado

São materiais que não foram reaproveitados na obra e que serão devolvidos ao almoxarifado, a saber:

- a) Materiais aproveitáveis: são materiais em bom estado de conservação e que poderão ser reutilizados em outras obras;
- b) Materiais não aproveitáveis: são materiais que não apresentam condições de reutilização e que serão devolvidos como sucata.

As sucatas são separadas em:

- Sucata de CA nu;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Sucata de CA isolado;
- Sucata de CAA;
- Sucata de cobre nu;
- Sucata de cobre isolado;
- Sucata de ferro (cinta, parafuso, armação, sela, etc.);
- Sucata de madeira (cruzeta, contra poste, poste);
- Sucata de porcelana (isoladores);
- Sucata de IP (lâmpadas, reatores);
- Sucata de plásticos (amarrações, espaçadores, isoladores poliméricos, fitas isolantes etc.);
- Sucata de poste de concreto;
- Sucata de poste de aço;
- Sucata de equipamentos (para-raios, chave faca, chave fusível, transformador, etc.).

Devem ser considerados no orçamento, quando houver material salvado, os seguintes percentuais dos valores constantes na Tabela para Orçamento:

- Sucatas e materiais a recuperar: 100% do valor;
- Cabos e postes: 25 % do valor;
- Transformadores: 50%, exceto para ligação provisória onde deverão ser considerados 100% do valor;
- Demais materiais/equipamentos aproveitáveis: não serão valorados, porém devem ser devolvidos ao almoxarifado como novos.

Essas sucatas devem ser também relacionadas no formulário resumo de orçamento, especificando o peso correspondente, exceto as sucatas de madeira e poste de concreto que devem ser indicadas por peça.

Não devem ser considerados os materiais de difícil retirada, como haste de aterramento, cabo de aço para aterramento, etc.

No caso dos condutores, acrescentar 2% ao total do comprimento encontrado, relativo às flechas, jampes, etc.

11.2 Mão de Obra**11.2.1 Definições****11.2.1.1 Custos de Serviços de Terceiros**

São os serviços necessários à execução da obra e que são passíveis de contratação de terceiros. Incluem-se neste caso os serviços de: elaboração do projeto, topografia e execução da obra.

É facultada à Âmbar Energia a contratação ou não de terceiros para esses serviços. Portanto, independentemente de contratação, esses custos devem fazer parte do orçamento.

Os custos de mão de obra são referenciados em Unidades de Serviços (US) que é o grau de composição de atividades, envolvendo mão de obra, material e equipamento, que tendo a

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

finalidade de concorrer para o objeto de serviço, seja representativo do mesmo. É, portanto, a unidade básica de valor de mão de obra para medição das diversas atividades de execução de obras de redes de distribuição.

O valor da unidade de serviço (US) deverá abranger todos os custos ligados à execução de responsabilidade da contratada, desde custos ligados a pessoal (mão de obra, encargos sociais, BDI, etc), transporte de materiais, reparos e indenizações a terceiros.

Para cada especialidade de serviço, na execução de uma obra de rede de distribuição, a unidade de serviço corresponde a uma atividade tomada como padrão, sendo as demais referenciadas a esta. Sendo assim:

- US Construção: corresponde ao valor de serviço de instalação completa de um poste em rede urbana, equipado e incluindo-se todas as composições de serviços necessárias para completar tal tarefa.
- US Projeto: corresponde ao valor do serviço de projeto completo de um poste, em RDU, com as convenções de seus componentes e de suas fases de execução, incluindo-se todos os custos ligados a esta elaboração de responsabilidade da contratada.
- US Topografia: corresponde ao valor do serviço de levantamento topográfico planialtimétrico completo de 01 km em zona rural, com os cálculos estadimétricos, desenhos em mapa chave e perfil além das tabelas de distância progressiva das estacas, incluindo-se todos os custos ligados a esta execução, de responsabilidade da contratada.

11.2.1.2 Custos de Mão de Obra Própria (MOP)

Referem-se às parcelas de mão de obra empregada na obra, inclusive encargos sociais.

Podemos citar nestes custos os dispêndios de licitação de materiais e serviços, armazenamento e transporte de materiais do almoxarifado central aos almoxarifados regionais. Este valor é calculado sobre os custos de materiais e equipamentos e mão de obra contratada, conforme a Planilha de Orçamento utilizada pela Âmbor Energia.

11.2.1.3 Custos de Administração e Logística

Representam um rateio dos custos indiretos das atividades de engenharia, planejamento e administração geral, relacionadas com toda a obra. É incidente sobre os custos de mão de obra contratada e mão de obra própria, conforme a Tabela de Remuneração (capítulo 15).

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**11.2.1.4 Remuneração de Mão de Obra**

O cálculo da mão de obra é feito identificando-se os diversos tipos de serviços previstos na execução da obra, com base nas Unidades de Serviço (US) constantes do Capítulo 15 deste documento, onde estão contidas tabelas para remuneração dos Fatores Globais de RDU, Fatores Complementares de RDU e serviços exclusivos de iluminação pública.

A remuneração pela tabela de Fatores Complementares de RDU deve se dar apenas em caso de serviços isolados.

Os serviços a seguir discriminados, Fatores Básicos Globais de RDU, devem ser pagos, por poste, apenas uma vez.

Esses tipos de serviços são os seguintes:

a) Poste a instalar completo:

Corresponde à instalação de um poste equipado, podendo incluir as operações de:

- Transporte dos materiais e equipamentos necessários do almoxarifado ao local da obra e devolução dos materiais salvados.
- Fincamento do poste, instalação de escora, concretagem da base, profundidade aumentada, recomposição do passeio, se necessário, e estaiamento (inclusive instalação e/ou retirada de contra poste e poste servindo de contra poste).
- Equipagem das estruturas média tensão e de baixa tensão.
- Lançamento dos condutores, amarrações, ligações e eventualmente, instalação de cobertura protetora.
- Instalação e ligação de materiais e equipamentos de iluminação pública.
- Instalação de equipamentos (transformadores equipamentos de proteção, manobra, regulação de tensão e compensação de reativos).
- Instalação e ligação do(s) ramal (is) de ligação.
- Instalação de aterramento.

Esse tipo de serviço será tomado como básico, devendo os outros a seguir serem referenciados a ele.

b) Poste a retirar completo:

- Corresponde à retirada de um poste equipado, podendo incluir as operações de:
- Devolução dos materiais salvados ao almoxarifado.
- Desequipagem das estruturas de média e baixa tensão, condutores, iluminação pública, equipamento, ramais de ligação e estaiamento (inclusive contra poste) e coberturas protetoras;
- Retirada de poste e recomposição do passeio.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

c) Poste a remover completo:

Corresponde à remoção do poste com distância entre eixos maior que 1,0 m, incluindo as operações de:

- Transportes dos materiais e equipamentos necessários do almoxarifado ao local da obra e devolução dos materiais salvados;
- Remoção do poste e/ou contra poste com equipagem, quando a distância entre os eixos da antiga e nova posição for maior que 1,0 m;
- Recomposição do passeio;
- Concretagem de base, instalação de escora e profundidade aumentada;
- Reesticamento dos condutores.

d) Poste a desequipar:

Corresponde à desequipagem do poste incluindo as operações de:

- Retirada de todos os materiais e equipamentos instalados no poste, incluindo estruturas de média tensão e de baixa tensão, iluminação pública, ramais de ligação, transformadores, equipamentos de proteção, seccionamento, reguladores e compensação de reativos e estaiamento (inclusive contra poste);
- Devolução dos materiais salvados ao almoxarifado.

e) Poste a aproveitar simples:

Corresponde à execução de somente um dos serviços a seguir relacionados:

- Instalação ou retirada de um ramal de ligação;
- Equilíbrio do(s) ramal(is) de ligação;
- Substituição de porta-fusível e/ou elo fusível, monofásico ou trifásico;
- Serviços isolados de instalação, retirada ou substituição de estaiamento;
- Serviços isolados de concretagem de base, instalação de escora ou profundidade aumentada.

f) Poste a aproveitar normal:

Corresponde à execução de serviços em postes já instalados dentro da área abrangida pelo projeto, incluindo, além das operações já descritas no Poste a Aproveitar "Simples", pelo menos uma das operações abaixo:

- Transporte dos materiais e equipamentos necessários do almoxarifado ao local da obra e devolução dos materiais salvados ao almoxarifado;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Alçamento e rebaixamento sem desequipagem, e aprumo do poste com equipagem, inclusive recomposição do passeio;
- Correções e/ou alteração em estruturas de média tensão e de baixa tensão, tais como: nivelamento e alinhamento da estrutura, tensionamento de condutores, substituição de jamper e conexões (emenda de condutores), irregularidades que possam provocar o mau funcionamento do sistema elétrico;
- Equipagem de estruturas de média tensão e de baixa tensão;
- Instalação de derivações de Média e baixa tensão, aéreas e subterrâneas;
- Lançamento, substituição de condutores, amarrações e ligações;
- Instalação ou retirada de mais de um ramal de ligação;
- Poda de árvores;
- Instalação, retirada ou substituição de estaiamento (inclusive contra poste, estai poste a poste e poste servindo de contra poste);
- Instalação, retirada ou substituição de materiais e equipamentos de iluminação pública (inclusive controle);
- Derivação ou transição de rede convencional para rede multiplexada de baixa tensão;
- Giro do poste DT desequipado com remoção até 1,0 m;
- Acréscimo de novo circuito de rede protegida (será pago individualmente para cada novo circuito).

g) Poste a aproveitar complexo:

Corresponde à execução de serviços em postes já instalados dentro da área abrangida pelo projeto, incluindo, além das operações já descritas no Poste a Aproveitar "Normal", pelo menos uma das operações seguintes, inclusive as conexões, quando houver:

- Alinhamento do poste com deslocamento até 1,0 m, com equipagem, inclusive recomposição do passeio;
- Instalação, retirada ou substituição de transformadores e equipamentos de proteção, manobra, compensação de reativos e regulação da tensão;
- Instalação ou substituição de cabos de rede aérea de média tensão convencional em circuitos duplos;
- Substituição de cabos em rede de média tensão convencional com seção superior a 53mm²;
- Remoção de poste com deslocamento menor ou igual a 1(um) metro;
- Substituição de rede convencional para rede multiplexada de baixa tensão ou vice-versa;
- Giro do poste DT equipado com remoção até 1,0 m;
- Derivação ou Transição de rede convencional para rede protegida / isolada ou vice-versa;

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Substituição de rede convencional para rede protegida / isolada ou vice-versa.

h) Poste a retirar desequipado:

Corresponde à retirada do poste desequipado com recomposição do passeio e devolução do material salvado ao almoxarifado.

11.3 Projeto e Orçamento em Estrutura com uso Mútuo

Na elaboração de projetos de expansão, reforma e reforços de rede de distribuição urbana, que impliquem utilização mútua com as empresas de telecomunicações, devem ser tomadas providências e/ou cuidados a saber:

- a) Em casos de projetos de extensão de rede em área com posteação existente de empresas de telecomunicações, deve ser analisada a possibilidade de aproveitamento dos postes na sua localização, comprimento e resistência. Caso seja conveniente a utilização, mesmo com algumas adequações, o projeto deve ser encaminhado às empresas de telecomunicações para apresentação de orçamento às empresas distribuidoras da Âmbor Energia.
- b) Em projetos de expansão, reforma e reforço de rede, que impliquem remoção/substituição de postes equipados com rede telefônica, de telecomunicações ou de TV a cabo, observar o seguinte:
 - Quando o motivo do projeto for para atender às empresas distribuidoras da Âmbor Energia ou a clientes de interesse da Âmbor Energia, devem ser enviada cópia do projeto para a empresa de telecomunicação envolvida, apenas para que tome conhecimento da futura obra, não devendo ser solicitado orçamento;
 - Em caso de projetos para atender exclusivamente a solicitações de clientes e ou futuros clientes (retirar poste defronte garagem, fachada de prédios, etc.), deve ser elaborado um anteprojeto pelas empresas distribuidoras da Âmbor Energia e apresentado à empresa de telecomunicações envolvida para que apresente seu orçamento, se for o caso. Nesses casos, compete aos interessados na obra primeiramente negociar e pagar o orçamento (quando for o caso) à empresa de telecomunicações e, somente após isso feito, negociar e pagar às empresas distribuidoras da Âmbor Energia.
- c) Não devem ser previstas instalações de transformadores, chaves em geral e aterramento em postes nos quais existam equipamentos telefônicos (armários de distribuição, subidas laterais, etc.).

12. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

12.1 Geral

Os seguintes documentos fazem parte de um projeto:

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- a) Desenho do projeto, conforme seção 2 deste Capítulo;
- b) Relação de material e orçamento, conforme Capítulo 11 deste documento;
- c) Documentação/memória de cálculo elétrico e mecânico;
- d) Quando for o caso, desenhos e informações complementares (desenho chave do projeto, travessias, desenhos especiais, etc.), conforme seção 4 deste Capítulo.

12.2 Desenho do Projeto**12.2.1 Escala**

Deve ser usada a escala 1:1000.

12.2.2 Simbologia

Deve ser usada a simbologia apresentada na Figura 9.

12.2.3 Formatos

Os projetos devem ser apresentados em formatos padronizados pela ABNT (A1, A2, A3 e A4), com todos os detalhes necessários à construção. No caso de projetos específicos (por exemplo: praça, travessias, etc.) pode ser utilizada escala diferente.

12.2.4 Numeração

O número associado a um projeto deverá ser o da Ordem de Serviço gerada pelo sistema quando da solicitação do cliente ou necessidades das empresas de Distribuição da Âmbar Energia.

12.2.5 Detalhes Constantes

- a) Dados topográficos:
 - Georreferenciamento dos projetos com as coordenadas geográficas pós-processadas dos postes implantados;
 - O projeto deve conter o georreferenciamento (coordenadas geográficas pós-processadas) de todos os postes pertencentes ao projeto (ângulo, derivação, equipamentos) com suas respectivas cotas distribuídas em todos os vãos, toponímia de todas as ruas do trecho construído, bem como a planilha de cadastramento das redes georreferenciadas. Todos os pontos e suas respectivas coordenadas georreferenciadas deverão ser entregues em arquivo magnético exportado do próprio aparelho GPS utilizado e também uma planilha com a correlação entre a numeração destes pontos no "as built" e a numeração automática (ID) do GPS. Este arquivo magnético, exportado do GPS, deverá conter as informações necessárias para se proceder ou conferir a correção diferencial (Pós - processamento) das coordenadas do projeto.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

b) Rede de distribuição:

c)

Devem constar do desenho do projeto todos os detalhes calculados nos Capítulos "Dimensionamento Elétrico" e "Dimensionamento Mecânico", ou seja:

- Especificação de afastadores;
- Especificação de estaiamento e/ou concretagens;
- Indicação de postes de uso mútuo;
- Número de fases e potência de transformadores;
- Número de fases, seção e tensão da média tensão;
- Indicação de fase para ligar transformador monofásico em circuito trifásico;
- Sequencia de fases da média tensão;
- Especificação das fases, quando os circuitos não estiverem completos, tanto para a média tensão quanto para o secundário;
- Número de fases e seções do secundário e neutro;
- Relé fotoelétrico com base para comando individual ou em grupo, discriminando a fase a ser ligada, quando for o caso;
- Tipo de lâmpadas;
- Especificação das fases dos ramais de ligação, quando se tratar do projeto de reforma em rede desequilibrada;
- Corrente nominal das chaves fusíveis de ramais;
- Especificação do elo fusível de ramal;
- Corrente nominal de chaves seccionadoras e indicação de operação (NA e NF);
- Capacidade de bobina-série e da bobina-terra, sequência de operação e ajustes de religadores e seccionalizadores;
- Para-raios e aterramento;
- Capacidade e ajustes de reguladores de tensão;
- Capacidade, tipo e ajustes do comando de banco de capacitores;
- Indicação e especificações especiais;
- Notas que se fizerem necessárias;
- Título e número do projeto;
- Numeração de equipamentos, de acordo com reserva e empenho no sistema.

12.3 Relação de Materiais e Orçamento

Devem ser preparados para todos os projetos, de acordo com os critérios descritos no Capítulo 11.

12.4 Desenhos e Informações Complementares**12.4.1 Desenho Chave do Projeto****12.4.1.1 Critérios para Elaboração**

Devem ser preparados nos seguintes casos:

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- a) Projetos de novas localidades com área superior a 0,4 km².
Neste caso, o desenho chave já deve coincidir com a Planta da Rede de média tensão.
- b) Projetos que envolvam área superior a 1 km², com grande incidência de interligações e necessidade de manobra.
O objetivo básico do desenho chave é dar uma visão de conjunto ao projeto da rede de média tensão.

12.4.1.2 Formatos e Escala

Os desenhos chaves dos projetos devem ser apresentados em formatos padronizados pela ABNT, preferencialmente a escala 1:5000.

12.4.1.3 Simbologia

Deve ser usada a simbologia apresentada na Figura 9.

12.4.1.4 Numeração

Deve ter o mesmo número do desenho do projeto.

12.4.1.5 Dados a Constar

Devem constar do desenho chave os seguintes dados:

- a) Dados topográficos:

Os correspondentes ao mapa planimétrico semi-cadastral.

- b) Rede de distribuição:

Diagrama unifilar da rede de média tensão, com os seguintes dados:

- Número de fases e potência do transformador.
- Número de fases e seção transversal do primário.
- Sequencia de fases do primário.
- Especificação das fases do primário, quando os circuitos não estiverem completos.
- Derivação para consumidores atendidos em MT.
- Corrente nominal das chaves fusível de ramais.
- Especificação do elo fusível de ramais.
- Corrente nominal de chaves seccionadoras e indicação de operação (NA ou NF).
- Capacidade da bobina-série e da bobina-terra sequencia de operação e ajustes de religadores e seccionalizadores.
- Para-raios e aterramento.
- Capacidade e ajustes do regulador de tensão.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- Capacidade, tipo e ajustes do comando de banco de capacitores.
- Indicação e especificação especial.
- Notas que se fizerem necessárias.
- Título e número do projeto;
- Numeração de equipamentos, de acordo com reserva e empenho no sistema.

12.4.2 Travessias

Devem ser preparados os detalhes relativos a projetos de travessias sempre que estas ocorrerem sobre rodovias federal ou estadual; ferrovias estaduais, federais ou particulares; rios, lagos e represas; travessias sob linhas de transmissão; travessias com redes de telecomunicações, e outros.

Os principais critérios e procedimentos para a elaboração de projetos de travessias, incluindo os aspectos da definição da faixa de domínio da travessia, a legislação e convênios em vigor, o projeto mecânico de estruturas, a apresentação do projeto e procedimentos para aprovação do projeto constam em instruções específicas sobre o tema.

Devem ser observados os critérios complementares para sinalização de redes de distribuição. Essa sinalização é necessária, por exemplo, nas travessias da rede sobre rodovias, ferrovias, dutos, rios e lagos, redes localizadas dentro da área abrangida pelo plano básico ou específico de zona de proteção de aeródromos e heliportos, etc.

12.4.3 Desenhos Especiais

Devem ser preparados desenhos especiais, em escalas apropriadas, sempre que houver necessidade de se detalhar certos aspectos construtivos do projeto, como por exemplo:

- Estruturas não padronizada;
- Saídas de alimentadores em subestações;
- Etc.

12.4.4 Cálculos Elétricos e Mecânicos Adicionais

Além dos cálculos elétricos e mecânicos inerentes a qualquer projeto, cálculos adicionais devem ser feitos conforme abaixo:

a) Cálculos elétricos:

Devem ser preparada no caso de projetos especiais que envolvam coordenação de proteção, regulação de tensão, compensação de reativos, atendimento a cargas flutuantes, quando devem ser seguidos os critérios resumidos no Capítulo 8, deste documento e normas/instruções correlatas.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

b) Cálculos mecânicos:

Devem ser preparados no caso de projetos que envolvam travessias especiais, quando for necessária a utilização de estruturas especiais.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

13. TABELAS

**Tabela 1
Faixas de Tensão Admissíveis em Redes de Distribuição**

Tabela 1A - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou superior a 230 kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,93TR \leq TL < 0,95TR$ ou $1,05TR < TL \leq 1,07TR$
Crítica	$TL < 0,93TR$ ou $TL > 1,07TR$

Tabela 1B - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou superior a 69 kV e inferior a 230 kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,90TR \leq TL < 0,95TR$ ou $1,05TR < TL \leq 1,07TR$
Crítica	$TL < 0,90TR$ ou $TL > 1,07TR$

Tabela 1C - Pontos de conexão em Tensão Nominal superior a 1 kV e inferior a 69 kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,93TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,90TR \leq TL < 0,93TR$
Crítica	$TL < 0,90TR$ ou $TL > 1,05TR$

Tabela 1D - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (220/127V)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(201 \leq TL \leq 231) / (116 \leq TL \leq 133)$
Precária	$(189 \leq TL < 201$ ou $231 < TL \leq 233) /$ $(109 \leq TL < 116$ ou $133 < TL \leq 140)$
Crítica	$(TL < 189$ ou $TL > 233) / (TL < 109$ ou $TL > 140)$

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 1E - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (380/220V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(348 \leq TL \leq 396) / (201 \leq TL \leq 231)$
Precária	$(327 \leq TL < 348$ ou $396 < TL \leq 403) /$ $(189 \leq TL < 201$ ou $231 < TL \leq 233)$
Crítica	$(TL < 327$ ou $TL > 403) / (TL < 189$ ou $TL > 233)$

Tabela 1F - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (254/127V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(232 \leq TL \leq 264) / (116 \leq TL \leq 132)$
Precária	$(220 \leq TL < 232$ ou $264 < TL \leq 269) /$ $(109 \leq TL < 116$ ou $132 < TL \leq 140)$
Crítica	$(TL < 220$ ou $TL > 269) / (TL < 109$ ou $TL > 140)$

Tabela 1G - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (440/220V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(402 \leq TL \leq 458) / (201 \leq TL \leq 229)$
Precária	$(380 \leq TL < 402$ ou $458 < TL \leq 466) /$ $(189 \leq TL < 201$ ou $229 < TL \leq 233)$
Crítica	$(TL < 380$ ou $TL > 466) / (TL < 189$ ou $TL > 233)$

Tabela 1H - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (208/120V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(196 \leq TL \leq 229) / (113 \leq TL \leq 132)$
Precária	$(189 \leq TL < 196$ ou $229 < TL \leq 233) /$ $(109 \leq TL < 113$ ou $132 < TL \leq 135)$
Crítica	$(TL < 189$ ou $TL > 233) / (TL < 109$ ou $TL > 135)$

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 1I - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (230/115V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(216 \leq TL \leq 241) / (108 \leq TL \leq 127)$
Precária	$(212 \leq TL < 216 \text{ ou } (241 < TL \leq 253) / (105 \leq TL < 108 \text{ ou } 127 < TL \leq 129)$
Crítica	$(TL < 212 \text{ ou } TL > 253) / (TL < 105 \text{ ou } TL > 129)$

Tabela 1J - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (240/120V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(216 \leq TL \leq 254) / (108 \leq TL \leq 127)$
Precária	$(212 \leq TL < 216 \text{ ou } 254 < TL \leq 260) / (106 \leq TL < 108 \text{ ou } 127 < TL \leq 130)$
Crítica	$(TL < 212 \text{ ou } TL > 260) / (TL < 106 \text{ ou } TL > 130)$

Tabela 1K - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (220/110V)	
Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(201 \leq TL \leq 229) / (101 \leq TL \leq 115)$
Precária	$(189 \leq TL < 201 \text{ ou } 229 < TL \leq 233) / (95 \leq TL < 101 \text{ ou } 115 < TL \leq 117)$
Crítica	$(TL < 189 \text{ ou } TL > 233) / (TL < 95 \text{ ou } TL > 117)$

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**Tabela 2****Sistema Trifásico – 220/127V – Valores em % para kVAx100m
Coeficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Baixa Tensão**

CABOS ISOLADOS DE BT			
Cabos	FP =1	FP =0,9	FP =0,80
3x1x35+70	0,3879	0,3699	0,3308
3x1x70+70	0,1987	0,1949	0,1776
3x1x120+70	0,0706	0,0721	0,0676

Tabela 3**Sistema Trifásico – 380/220V – Valores em % para kVAx100m
Coeficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Baixa Tensão**

CABOS ISOLADOS DE BT		
Cabos	FP =1	FP =0,80
3x1x35+70	0,0771	0,0660
3x1x70+70	0,0395	0,0356
3x1x120+70	0,0236	0,0227

Tabela 4**Características dos Cabos Multiplex de Baixa Tensão**

Características dos Cabos Multiplex de Baixa Tensão			
Cabo	Corrente admissível no condutor fase $I_{max}(A)$	Carga de ruptura do neutro CAL (daN)	Peso Unitário (kg/km)
3x1x35+70	129	2060	530
3x1x70+70	192	2060	900
3x1x120+70	262	2060	1400

Notas:

- 1 - Valores de corrente referidos às temperaturas ambiente de 40°C e máxima no condutor de 90°C em regime permanente. Velocidade do vento igual a 2,2 km/h.
- 2 - Corrente admissível do neutro igual a 200 A.
- 3 - CAL → Cabo alumínio liga.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 5
Escolha do Condutor Mínimo para Tronco da Rede de Baixa Tensão

Potência Transformador (kVA)	Cabo Isolado	
	220/127V	380/220V
300	Ver notas	Ver notas
225		
150		3x1x120+70
75/112,5	3x1x120+70	3x1x120+70
30/45	3x1x70+70	3x1x70+70

Notas:

1 - Para sistema trifásico 220/127V:

Os transformadores de 150, 225 e 300 kVA devem ser, empregados para alimentação exclusiva.

Alternativamente, os transformadores de 150 e 225 kVA podem ter troncos com seção 3x1x120+70, desde que parte da carga seja ligada diretamente ao barramento ou bucha de baixa tensão do transformador.

2 - Para sistema trifásico 380/220V:

Os transformadores de 225 e 300 kVA devem ser, empregados para alimentação exclusiva.

Alternativamente, o transformador de 225 kVA pode ter tronco com seção 3x1x120+70, desde que parte da carga seja ligada diretamente ao barramento ou bucha de baixa tensão do transformador.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 6
Sistema Trifásico -13,8kV - Valores em % para MVA x km
Coeficientes de Queda de Tensão para Cabos de Rede de Média Tensão**

CABOS ISOLADOS			
Cabos - Fase (<i>neutro</i>)	FP =1	FP =0,92	FP =0,80
3x1x50+ 9,5mm (2 AWG ou 70 mm ²)	0,4336	0,4288	0,3929
3x1x120+ 9,5mm (1/0 AWG ou 70 mm ²)	0,1710	0,1834	0,1737
3x1x185+ 9,5mm(1/0 AWG ou 70 mm ²)	0,1109	0,1264	0,1222

CABOS PROTEGIDOS TRIFÁSICOS			
Cabos - Fase (<i>neutro</i>)	FP =1	FP =0,92	FP =0,80
35 (2 AWG ou 70 mm ²)	0,4956	0,5634	0,5988
50 (2 AWG ou 70 mm ²)	0,3898	0,4541	0,4967
95 (2 AWG ou 70 mm ²)	0,2568	0,3465	0,3623
185 (1/0 AWG ou 70 mm ²)	0,1000	0,1560	0,1600

Nota:

As bitolas em AWG do neutro são para os trechos onde não há rede de baixa tensão isolada.

**Tabela 7
Características Físicas e Elétricas dos Cabos de Rede Isolada**

CABOS ISOLADOS -15 kV			
Cabo	Corrente Admissível (A) Tc=90°C	Carga de ruptura (daN)	Peso Unitário (kg/km)
3 x 1 x 50 + 9,5mm	175	4900	2050
3 x 1 x120 + 9,5mm	295	4900	3300
3 x 1 x185 + 9,5mm	386	4900	4200

**Tabela 8
Características Físicas e Elétricas dos Cabos de Rede Protegida**

CABOS PROTEGIDOS - 15 kV			
Cabo	Corrente Admissível (A) Tc=90°C	Carga de ruptura (daN)	Peso Unitário (kg/km)
35 mm ²	187	455	190
50 mm ²	225	650	260
95 mm ²	345	1235	450
185 mm ²	525	2405	680

Notas:

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

- 1 - Valores de corrente referidos a temperatura ambiente de 40°C e máxima no condutor de 90°C em regime permanente. Velocidade de vento igual a 2,2 km/h.
- 2 - Para temperatura ambiente de 30°C, multiplicar os valores da tabela por 1,10.

Tabela 9
Dimensionamento dos Elos Fusíveis para Derivação de Consumidores de Média Tensão

Demanda kVA	Elo Fusível
	13,8 kV
Até 15	1 H
Até 30	2 H
Até 45	3 H
Até 75	5 H
Até 112,5	6 K
Até 150	8 K
Até 225	12 K
Até 300	15 K
Até 500	25 K
Até 750	40 K
Até 1000	50 K
Até 1500	80 K
Até 2000	100 K
Até 2500	140 K

Tabela 10
Escolha de Elos Fusíveis para Transformador

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO	
Potência kVA	13,8 kV
300	15 K
225	12 K
150	8 K
112,5	6 K
75	5 H
45	3 H
30	2 H
15	1 H

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 11
Postes Padronizados**

DUPLO T			CONCRETO CIRCULAR		MADEIRA		FIBRA DE VIDRO	
Altura (m)	Resistência		Altura (m)	Resistência (daN)	Altura (m)	Resistência (daN)	Altura (m)	Resistência (daN)
	Face A (daN)	Face B (daN)						
9	100	200	9	150	9	150	9	150
	200	400		300		300		
	300	600	11	300		11	300	11
100	200	600		600	300		300	
11	200	400	12	1000	12	600	12	600
	300	600		300		300		300
	500	1000		600	600	600		
	750	1500	13	1000	13	300	13	300
100	200	600		600		600		
12	200	400	13	1000	15	300	15	300
	300	600		600		600		600
	500	1000	15	1000	18	600	18	600
	750	1500		1500		600		
	13	150		300	15	1500	18	600
300		600						
500		1000						
750		1500						
15	300	600	18	1500	18	600	18	600
	500	1000						
	750	1500						
18	300	600	18	1500	18	600	18	600
	500	1000						
	750	1500						

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 12 A
Trações de Projeto da Rede de Média Tensão – Cabo Protegido

Vão(m)	3x35+9,5 Tração (daN)	3x50+9,5 Tração (daN)	3x95+9,5 Tração (daN)	3x185+9,5 Tração (daN)
4	392	392	441	490
8	392	392	441	490
12	392	392	441	490
16	392	392	441	490
24	392	392	441	490
28	392	392	444	501
32	396	403	455	510
36	408	414	463	517
40	418	422	470	522
44	427	430	475	527
48	435	436	480	530
52	441	441	484	533
56	447	445	486	535
60	452	449	489	537

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**Tabela 12 B****Trações de Projeto da Rede de Baixa Tensão Isolada- Cabo Quadruplex**

Vão(m)	3x1x35+70 mm² Tração (daN)	3x1x70+70 mm² Tração (daN)	3x1x120+70 mm² Tração (daN)
4	144	245	381
8	144	245	381
12	144	245	381
16	144	245	381
20	150	245	381
24	153	245	381
28	149	245	381
32	156	245	381
36	162	247	381
40	167	254	381
44	171	259	381
48	174	264	386
52	177	268	391
56	179	272	395
60	182	274	399

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**Tabela 12 C
Trações de Projeto da Rede Média Tensão Isolada**

Vão(m)	3x1x50+9,5mm Tração (daN)	3x1x120+9,5mm Tração (daN)	3x1x185+9,5mm Tração (daN)
4 a 20	343,0	552,0	703,0
24,0	343,0	552,0	703,0
28,0	343,0	552,0	703,0
32,0	348,0	552,0	703,0
36,0	352,0	552,0	703,0
40,0	355,0	552,0	703,0
44,0	357,0	552,0	703,0
48,0	359,0	552,0	703,0
52,0	360,0	552,0	703,0
56,0	361,0	552,0	703,0
60,0	362,0	552,0	703,0
64,0	363,0	552,0	703,0
68,0	363,0	552,0	703,0
72,0	364,0	552,0	703,0
76,0	364,0	552,0	703,0
80,0	365,0	552,0	703,0
84,0	365,0	552,0	703,0
88,0	365,0	552,0	703,0
92,0	365,0	552,0	703,0
96,0	366,0	552,0	703,0
100,0	366,0	552,0	703,0

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 13
Tração e Flecha dos Cabos Telefônicos**

Seção (mm ²)	Nº de Pares	Tração de Montagem (daN)					Flechas (m)					
		Vãos (m)										
		20	25	30	35	40	20	25	30	35	40	
40	10	155	158	160	163	166	0,07	0,10	0,14	0,19	0,24	
	20	158	162	166	171	175	0,08	0,12	0,17	0,22	0,28	
	30	162	167	173	179	185	0,09	0,14	0,19	0,26	0,32	
	50	170	178	186	194	203	0,11	0,17	0,24	0,31	0,38	
	75	179	190	201	212	223	0,14	0,20	0,28	0,36	0,44	
	100	189	203	216	229	242	0,16	0,23	0,31	0,40	0,49	
	200	228	251	273	293	313	0,22	0,31	0,41	0,52	0,64	
50	10	156	159	163	166	170	0,07	0,11	0,15	0,21	0,26	
	20	161	166	172	177	183	0,09	0,14	0,19	0,25	0,32	
	30	166	173	180	188	195	0,11	0,16	0,22	0,28	0,36	
	50	178	189	199	210	220	0,13	0,20	0,27	0,35	0,43	
	75	192	206	220	234	247	0,16	0,24	0,32	0,41	0,50	
	100	206	224	242	258	274	0,19	0,27	0,36	0,46	0,56	
	200	261	290	317	343	368	0,26	0,37	0,48	0,61	0,74	
65	10	159	163	167	172	177	0,08	0,12	0,17	0,25	0,29	
	20	167	174	182	189	197	0,11	0,16	0,22	0,29	0,36	
	30	176	186	196	206	215	0,13	0,19	0,26	0,34	0,42	
	50	194	209	223	237	251	0,17	0,24	0,32	0,42	0,51	
	75	217	237	256	274	292	0,20	0,29	0,39	0,49	0,60	
	100	237	262	285	307	328	0,23	0,33	0,43	0,55	0,67	
	200	315	353	390	424	457	0,32	0,44	0,57	0,72	0,87	
90	10	167	174	182	189	197	0,11	0,16	0,22	0,29	0,36	
	20	184	197	209	221	233	0,15	0,22	0,29	0,38	0,47	
	30	203	220	236	252	267	0,18	0,26	0,35	0,45	0,55	
	50	238	263	286	309	330	0,23	0,33	0,44	0,55	0,67	
	75	274	306	335	364	391	0,28	0,39	0,51	0,64	0,77	
	100	314	352	389	423	456	0,32	0,44	0,57	0,72	0,87	
	200	445	506	563	617	669	0,42	0,58	0,75	0,93	1,12	

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 14
Equivalência de Esforços a 20 cm do Topo do Poste – Fator de Multiplicação

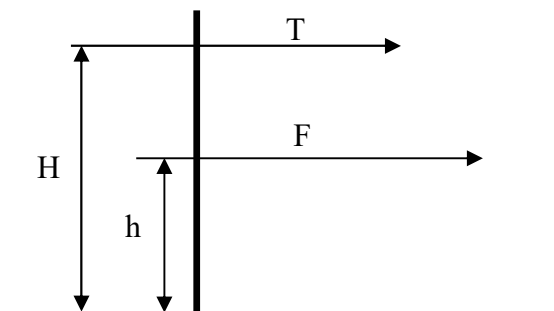
Altura do Poste (m)	Média Tensão			Rede Baixa Tensão	Rede Telefônica	Estai poste a poste			Estai de Cruzeta	Ramal de Ligação
	1º nível	2º nível ¹	3º nível ²			Acima da BT	Abaixo da BT	A 5m do solo		
9	-	-	-	0,96	0,77	1	0,89	0,69	-	0,98
11	1	0,94	0,89	0,77	0,62	0,79	0,70	0,55	0,79	0,79
12	1	0,94	0,89	0,70	0,57	0,72	0,64	0,50	0,72	0,72
13	1	0,94	0,89	0,63	0,52	0,66	0,59	0,46	0,66	0,66
15	1	0,94	0,89	0,54	0,45	0,57	0,50	0,39	0,57	0,53
18	1	0,94	0,89	0,45	0,37	0,47	0,42	0,32	0,47	0,47

NOTA:

Foi considerada a altura média de montagem 7,0m para da baixa tensão, 5,70m para os cabos telefônicos.

1- 0,75/0,80m do topo

2- 1,35/1,40m do topo



$$T = F \cdot h/H$$

Onde:

F: é a força aplicada pelo cabo;

h: altura do solo em que F é aplicada

H: altura do solo onde F será referida

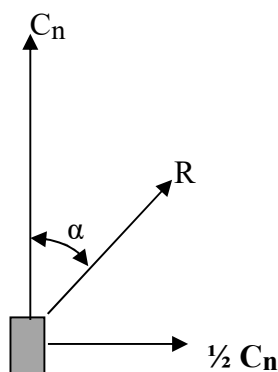
T: força F referida a altura H

h/H: fator de multiplicação

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 15
Carga de Utilização do Poste DT**

A	Φ	R (daN)				
		Cn=200	Cn=400	Cn=600	Cn=1000	Cn=1500
0	-	200	400	600	1000	1500
5	1	200	400	600	1000	1500
10	0,96	192	384	576	960	1440
15	0,93	186	372	558	930	1395
20	0,89	178	356	534	890	1335
25	0,86	172	344	516	860	1290
30	0,83	166	332	498	830	1245
40	0,77	154	308	462	770	1155
50	0,72	144	288	432	720	1080
60	0,67	134	268	402	670	1005
70	0,62	124	248	372	620	930
80	0,58	116	232	348	580	870
90	-	100	200	300	500	750



Notas:

- 1- CN – resistência nominal do poste, na direção à face de maior resistência.
R – carga de utilização do poste na direção especificada pelo ângulo α .
 α - ângulo que a carga nominal faz com a resistência nominal do poste.
 ϕ - fator de determinação da carga de utilização.
- 2- Para definição do poste, considera-se somente o momento fletor resistente, dispensando-se o momento de torção. Para isso a carga de utilização deve ser sempre considerada normal ao eixo longitudinal do poste.

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 16

Critérios para Sustentação de Esforços em Função da Resultante de Condutores Cabos Telefônicos e Estais

Esforço Resultante daN (R)	Resistência Nominal (daN)	Engastamento Recomendado
Até 150	150	Simples
151 a 240	300	Simples
241 a 300	300	Escora ou Conc. (d=0,60)
301a 600	600	Conc. (d=0,90)
601 a1000	1000	Conc. (d=1,30)
1001 a 1500	1500	Conc. (d=1,80)

Notas:

1- d= diâmetro mínimo da vala para engastamento com base concretada.

Alternativamente, o engastamento com base concretada pode ter seção retangular, para os postes de resistência nominal de 600 e 1000 daN, com dimensões de 0,70 x 1 e 0,70 x 2,20, respectivamente.

Os desenhos dos engastamentos são apresentados nas normas básicas.

Para poste DT, o esforço resultante deve estar paralelo à resistência nominal do poste. Em caso de ângulo, consultar a tabela 15 para definição do poste.

O valor de R corresponde à resultante dos esforços devido a condutores, cabos telefônicos e estai, aplicados a 0,20m do topo do poste.

Engastamento com Profundidade Aumentada	
Resistência 300 daN	
Poste Comprimento (m)	Prof. do Engastamento (m)
9	1,70
11	1,80
12	
13	1,90
Resistência 600 daN	
Poste Comprimento (m)	Prof. do Engastamento (m)
11	2,20
12	
13	2,30
15	

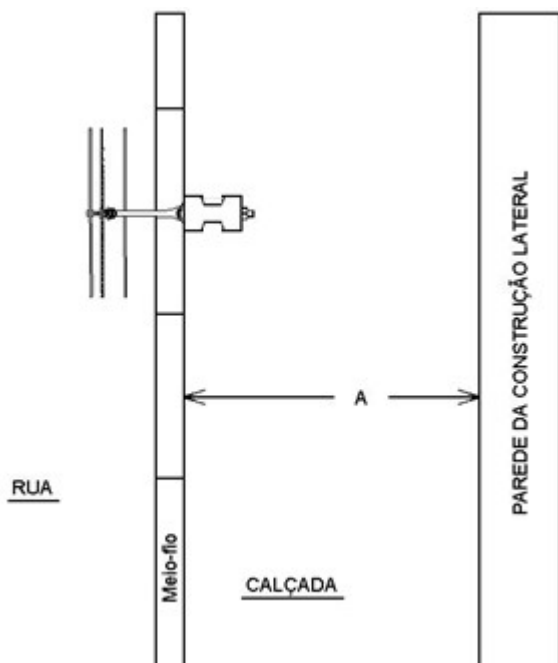
TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Notas:

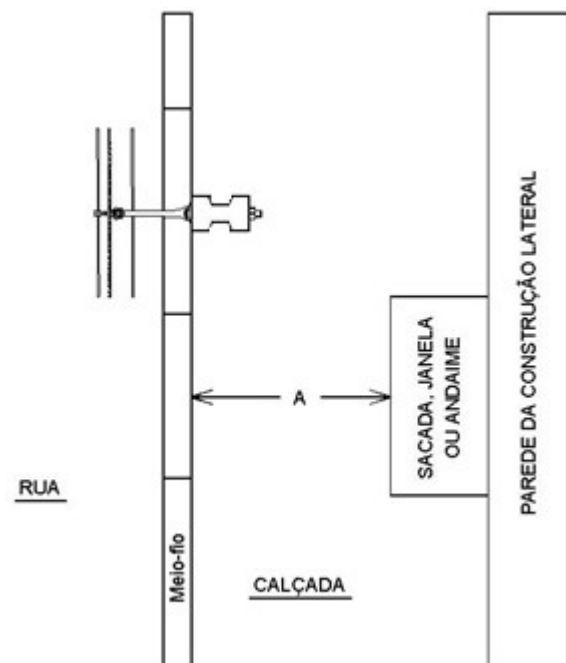
Este engastamento é alternativo ao engastamento com concretagem de base e se aplica também a poste de concreto DT, retangular e madeira.

Tabela 17A – Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos – Rede Isolada de Baixa Tensão

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
Parede	$A \geq 0,3 \text{ m}$	SI1
	$A > 0,4 \text{ m}$	SI1, SI3 ou SI4
	$A < 0,3 \text{ m}$	SI1 com afastador
Sacada, Janela ou Andaime	$A \geq 0,8 \text{ m}$	SI1
	$A > 0,9 \text{ m}$	SI1, SI3 ou SI4
	$A < 0,8 \text{ m}$	SI1 com afastador



Situação 1: Parede

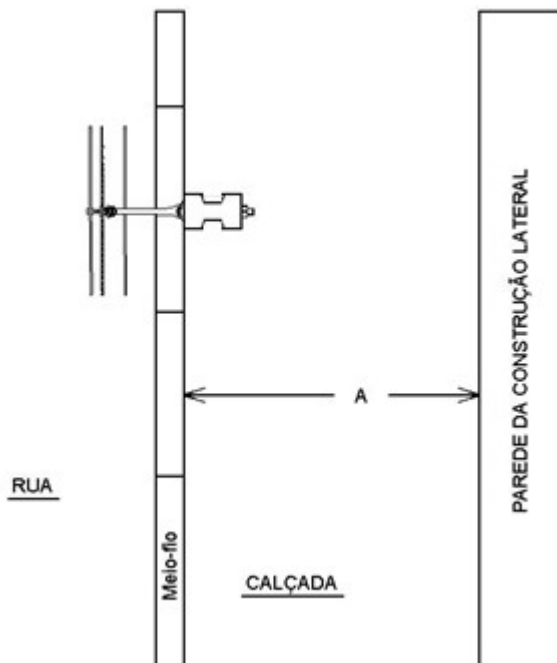


Situação 2: Sacada, Janela ou Andaime

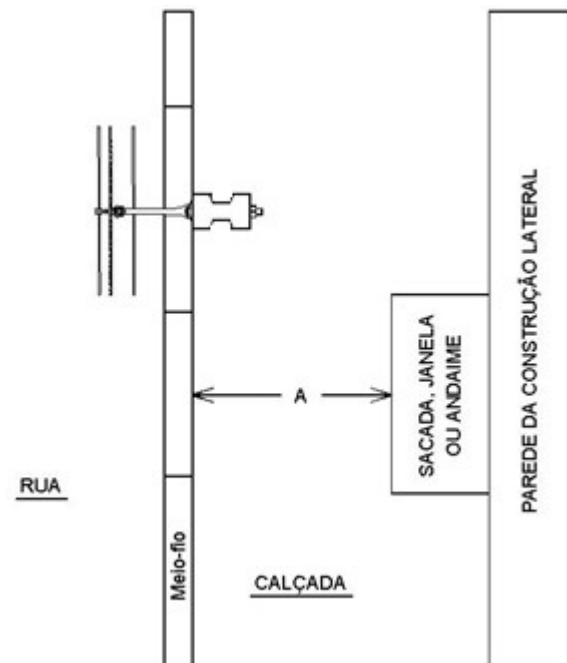
TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 17B – Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos – Rede Aérea Isolada 15 kV

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
Parede	$0,5 \leq A \leq 0,6 \text{ m}$	I1
	$A > 0,6 \text{ m}$	I1, I3 ou I4
	$A < 0,5 \text{ m}$	IJ1 com afastador
Sacada, Janela ou Andaime	$1,0 \leq A \leq 1,10 \text{ m}$	SI1
	$A > 1,10 \text{ m}$	I1, I3 ou I4
	$A < 1,0 \text{ m}$	IJ1



Situação 1: Parede

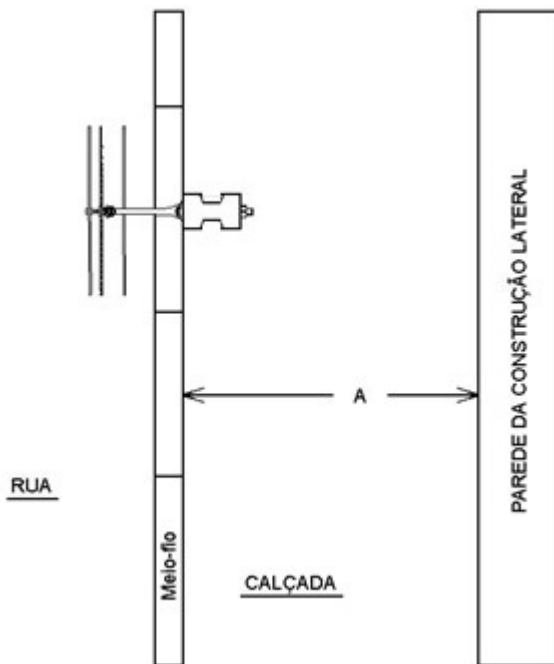


Situação 2: Sacada, Janela ou Andaime

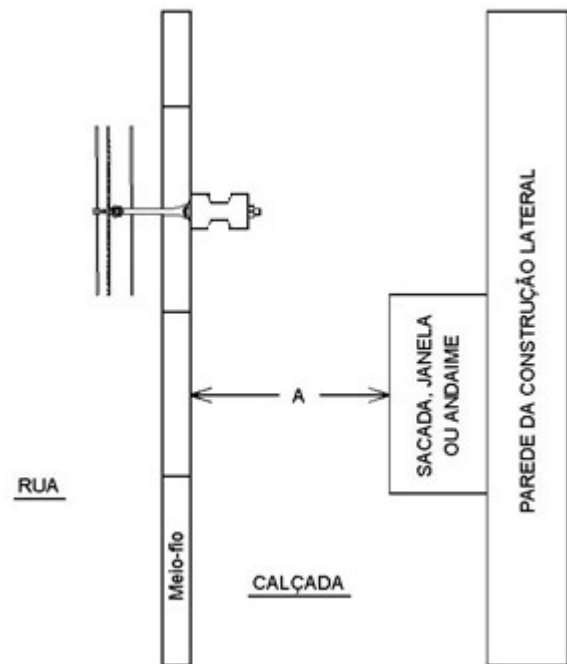
TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Tabela 17C – Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos – Rede de Distribuição Protegida 15 kV

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
Parede	$A \geq 0,8 \text{ m}$	CE1, CE1S, CE2 ou CE4
	$A < 0,8 \text{ m}$	CEJ1 ou CEJ2
	$A \geq 1,75 \text{ m}$	CE1, CE1S, CE2 ou CE4
Sacada, Janela ou Andaime	$A \geq 1,30 \text{ m}$	CE1, CE1S, CE2 ou CE4
	$A < 1,30 \text{ m}$	CEJ1 ou CEJ2
	$A \geq 2,25 \text{ m}$	CE1, CE1S, CE2 ou CE4



Situação 1: Parede



Situação 2: Sacada, Janela ou Andaime

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 18 A - Escolha de Estruturas de Rede Protegida
Ângulos de Deflexão Horizontais e Verticais Admissíveis**

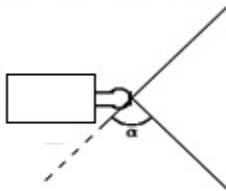
Ângulo de Deflexão Horizontal (α) em Graus

Classe de Isolamento (kV)	Seção (mm ²)	CE1S	CE1		CE2	CE4	CE3-CE3	CEJ1	CEJ2
			Interno α	Externo A					
15	35	0°	6°	0-20°	0-90°	0-90°	$\alpha > 90^\circ$	0°	0-90°
	50								
	95								
	185								

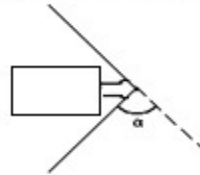
Nota:

1 - Quando não for indicado, o ângulo α pode ser externo ou interno.

Ângulo de Deflexão Externo



Ângulo de Deflexão Interno



TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

**Tabela 18 B – Escolha de Estruturas – Rede Isolada de Média Tensão 15 kV
Ângulos de Deflexão Horizontais e Verticais
Ângulos (α em graus) Admissíveis para Esforços Verticais
Estrutura com Braço J: IJ1**

CABO	COMPRESSÃO					ARRANCAMENTO
	POSTE DT			POSTE CIRCULAR / MADEIRA		
	RESISTÊNCIA (daN)					
	150	300	600	150	300	
Graus						
3x1x50+9,5	0-10		>10-20	0-10	>10-20	16
3x1x120+9,5	0-10		>10-15	0-5	>5-15	10
3x1x185+9,5	0-5		>5-12	0-5	>5-12	8

Nota: Quando houver arrancamento, instalar o cabo de aço na cavidade inferior do conector do braço J.

Ângulo de Deflexão Horizontal (α) em Graus
Estrutura I1

CABO	ÂNGULO DE DEFLEXÃO INTERNO	ÂNGULO DE DEFLEXÃO EXTERNO
3x1x50+9,5	30°	90°
3x1x120+9,5	30°	80°
3x1x185+9,5	30°	40°

**Tabela 18 C – Escolha de Estruturas – Rede Isolada de Baixa Tensão
Ângulos de Deflexão Horizontais
Ângulo de Deflexão Horizontal (α) em Graus
Estrutura SI1**

CABO	ÂNGULO DE DEFLEXÃO INTERNO	ÂNGULO DE DEFLEXÃO EXTERNO
3x1x35+70	30°	90°
3x1x70+70	30°	90°
3x1x120+70	30°	90°

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**Tabela 19 – Demanda Diversificada Residencial (kVA)**

NÚMERO DE CONSUMIDORES NO CIRCUITO	FAIXA DE CONSUMO			
	BAIXO1	MÉDIO2	ALTO3	ALTÍSSIMO4
1 a 5	0,35	0,70	1,38	4,62
6 a 10	0,33	0,62	1,28	4,04
11 a 15	0,31	0,54	1,17	3,47
16 a 20	0,29	0,49	1,07	2,90
21 a 25	0,28	0,45	0,97	2,50
26 a 30	0,27	0,42	0,87	2,13
31 a 40	0,26	0,39	0,78	1,75
Acima de 40	0,25	0,36	0,71	1,39

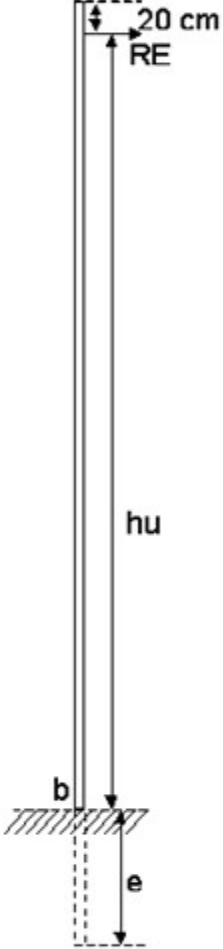
Notas:

- 1) Baixo – Consumo de 0 a 75 kWh
- 2) Médio – Consumo de 76 a 150 kWh
- 3) Alto – Consumo de 151 a 300 kWh
- 4) Altíssimo – Consumo superior a 300 kWh

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

14. FIGURAS

14.1 Figura 8 – Fórmula para Cálculo de Engastamento Com Profundidade Aumentada

	$Re = \frac{c - b - e^3}{hu + e}$ <p> c → Compressibilidade do solo Solo normal = 2000 daN/m³ Solo rochoso = 50000 daN/m³ Solo alagadiço = 500 daN/m³ Re → Resistência do engastamento hu → altura útil do poste e → profundidade do engastamento b → diâmetro do poste na parte aflorada </p>
--	--



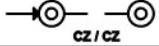




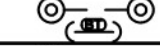
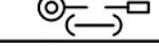

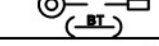
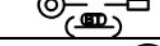
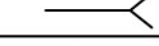
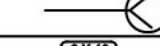
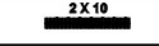
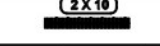
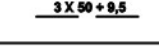
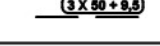
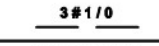
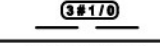
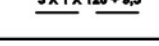
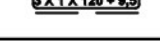
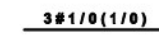

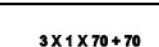
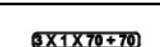
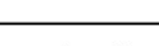
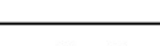
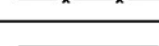
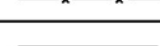
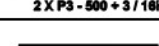
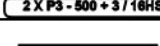
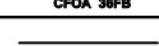
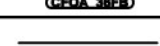
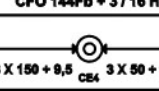

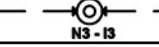
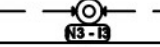
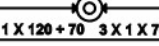
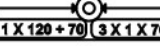
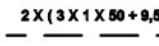
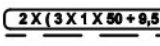
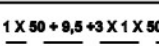
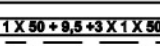
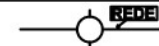


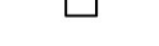

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS
14.2 Figura 9 – Simbologia

DESCRIÇÃO		SÍMBOLO	
		INSTALADO	A INSTALAR
POSTES	POSTE DE FIBRA DE VIDRO		
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO CIRCULAR		
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO T		
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO T (PADRÃO INCORPORADO)		
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO RETANGULAR		
	IP CONCRETO		
	IP AÇO ORNAMENTAL		
	IP AÇO		
	IP COLONIAL		
	IP CHICOTE SIMPLES		
	IP CHICOTE DUPLO		
	POSTE FLAGELADO		
	POSTE ENGASTADO		
	POSTE DE MADEIRA		
	POSTE MODULAR AÇO/MADEIRA (DUPLO U)		
	POSTE EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS EM USO MÚTUO COM TELEFONIA		
	POSTE EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS EM USO MÚTUO COM TV A CABO		
	POSTE EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS EM USO MÚTUO COM TV A CABO E TELEFONIA		
	POSTE EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS EM USO MÚTUO COM RMS (REDE DE MULTI SERVIÇO)		
	POSTE DA EMPRESA DE TELEFONIA EM USO MÚTUO COM AS EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS		
POSTE DA EMPRESA DE TV A CABO EM USO MÚTUO COM AS EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS			
POSTE EMP. DISTRIB. ELETROBRÁS EM USO MÚTUO, TELEFONIA, TV A CABO E REDE MULTI SERVIÇO			
POSTE COM BASE CONCRETADA			
POSTE COM ENGASTAMENTO E PROFUNDIDADE AUMENTADA			
ATERRAMENTO	ATERRAMENTO		
	ATERRAMENTO DE CERCAS		
	PONTO DE ATERRAMENTO TEMPORÁRIO EM RDP		
	SECCIONAMENTO NO VÃO COM ISOLADOR CASTANHA		
SECCIONAMENTO	SECCIONAMENTO EM CRUZAMENTO COM ISOLADOR CASTANHA		
	SECCIONAMENTO DE ESTAI (CZ/P) COM ISOLADOR DE DISCO OU BASTÃO POLIÉRICO		
	COBERTURA PROTETORA DE BAIXA TENSÃO		
COBERTURA PROTETORA DE MÉDIA TENSÃO			

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

		DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	
			INSTALADO	A INSTALAR
CHAVES		CHAVE SECCIONADORA SF6 BLINDADA		
		CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR		
		CHAVE SECCIONADORA BASCULANTE TRIPOLAR		
		CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR 400/630 A		
		CHAVE UNIPOLAR COM LÂMINA BY PASS 300A		
		CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR A ÓLEO		
		CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR A ÓLEO		
		CHAVE FUSÍVEL 50A - 1,25KA (ANTIGA)		
		CHAVE FUSÍVEL 100/200 A		
		CHAVE FUSÍVEL REPETIDORA		
RELIGADOR		RELIGADOR TRIPOLAR (V6H, BOBINA SÉRIE DE 50A, SEQUÊNCIA 1A + 2B)		
		RELIGADOR UNIPOLAR (V4H, BOBINA SÉRIE DE 25A, SEQUÊNCIA 2A + 2B)		
		RELIGADOR KFE / KF / KFME / VWV / VWVE		
		BANCO DE CAPACITADORES AUTOMÁTICO (COMANDO DE TENSÃO)		
BANCO CAPACITADORES REGUL. / SECCIONALIZ.		BANCO DE CAPACITADORES FIXO		
		REGULADOR DE TENSÃO		
		REGULADOR AUTO BOOSTER		
		SECCIONALIZADOR TRIPOLAR (GN3, BOBINA SÉRIE DE 70 A, 3 OPERAÇÕES)		
		SECCIONALIZADOR UNIPOLAR (GN3, BOBINA SÉRIE DE 70 A, 2 OPERAÇÕES)		
P. RAVOS		PARA-RAIOS MÉDIA TENSÃO		
		PARA-RAIOS BAIXA TENSÃO		
TRANSFORMADORES		TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO		
		TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO ISOLADO		
		TRANSFORMADOR CONVENCIONAL		
		TRANSFORMADOR CONVENCIONAL COM CHAVE FUSÍVEL DESCOLADA		
		TRANSFORMADOR COM CHAVE DESLOCADA PARTICULAR		
		TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO PARTICULAR		
		TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO ISOLADO PARTICULAR		
		TRANSFORMADOR CONVENCIONAL PARTICULAR EM POSTE		
		TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) EMPRESA DISTRIBUIDORA ELETROBRAS		
		TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) PARTICULAR		
		TRANSFORMADOR CONVENCIONAL EMP. DISTRIB. ELETROBRAS EM CABINE		
		TRANSFORMADOR CONVENCIONAL PARTICULAR		
		AUTOTRANSFORMADOR		

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

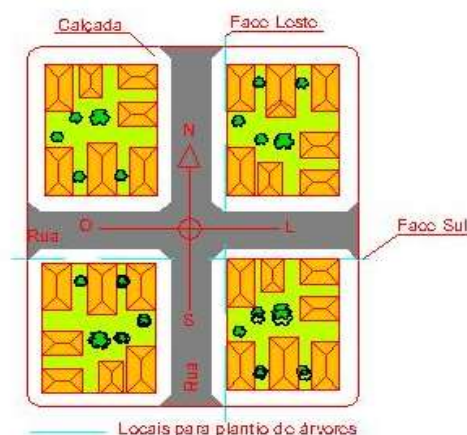
DESCRIÇÃO		SÍMBOLO	
		INSTALADO	A INSTALAR
ESTAIS	ESTAI DE CRUZETA A POSTE		
	ESTAI DE CRUZETA A CRUZETA		
	ESTAI DE POSTE A POSTE (NÍVEL DO PRIMÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A POSTE (NÍVEL DO SECUNDÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A CONTRA POSTE (NÍVEL PRIMÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A CONTRA POSTE (NÍVEL SECUNDÁRIO)		
	ESTAI DE ÂNCORA		
CONDUTORES	CONDUTORES EM ELETROOUTO PARA IP		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA PROTEGIDA		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA CONVENCIONAL		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA ISOLADA		
	CONDUTORES SECUNDÁRIOS DE REDE AÉREA CONVENCIONAL		
	CONDUTORES SECUNDÁRIOS DE REDE AÉREA ISOLADA DE BAIXA TENSÃO		
	CONDUTORES DE TELEFONIA E TELÉGRAFO		
	CABO COAXIAL DE TV A CABO		
	CABO DE FIBRA ÓPTICA AUTO-SUSTENTÁVEL		
	CABO DE FIBRA ÓPTICA COM MENSAGEIRO		
	MUDANÇA DE SEÇÃO DO CONDUTOR DE MÉDIA TENSÃO MESMO NÍVEL		
	MUDANÇA DE MODALIDADE DE REDE		
	MUDANÇA DE SEÇÃO DO CONDUTOR B. T.		
	CIRCUITO PRIMÁRIO DUPLO DE MESMA SEÇÃO (PLANTA DETALHE)		
	CIRCUITO PRIMÁRIO DUPLO DE SEÇÕES DIFERENTES		
	ESFERA	ESFERA DE SINALIZAÇÃO	
CAIXA DE EMENDA	CAIXA DE PASSAGEM SUBTERRÂNEA		
ESCORRA	ESCORRA DE SUBSOLO		

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Figura 10 - Arborização Urbana

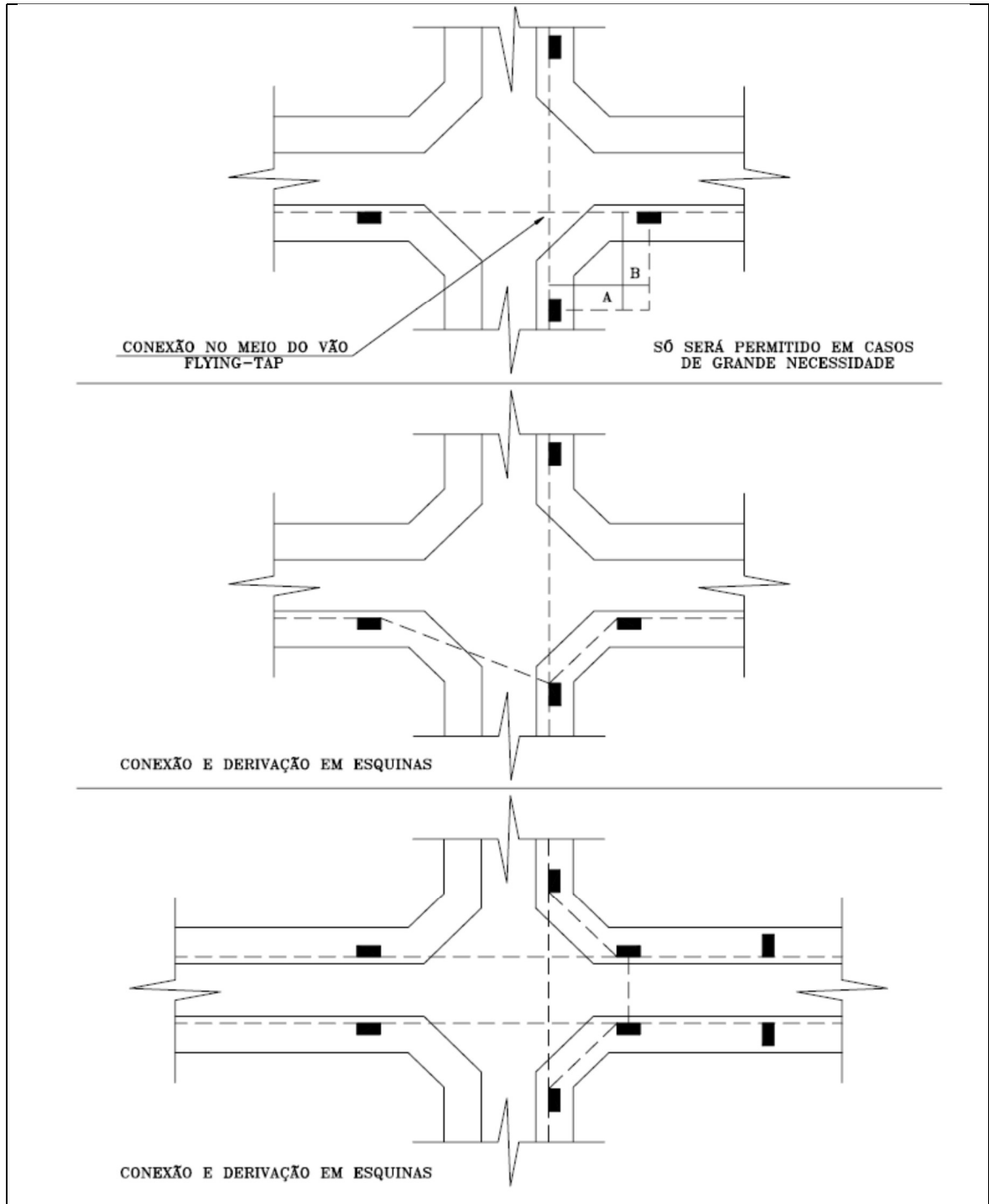


Sempre que possível, plante árvores de médio porte, no lado LESTE, na rua cujo eixo esteja na direção NORTE - SUL, e no lado SUL na rua cujo eixo está na direção LESTE - OESTE, para que dêem sombra, à tarde, sobre as frentes das casas e calçadas.

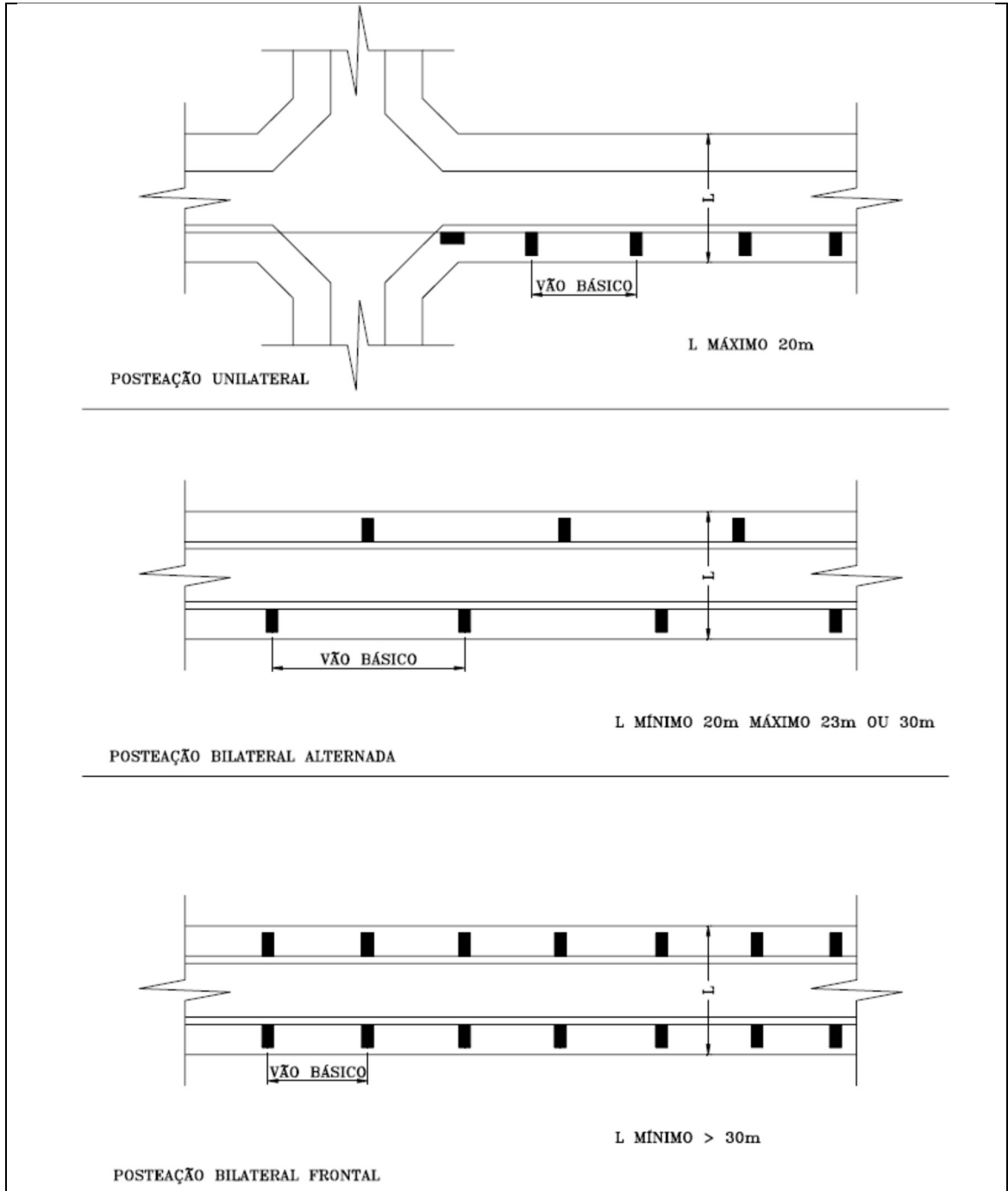


TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

14.3 Figura 11 – Disposição da Posteação



TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS



TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS**15. TABELA DE REMUNERAÇÃO****DEFINIÇÃO DE UNIDADE DE SERVIÇO – US**

US: Corresponde ao valor de serviço de instalação completa de um poste em rede de distribuição aérea, equipado e incluindo-se todas as composições de serviços necessários para completar tal tarefa.

Todo serviço de retirada ou desmontagem de rede ou de um de seus equipamentos que não estiver especificado como retirada e havendo o serviço de instalação, a sua retirada ou desmontagem será remunerada pelo fator de 70% (setenta por cento) do valor de sua instalação.

FATORES BÁSICOS GLOBAIS DE RDU	US
Poste a instalar – completo	1,00
Poste a retirar – completo	0,70
Poste a remover - completo (remoção maior que 1 m)	1,40
Poste a remover - completo (retirada e instalação)	1,70
Poste a desequipar	0,35
Poste a retirar desequipado	0,35
Poste a aproveitar simples	0,10
Poste a aproveitar normal	0,35
Poste a aproveitar complexo	0,50

FATORES COMPLEMENTARES DE RDU (Serviços Isolados)	
ATERRAMENTO	US
Instalação de haste adicional para aterramento	0,06

POSTE	US
Cava para poste em rocha	2,30
Instalação de poste de aço chicote duplo, incluindo montagem de luminárias, caixa de passagem e transporte	0,26
Instalação de poste de aço chicote simples, incluindo montagem de luminárias, caixa de passagem e transporte	0,20
Instalação de poste de aço para desvio de ramal	0,10
Instalação de poste de aço de 4,50m para luminária, incluindo montagem de luminária, equipamentos, caixa de passagem e transporte	0,10
Instalação de poste ornamental de 9 a 12m, incluindo instalação de luminárias, equipamentos, caixa de passagem e transporte	0,60

TÍTULO: PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS

Instalação de poste ornamental de 13 a 17m, incluindo instalação de luminárias, equipamentos, caixa de passagem e transporte	1,00
--	------

OUTROS	US
Caixa de passagem em alvenaria, para alta tensão	0,20
Caixa de passagem em alvenaria, para baixa tensão	0,10
Operação de dispositivo de proteção ou manobra para transferência de carga (por ponto / por intervenção)	0,08
Abertura ou Fechamento de Jumpers para seccionamento ou emenda de circuito de MT em condição de manobra	0,08
Valeta em asfalto, por m, com lançamento de dutos, inclusive recomposição e lançamento dos cabos.	0,14
Valeta em passeio, por m, com lançamento de dutos, inclusive recomposição e lançamento dos cabos.	0,07
Valeta em terra, por m, com lançamento de dutos, inclusive recomposição e lançamento dos cabos.	0,05
Valeta em grama, por m, com lançamento de dutos, inclusive recomposição e lançamento dos cabos.	0,04
Instalação de cobertura isolante (por fase/vão) incluindo-se retirada de objetos e poda de árvore quando necessário	0,06

Observações gerais:

Nos casos de estaiamento em cadeia, o primeiro estai já está pago no fator global do poste a instalar ou a aproveitar, os demais estais deverão ser pagos através do "Poste a Aproveitar Simples - 0,10 USRDA".

Para remoção de poste com deslocamento superior a 1 metro, considerar para pagamento 1,4 USRDA, quando a remoção se der dentro do próprio vão.

Nas remoções de poste dentro do próprio vão, quando houver interesse das empresas distribuidoras da Âmbar Energia ou necessidade técnica de instalar um novo poste (Exemplo: reduzir tempo de desligamento, etc.), deverá ser pago um poste a instalar (1,0 USRDA) e um poste a retirar (0,7 USRDA).

Quando se estiver aproveitando um poste retirado no próprio projeto, fora do vão original, não deverá ser considerado como remoção e sim pagar um poste a instalar (1,0 USRDA) e um poste a retirar (0,7 USRDA).

Em toda concretagem de base em postes novos ou existentes, além da mão-de-obra referente à execução do serviço, deverão ser orçados 0,20 USRDA relativos aos materiais necessários à concretagem.