

*Critérios Básicos para Elaboração  
de Projetos de Redes de  
Distribuição Aéreas Urbanas*

ENERGISA/C-GTCD-NRM/Nº149/2021

**Norma de Distribuição Unificada**

**NDU 006**

Versão 7.0 Dezembro/2024.



## Apresentação

Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de linhas e redes aéreas de distribuição energia elétrica, em áreas urbanas, na classe de tensão até 36,2 kV, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica, nas empresas do grupo Energisa S.A.

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 (ABRADEE), e em conformidade com as prescrições vigentes nos Procedimentos de Distribuição (PRODIST) e nas Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Este documento poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações por razões de ordem técnica ou legal, motivo pelo qual os interessados devem, periodicamente, consultar as unidades do Grupo Energisa S.A. quanto a eventuais modificações. As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta norma técnica é a versão 7.0, datada de dezembro de 2024.

**João Pessoa - PB, 31 de dezembro de 2024.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição.**

A presente revisão desta Norma Técnica é a versão 7.0, datada de dezembro de 2024.



## Equipe Técnica de Elaboração da NDU 006

**Acassio Maximiano Mendonça**

Grupo Energisa

**Danilo Maranhão de Farias Santana**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos**

Grupo Energisa

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

## Membros do Grupo de Trabalho (Versão 6.0)

**Adoniram Vieira Souza**

Energisa Sergipe

**Aridio Delfino da Silva Junior**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Caroline Bernardes de Castro**

Energisa Minas Rio

**Claudio Alberto Santos de Souza**

Energisa Sul Sudeste

**Cristiano Junio Azevedo**

Energisa Minas Rio

**Daniel Barbosa da Silva**

Energisa Rondônia

**Denisson de Oliveira Santos**

Energisa Sergipe

**Diego de Araujo Moreira**

Energisa Paraíba

**Eneas Rodrigues de Siqueira**

Energisa Mato Grosso

**Jefferson de Assis Pinto**

Energisa Mato Grosso

**Jefferson da Silva Santos**

Energisa Paraíba

**Jociane Maria de Amorim**

Energisa Mato Grosso

**Johnata Rodrigues Gomes**

Energisa Acre

**Luis Fellipe Ferreira Reis**

Energisa Mato Grosso

**Manoel Alexandre de Oliveira**

Energisa Mato Grosso

**Marcelo Campos de Carvalho**

Energisa Minas Rio

**Nelson Muniz dos Santos**

Energisa Sul Sudeste

**Patrick Pazini da Silva**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Evair Rogério da Conceição**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Pedro Petri Dias da Silva**

Energisa Tocantins

**Marcone Henrique da Cruz**

Energisa Paraíba

**Thiago Ferreira Marinho**

Energisa Acre

## Aprovação Técnica (Versão 6.0)

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Paraíba

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Rio

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia

**Antonio Mauricio de M. Gonçalves**

Energisa Acre

**Alberto Alves Cunha**

Energisa Tocantins

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Sul-Sudeste

## Membros do Grupo de Trabalho (Versão 7.0).

**Adoniram Vieira Souza**

Energisa Sergipe

**Bruno Spindola de Castro**

Energisa Tocantins

**Alvaro Daniel H. Siliprandi**

Energisa Rondônia

**Claudio Alberto Santos de Souza**

Energisa Sul Sudeste

**Aridio Delfino da Silva Junior**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Cristiano Junio Azevedo**

Energisa Minas Rio

**Driely Aparecida Leonidio**

Energisa Acre

**José Ricardo Mendes Silva**

Energisa Paraíba

**Eneas Rodrigues de Siqueira**

Energisa Mato Grosso

**Fábio de Carvalho**

Energisa Paraíba

**Jefferson de Assis Pinto**

Energisa Mato Grosso

**Johnata Rodrigues Gomes**

Energisa Acre

**Marcelo Campos de Carvalho**

Energisa Minas Rio

**Nelson Muniz dos Santos**

Energisa Sul Sudeste

**Pedro Petri Dias da Silva**

Energisa Tocantins

## Aprovação Técnica (Versão 7.0)

**Ademário de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Alberto Alves Cunha**

Energisa Tocantins

**Antonio Mauricio de M. Gonçalves**

Energisa Acre

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe

**Fábio Lancelotti**

Energisa Paraíba

**Fabricio Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Sul Sudeste

**Rodolfo Acialdi Pinheiro**

Energisa Minas Rio

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Mato Grosso do Sul

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. CAMPO DE APLICAÇÃO.....	11
3. VIGÊNCIA.....	12
4. RESPONSABILIDADES .....	12
4.1. Coordenação de Normas e Padrões Construtivos.....	12
4.2. Departamento de Serviços Comerciais .....	12
4.3. Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição .....	12
4.4. Assessoria de Planejamento e Orçamento .....	13
4.5. Departamento de Operação.....	13
4.6. Departamento de Combate a Perdas .....	13
4.7. Centro de Controle Integrado.....	13
4.8. Projetistas e Empresas Construtoras.....	13
5. REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	14
5.1. Legislação .....	14
5.2. Normas Brasileiras.....	14
5.3. Especificações Técnicas .....	17
5.4. Normas Técnicas do Grupo Energisa .....	17
6. CASOS ESPECIAIS .....	18
7. DEFINIÇÕES .....	18
7.1. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.....	18
7.2. Áreas de Corrosão .....	18
7.3. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT .....	19
7.4. Alimentador de Distribuição .....	19
7.5. Alimentador Exclusivo .....	19
7.6. Alimentador Expresso .....	19
7.7. Carga Instalada .....	19
7.8. Circuito Secundário de Distribuição.....	19
7.9. Concessionária ou Permissionária de Distribuição de Energia Elétrica.....	19
7.10. Condomínio .....	20
7.11. Condomínio Edificado .....	20
7.12. Edificado Condomínio/Loteamento Fechado.....	20
7.13. Condomínio Não Edificado .....	20
7.14. Consumidor Atendido.....	21
7.15. Corrosividade da Atmosfera .....	21
7.16. Cruzamento Aéreo .....	21
7.17. Demanda .....	21

7.18.Demanda Diversificada .....	21
7.19.Demanda Média .....	21
7.20.Demanda Máxima .....	21
7.21.Derivação de Distribuição.....	22
7.22.Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora .....	22
7.23.Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora .....	22
7.24.Empreendimento Habitacional Urbano de Interesse Social .....	22
7.25.Fator de Agrupamento de Medidores.....	23
7.26.Fator de Carga.....	23
7.27.Fator de Coincidência .....	23
7.28.Fator de Demanda .....	23
7.29.Fator de Diversidade.....	23
7.30.Fator de Potência .....	24
7.31.Fator de Utilização .....	24
7.32.Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora .....	24
7.33.Freqüência de Interrupção Individual por UC ou por Ponto de Conexão (FIC) .....	24
7.34.Iluminação Pública .....	24
7.35.Linhas de Distribuição Primárias .....	24
7.36.Limpeza de Faixa .....	24
7.37.Loteamento .....	25
7.38.Manutenção .....	25
7.39.Nível de Poluição - Alta Poluição .....	25
7.40.Obra de Conexão .....	25
7.41.Orla Marítima .....	25
7.42.Planta de Situação .....	26
7.43.Ponto de Conexão.....	26
7.44.Projeto de Extensão .....	26
7.45.Projetos de Melhoria.....	26
7.46.Projeto de Reforma.....	26
7.47.Projeto de Reforço.....	26
7.48.Ramal de Alimentador.....	27
7.49.Ramal de Ligação .....	27
7.50.Ramal de Circuito Secundário .....	27
7.51.Redes de Distribuição.....	27
7.52.Redes Aéreas de Distribuição de Baixa Tensão (BT).....	27
7.53.Redes Aéreas de Distribuição de Média Tensão (MT).....	27
7.54.Redes Aéreas de Distribuição Convencional (RDC) .....	27
7.55Redes Aéreas de Distribuição Protegida (RDP) .....	28
7.56.Redes Aéreas de Distribuição Rural (RDR) .....	28

7.57. Rede de Distribuição Urbana (RDU) .....	28
7.58. Rede Aérea Secundária Aérea Convencional (RSC) .....	28
7.59. Rede Aérea Secundária Aérea Isolada (RSI) .....	28
7.60. Rede Primária .....	28
7.61. Rede Secundária .....	28
7.62. Regularização Fundiária de Interesse Social .....	29
7.63. Sistema Elétrico de Distribuição .....	29
7.64. Subestação de Distribuição (SED) .....	29
7.65. Tensão Máxima do Sistema .....	29
7.66. Tensão Primária de Distribuição .....	29
7.67. Tensão Secundária de Distribuição .....	29
7.68. Tronco do Alimentador .....	30
7.69. Tronco de Circuito Secundário .....	30
7.70. Vão .....	30
7.71. Vão Básico do Gabarito .....	30
7.72. Vão Ancorado .....	30
7.73. Vão Contínuo .....	30
7.74. Vão Regulador .....	31
7.75. Via pública .....	31
7.76. Via Urbana .....	31
8. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	31
8.1. Generalidades .....	31
8.2. Tensões de Fornecimento .....	32
8.3. Tipos de Projetos .....	34
8.4. Tipos de Redes e Critérios de Aplicação .....	39
8.5. Roteiro para Elaboração do Projeto .....	43
8.6. Obtenção de Dados Preliminares .....	43
8.7. Mapas e Plantas .....	46
8.8. Meio Ambiente .....	46
9. LEVANTAMENTO DE CAMPO .....	48
9.1. Locação de Postes .....	49
9.2. Largura da Calçada .....	49
9.3. Afastamentos Mínimos .....	49
9.4. Vão .....	50
9.5. Marcação .....	51
9.6. Disposição .....	52
9.7. Critérios de Locação .....	53
9.8. Outros Cuidados a Serem Observados Durante a Locação .....	58

9.9. Critérios de Locação das Instalações Elétricas MT em Condomínios .....	60
10. ESPECIFICAÇÃO DA CARGA E DE DEMANDAS .....	63
10.1. Geral .....	63
10.2. Ligação de Novos Consumidores à Rede Existente .....	66
10.3. Redes Novas.....	66
10.4. Determinação de Demanda Nas Unidades Consumidoras Ligadas .....	68
10.5. Determinação de Demandas para Novas Unidades Consumidoras .....	68
11. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO.....	70
11.1. Rede Primária .....	70
11.2. Rede Secundária .....	97
11.3. Transformadores de Distribuição .....	104
11.4. Aterramento .....	108
11.5. Iluminação Pública .....	109
11.6. Uso Mútuo .....	109
12. DIMENSIONAMENTO MECÂNICO.....	109
12.1. Condições Ambientais .....	110
12.2. Poste Padronizados .....	111
13. RELAÇÃO DE MATERIAL E ORÇAMENTO.....	125
13.1. Relação de Material.....	125
13.2. Mão-de-Obra .....	127
13.3. Projeto e Orçamento em Estrutura com Uso Mútuo.....	127
14. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO.....	128
14.1. Apresentação do Projeto.....	128
14.2. Desenho .....	130
14.3. Diagrama Unifilar .....	135
14.4. Desenhos Especiais.....	135
14.5. Travessias .....	136
14.6. Autorização de Passagem .....	144
14.7. Documento de Responsabilidade Técnica .....	144
14.8. Folha de Cálculo de Queda de Tensão e Corrente.....	145
14.9. Licenças Ambientais .....	145
14.10. Memorial Descritivo .....	146
14.11. Relação de Material e Orçamento.....	146
14.12. Análise de Projeto .....	146
14.13. Aprovação do Projeto .....	146
14.14. Prazos para Análise.....	149
14.15. Validade do Projeto .....	149



15. PENALIDADES E RESPONSABILIDADE CIVIL .....	149
16. HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	152
17. TABELAS .....	154
18. FORMULÁRIOS .....	226
19. DESENHOS .....	237
20. ANEXOS .....	293

## 1. INTRODUÇÃO

Essa Norma Técnica estabelece requisitos mínimos dos critérios necessários a elaboração de projetos em redes aéreas de distribuição localizadas no perímetro urbano com classe de tensão nominal até 36,2 kV, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança adequadas ao fornecimento de energia elétrica, com as seguintes características:

- a) Redes aéreas convencionais com condutores nus de liga de alumínio CAL 6201 de sistemas trifásicos de classe de tensão até 15,0 kV nas áreas, segundo especificado na NDU 027 (Critérios para Utilização de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica);
- b) Redes aéreas protegidas com cabos simples ou duplamente protegidos fixados em espaçadores de sistemas trifásicos de classe de tensão até 36,2 kV, de acordo com a NDU 004.1 (Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição);
- c) Redes aéreas com cabos multiplexados autossustentados de sistemas de natureza trifásicos de classe de tensão até 1,0 kV, segundo padrões definidos na NDU 004.3 (Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Multiplexadas de Baixa Tensão).

## 2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos projetos de novas extensões, reformas e reforços de rede aéreas de distribuição, situadas dentro do perímetro urbano de cidades, vilas e povoados, abrangendo as redes aéreas convencionais, protegidas e isoladas, incluindo os critérios básicos para levantamento de carga, dimensionamento elétrico e mecânico, proteção, interligação, seccionamento, além de metodologia para elaboração, apresentação e aprovação de projetos na Energisa.

### 3. VIGÊNCIA

Conforme previsto no Art. 20 da REN 1.000/2021, esta Norma Técnica entra em vigor 120 dias a partir da data de sua publicação.

Novas edições e/ou alterações em normas técnicas, serão comunicadas aos consumidores e demais usuários, fabricantes, distribuidores, comerciantes de materiais e equipamentos padronizados, técnicos em instalações elétricas e demais interessados, por meio da página de Normas Técnicas no site da Energisa. Orientamos que os interessados deverão, periodicamente, consultar o site da Energisa para obter as versões mais recentes dos documentos normativos.

### 4. RESPONSABILIDADES

#### 4.1. Coordenação de Normas e Padrões Construtivos

Estabelecer as normas e os critérios técnicos exigíveis para o Elaboração de Projetos nas Áreas Urbanas e coordenar o processo referente a revisões.

#### 4.2. Departamento de Serviços Comerciais

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades de atendimento ao cliente, zelando pelos critérios e recomendações definidas nesta norma, divulgando a mesma aos clientes e as partes interessadas.

#### 4.3. Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades relacionadas à análise de projetos e fiscalização de obras, referente ao processo de melhoria, expansão e manutenção dos sistemas de distribuição de energia elétrica. Além de realizar o cadastro georreferenciados das obras provenientes dos critérios projetos urbanos abordados nesse documento normativo, fazer a gestão dos dados da rede de distribuição de energia elétrica até 36,2 kV.



Todas as atividades devem ser realizadas de acordo com as regras e recomendações definidas nesta norma.

#### 4.4. Assessoria de Planejamento e Orçamento

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades relacionadas ao planejamento do sistema elétrico, observando as regras e recomendações definidas nesta norma.

#### 4.5. Departamento de Operação

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades relacionadas ao sistema de medição e fiscalização de acordo com os critérios e recomendações definidas nesta norma técnica.

#### 4.6. Departamento de Combate a Perdas

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades relacionadas a fiscalização e combate a perdas, observando os critérios e as recomendações definidas nesta norma técnica.

#### 4.7. Centro de Controle Integrado

Cooperar no processo de revisão desta norma. Desempenhar as atividades relacionadas à operação do sistema elétrico, observando as regras e as recomendações definidas nesta norma técnica.

#### 4.8. Projetistas e Empresas Construtoras

Conceber projetos, executar as obras de construção e manutenção das redes de distribuição de média e baixa tensão em concordância com os critérios, as recomendações e os padrões definidos nesta norma técnica.

## 5. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Na elaboração desta norma foram consideradas as recomendações das normas a seguir, em suas últimas publicações mais recentes:

### 5.1. Legislação

- Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 de 07/12/2021 - Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências.
- Resolução Normativa ANEEL Nº 674 de 11/08/2015 - Aprova a revisão do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico - MCPSE, instituído pela Resolução Normativa nº 367, de 2 de junho de 2009.
- Resolução Normativa ANEEL Nº 888 de 30/06/2020 - Aprimora as disposições relacionadas ao fornecimento de energia elétrica para o serviço público de iluminação pública.
- Norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).
- Norma Regulamentadora NR 35 - Trabalho em Altura.

### 5.2. Normas Brasileiras

- ABNT NBR 15688, redes aéreas de distribuição aérea de energia elétricas com condutores nus.
- ABNT NBR 15992, redes aéreas de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV.
- ABNT NBR 16615, redes aéreas de distribuição aérea de energia elétrica com cabos multiplexados autossustentados.

- ABNT NBR 5101, Iluminação pública - Procedimento.
- ABNT NBR 5422, Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência.
- ABNT NBR 6535, Sinalização de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica com vistas à segurança da inspeção aérea.
- ABNT NBR 7271, Cabos de alumínio nus para linhas aéreas - Especificação.
- ABNT NBR 7276, Sinalização de advertência em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Procedimento.
- ABNT NBR 8158, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação.
- ABNT NBR 8159, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Padronização.
- ABNT NBR 8451-1, Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica - Parte 1: Requisitos.
- ABNT NBR 8451-2, Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica - Parte 2: Padronização de postes para redes de distribuição de energia elétrica.
- ABNT NBR 8453-1, Cruzetas de concreto armado e protendido para redes de distribuição de energia elétrica - Parte 1: Requisitos.
- ABNT NBR 8453-2, Cruzetas de concreto armado e protendido para redes de distribuição de energia elétrica - Parte 2: Padronização.
- ABNT NBR 10298, Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas - Especificação.

- 
- ABNT NBR 11873, Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV.
  - ABNT NBR 14165, Via férrea - Travessia por linhas e redes de energia elétrica - Requisitos.
  - ABNT NBR 15214, Rede aérea de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações.
  - ABNT NBR 15129, Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares.
  - ABNT NBR 15237, Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Especificação.
  - ABNT NBR 16094, Acessórios poliméricos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Requisitos de desempenho e métodos de ensaio.
  - ABNT NBR 16095, Acessórios poliméricos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Requisitos construtivos.
  - ABNT NBR 16730, Cordoalha de fios de aço zincados para eletrificação - Requisitos.
  - ABNT NBR 16752, Desenho técnico - Requisitos para apresentação em folhas de desenho.
  - ABNT NBR IEC 60598-1, Luminárias - Parte 1: Requisitos gerais e ensaios.
  - ABNT NBR 9050/2020 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
  - ABNT NBR 15688/2012 - Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica com Condutores Nus.

### 5.3. Especificações Técnicas

Quanto tratar das especificações técnicas referentes a materiais e equipamentos estas serão disponibilizadas no link abaixo:

<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx#>

### 5.4. Normas Técnicas do Grupo Energisa

- NDU 001. Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais ou agrupadas até 03 unidades consumidoras.
- NDU 002. Fornecimento de energia elétrica em tensão primária.
- NDU 003. Fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 (três) unidades consumidoras.
- NDU 004.1. Instalações básicas para construção de redes aéreas protegidas de média tensão.
- NDU 004.3. Instalações básicas para construção de redes aéreas isolada multiplexada de baixa tensão.
- NDU 005. Instalações básicas para construção de redes aéreas de distribuição rurais.
- NDU 009. Critérios para compartilhamento de infraestrutura da rede aéreas de distribuição.
- NDU 016. Compatibilização da arborização com as redes aéreas de distribuição de energia elétrica.
- NDU 016. Gerenciamento do manejo de vegetação.
- NDU 018. Critérios básicos para elaboração de projetos de construção de redes subterrâneas em média e baixa tensão.

- NDU 027. Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosférica.
- NDU 034. Aterramento para sistemas de distribuição.
- NDU 035. Iluminação pública.

## 6. CASOS ESPECIAIS

Para quaisquer situações especiais não especificada neste documento normativo ou naqueles caracterizadas por casos excepcionais que demandem a necessidade de estudos especiais estes deverão ser objeto de prévia análise e deliberação por parte da Concessionária ou Permissionária (Energisa), detentora do direito de rejeitar toda e qualquer solução de desconformidade com as condições técnicas exigidas por ela. Quando da demanda dos casos excepcionais, estes deverão ser analisados em conjunto com Coordenação de Normas e Padrões Construtivos (CNPC) e Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição (DCMD) do Grupo Energisa.

## 7. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são complementados pelos seguintes:

### 7.1. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME criada pela lei 9.427 de 26/12/1996, com a finalidade de regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica.

### 7.2. Áreas de Corrosão

Ambientes de exposição à corrosão, leve, média ou pesada, classificadas conforme NDU 027 (Critérios para Utilização de Equipamentos de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica).

### 7.3. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

Associação privada, sem fins lucrativos, responsável pela elaboração das normas técnicas no Brasil.

### 7.4. Alimentador de Distribuição

Parte de uma rede primária numa determinada área de uma localidade que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição da concessionária e/ou de consumidores.

### 7.5. Alimentador Exclusivo

Alimentador de distribuição sem derivações ao longo de seu percurso.

### 7.6. Alimentador Expresso

Alimentador de distribuição sem derivações ao longo de seu percurso.

### 7.7. Carga Instalada

É a soma das potências nominais de todos os aparelhos, equipamentos e dispositivos instalados nas dependências das unidades consumidoras, os quais, em qualquer tempo, podem consumir energia elétrica.

### 7.8. Circuito Secundário de Distribuição

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.

### 7.9. Concessionária ou Permissionária de Distribuição de Energia Elétrica

Agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, de agora em diante denominado distribuidora.

## 7.10. Condomínio

São edificações ou conjuntos de edificações, de um ou mais pavimentos, construídos sob a forma de unidades isoladas entre si, destinadas a fins residenciais ou não-residenciais, poderão ser alienados, no todo ou em parte, objetivamente considerados, e constituirá, cada unidade, propriedade autônoma sujeita às limitações da Lei Federal n.º 4.591 de 18/12/1964.

## 7.11. Condomínio Edificado

Condomínio com todos os serviços de infraestrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) e residências construídas.

### NOTA:

- I. Nos condomínios edificados são colocadas à venda as residências para ocupações imediatas.

## 7.12. Edificado Condomínio/Loteamento Fechado

Lotes ou residências de um local fechado por muro ou cerca, legalmente constituído, de uso comum e com acesso controlado, e que, por essa razão, pertencem à totalidade dos proprietários que ali residem.

## 7.13. Condomínio Não Edificado

São condomínio que possuem, somente, os serviços de infraestrutura construídos, como água, esgoto, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) e terrenos a venda, tendo a responsabilidade dos compradores, a construção das futuras residências e as suas respectivas solicitações de ligações dos serviços de infraestrutura.

#### 7.14. Consumidor Atendido

Titular de Unidade Consumidora atendida diretamente por sistema da Concessionária, conforme regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

#### 7.15. Corrosividade da Atmosfera

Capacidade da atmosfera de causar corrosão em um determinado metal ou liga metálica, através de ação química ou eletroquímica de agentes do meio ambiente.

#### 7.16. 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).

#### 7.17. Demanda

Soma das potências elétricas instantâneas médias solicitadas por consumidores, durante um período especificado.

#### 7.18. Demanda Diversificada

Demanda média de um consumidor em um grupo de consumidores de mesma classe, tomando em conjunto a soma das demandas máximas individuais, dividida pelo número de consumidores considerados.

#### 7.19. Demanda Média

Razão da quantidade de energia elétrica consumida durante um intervalo de tempo especificado, para esse intervalo.

#### 7.20. Demanda Máxima

Maior demanda verificada durante um período especificado.

### 7.21. Derivação de Distribuição

Ligação feita em qualquer ponto de uma rede de distribuição para um alimentador, ramal de alimentador, transformador de distribuição ou ponto de conexão.

### 7.22. Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

Intervalo de tempo em que, em média, no período de observação, em cada Unidade Consumidora do conjunto considerado, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica.

### 7.23. Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora

Intervalo de tempo em que, no período de observação, em uma Unidade Consumidora ou ponto de conexão, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica.

### 7.24. Empreendimento Habitacional Urbano de Interesse Social

- a) Empreendimento habitacionais destinados predominantemente às famílias de baixa renda, em uma das seguintes situações:
- b) Implantados em zona habitacional declarada por lei como de interesse social; ou
- c) Promovidos pela união, estados, distrito federal, municípios ou suas entidades delegadas, estas autorizadas por lei a implantar projetos de habitação, na forma da legislação em vigor; ou
- d) Construídos no âmbito de programas habitacionais de interesse sociais implantados pelo poder público.

#### NOTA:

- I. Conforme Resolução Normativa ANEEL nº 1.000 de 07 de dezembro de 2021.

## 7.25. Fator de Agrupamento de Medidores

Esse fator leva em consideração a diversificação das cargas e a coincidência das demandas máximas dos consumidores individuais da edificação de uso coletivo, que definirão a demanda dessa edificação.

## 7.26. Fator de Carga

Razão da demanda média pela demanda máxima ocorrida no mesmo intervalo de tempo especificado.

## 7.27. Fator de Coincidência

É o inverso do fator de diversidade.

$$F_c = \frac{1}{F_{di}}$$

## 7.28. Fator de Demanda

Razão da demanda máxima pela carga instalada do sistema ou da instalação considerada:

$$F_D = \frac{D_{Máxima}}{C_{Instalada}}$$

## 7.29. Fator de Diversidade

Razão entre a soma das demandas máximas individuais de um determinado grupo de consumidores e a demanda máxima real total desse mesmo grupo, ou a razão entre a demanda máxima de um consumidor e a sua demanda diversificada:

$$F_{di} = \frac{D_{Máxima\ Individual}}{D_d}$$

### 7.30. Fator de Potência

Razão entre a potência ativa (kW) e a potência aparente (kVA) da instalação:

$$FD = \frac{P_{Ativa}}{P_{Aparente}}$$

### 7.31. Fator de Utilização

Razão da máxima demanda verificada pela capacidade nominal de um sistema.

### 7.32. Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

Número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada Unidade Consumidora do conjunto considerado.

### 7.33. Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (FIC)

Número de interrupções ocorridas, no período de observação, em cada Unidade Consumidora ou ponto de conexão.

### 7.34. Iluminação Pública

Serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual.

### 7.35. Linhas de Distribuição Primárias

Componente do sistema elétrico de distribuição que transmite energia em grosso interligando subestação de distribuição (SED), transmissão, unidades de geração e acessantes.

### 7.36. Limpeza de Faixa

Compreende o processo de supressão da vegetação que se encontra na faixa de passagem da rede de distribuição aérea rural a ser construída, com largura total de



15 m para rede de Média Tensão (6,58 KV a 36,2 KV) e de 30 metros para redes de Alta Tensão (72,5 KV á 145 KV). Para tanto deve-se consultar as NDU 005, NDU 016 e NDU 016.1.

### 7.37. Loteamento

Subdivisão da gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes, nos termos das leis em vigor.

### 7.38. Manutenção

Conjunto das ações necessárias para que um equipamento ou instalação seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição especificada.

### 7.39. Nível de Poluição - Alta Poluição

Áreas com alta densidade de indústrias, subúrbios de grandes cidades com alta densidade de sistema de calefação e áreas próximas ao mar ou expostas a ventos relativamente constantes provenientes do mar.

Equivalente ao nível pesado (III) da IEC 60815-1.

### 7.40. Obra de Conexão

É a extensão da rede de distribuição, construída a partir do ponto de conexão com a rede de distribuição existente, até o limite da propriedade, com a finalidade de possibilitar o fornecimento de energia elétrica a unidade consumidora. Estão incluídas nas obras de conexão todas as obras necessárias de reforço e suporte para a conexão do empreendimento.

### 7.41. Orla Marítima

Unidade geográfica inclusa na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e o mar.

## 7.42. Planta de Situação

É um desenho em escala adequada, contendo indicação da localização com coordenadas geográficas UTM's e os pontos de referência que permitam identificar o local onde será construída, ampliada ou reformada a rede de Iluminação Pública.

## 7.43. Ponto de Conexão

Conjunto de Equipamentos que se destinam a estabelecer a conexão na fronteira entre as instalações da acessada de acessantes.

## 7.44. Projeto de Extensão

São aqueles destinados a atender novas unidades consumidoras que implicam no prolongamento da rede de distribuição existente.

## 7.45. Projetos de Melhoria

São obras que se caracterizam por modificações nas instalações existentes ou construção de novos trechos com a finalidade de se obter condições operacionais mais vantajosas.

## 7.46. Projeto de Reforma

São aqueles que visam promover alterações em uma rede existente, seja para adequá-la a novas situações de carga, seja por motivo de segurança, obsolescência, melhoria nas condições de fornecimento ou adequação das instalações ao meio ambiente.

## 7.47. Projeto de Reforço

São obras que atuam sobre as instalações existentes com a finalidade exclusiva de aumentar sua capacidade, para que o componente não fique sujeito a um carregamento superior ao seu limite físico.

#### 7.48. Ramal de Alimentador

Linha elétrica derivada de um alimentador tronco, para as mesmas finalidades deste.

#### 7.49. Ramal de Ligação

Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Concessionária e o ponto de conexão.

#### 7.50. Ramal de Circuito Secundário

Parte de um circuito secundário, que deriva do tronco e se caracteriza por seções transversais inferiores, atendimento a parcelas de carga, conforme a sua distribuição em relação ao tronco e fechamentos em anel, conforme a configuração da rede.

#### 7.51. Rede de Distribuição

Conjunto de redes elétricas com equipamentos e materiais diretamente associados, destinado à distribuição de energia elétrica.

#### 7.52. Rede Aérea de Distribuição de Baixa Tensão (BT)

Componente do sistema elétrico de distribuição que deriva dos transformadores ligados à Rede primária aérea de distribuição e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em baixa tensão e da iluminação pública.

#### 7.53. Rede Aérea de Distribuição de Média Tensão (MT)

Componente do sistema elétrico de distribuição que deriva da subestação de distribuição (SED) e se destina ao suprimento das redes secundárias aéreas de distribuição e dos consumidores atendidos em média tensão.

#### 7.54. Rede Aérea de Distribuição Convencional (RDC)

Rede aérea de distribuição de energia elétrica com condutores nus, suportados através de isoladores.

### 7.55. Rede Aérea de Distribuição Protegida (RDP)

Rede aérea de distribuição de energia elétrica com condutores cobertos suportados em espaçadores sustentados em cabo mensageiro.

### 7.56. Rede Aérea de Distribuição Rural (RDR)

Rede elétrica destinada ao fornecimento de energia em tensão de distribuição e cujo traçado se desenvolve na área configurada como rural.

### 7.57. Rede de Distribuição Urbana (RDU)

Rede de distribuição situada dentro do perímetro urbano de cidades, vilas, assentamentos e povoados.

### 7.58. Rede Aérea Secundária Aérea Convencional (RSC)

Rede aérea de distribuição em baixa tensão que utiliza condutores nus.

### 7.59. Rede Aérea Secundária Aérea Isolada (RSI)

Rede aérea de distribuição em baixa tensão que utiliza condutores multiplexados isolados.

### 7.60. Rede Primária

Parte de uma rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sob a mesma tensão primária nominal.

### 7.61. Rede Secundária

Parte de uma rede de distribuição alimentada pelos secundários dos transformadores de distribuição.

## 7.62. Regularização Fundiária de Interesse Social

Regularização fundiária de ocupações inseridas em parcelamentos informais ou irregulares, localizadas em áreas urbanas públicas ou privadas, utilizadas predominantemente para fins de moradia por população de baixa renda, na forma da legislação em vigor, conforme resolução normativa ANEEL.

## 7.63. 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.

## 7.64. Subestação de Distribuição (SED)

Estação abaixadora atendida por linhas de transmissão ou distribuição de AT, destinada ao suprimento do sistema de distribuição em média tensão.

## 7.65. Tensão Máxima do Sistema

Máximo valor de tensão de operação que ocorre sob condições normais de operação em qualquer tempo e em qualquer ponto do sistema.

## 7.66. Tensão Primária de Distribuição

Tensão disponibilizada no sistema elétrico da concessionária, com valores padronizados iguais ou superiores a 1 KV.

## 7.67. Tensão Secundária de Distribuição

Tensão disponibilizada no sistema elétrico da concessionária, com valores padronizados inferiores a 1 KV

## 7.68. Tronco do Alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que transporta a parcela principal da carga total. Normalmente é constituído por condutor de seções transversais mais elevada, caracterizado por um dos seguintes fatores:

- Transporte total ou de parcela ponderável da carga servida pelo alimentador.
- Alimentação ao principal consumidor do alimentador.
- Interligação com outro alimentador, permitindo transferência de carga entre os alimentadores.

## 7.69. Tronco de Circuito Secundário

Parte principal de um circuito secundário, que deriva diretamente barramento do transformador e se caracteriza, na maioria das vezes, por maior seção transversal de condutores. Atende a uma parcela ponderável da carga do circuito.

## 7.70. Vão

Distância horizontal entre dois suportes consecutivos de uma linha aérea.

## 7.71. Vão Básico do Gabarito

Vão adotados na elaboração da tabela de flechas, a partir da tração horizontal correspondente, para construção do gabarito.

## 7.72. Vão Ancorado

Vão compreendido entre duas estruturas de ancoragem.

## 7.73. Vão Contínuo

Série de 02 (dois) ou mais vão compreendidos entre estruturas de ancoragem.

## 7.74. Vão Regulador

Vão fictício, mecanicamente equivalente a uma série de vãos contínuos, compreendidos entre estruturas ancoradas, e que serve para a definição do valor do vão para tração de montagem.

## 7.75. Via pública

É toda parte da superfície destinada ao trânsito público, oficialmente reconhecida e designada por um nome ou número, de acordo com a legislação em vigor.

## 7.76. Via Urbana

Aquela caracterizada pela existência de construções às suas margens, com presença de tráfego motorizado e de pedestres em maior ou menor escala. Ruas, avenidas, vielas ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.

# 8. CONSIDERAÇÕES GERAIS

## 8.1. Generalidades

As seguintes prioridades deverão ser seguidas nas análises e estudos de extensões, reforma/melhoramento e reforço de rede:

- Solicitação de clientes;
- Reclamação de clientes;
- Queda de tensão e as perdas decorrentes;
- Indicadores de Qualidade e Continuidade (DEC, FEC, DIC, FIC etc.);
- Carregamento;
- Índice de desequilíbrio;

- Aspectos de segurança (exemplo: afastamento de rede).

No caso de projeto ser elaborado pela Concessionária, deverá ser maximizada a utilização do Sistema de Informação Geográfica, simulando situações cabíveis aos projetos e estudos como, por exemplo, capacidade de corrente dos condutores, carregamento dos transformadores e queda máxima de tensão admissível.

Para a adequação dos níveis de tensão deverão ser consideradas as seguintes possibilidades:

- a) Promover a redivisão de circuitos;
- b) Remanejamento de cargas para circuitos adjacentes;
- c) Substituir os transformadores sobrecarregados e subcarregados. A Concessionária deverá proceder a identificação dos transformadores sobrecarregados ou subcarregados nas proximidades, para que se possa efetivar o devido remanejamento;
- d) Balanceamento dos circuitos em desequilíbrio.

Deverão ser mantidos na rede os ramais de ligação multiplexados em bom estado, nos projetos de substituição de condutor nu para condutor multiplexado ou condutor concêntrico.

Durante a elaboração de projetos de extensão de redes aéreas de distribuição, a extensão futura deverá prever a possibilidade de futuros atendimentos, de modo que seja possível o atendimento imediato das unidades consumidoras solicitantes e posteriormente das demais que irão solicitar a ligação de energia.

## 8.2. Tensões de Fornecimento

As Tabelas I e II abaixo correspondem as tensões de fornecimento aplicadas nas empresas de distribuição do Grupo Energisa.

Tabela I. Nível de tensão secundária nas áreas de concessão do Grupo Energisa.

Circuito secundário	Tensão nominal (V)		Concessionária de distribuição do Grupo Energisa								
	Rede trifásica	380 / 220	—	EPB	EMR	—	EMT	—	—	—	ETO
220 / 127		EAC	—	EMR	EMS	EMT	ERO	ESE	ESS	—	
Rede bifásica	440 / 220	—	—	—	—	—	—	—	—	ETO	
	254 / 127	—	—	—	EMS	EMT	—	—	ESS	—	
	240 / 120	EAC	—	—	—	—	ERO	—	—	—	
	230 / 115	—	—	EMR	—	—	—	—	ESE	—	
Rede monofásica	220 / 127	EAC	—	EMR	EMS	EMT	ERO	ESE	ESS	—	
	230	—	EPB	—	—	—	—	—	—	—	
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	ETO	
	127	EAC	—	EMR	EMS	EMT	ERO	ESE	ESS	—	
	115	—	—	EMR	—	—	—	—	ESE	—	

Tabela II. Nível de tensão primária nas áreas de concessão do Grupo Energisa.

Circuito primária	Tensão nominal		Concessionária de distribuição do Grupo Energisa								
	Trifásico	Monofásico									
	(KV)										
	34,5	19,92	EAC	—	—	EMS	EMT	ERO	—	ESS	ETO
	22,0	12,71	—	—	EMR	EMS	—	—	—	—	
	13,8	7,97	EAC	EPB	—	EMS	EMT	ERO	ESE	ESS	ETO
	11,4	6,58	—	—	EMR	—	—	—	—	ESS	—

**NOTAS:**

- I. A tensão nominal indicada deverá ser submetida à aprovação prévia da Concessionária;
- II. As redes aéreas de distribuição urbana em baixa e média tensões do Grupo Energisa deverão ser de natureza trifásicas, apesar das tabelas I e II apresentarem as naturezas monofásicas e bifásicas, essas informações serão destinadas apenas para consulta;
- III. Tensão nominal fase-neutro (F/N).

EPB - Energisa Paraíba.

ESS - Energisa Sul-Sudeste.

EMR - Energisa Minas Rio.

ETO - Energisa Tocantins.

EMS - Energisa Mato Grosso do Sul.

ERO - Energisa Rondônia.

EMT - Energisa Mato Grosso.

EAC - Energisa Acre.

ESE - Energisa Sergipe.

### 8.3. Tipos de Projetos

Os projetos de redes aéreas de distribuição urbanas devem ser dos seguintes tipos:

- a) Projeto de expansão;
- b) Projeto de reforma/melhoramento;
- c) Projeto de reforço;
- d) Projetos de modificações ou remoção de rede e/ou poste;
- e) Projetos de conexão redes novas (incorporação de rede);
- f) Projeto de loteamento e assentamento de interesse social em área urbana.

#### 8.3.1. Projetos de Expansão

São aqueles que visam a implantação de todo o sistema de distribuição necessário ao atendimento a uma determinada área.

São trechos da rede aérea de distribuição construída a partir do ponto de conexão com o sistema elétrico existente, onde tem início a ampliação, visando possibilitar a efetivação de uma ou mais ligações simultâneas.

São classificados como projetos de expansão de redes, aqueles onde ocorram:

- Troca de condutores;

- Troca de transformadores;
- Criação de redes novas;
- Alimentadores expressos não exclusivos, para atender prioritariamente cargas significativas em áreas industriais ou mesmo para alimentar cargas especiais;
- Alimentadores que irão energizar as redes aéreas de distribuição urbanas a partir das subestações abaixadoras;
- Alimentadores que possibilitarão a energização de localidades onde não existe subestação de distribuição (SED);
- Alimentadores propostos para aliviar ou dividir cargas de circuitos sobrecarregados com demanda próxima de sua capacidade térmica ou com queda de tensão elevada.

#### NOTAS:

- I. A construção de novos trechos para interligações de alimentadores ou com outras finalidades de natureza operacional, não se considera como expansão;
- II. Cargas especiais devem ser analisados separadamente os consumidores que possuem cargas que provocam flutuação tais como:
  - Forno a arco voltaico.
  - Forno de indução.
  - Motor de corrente contínua com controle de velocidade.
  - Motor de corrente contínua para tração elétrica.
  - Conjunto Motor e compressor com tanque de reserva.
  - Motor de laminador de indústria siderúrgica.
  - Motor de indução de média e alta potência (50 CV).

- Retificador de corrente alternada para corrente contínua não controlado (utilizando diodos).
- Retificador de corrente alternada para corrente contínua controlado (utilizando tiristores).
- Retificador de corrente alternada para corrente contínua semi-controlado (utilizando diodos e tiristores).
- Inversor de corrente contínua para corrente alternada (1).
- Conversor eletrônico estático.
- Conversor eletrônico ativo (transistorizado ou tiristorizado).
- Compensador eletrônico estático.
- Compensador eletrônico ativo (transistorizado ou tiristorizado).
- Máquina de soldar.
- Aparelho de raios X.
- Transformador e reator com núcleo saturado.

III. O atendimento aos consumidores especiais pode, a critério da distribuidora, ser através de estação transformadora exclusiva, uma vez que haja viabilidade e conveniência técnica.

### 8.3.2. Projetos de Reforma/Melhoramento

São aqueles que visam a implantação de todo o sistema de distribuição necessário ao atendimento a uma determinada área ou que envolvam obras relacionadas a:

- Aspectos de segurança (ex.: afastamento de redes)
- Melhoria dos indicadores de desempenho de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica:

- Flexibilidade operativa (ex.: interligação de alimentadores e by-pass de localidades);
- Redução de interrupções (ex.: substituição de rede nua para rede compacta em local com algum tipo de interferência na rede como, por exemplo, arborização);
- Substituição de condutores (ex.: substituição de condutor/fio de cobre);
- Recuperação física da rede (ex.: substituição de condutor recozido).

**NOTA:**

- I. A construção de novos trechos para interligações de alimentadores ou com outras finalidades de natureza operacional, não se considera como expansão.

### 8.3.3. Projetos de Reforço

São considerados de reforço os projetos ligados a obras de:

- Alterações vinculadas à alta tensão ou subestações (ex.: aumento do número de alimentadores);
- Regularização de níveis de tensão ou do carregamento (ex.: aumento de seção dos condutores etc.);
- Regularização do desequilíbrio (ex.: conversão de rede monofásica em trifásica);
- Troca de transformador de distribuição em sobrecarga, por outro de maior capacidade;
- 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.

#### 8.3.4. Projetos de Modificações ou Remoção de Rede e/ou Poste

São aqueles que visam especificamente para atendimento a clientes ou para adequação as exigências urbanas.

**NOTA:**

- I. Deslocamento ou remoção de poste e de rede, está de acordo com os termos do Art. 110 regulado pela Resolução n° 1.000/2021 ANEEL.

#### 8.3.5. Projetos de Conexão Redes Novas (Incorporação de Rede)

São aqueles que visam à ligação de novos clientes ou novos empreendimentos.

Os projetos de conexão podem indicar a necessidade de serem elaborados projetos de ampliação (principalmente extensões ou reforços na rede). Devem ser seguidas as definições contidas nos padrões de incorporação de rede vigentes para cada Concessionária.

Os bens e instalações referentes a redes de distribuição de energia, implantados pelos responsáveis dos empreendimentos, com exceção das instalações destinadas a iluminação pública e das vias internas, conforme o caso, deverão ser incorporadas ao patrimônio da concessionária, na oportunidade de sua conexão ao sistema de distribuição da distribuidora, o que se caracteriza pela energização das instalações.

**NOTA:**

- I. Deve-se observar os critérios definidos no capítulo X da Resolução n° 1.000/2021 da ANEEL.

#### 8.3.6. Projetos de Loteamento, Assentamento de Interesse Social em Área Urbana

O projeto de rede de energia elétrica para atendimento de unidades consumidoras situadas em empreendimentos habitacionais urbanos de interesse social ou em regularização fundiária de interesse social, destinados às classes de baixa renda,

deverá ser elaborado para rede aérea compacta protegida e rede secundária multiplexada nas tensões secundárias. O projeto compreenderá obras de distribuição até o ponto de conexão, não incluindo o sistema de iluminação pública ou das vias internas, conforme disposto na resolução 1.000/2021.

#### NOTAS:

- I. Os projetos citados necessitarão de obras de conexões de redes de distribuição com desembolso da participação financeira mediante especificado na seção XVII da resolução 1.000/2021 da ANEEL;
- II. A estrutura que receberá a conexão de rede da distribuidora de energia elétrica deverá ser de ancoragem ou passagem.

## 8.4. Tipos de Redes e Critérios de Aplicação

### 8.4.1. Tipos de Redes

A Energisa deve adotar, em suas empresas Concessionárias, como sendo padrão mínimo de redes aéreas de distribuição de média tensão em cabos protegidos e a baixa tensão em cabos isolados, novas redes aéreas de distribuição convencionais deverão ser restritas e após análise técnica criteriosa das áreas de expansão das Concessionárias, conforme NDU 027.

São os seguintes os tipos de redes em uso nas empresas Concessionárias da Energisa em área urbana:

#### 8.4.1.1. Rede Primária Aérea de Distribuição

- **Redes Aéreas de Distribuição Convencionais**

Caracterizam-se por utilizar cabos de alumínio nus liga 6201 sobre cruzeta (concreto classe IV) e isoladores de porcelana tipo pilar. Os padrões de instalações básicas referentes a esse tipo estruturas de rede tipos: N (Normal), B (Beco) ou (MB) Meio Beco, segundo estabelecidos nas NDUs 005 e 027.

## NOTAS:

- I. Nas áreas urbanas litorâneas a aplicação de cabos em alumínio nus ou protegidos acontecerão, conforme as tabelas 02 e 03 da NDU 027 (Critérios para Utilização de Equipamentos de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica);
- II. Nas áreas urbanas atendidas exclusivamente em redes monofásicas em média tensão a unidade local da Energisa deverá analisar a viabilidade técnica/econômica da adição de fases ou manutenção do quantitativo de fase existente. Caso haja essa possibilidade da rede de distribuição aérea em média tensão monofásica esta deverá ser concebida, segundo critérios definidos na NDU 004.1.

### • Redes Aéreas de Distribuição Protegidas

Caracterizam-se por utilizar cabos de alumínio protegido com simples (XLPE) ou duplas camadas (XLPE/HDPE) sustentado por cabo mensageiro de aço e espaçadores poliméricos, instalados em intervalos segundo distanciamentos específicos no Desenho 038 da NDU 004.1 (Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição).

Por sua vez, estes espaçadores têm a função de elemento de apoio para os condutores, dispondo-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.

Nas redes compactas deveram ser previstas a instalação de alças com conectores tipo cunha ou para aterramento temporário:

- Aproximadamente a cada 300 metros (Consultar a NDU 004.1).
- Em ambos os lados dos equipamentos de manobra e proteção contra sobrecorrente.



Para as situações de aterramento temporário em estruturas CE3 e CE2 com para-raios, devem ser aproveitados os estribos de ligação destes, dispensando a instalação de pontos de aterramento temporário.

Os para-raios de média tensão deve ser aterrados com, no mínimo, 3 hastes e a resistência do aterramento atingir os valores conforme NDU 034, conectados ao neutro, mensageiro e às carcaças de equipamentos conforme as instalações básicas, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

#### **8.4.1.2. Rede Secundária Aérea de Distribuição**

##### **a) Rede secundária convencional**

Uma vez que, a partir da publicação deste documento, o Grupo Energisa é vetado todo e qualquer projeto que apresente na sua concepção redes de distribuição em baixa tensão projetadas em cabos de alumínio nu. Sendo exigido nas empresas Concessionárias do grupo Energisa S.A, como sendo padrão das redes aéreas de distribuição em baixa tensão cabos multiplexados. Os padrões de instalações básicas referentes a esse tipo de rede estão estabelecidos no NDU 004.3 (Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Multiplexadas de Baixa Tensão.).

#### **8.4.2. Critérios de Aplicação**

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

- a) Rede primária aérea de distribuição;
- b) Rede secundária aérea de distribuição.

##### **8.4.2.1. Rede Primária Aérea de Distribuição**

Nas áreas urbanas é exigido aplicação de redes de distribuição com cabos protegidos, segundo padrões estabelecidos na NDU 004.1 (Instalações básicas para construção de redes compactas de média tensão de distribuição) a mesmas das áreas abrangidas pela NDU 027 (Critérios para Utilização de Equipamentos de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica). Está prevista também a utilização da rede aérea de distribuição cabos condutores duplamente protegidos (XLPE+HDPE).



A aplicação dos cabos duplamente protegidos é obrigatória 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 devem ser aplicadas nas seguintes situações:

- a) Áreas de congestionamento de circuitos (saída de subestação);
- b) Áreas onde exige-se um maior índice de confiabilidade devido as características dos consumidores especiais;
- c) Em áreas de difícil convívio da rede convencional com as edificações;
- d) Áreas ambientais;
- e) Áreas altamente poluídas, onde possa haver o comprometimento dos outros tipos de cabos e acessórios;
- f) Projetos de travessia (pontes, viadutos etc.).
- g) Projetos de loteamentos e condomínios.

**NOTA:**

- I. Nas áreas classificadas, conforme NDU 027 (Critérios para Utilização de Equipamentos de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica), deverão ser utilizadas rede primária convencional.

#### 8.4.2.2. Rede Secundária Aérea de Distribuição

- 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 secundária na modalidade convencional (cabos nus) nas empresas Concessionárias da Energisa, 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 etc., que permitiriam manter a rede aérea convencional, ou em casos considerados especiais, a Rede secundária 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.

### 8.5. Roteiro para Elaboração do Projeto

Na primeira fase devem ser determinadas as características do projeto:

- a) Projetos existentes;
- b) Mapas;
- c) Circuitos existentes nas proximidades;
- d) Topografia do local;
- e) Plantas da área.

Deve ser contemplada nos levantamentos dos dados preliminares a premissa de utilização do CHI (Cliente Hora interrompido ou Quantidade de Clientes Desligados) para aplicação do tipo de mão de obra a ser orçada (linha viva ou linha morta).

Deve ser considerado também o perfil de clientes prioritários (hospitais, órgãos públicos, presídios, indústrias e outros). Projeto de redes aéreas de distribuição urbana (RDU) compreenderá, basicamente, as seguintes etapas:

### 8.6. Obtenção de Dados Preliminares

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

- a) Objetivo do projeto a ser elaborado.

- 
- 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 etc.;
  - Nesta etapa, deve ser verificado o estado atual da rede.
- b) Obtenção da planta da área, com arruamento 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 georreferenciada, em escala adequada, junto ao responsável pelo empreendimento, para lançamento dos dados no Sistema de Gestão Técnica da Distribuição.
- 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 Sistema de Gestão Técnica da Distribuição 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.

### 8.6.1. Levantamento da Carga e Determinação de Demandas

Consiste no levantamento da carga a ser atendida e na determinação da demanda total.

### 8.6.2. Locação dos Postes

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

### 8.6.3. Dimensionamento Elétrico

Refere-se à definição da configuração do circuito, carregamento e seção transversal dos condutores da rede aérea de distribuição primária e secundária, localização e dimensionamento de transformadores e proteção contra sobretensão e sobrecorrente.

### 8.6.4. Dimensionamento Mecânico

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

### 8.6.5. Relação de Material e Orçamento

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

### 8.6.6. Apresentação do Projeto

Consistem no 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.

### 8.7. Mapas e Plantas

Caso o projeto seja elaborado pela concessionária, deverá ser utilizado como base o Sistema de Informação Geográfica. No caso de novos loteamentos ou áreas ainda não mapeadas, devem ser obtidas, junto ao responsável pelo empreendimento, uma planta georreferenciada, em escala adequada (preferencialmente 1:1000), e amarradas com os arruamentos existentes e já mapeadas.

Em qualquer projeto de terceiros com extensão de rede seja está baixa tensão (BT) e/ou média tensão (MT), é necessária a apresentação do arquivo digital georreferenciado.

No caso dos projetos desenvolvidos pela própria Concessionária, deverá ser tomado como base o próprio sistema georreferenciado.

### 8.8. Meio Ambiente

Projeto de redes aéreas de distribuição urbana, localizado no interior ou entorno de Unidade de Conservação da Natureza, deve ser autorizado pelo órgão gestor da respectiva Unidade de Conservação. Em caso de afetar a Área de Preservação Permanente (APP), deve ser autorizado e licenciado pelo órgão ambiental município e órgão ambiental estadual. As atividades empresariais enquadradas na Lei 6.938/81, Política Nacional do Meio Ambiente, e listadas na Resolução CONAMA N.º 237/97 e no Anexo 1 do Decreto N.º 44.820/2014, devem apresentar Licença Ambiental expedida pelo Órgão Ambiental competente IBAMA, órgão ambiental estadual ou municipal.

Imóveis localizados no interior de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, ou no entorno de Unidades de Conservação de Proteção Integral (Art. 46 da Lei N.º 9985/00-SNUC), dependem de autorização ou Licença Ambiental expedida pelo órgão

ambiental competente (federal, estadual ou municipal de acordo com a gestão da unidade) para a ligação de energia.

#### NOTAS:

- I. Nas questões e diretrizes pertinentes e necessárias para gerenciamento dos processos de manejo da vegetação que esteja interagindo na operação das linhas e redes de distribuição de energia elétrica deverá ser consultada na NDU 016.1 (Gerenciamento do Manejo de Vegetação) e suas prerrogativas;
- II. Enquanto ao tratamento dos requisitos referentes a inspeção no planejamento e controle da arborização urbana com vista à coexistência com sistema elétrico, em consonância com a política de meio ambiente em toda área de concessão do Grupo Energisa S.A.;
- III. Nas situações de parques que possuem animais silvestres, o traçado da rede de distribuição aéreas deverão ser concebidas preferencialmente no lado oposto da via pública ou logradouro, dessa forma devendo ser projetada noutro traçado para o circuito;
- IV. Quando da existência de redes de distribuição em cabos de alumínio nu (CA ou CAA) ou da construção em cabo CAL 6201 onde haja a existência de fluxo de animais silvestres deverão ser instalados:
  - As coberturas protetoras de pássaros para isoladores, conforme ETU 94.3.
  - Os protetores de pássaros pré-formado para cabos, segundo ETU 194.
  - Substituição das redes de cabos de alumínio nu pelos padrões compactos em cabos duplamente protegidos (XLPE + HDPE).
- V. As redes aéreas de distribuição em média tensão com cabos de alumínio nu CAL 6201 só poderão ser concebidos em projetos elétricos segundo critérios estabelecidos na NDU 027, enquanto os projetos de construção (extensão de rede) em cabos de alumínio nu (CAA ou CA) é vetada em área urbana.

## 9. LEVANTAMENTO DE CAMPO

Deverá ser observado as seguintes questões:

- a) Caso o projeto seja elaborado pela concessionária, o levantamento de campo só deverá ser inicializado após análise de viabilidade dele no sistema de cadastro georreferenciado da concessionária e de cálculo elétrico;
- b) Verificar em campo as redes primárias aéreas de distribuição e secundária, consumidores existentes, faseamento, postes, transformadores etc.;
- c) Avaliar o estado físico dos materiais (postes, cruzetas, condutores, ramais de ligação, conexões etc.);
- d) Avaliar os tipos de consumidores, os consumos (kWh), as cargas que causam perturbações nas redes aéreas de distribuição (raio-X, máquinas de solda, motores de bomba d'água etc.) e as cargas sazonais;
- e) Observar construções em andamento, terrenos vagos, padrão das edificações (comercial, residencial etc.), marquises, fachadas etc.;
- f) Verificar o tipo e largura dos passeios, para eventuais recomposições;
- g) Verificar a existência de esgotos, redes telefônicas e redes de água subterrâneas etc.;
- h) O traçado deve contornar os seguintes tipos de obstáculos naturais ou artificiais:
  - Benfeitorias em geral;
  - Aeroclubes, aeroportos, heliportos, segundo desenho NDU 006.16 e desenho NDU 006.17;
  - Aquedutos, oleodutos e gasodutos;
  - Outros não mencionados, que a critério do projetista devam ser contornados.

- i) Verificar se a região do projeto não é uma área restrita de preservação ambiental.

### 9.1. Locação de Postes

Consiste na locação física dos postes, observando-se os requisitos de espaçamento, segurança, grau de iluminamento mínimo, estética etc.

### 9.2. Largura da Calçada

Segundo a ABNT NBR 9050 a largura da calçada pode ser dividida em três faixas de uso, conforme desenho NDU 006.07.

- a) Faixa de serviço:

Serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, recomenda-se reservar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70 metros.

- b) Faixa livre ou calçada:

Destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3%, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 metro de largura e 2,10 metros de altura livre.

- c) Faixa de acesso:

Consiste no espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00 metros.

Serve para acomodar a rampa de acesso aos lotes lindeiros sob autorização do município para edificações já construídas.

### 9.3. Afastamentos Mínimos

Os afastamentos mínimos são relativos às partes energizadas e não ao ponto de fixação. As distâncias entre a rede aérea de distribuição e as construções, fachadas, letreiros, luminosos, reformas etc., devem ser avaliadas prevendo futuras

ampliações destas e o futuro afastamento das redes elétricas, evitando condições inseguras, bem como gastos futuros com remoção e interrupções de energia.

Os afastamentos mínimos para as redes aéreas primárias e secundárias devem estar em conformidade com as Tabelas 10 a 14 e os desenhos NDU 006.01 a NDU 006.06. Os circuitos múltiplos podem também ser instalados em lados opostos dos postes, desde que mantidos os afastamentos mínimos previstos, podendo, nesses casos, para manter as distâncias mínimas exigidas, projetar afastadores na rede secundária, suporte afastador horizontal para a rede compacta ou postes de altura mais elevada.

#### 9.4. Vão

O vão entre os postes irá variar de acordo com a configuração da rede e do perfil do terreno, sendo tomados como base os seguintes vãos máximos:

Tabela III. Configuração de vão máximo de redes elétricas.

Configuração	Vão Máximo (m)
Média Tensão CAL 6201 S/Baixa Tensão.	80
Média Tensão Compacta S/Baixa Tensão.	60
Média Tensão CAL 6201 C/Baixa Tensão.	40
Média Tensão Compacta C/Baixa Tensão.	
Rede Exclusivamente em baixa Tensão.	

#### NOTAS:

- I. As informações contidas na tabela III deverão ter aplicabilidade nas redes de distribuição localizada no perímetro da área urbana;
- II. Os vãos superiores a 40 metros deverão ser projetados quando da inexistência previsibilidade de construção de Rede de Secundária (baixa tensão).

## 9.5. Marcação

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

- Havendo passeio ou meio fio, os postes são locados através de um triângulo vermelho, pintado no passeio ou no meio fio.

Neste caso o alinhamento é dado pelo próprio meio fio, conforme normas NDU 004.1 (Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição) e 004.3 (Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Multiplexadas de Baixa Tensão).

- Não havendo passeio ou meio fio, os postes são locados através de piquetes de madeira, pintados de vermelho na sua extremidade superior e ainda, se possível, deixar pintada alguma testemunha (muro, mourão, cerca, árvore etc.).

Neste caso há necessidade de definição do alinhamento do meio fio, sempre com a participação da área competente da Prefeitura do Município onde será implantado o projeto, nos casos de loteamentos, conjuntos habitacionais e condomínios a definição do alinhamento é de responsabilidade do empreendedor. Aprovação da inspeção referente a redes de distribuição urbana (loteamentos/condomínios) está condicionada a execução do meio fio (guia), e associado ao procedimento é obrigatório aplicação de piquetes ou estacas nas divisas (região limítrofe) entre lotes existentes no caso de (loteamentos/condomínios) não edificadas.

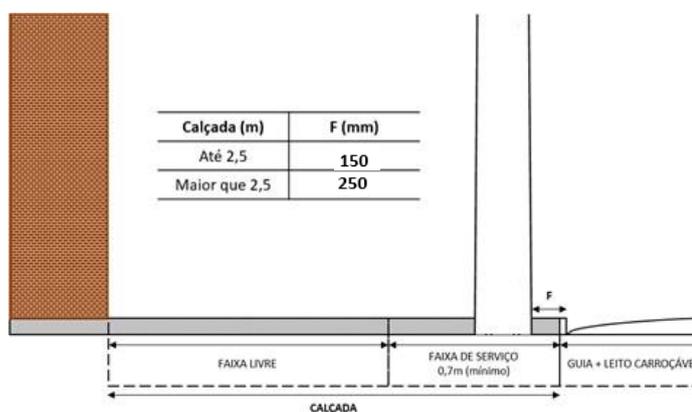


Figura 01. Distância entre postes e meio fio da rede de distribuição.



Com base na figura 01 e auxiliado pelos Desenhos NDU006.1 e NDU006.2 pode-se constatar:

- Faixas de calçadas com comprimento igual ou inferior 2.500 mm deverá apresentar distanciamento entre poste de concreto e meio-fio de 150 mm.
- Faixas de calçadas com comprimentos superiores 2.500 mm deverá apresentar distanciamento entre poste de concreto e meio fio de 200 mm.

## 9.6. Disposição

A disposição pode ser unilateral bilateral alternada ou bilateral frente a frente, conforme desenhos NDU 006.13 e NDU 006.14. Na locação de postes em vias bilaterais deve ser instalados postes de comprimentos mínimos de 11 metros em ambos os lados da via, desde que obedecidas as distâncias padrões de segurança estabelecidas nas tabelas desse documento normativo.

- a) Em vias públicas com até 15 metros de largura, incluindo-se o passeio, os postes deverão ser locados em disposição unilateral;

A mudança de lado de locação de poste numa mesma rua, somente deve ocorrer em casos excepcionais, para atender principalmente o aspecto de segurança, onde não for possível se obter os espaçamentos recomendados.

- b) Em vias públicas com largura superior a 15 metros e inferior a 20 metros, incluindo-se o passeio, os postes deverão ser locados em disposição bilateral alternada;
- c) Em vias públicas com largura superior a 20 metros, incluindo-se o passeio, os postes deverão ser locados em disposição bilateral frente a frente.

A adoção de cada um dos critérios anteriormente citados dependerá, além da largura da via pública e da existência ou não do canteiro central, do tipo de iluminação pública adotada, dos níveis de iluminamento e da possibilidade de extensão dos ramais de ligação.



Poderá ser necessário projetar a posteamento bilateral em vias públicas de largura inferior a 15 metros, para atender casos especiais, tais como necessidades de instalação de vários alimentadores, de melhor iluminação pública etc.

### 9.7. Critérios de Locação

Os projetistas deverão determinar o melhor traçado da rede de distribuição de energia elétrica mediante aos aspectos técnico-econômico, de modo que seja possível o atendimento as novas cargas com minimização de impacto e alteração. Devem ser minimizados ou eliminados os aspectos de interferência diretamente no desempenho do fornecimento de energia elétrica e evitando a supressão vegetal (árvores) e demais formas de vegetação.

A disposição dos postes deve contemplar o lado da rua onde houver menos arborização, devendo ser implantados sempre que possível do lado oposto da rua em relação às árvores ou em relação às árvores de maior tamanho no caso de arborização bilateral. A locação deve ser escolhida levando-se em conta os seguintes aspectos:

- a) Quando possível, deverá realizar a posteamento nas calçadas lado do sol poente, ficando reservadas as calçadas do lado oposto para futura arborização de porte médio. Quando o eixo da rua estiver no sentido Norte-sul, promover a locação da rede de distribuição no lado Oeste, segundo Figura 02;
- b) Quando o eixo da rua estive no sentido Leste-Oeste, locar a rede de distribuição no lado Norte, conforme Figura 02;
- c) Deve-se atender preferencialmente as distâncias mínimas em relação aos elementos urbanos evitando interferências e acidentes:
  - Espécies arbóreas de pequeno porte - 5 metros;
  - Espécies arbóreas de médio porte - 8 metros;
  - Instalações subterrâneas (gás, água, esgoto, energia) - 2 metros;
  - Sistemas de captação de águas pluviais (boca-de-lobo, bueiros) - 2,5 metros.

- d) Evitar supressão vegetal e demais formas de vegetações, verificando áreas de preservação ambiental, observando rigorosamente a respectiva legislação ambiental;



Figura 02. Posicionamento da rede em áreas novas.

- e) Devem ser locados postes na divisa ou regiões limítrofes entre lotes e manter os vãos da quadra mais equidistantes possível. Na impossibilidade de atender as duas premissas, deve-se priorizar a instalação com vãos equidistantes, conforme Figura 03 e Desenho NDU 006.08;

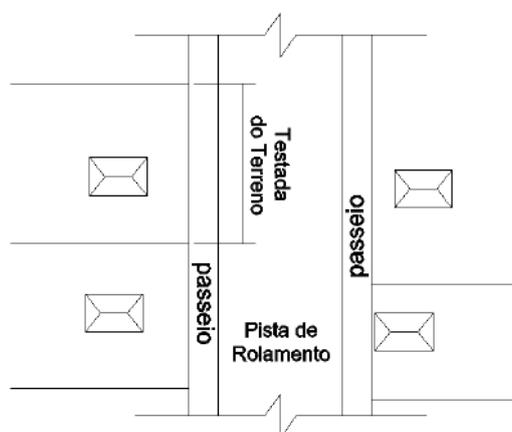


Figura 03. Localização da testada do terreno.

**NOTA:**

- I. Em todo fim de rua o último poste deverá ser locado na última divisa de lote, quando não possível, a locação não pode ultrapassar 20 metros desta divisa.
- f) Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, marquises, anúncios luminosos etc.;

- 
- g) Não locar em frente a garagens;
  - h) Evitar locar postes no mesmo lado de praças, jardins, igrejas, templos e postos de gasolina que ocupam grande parte da quadra;
  - i) Com a finalidade de transpor marquises, sacadas e anúncios luminosos, em que os afastamentos mínimos se encontram abaixo dos valores estabelecidos é recomendado o uso de afastadores para redes secundárias ou suporte afastador horizontal para redes primárias;
  - j) Locação dos postes deverá garantir o comprimento do ramal de ligação de, no máximo, 40 metros;
  - k) 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 de redes de distribuição compacta protegida da rede não deve ser superior a 15 m. Deve ser avaliado o nivelamento do ponto de conexão. O ponto de cruzamento deve estar equidistante em relação aos postes.
  - l) Locação dos postes deverá prever futuras extensões, para evitar remoções desnecessárias;
  - m) Verificar junto aos órgãos municipais, planos futuros de urbanização, em especial a possibilidade de plantio de árvores;
  - n) Verificar a possibilidade de arrancamento na estrutura, função do esforço dos condutores em relação ao perfil da rua, observar Tabelas 42 a 45;
  - o) Certificar-se da existência de possíveis tubulações subterrâneas de água, esgoto, rede telefônica, galerias de águas pluviais, gás etc.;
  - p) Evitar o uso de postes em esquinas de ruas estreitas e sujeitas a trânsito intenso, em esquinas que não permitam manter o alinhamento dos postes e em locais com elevada possibilidade de abalroamento por veículos;

- q) Na impossibilidade de locação de postes nas condições permitidas nesta NDU 006 deverá ser analisada a possibilidade de locação de poste nas proximidades de esquinas mediante a avaliação e análise técnica da coordenação de projetos local do Grupo Energisa, conforme Desenho NDU 006.09. Para as situações previstas nesta letra “q” deverão ser atendidos o Afastamentos mínimos entre condutores e edificações da rede compacta contidos nos desenhos NDU 006.03 e NDU 006.04;
- r) Evitar locação e implantação de postes equipados com banco capacitores, religadores de linhas, bancos reguladores de tensão, chaves etc., em rotatórias ou giradores de ruas e avenidas;
- s) Evitar locação de postes em canteiro central de avenida. Nestas condições, deverá ser locado de forma bilateral;
- t) Devem ser locados na divisa dos lotes, verificar melhor posicionamento com relação à frente do terreno. Demais situações deverão ser analisados previamente pela Energisa;
- u) 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 de redes aéreas de distribuição não deve ser inferior a 6 metros ou superior a 15 metros.

Deve ser avaliado, pelo projetista, o nivelamento do ponto de conexão. O ponto de cruzamento deve estar equidistante em relação aos postes. Ver Figura 04 e Desenho NDU 006.24.

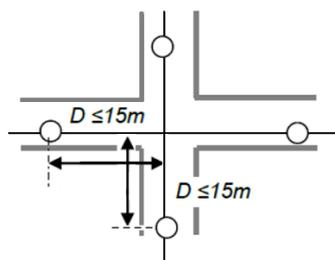


Figura 04. Cruzamento aéreo.

## 1. Cruzamento de redes aéreas convencionais de média tensão.

Os postes de um mesmo alinhamento devem ter a mesma altura. No entanto, a distância entre as redes no ponto de cruzamento deve estar entre:

- 0,50 m para redes de 15,0 kV;
- 0,70 m para rede de 24,2 kV e/ou 36,2 kV.

Postes de alinhamentos diferentes devem ter alturas diferentes. Ver Figura 05.

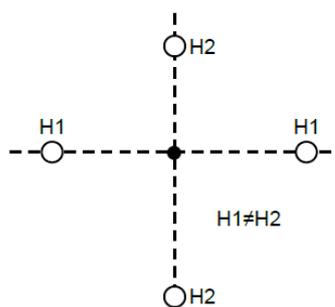


Figura 05. Cruzamento Aéreo - Rede aérea convencional.

## 2. Cruzamento de redes aéreas protegidas de média tensão

Os postes do cruzamento devem ter a mesma altura. Ver Figura 06.

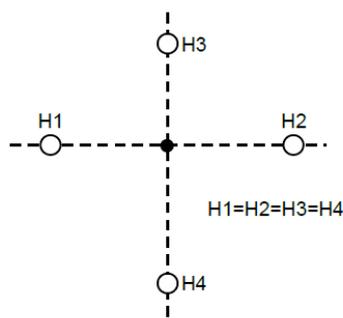


Figura 06. Cruzamento Aéreo - Rede aérea protegida.

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

Exemplos:

$$H1 \text{ e } H4 = 11 \text{ m e } H2 \text{ e } H3 = 12 \text{ m.}$$

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

- a) Cruzamento de redes aérea isoladas de média tensão;

Não pode ser utilizado cruzamento com conexão.

- b) Cruzamento de Rede primária aérea de distribuição de modalidades diferentes;

- c) Pode ser utilizado cruzamento entre redes de modalidades diferentes. Detalhes de construção, consultar NDU 004.1 (Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição);

- d) Cruzamento de Rede secundária aérea de distribuição.

Pode ser utilizado cruzamento entre redes de modalidade diferentes. Detalhes de construção, consultar NDU 004.3 (Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Multiplexadas de Baixa Tensão).

#### NOTA:

- I. Em todo fim de rua o último poste deverá ser locado preferencialmente na última divisa de lote, quando não possível, a locação não pode ultrapassar 20 metros desta divisa;
- II. Em quaisquer situações adversas contidos neste item serão passíveis de avaliação da unidade local do Grupo Energisa.

### 9.8. Outros Cuidados a Serem Observados Durante a Locação

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

- a) Estrutura primária e ou secundária a ser usada;
- b) Afastamento mínimo da rede primária, secundária e comunicação, conforme Tabelas 10 e 14 e Desenho NDU 006.05;
- c) Averiguar a existência de compartilhamento de infraestrutura nas redes de distribuição da Energisa, segundo especificado na NDU 009;

- 
- d) Desnível para conexões aéreas;
  - e) Concretagem de poste;
  - f) Saídas de ramais aéreos e subterrâneos;
  - g) Derivações para consumidores a serem ligados no primário;
  - h) Instalação de equipamentos em postes perto de janelas, sacadas etc.;
  - i) Levantamento de travessias;
  - j) Altura de linhas de comunicação nos cruzamentos com a rede;
  - k) Localização do padrão de entrada de energia;
  - l) Estado físico do arruamento;
  - m) Pedidos de serviço/ligação;
  - n) Interferência com arborização;
  - o) Braço de iluminação pública;
  - p) Interferência com redes de água e esgoto e gás natural;
  - q) Identificação de pontos de referência (equipamentos com códigos da concessionária, exemplo: chaves, transformadores etc.).

As vias internas aos empreendimentos habitacionais devem possuir calçadas de, no mínimo, 1,5 metros.

Entende-se como calçada a parte da via, segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres; e com condições para implantação dos postes da rede elétrica de distribuição; - Em locais onde forem previstas vagas de estacionamento:

## 9.9. Critérios de Locação das Instalações Elétricas MT em Condomínios

A execução das instalações elétricas da entrada consumidora iniciará somente após a aprovação do projeto por intermédio das unidades locais do Grupo Energisa mediante ao atendimento aos seguintes requisitos:

- Os empreendedores ou empreiteiros deverão, ao solicitar o atendimento, apresentar o projeto elétrico de entrada de serviço das unidades consumidoras localizadas em edificações de uso coletivo (ou agrupadas) em companhia do projeto arquitetônico do empreendimento ou com o projeto da rede de distribuição de energia elétrica;
- Devendo apresentar o croqui de localização do empreendimento contendo, no mínimo, a identificação do ponto de conexão das unidades consumidoras, sendo:
  - a) Quando o condomínio onde a rede elétrica interna que não pertença aos ativos do Grupo Energisa este deverá conter as seguintes informações:
    - Nome da via pública e número da edificação oficial onde localiza-se o ponto de conexão;
  - b) Condomínio onde a rede elétrica interna pertença aos ativos do Grupo Energisa este deverá conter as seguintes informações:
    - Nome da(s) via(s) interna(s) e números prediais onde estão localizados os pontos de entregas das unidades consumidoras;
- O projeto elétrico da rede de distribuição deve atender aos critérios definidos na NDU 006.
- As redes de distribuição de Média Tensão (MT) devem ser do tipo compacta conforme NDU 004.1, as redes de distribuição de Baixa Tensão (BT) devem ser do tipo isolada conforme NDU 004.3 e os ramais de ligação e de entrada devem atender os requisitos definidos nas normas NDU 001, 002 ou 003;

O projeto arquitetônico ou projeto de rede de distribuição devem estar devidamente cotados e georreferenciados, com os passeios e vias internas bem caracterizados.

- Requisitos para a entrada dos circuitos elétricos nos empreendimentos:

- Devido a existência de muros ou cercas ao redor do empreendimento, os circuitos primário e secundário devem atender as distâncias mínimas indicadas nos Desenho NDU 006.04.

- No caso de cercas, telas, grades e concertinas, estas devem ser seccionadas e aterradas conforme os critérios definidos na NDU 034.

- O circuito não poderá passar por cima de nenhuma estrutura edificada (inclusive portarias, guaritas e central de gás), parques, áreas para recreação, piscinas e quadras esportivas.

- Na impossibilidade da entrada do circuito com a rede aérea, deve ser construída a entrada subterrânea (mergulho), conforme a estrutura de transição RDP para RDS indicada na NDU 018.

- Onde for previsto a instalação de transformador as ilhas devem possuir no mínimo 2,00 metros de largura conforme Figura 07 e 08.

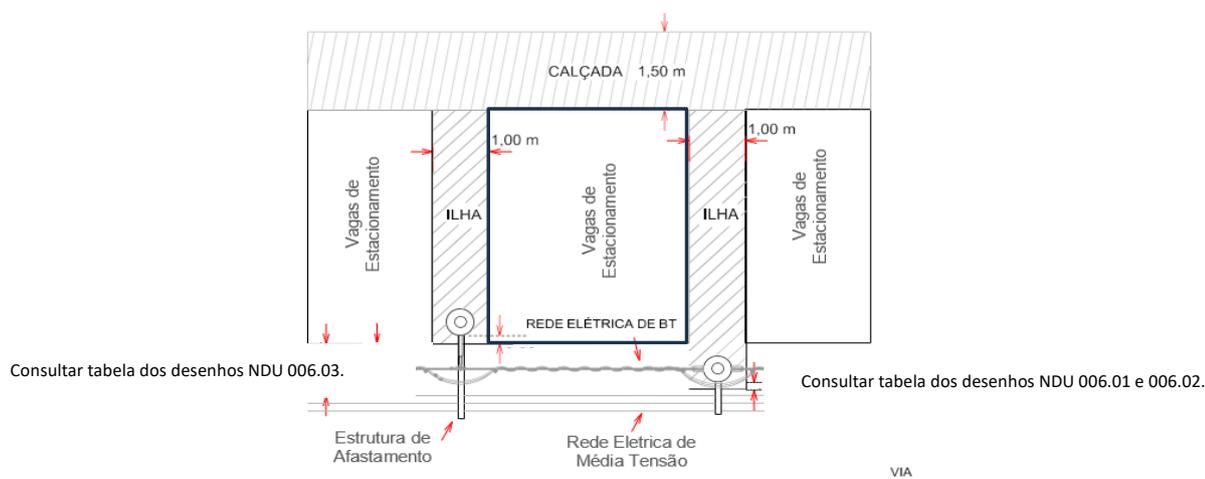


Figura 07. Localização de postes ao lado de vagas de estacionamento.

- Em locais onde não haja previsão para vagas de estacionamento entre a via e a rede de distribuição, os postes devem ser locados nas calçadas junto ao meio fio conforme previsto na Figura 09, dispensando a construção de ilhas.

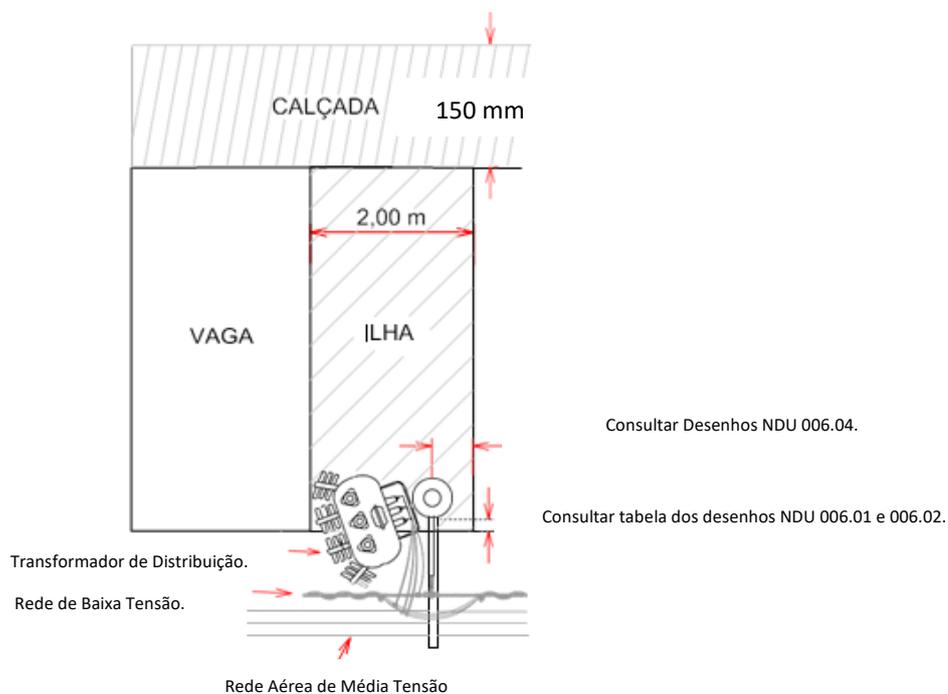


Figura 08. Dimensionamento da ilha para instalação de transformador ao lado de vagas.

As redes devem ser projetadas em um lado da via. Casos especiais devem ser submetidos para avaliação da Energisa.

- As vias internas devem possuir área livre de circulação de veículos de, no mínimo, 5,0 m (cinco metros). Entende-se como área livre de circulação a parte da via que serve como pista de rolamento, já descontados os espaços de estacionamento e sarjetas.

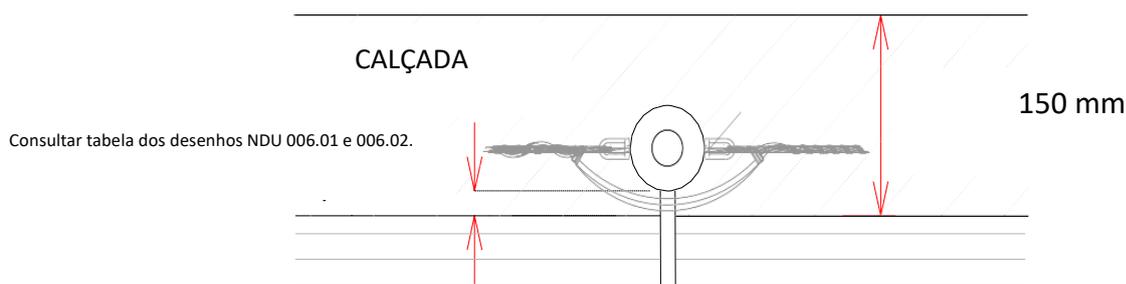


Figura 09. Locação de postes em calçadas.

- Os condomínios devem possuir área de manobra. Entende-se como área de manobra o local que permita a inversão total do sentido de direção original. A área de manobra poderá situar-se no final da via ou no cruzamento de vias. A área de manobra deve permitir o retorno de veículos de até 14,0 m (quatorze metros). A distância máxima de ré deverá ser de até o equivalente a dois vãos de rede de distribuição;
- É vetada as construções civis, inclusive coberturas de vagas de estacionamento, sob as redes de distribuição (média tensão, baixa tensão e ramais de ligação), devendo ser obedecidos os afastamentos previstos nas normas ABNT NBR 15688 e ABNT NBR 15992;
- O plantio de árvores dentro do condomínio deverá seguir os critérios da NDU 016.
- A entrada do condomínio deverá possuir área livre com largura mínima de 4,0 metros e altura mínima de 4,5 metros de forma a permitir o trânsito de caminhões;
- O cliente/Projetista/consultor deverá consultar a Coordenação de projeto local do Grupo Energisa sobre a necessidade de aplicabilidade de defensas em postos de transformação que estejam vulneráveis a sinistros de abalroamento.

Além dos critérios técnicos elencados, devem ser atendidos todos os critérios das Normas de Distribuição da Energisa, bem como os aspectos legais, ambientais e regulatórios.

## 10. ESPECIFICAÇÃO DA CARGA E 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 Tabela IV. A Tabela IV deverá considerar aspectos técnico-econômicos para um horizonte de 10 anos na qual é caracterizada pelos fatores de multiplicação de demanda em função da taxa de crescimento.

Deste modo, conforme as condições de crescimento da área, as demandas individuais calculadas no item anterior devem ser multiplicadas pelos fatores da Tabela IV, cujos resultados serão baseados os cálculos de dimensionamento das seções dos condutores, das redes em média tensão (MT) e de baixa tensão (BT), bem como do carregamento final do transformador. A taxa de crescimento será determinada por cada unidade local do Grupo Energisa em função da perspectiva do crescimento da carga na área ou ainda com base na variação percentual do consumo médio característico.

Tabela IV. Taxa de crescimento anual e fator multiplicativo decenal.

Número de Anos	Fatores de Multiplicação de Demanda											
	Taxa de Crescimento Anual											
	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
10	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,5	1,9

Tabela IV. Taxa de crescimento anual e fator multiplicativo decenal (Continuação).

Número de Anos	Fatores de Multiplicação de Demanda											
	Taxa de Crescimento Anual											
	7,0%	7,5%	8,0%	8,5%	9,0%	9,5%	10,0%	10,5%	11,0%	11,5%	12,0%	12,5%
10	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2

**NOTAS:**

- I. Para taxas de crescimento decenal igual ou inferior a 1% deve-se aplicar o fator correspondente a taxa 1% que seria 1,1. Exemplo: Se a cidade “A” apresentar uma taxa de crescimento decenal de 0,3%, 0,4% ou 0,6% ou ainda

qualquer outro valor igual ou inferior a 1% deve-se aplicar o fator correspondente a taxa de 1% que será 1,1 contida na Tabela IV;

- II. No sentido de facilitar a usabilidade das taxas de crescimento decenal deverá aplicar a taxa informada da localidade mais próxima a definida na tabela IV, ou seja, deverá ser aplicada a regra matemática de arredondamento com uma casa decimal após a vírgula.

Exemplo: Se a taxa decenal da cidade “B” for 1,35%  $\approx$  1,4%, logo este valor estaria mais próximo de 1,5% do que 1,0% dessa forma o fator deverá ser 1,2 conforme tabela IV.

Se a taxa da cidade “B” for 1,2 % para essa situação esse percentual estaria mais próximo de 1% do que 1,5%, logo o fator deverá ser 1,1 conforme tabela IV.

Nas situações de consumidores comerciais ou industriais instalados ou com expectativa de instalação nas áreas de concessão do Grupo Energisa deverão apresentar suas cargas estimadas e anotadas no projeto.

Nas áreas com previsão para centros comerciais também devem ser identificados e anotados nas plantas, no entanto, na situação do desconhecimento das futuras cargas deve-se adotar, uma demanda mínima de 5,0 KVA por lote até 1.000 m<sup>2</sup> e 10,0 KVA para lotes maiores deve ser prevista para rede secundária, segundo tabela V abaixo:

Tabela V. Previsão de demanda (KVA) áreas comerciais.

Área do Lote (m <sup>2</sup> )	Demanda Mínima (KVA)
Até 1.000	5,0
Acima de 1.000	10,0

Enquanto para as áreas que apresente desconhecimento das futuras cargas destinadas aos loteamentos industriais ou onde exista a previsão de consumidores industriais, a demanda para a rede secundária deve ser considerada de, no mínimo, de 15 KVA por lote, independentemente do tamanho.



As cargas existentes ou previstas para serem ligadas em tensão primária de distribuição, devem também ser anotadas, para a elaboração do projeto.

## 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.

### 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 NDU 002 (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária).

## 10.3. Redes Novas

### 10.3.1. Rede de Média Tensão

A estimativa da demanda será feita em função da demanda dos transformadores de distribuição e consumidores atendidos em tensão primária de distribuição, observando-se a homogeneidade das áreas atendidas e levando-se em consideração a influência das demandas individuais desses consumidores.

### 10.3.2. Rede de Baixa Tensão

Deve ser utilizada a planilha de dimensionamento de transformadores e rede de baixa Tensão. Nesse dimensionamento 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 em atendimentos a consumidores de acordo com o padrão de construção previsto para a área. No caso de demanda provável, considerar KVA (KW/0,92). 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 definir a atividade adequada. Caso a atividade não esteja disponível, classificar o consumidor como Consumidores Comerciais - Atividades não conhecidas.

a) Outros consumidores

O usuário deve definir a atividade adequada, conforme especificado no Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE). Seus dados devem ser inseridos de maneira semelhante aos dados anteriores.

A definição da demanda pode ser realizada por intermédio de dois processos: Medições ou estimativas. Por estimativa, para consumidores atendidos em baixa tensão (BT) que poderão ser consideradas diretamente as cargas fornecidas pelo



sistema de gerenciamento da rede ou, ainda como alternativa, as cargas poderão ser determinadas em função do consumo mensal dos consumidores conectados aos ramais de ligações, ou seja:

**NOTA:**

- I. Para demanda diversificada de loteamento dever ser utilizada a Tabela 02.

## 10.4. Determinação de Demanda Nas Unidades Consumidoras Ligadas

### 10.4.1. Rede Primária

A demanda da Rede Primária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos de Média Tensão existentes, levantados em campo, ou no caso da Concessionária através do Sistema de Informação Geográfica.

### 10.4.2. Rede Secundária

A demanda da Rede Secundária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos de Baixa Tensão existentes levantados em campo e aplicando as Tabelas 01 e 03, ou no caso da Concessionária através do Sistema de Informação Geográfica e Medições.

## 10.5. Determinação de Demandas para Novas Unidades Consumidoras

Na determinação das demandas de novas cargas deverão ser consultadas os critérios estabelecidos nas normas de distribuição unificadas 001, 002 e 003.

### 10.5.1. Rede Secundária

Enquanto nas situações previstas e especificadas na determinação das demandas deverão ser consultadas as normas de distribuição unificadas 001 e 003.

### 10.5.2. Rede Primária

A determinação das cargas para dimensionamento da rede primária será feita basicamente do seguinte modo:

#### a) Cargas concentradas

Consumidores com carga instalada acima de 75 kW, ou edificações de uso coletivo com demandada superior a 300 kVA ou 45 kVA. Edificações de Uso Coletivo. Determinação da demanda conforme NDU 003 (Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária agrupamentos ou edificação de múltiplas unidades consumidoras).

##### 1) Consumidores Industriais e comerciais.

Pode-se determinar a demanda das seguintes formas:

- Através de dados de faturamento de consumidores do mesmo ramo de atividade conforme Tabela 01, item 2.
- Estimativa a partir da carga instalada:

$$D_{Máxima} = C_{Carga Instalada} \times F_{Demanda Máxima}$$

Onde:

$C_{Carga instalada}$  = carga instalada em kVA

$F_{Demanda máxima}$  = fator de demanda máxima, conforme Tabela 03.

#### b) Cargas distribuídas

Terão suas demandas determinadas a partir do fator de demanda máxima e capacidade instalada em transformador, conforme estabelecido a seguir:

- Obter medição do alimentador ou trecho da rede primária em estudo; seja DMM o valor da demanda máxima medida, em kVA;
- Obter a demanda máxima das cargas concentradas, coincidente com a ponta de carga do alimentador ou da parte da rede primária considerada seja DMC este valor. Obter a demanda máxima das cargas distribuídas pela fórmula:

$$D_{Máxima Demanda} = D_{Máxima Medida} - D_{Máxima Contratada}$$

## 11. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

Consiste na definição da configuração, carregamento e seção dos condutores da rede primária e secundária, características da iluminação pública, localização e carregamento de transformadores, definição e coordenação da proteção e seccionamento da rede primária.

### 11.1. Rede Primária

#### 11.1.1. Definição Básica

O sistema de distribuição deve ser a 4 (quatro) fios para sistemas trifásicos, em que o condutor neutro, oriundo da malha de aterramento da subestação de distribuição (SED), comum aos circuitos primário e secundário, acompanha toda a rede primária, sendo regularmente conectado à terra, em pontos definidos, de modo a constituir uma rede de terra contínua e de baixa impedância.

Convém que o condutor neutro seja também interligado ao neutro de outros alimentadores, quando disponíveis, inclusive daqueles originários de outras subestações.

As seções transversais do condutor neutro são determinadas em função da dos condutores de fase da rede primária constituída por cabos de alumínio CAL 6201, conforme especificado na Tabela VI.

Tabela VI. Seção do Condutor Neutro Contínuo.

Condutor primário Convencional	Condutor neutro
2 AWG	2 AWG
1/0 AWG	
4/0 AWG	1/0 AWG
336,4 MCM	

## NOTAS:

- I. Em alternativa as ações mitigadoras aos vandalismos e furtos em redes de distribuição elétrica é proposto a aplicação de cabos de aço aluminizados que apresentam baixo custo de mercado;
- II. Para maiores informações sobre aterramento em sistemas a neutro contínuo deverá ser consultada a NDU 034.
- III. A tabela VI é implementada exclusivamente nas redes de distribuição convencional em cabo de alumínio CAL 6201 quando da inexistência de rede de baixa tensão (BT) conforme especificado na NDU 027.
- IV. Nos padrões de rede de distribuição com cabos protegidos, o cabo mensageiro (cordoalha de aço) fará a função do neutro em área urbana.

### 11.1.2. Níveis de tensão

#### 11.1.2.1. Geral

As tensões nominais padronizadas da rede primária são de 11.400/6.582 V, 13.800/7.96 V, 22.000/12.702 V e 34.500/19.919 V, de acordo com as concessionárias do grupo Energisa. A Tabela I e II relaciona as tensões primárias e secundárias padronizadas para cada empresa. Em sistemas isolados, não interligados ao sistema nacional, a concessionária deverá ser consultada sobre o nível de tensão. As faixas de tensão adequadas no ponto de conexão devem atender ao PRODIST, módulo 8. Em condições normais de operação, o sistema deverá operar na faixa adequada.

A Tabela I e II relaciona as tensões primárias e secundárias de acordo com as Concessionárias de energia do grupo Energisa.

#### 11.1.2.2. Medidas para Correção dos Níveis de Tensão Primária

Nos projetos de rede, devem ser cuidadosamente analisados os critérios utilizados para correção ou regulação da tensão, dentro dos critérios estipulados.

As ações mais utilizadas para correção ou regulação de tensão são a instalação de equipamentos reguladores de tensão e de banco de capacitores.

A instalação do dispositivo de regulação de tensão deve estar de acordo com as normas de instalações básicas e ser colocado em local de fácil acesso, na divisa da área urbana com área rural. Evitar locais próximos a residências. A instalação de banco de capacitores deve estar com acordo com o item de compensação reativa dessa norma.

### 11.1.3. Configuração Básica, Trajeto e Faseamento

#### 11.1.3.1. Configuração Básica

A configuração da rede primária pode ser definida de acordo com o grau de continuidade de serviço e da importância da carga ou localidade a ser atendida, conforme descrito a seguir:

a) Radial simples:

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.

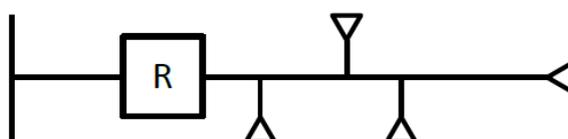


Figura 10. Configuração radial simples.

Este tipo de configuração deve ser adotado em áreas onde as próprias características da distribuição de carga forcem o traçado dos alimentadores em direções distintas, tornando antieconômico o estabelecimento de pontos de interligação.

Apenas é permitido a construção de redes monofásicas em situações de extensão de rede do mesmo tipo ou a partir de redes trifásicas.

b) Radial 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.).

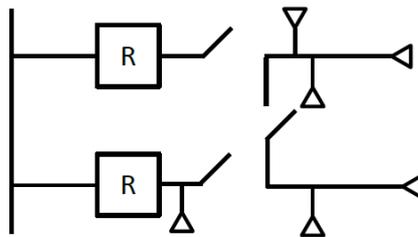


Figura 11. Configuração radial com recurso.

Esse sistema caracteriza-se pelos seguintes aspectos:

- Existência de interligação, normalmente aberta (NA), entre alimentadores da mesma subestação ou de subestações diferentes;
- Previsão, no projeto, da capacidade dos condutores e equipamentos de absorverem carga de outro circuito na eventualidade de defeito;
- Limitação do número de consumidores interrompidos, por defeito e diminuição do tempo de interrupção em relação ao sistema radial simples;
- Maior quantidade de seccionadoras automáticas para operação em carga.

c) Anel aberto:

Utilizado em casos em que não há subestações de distribuição (SED) próximas o suficiente às quais um alimentador possa ser conectado ou caso haja cargas particularmente altas, concentradas nas imediações de uma subestação de distribuição (SED).

Essa configuração é feita por dois alimentadores de saída da mesma subestação de distribuição (SED) que podem ser conectados.

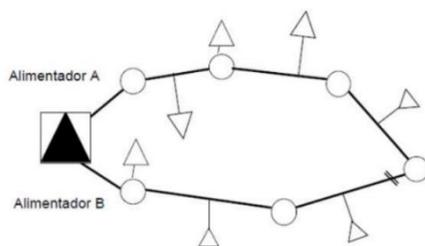


Figura 12. Configuração anel aberto.

d) Rede em malha (esquema H):

Esse esquema é constituído por dois alimentadores ligados por uma ou mais derivações em malha, proporcionando maior continuidade de serviço. Para este tipo de esquema recomenda-se avaliar a utilização de equipamentos telecomandados.

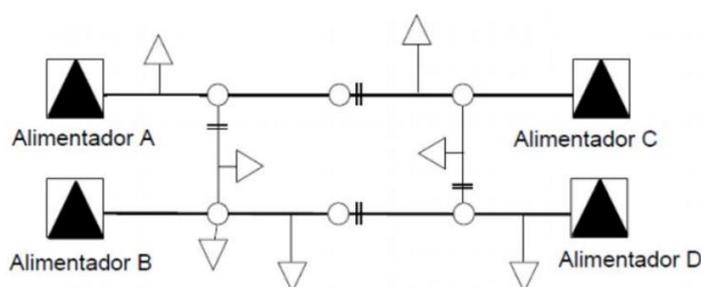


Figura 13. Configuração em malha.

#### NOTAS:

- I. Cuidados especiais devem ser tomados com relação aos pontos de instalação de reguladores de tensão e religadores, em função da inversão do fluxo de carga, quando da interligação de circuitos;
- II. Cuidados especiais devem ser tomados de forma a evitar inversão de fases nas estruturas de interligação;
- III. Deve ser prevista sinalização as estruturas com inversão de fase no cadastro e no campo, identificando no próprio condutor as fases de ambos os lados da estrutura;
- IV. As seccionadoras automáticas para operação em carga, deverão ser utilizadas em pontos de manobras, de modo a evitar desligamentos dos circuitos nas

subestações de distribuição (SED) e a minimização dos tempos necessários à realização das manobras e do número de consumidores atingidos por essas.

### 11.1.3.2. Trajeto

Para a escolha do trajeto de uma rede de distribuição, deverão ser observados os seguintes aspectos:

a) Tronco de alimentadores

- Devem ser utilizados arruamentos já definidos e o traçado aprovado pela Prefeitura. Também devem ser definidas regiões onde existam guias colocadas, evitando ângulos e curvas desnecessárias, evitando, sempre que possível, vias públicas de tráfego de veículos intenso e muito intenso, conforme definido na Tabelas 46 e 47;
- Devem passar o mais próximo possível do centro da carga, de forma a equilibrar as demandas entre os alimentadores;
- Devem ser atribuídos a cada alimentador, áreas de dimensões semelhantes evitando, também devem ser definidos trechos paralelos na mesma rua ou circuitos duplos;
- Acompanhar a distribuição das cargas e previsões futuras de expansão;
- Obedecer à sequência de fases desde a subestação;
- Sendo necessário mais de um alimentador, deve ser prevista a interligação deles para manobras de emergência, através de seccionadores que permitam a transferência de carga de um para outro;
- O posicionamento de interligação e chaveamento de alimentadores deve ser de tal forma que favoreça a confiabilidade dos consumidores especiais, tais como, hospitais, torres repetidoras, bombas d'água, laticínios etc.;

- Para os arruamentos onde há previsão de rede primária, a posteamento da rede secundária deve ser dimensionada de modo a permitir a sua futura implantação;
- Ramais de alimentadores;
- Os ramais devem ser dirigidos em sentido paralelo uns aos outros, orientados de maneira a favorecer a expansão prevista para o bairro por eles alimentados;
- Deve ser levada em consideração a posição da fonte de energia no sentido de se seguir o caminho mais curto;
- Devem ser planejados evitando-se voltas desnecessárias;
- Conservar a sequência de fases do alimentador tronco.

#### NOTAS:

- I. Nas vias de intenso tráfego motorizado acometida por consideráveis ocorrências de acidentes automobilísticos é necessário analisar a possibilidade de implantação de defensas afim da mitigação de possível interrupções no fornecimento de energia elétrica e salvaguardando a vida das vítimas envolvidas no sinistro. Entretanto antes de qualquer implantação ou instalação das defensas em via pública deverão ser realizadas mediante a breve consultas aos órgãos públicos de mobilidade urbana na esfera municipal a fim da permissão das suas instalações.
- II. Após a permissão de instalação de defensas em via pública pelos órgãos municipais de mobilidade urbana deverão ser observadas as seguintes etapas:
  - Observância a NBR 9050 (Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos).
  - Quando na existência de Semáforos, lombadas eletrônicas, limitadores, redutores ou quaisquer outros equipamentos destinados ao controle de

velocidades deverão ser analisados pela empresa do grupo Energisa local a real necessidade de aplicação das defensas.

### 11.1.3.3. Faseamento

O tronco do alimentador deve ser sempre trifásico. Deve ser identificada a sequência de fases, no projeto, em todas as derivações:

- a) A sequência de fases na saída da subestação de distribuição (SED), considerando-se o observador de costas para o pórtico de saída, deve ser, da direita para a esquerda:
  - Placa Vermelha - Fase A.
  - Placa Azul - Fase B.
  - Placa Branca - 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 de distribuição (SED);
- c) Devem ser colocados identificadores de fase em todas as derivações das redes primárias convencional e protegidas.

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 NDU-004.1.

Os ramais podem ser monofásicos, mas devem:

- Ser analisados os impactos da carga desses ramais na coordenação da proteção (ex.: desligamento do tronco por desequilíbrio em caso de atuação da proteção de ramal).
- Projetados de forma a se conseguir o melhor equilíbrio possível entre as 3 (três) fases, indicando-se no projeto a fase que se deve derivar.

Em caso de interligação entre alimentadores, além de ser observada a sequência de fases que deve ser sempre indicada nos projetos, devem ser também verificados os defasamentos angulares introduzidos em cada circuito pelos seus respectivos transformadores.

#### 11.1.4. Condutores Padronizados

##### 11.1.4.1. Tipo e Seção

Os condutores utilizados nas redes primárias são de alumínio nu em liga de alumínio (CAL 6201) e alumínio protegidos (camada simples e camada dupla) ou cabos alumínio multiplexados autossustentados, variando a utilização conforme a tipologia de rede.

##### 11.1.4.1.1. Rede Convencional

Serão utilizados condutores de alumínio nu, conforme especificações da NDU 027, onde o tipo de condutor será o CAL 6201 (ABNT NBR 10298 e ETU-113.2).

As seções padronizadas são:

#### NOTAS:

- I. Nas regiões urbanas atendidas exclusivamente por redes de distribuição primária monofásicas a concessionária local deverá ser consultada sobre a viabilidade técnica/econômica do acréscimo de fases na média tensão ou da manutenção do sistema de fornecimento local existente;
- II. É vetado elaboração de projetos, nas áreas urbanas acometidas por corrosão ou qualquer outra ação nociva a utilização de condutores de alumínio com alma de aço (CAA) ou CA, assim como das redes de distribuição protegida em observância ao estabelecido na NDU 027;
- III. A menos dos itens 1 e 2 mencionados em nota toda e qualquer rede de distribuição em área urbana deverá ser concebida em rede compacta trifásica, segundo padrões estabelecidos na NDU 004.1 (Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição);

- IV. Nas áreas urbanas de concessão Grupo Energisa é padronizada tão somente a construção de redes de distribuição compacta (XLPE) ou (XPE+HDPE) a menos aquelas regiões compreendidas pela NDU 027 ou que apresentem agentes agressivos aos condutores elétricos para tanto nestas situações as redes de CAL 6201 padrão convencional.

Tabela VII. Seção de Condutores de alumínio padronizados no grupo Energisa.

Seção dos Condutores (AWG/MCM)	Seção nominal (mm <sup>2</sup> ) CAL 6201
2	33,54
1/0	53,52
4/0	107,41
336	177,62

#### 11.1.4.1.2. Rede Protegida

Serão utilizados condutores de alumínio com cobertura simples (XLPE) ou dupla (XLPE+HDPE), conforme ABNT NBR 11873 e ETU-110.1/ETU-110.2. As seções padronizadas em áreas urbanas e rurais

a) Trifásico:

- 50 mm<sup>2</sup> - Aplicados nas tensões nominais de 11,4 kV, 13,8 kV e 22,0 kV.
- 70 mm<sup>2</sup> - Aplicado na tensão nominal de 34,5 kV.
- 120 mm<sup>2</sup> - Aplicados em todas as tensões nominais.
- 185 mm<sup>2</sup> - Aplicados em todas as tensões nominais.

b) Monofásico:

- 50 mm<sup>2</sup> - Aplicados nas tensões nominais de 6,58 kV, 7,97 kV e 12,70 kV.
- 70 mm<sup>2</sup> - Aplicado na tensão nominal de 19,92 kV.

O cabo de sustentação (cabo mensageiro) deverá ser utilizado cordoalha de aço zincado, de média resistência (MR ou SM), de classe B, com seção nominal de 9,5 mm (3/8”). Demais características básicas estão indicadas na ETU-119.1.

#### NOTAS:

- I. Projetos de redes protegida com condutores de 185 mm<sup>2</sup> são considerados projetos especiais e devem ser elaborados por consulta à Concessionária;
- II. É vetado a elaboração de projetos, nas áreas urbanas com alta poluição atmosférica, conforme critérios estabelecidos na NDU 027, utilização de condutores protegidos;
- III. As tensões monofásicas poderão ter aplicabilidade em situações excepcionais de existência redes aéreas monofásicas em média tensão nas áreas urbanas mediante a prévia avaliação do Grupo Energisa.

#### 11.1.4.2. Dimensionamento

Os critérios de carregamento e dimensionamento da rede primária deve atender à carga prevista para o horizonte de 10 (dez) anos de acordo com a Tabela IV.

As saídas dos alimentadores, nas subestações de distribuição (SED), deverão apresentar seções transversais mínima de 120 mm<sup>2</sup> para rede protegido e/ou 4/0 AWG CAL 6201 para rede convencional.

Os ramais trifásicos dos alimentadores deverão apresentar seções transversais mínimas de 50 mm<sup>2</sup> para rede protegida e/ou 1/0 AWG CAL 6201 para rede convencional.

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

- Máxima queda de tensão admissível.
- Ampacidade:

- Condutores nus: Em regime nominal: 40°C de temperatura ambiente + 30°C de elevação de temperatura (70°C);
- Condutores cobertos e isolados: Em regime permanente, a temperatura máxima no condutor deve ser 90°C.

Os números de alimentadores deverão ser definidos em função da demanda dos empreendimentos habitacionais, comerciais ou industriais e pelos demais critérios estabelecidos pela Assessoria de Planejamento e Orçamento (ASPO) das unidades locais do Grupo Energisa. Como critério orientativo, é recomendado os seguintes números de alimentadores para as cargas especificadas nos empreendimentos habitacionais, comerciais ou industriais.

- até 1.000 kVA - 01 alimentador;
- de 1.000 kVA a 3.000 kVA - 02 alimentadores;
- de 3.000 kVA a 10.000 kVA - 03 alimentadores.

Para os valores de demanda superiores aos indicados, considerando que uma subestação é projetada para uma potência final de transformação de 50/60 MVA (2 transformadores de 25/30 MVA) e 10 saídas de alimentadores, considerar em média 5.000 kVA (5 MVA) por alimentador.

**NOTA:**

- I. O setor de planejamento do Grupo Energisa analisará a viabilidade técnica e econômica da manutenção dos valores de demanda (kVA) recomendado para o número de alimentadores.

#### 11.1.4.3. Carregamento

O carregamento de alimentadores é função da configuração do sistema (radial ou radial com recursos), que implicará ou não numa disponibilidade de reserva para absorção de carga por ocasião das manobras e emergências.



Para os alimentadores interligáveis o carregamento máximo deve situar-se entre 50% e 70% da capacidade térmica dos condutores. Para os ramais monofásicos o carregamento máximo deve situar-se entre 80% e 90% da capacidade térmica dos condutores.

#### 11.1.4.3.1. Obras de Extensão de Rede

Em locais com circuitos primários trifásicos existentes, a expansão da rede deve ser obrigatoriamente trifásica.

Nas situações em que a tensão estiver inferior 0,97 pu e o primário trifásico estiver distante, o planejamento de redes deve ser consultado para definir a solução.

#### 11.1.4.3.2. Condomínios e Loteamentos Fechados

Em novos empreendimentos imobiliários, com características residenciais, condomínios horizontais e loteamentos abertos ou fechado (acesso controlado/limitado) com demanda:

- Até 300 kVA

Deve ser instalado um conjunto de chave fusível na entrada. Caso não seja possível a coordenação na proteção, deve ser instalado um religador nesse ponto.

- Entre 301 kVA e 1,0 MVA

Deve ser instalado um religador na entrada dos empreendimentos.

- Entre 1,0 MVA e 2,5 MVA

Devem ser projetados 2 (dois) alimentadores e 2 (dois) religadores, a serem instalados na entrada dos empreendimentos.

Para as situações acima das faixas de demandas específicas anteriormente será necessário prévio estudo da Energisa local na definição do novo quantitativo de religadores a serem instalados.

## NOTAS:

- I. As propostas do quantitativo de religadores previstos por demanda deverão ser previamente avaliados e validados tecnicamente e economicamente pelo setor de planejamento do Grupo Energisa.

### 11.1.5. Equilíbrio de Carga

#### 11.1.5.1. Máximo Desequilíbrio Permissível

O desequilíbrio de corrente nas fases de um circuito primário 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 15% para o máximo desequilíbrio, calculado pela fórmula abaixo:

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

Onde:

$I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  são os módulos das correntes nas fases em ampères (A).

#### 11.1.5.2. Compensação de Reativos

A localização dos bancos deve ser escolhida em função da necessidade de correção de reativo e tensão no local da instalação, sendo definido pela área de planejamento.

- a) Considerações gerais

A configuração dos bancos de capacitores é estrela isolada.

Os bancos de capacitores são fixos ou automáticos.



A distância mínima entre os bancos de capacitores deve ser 1,5 km. Esta distância deve ser respeitada entre os bancos da rede de distribuição Energisa e banco da unidade consumidora.

Os bancos capacitores devem estar de acordo com a norma NDU 023. Não projetar bancos de capacitores em redes de distribuição aéreas isoladas.

b) Bancos fixos

As potências dos bancos fixos deverão ser definidas até 600 kVAr.

Os bancos de capacitores fixos devem ser instalados em um ramal da rede de forma que os equipamentos fiquem instalados afastados da rede tronco.

O conjunto de para-raios deve ser instalado no poste do banco de capacitor fixo. A derivação do banco fixo deve ser construída com rede protegida. Caso haja alteração no tipo de rede na derivação, deve ser instalado um único conjunto de para-raios no poste do banco de capacitor fixo.

c) Bancos automáticos

As potências dos bancos automáticos deverão ser definidas até 900 kVAr.

Os bancos de capacitores automáticos são instalados sob a rede de distribuição.

Deve ser projetado sempre um transformador de potencial exclusivo padronizada para fornecer o sinal de tensão ao comando, na primeira estrutura anterior ou posterior ao banco de capacitor automático.

## 11.1.6. Interligação, Seccionamento e Derivação

### 11.1.6.1. Interligação

Na definição de critérios de interligação, deve-se distinguir interligação entre os troncos de alimentadores e entre ramais. Ao se projetar estas interligações, considerar o atendimento aos seguintes requisitos:

- Transferência de toda a carga de um alimentador para alimentadores vizinhos, com o menor número de manobras de transferências possíveis;
- Transferência de carga em excesso de uma subestação para outra vizinha, de acordo com o planejamento elétrico da localidade.

Para cumprir os requisitos acima, em localidades servidas por mais de um alimentador, em cada um deve ser prevista no mínimo, duas interligações do tronco, de preferência com alimentadores diferentes.

Os critérios para localização das seccionadoras estão indicados na Figura 15.

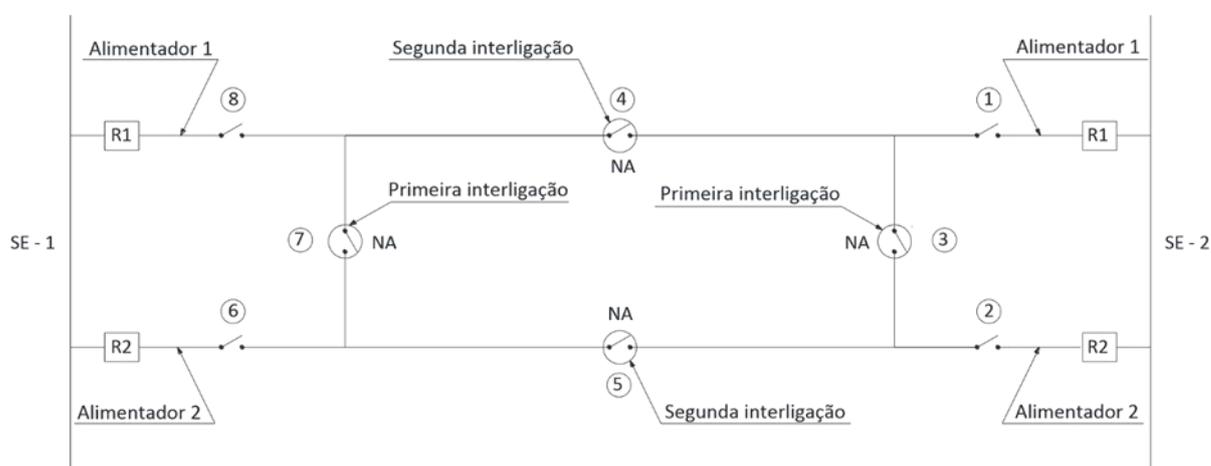


Figura 15 - Interligação de alimentadores.

Legenda:

- 1 - Seccionamento na saída do Alimentador 1 da SE-2;
- 2 - Seccionamento na saída do Alimentador 2 da SE-2;
- 3 - Interligação do Alimentador 1 com o Alimentador 2 da SE-2, normalmente aberta;
- 4 - Interligação do Alimentador 1 da SE-1 com o Alimentador 1 da SE-2, normalmente aberta;
- 5 - Interligação do Alimentador 2 da SE-1 com o Alimentador 2 da SE-2, normalmente aberta;
- 6 - Seccionamento na saída do Alimentador 2 da SE-1;

7 - Interligação do Alimentador 1 com o Alimentador 2 da SE-1, normalmente aberta;

8 - Seccionamento na saída do Alimentador 1 da SE-1.

A primeira interligação (no início do alimentador) deverá permitir a transferência de carga entre alimentadores da mesma subestação de distribuição (SED).

A segunda interligação (no meio do alimentador) deverá permitir, preferencialmente, a transferência de carga entre alimentadores de subestações diferentes.

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

Como critério mínimo deve ser instalado um conjunto de chave seccionadora unipolar para cada grupo de 500 clientes. Essa etapa do projeto deve ser analisada pelas áreas de projeto e operação.

Tipos de chaves a serem utilizadas:

a) Redes monofásicas:

- Chave fusível com lâmina by-pass, 300 A;
- Chave seccionadora unipolar, 400 A;
- Religadores monofásico.

b) Redes trifásicas:

- Chave seccionadora unipolar, 400 ou 630 A;
- Chave seccionadora tripolar com operação em carga, 400 ou 630 A.

É vetado a utilização de chave fusíveis religadoras em áreas urbanas.



A localização das chaves seccionadora deve ser definida usando a minimização do tempo e das áreas afetadas pela interrupção, durante os serviços de manutenção ou emergências, bem como nos casos de transferência de carga de um alimentador para outro, nas interligações.

Na transição da rede convencional para a rede protegida é facultada a utilização de chaves seccionadoras. Quando adotadas, podem ser instaladas na própria estrutura de transição, havendo impossibilidade para tal, esta deverá ser instalada em estrutura imediatamente anterior ou posterior a transição.

As chaves seccionadoras unipolares poderão ser instaladas a cada 3,0 km de rede de distribuição construída, porém esse afastamento é flexível.

Pode ser maior em alimentadores mais longos (extensos), limitando-se a instalação em intervalos de até 5,0 km, ou menor para alimentadores curtos e com alta concentração de cargas, limitando-se a instalação em intervalos de até 2,0 km, conforme critérios estabelecidos nos projetos de construção de redes e/ou estudos técnicos.

Serão utilizadas as chaves seccionadoras unipolares de, no mínimo, 400 A, para 15 kV, 25 kV e 34,5 kV com gancho para abertura em carga tipo DAC (Dispositivo para Abertura em Carga) e chaves de transferência automática comandadas à distância.

As chaves com isolamento para 15 kV só poderão ser utilizadas após o limite de 0,5 km da orla marítima. Em redes de distribuição com condutores de se 336,4 MCM (CAL 6201) ou 185 mm<sup>2</sup>, deve ser instalada, obrigatoriamente, chaves seccionadoras unipolares de 630 A.

A localização das chaves deve ser definida usando a minimização do tempo e das áreas afetadas pela interrupção, durante os serviços de manutenção ou situações emergenciais, bem como nos casos de transferência de carga de um alimentador para outro, nas interligações. O conjunto de tabelas VIII apresenta a especificação das Ampacidade dos condutores elétricos correlacionado com chave seccionadora unipolar 400 e 630 A.

Tabela VIII. Chave Seccionadora e Ampacidade dos Cabos Condutores CAA.

Condutor CAA (Alumínio de NU)		
Seção Transversal (AWG/MCM/mm <sup>2</sup> )	Ampacidade (A)	Chave Seccionadora Unipolar (A)
2 AWG (33,59 mm <sup>2</sup> )	175	400
1/0 (53,52 mm <sup>2</sup> )	230	
2/0 (67,35 mm <sup>2</sup> )	265	
3/0 (84,91 mm <sup>2</sup> )	310	
4/0 (107,41 mm <sup>2</sup> )	350	
266,8 (135,25 mm <sup>2</sup> )	440	630
336,4 (170,48 mm <sup>2</sup> )	510	

Tabela VIII. Chave Seccionadora e Ampacidade dos Cabos Condutores CAL 6201.

Condutor CAL 6201 (Alumínio de NU)		
Seção Transversal (AWG/MCM/mm <sup>2</sup> )	Ampacidade (A)	Chave Seccionadora Unipolar (A)
2 WG (33,54 mm <sup>2</sup> )	195	400
1/0 AWG (53,52 mm <sup>2</sup> )	261	
4/0 AWG (107,41 mm <sup>2</sup> )	404	630
336,4 MCM (177,62 mm <sup>2</sup> )	555	

Tabela VIII. Chave Seccionadora e Ampacidade dos Cabos Condutores CA.

Condutor CA (Alumínio de NU)		
Seção Transversal (AWG/MCM/mm <sup>2</sup> )	Ampacidade (A)	Chave Seccionadora Unipolar (A)
2 AWG (33,59 mm <sup>2</sup> )	175	400
1/0 (53,52 mm <sup>2</sup> )	235	
2/0 (67,35 mm <sup>2</sup> )	270	
3/0 (84,91 mm <sup>2</sup> )	315	
4/0 (107,41 mm <sup>2</sup> )	365	
266,8 (135,25 mm <sup>2</sup> )	420	630
336,4 (170,48 mm <sup>2</sup> )	495	

Tabela VIII. Chave Seccionadora e Ampacidade dos Cabos Condutores Protegido.

Condutor Protegido (XLPE) - Camada Simples			
Classe de Tensão (kV)	Condutor Protegido (XLPE) Camada Simples	Ampacidade (A)	Chave Seccionadora Unipolar (A)
15	35	231	400
	50	275	
	70	342	
	95	416	630
	120	480	
	150	544	
	185	625	
24,2	50	257	400
	120	444	630
	185	575	
36,2	70	358	630
	120	493	
	185	631	

Tabela VIII. Chave Seccionadora e Ampacidade dos Cabos Condutores Protegido.

Condutor Protegido (XLPE + HDPE) - Camada Dupla			
Classe de Tensão (kV)	Condutor Protegido (XLPE + HDPE) - Camada Dupla	Ampacidade (A)	Chave Seccionadora Unipolar (A)
15	50	275	400
	120	480	630
	185	625	
24,2	50	257	400
	120	444	630
	185	575	
36,2	70	358	400
	120	493	630
	185	631	

## NOTAS:

- I. Os projetos urbanos não deverão ser concebidos em cabos condutores de alumínio NU CA e CAA;
- II. Motivado pelo processo de manutenibilidade e manobra da rede de distribuição urbana deverá ser concebida a instalação de chaves fusíveis ou seccionadoras unipolares tipo faca limitada ao quantitativo de 05 transformadores distribuição, além das chaves fusíveis já equipadas nas estruturas anterior ou na mesma do transformador de distribuição. Tal medida propõe maior resiliência da rede de distribuição e redução dos impactos dos indicadores de continuidade de fornecimento de energia elétrica (DEC e FEC). A definição do tipo de seccionamento (chave fusível ou seccionadora unipolar tipo faca) a instalar dependerá do somatório das demandas dos transformadores de distribuição.

### 11.1.6.3. Derivação

Em todas as derivações, chave seccionadoras ou dispositivos de proteção deverão ser projetada. As derivações trifásicas sem dispositivos de proteção projetadas a partir do tronco de alimentadores com condutores convencionais CAL 6201 igual ou superior 1/0 AWG ou protegidos de 120 mm<sup>2</sup> devem ser projetadas com condutor mínimo de seção transversal de 1/0 ou 50 mm<sup>2</sup> até o equipamento de proteção ou final de circuito.

As derivações monofásicas projetadas a partir do tronco de alimentadores com condutores convencionais CAL 6201 igual ou superior 1/0 AWG ou protegidos de 120 mm<sup>2</sup> devem ser projetadas com condutor mínimo de seção transversal de 2 AWG (cabo de alumínio nu CAL 6201) ou 50 mm<sup>2</sup> (cabo de alumínio protegido) até o equipamento de proteção ou final de circuito.

## NOTAS:

- I. Nas redes de distribuição em média tensão deverá ser projetadas exclusivamente em cabos protegidos, segundo NDU 004.1 a menos quando

estas estiverem nas regiões compreendidas conforme critérios estabelecidos pela NDU 027;

- II. Apesar da especificação da seção mínima transversal dos condutores deverão ser adotados os critérios de dimensionamentos elétricos.

### 11.1.7. Proteção Contra Sobrecorrente

As diretrizes detalhadas de proteção, incluindo critérios de instalação, dimensionamento, ajustes e coordenação de equipamentos de proteção, dar-se-á mediante avaliação das unidades locais do Grupo Energisa.

#### 11.1.7.1. Critérios de Instalação

As principais diretrizes estão resumidas a seguir:

- a) Na saída de alimentadores nas subestações de distribuição (SED):

- Religadores de SED:

Nos circuitos alimentadores onde se deseja coordenação ou seletividade com os demais equipamentos de proteção instalados na rede.

- b) Nos troncos de alimentadores:

- Religador de linha (RL):

Em redes aéreas de distribuição onde se deseja suprir áreas sujeitas a falhas transitórias, cuja probabilidade elevada de interrupção tenha sido constatada através de dados estatísticos.

1. No início de grandes ramais sujeitos a defeitos transitórios, com grandes extensões de rede ou que possuam traçado de difícil acesso ou com vegetação densa;
2. Logo após um consumidor importante ou uma grande concentração de cargas.

- 
3. Início de trechos extensos, nos quais os níveis de curto-circuito não sejam suficientes para sensibilizar o dispositivo de proteção de retaguarda;
  4. Em pontos de fronteira de trechos Urbano/Rural de alimentadores;
  5. Em troncos de alimentadores demasiadamente extensos, onde se necessite definir parcelas de trechos ou pontos estratégicos, com prerrogativas de manobras e recomposições, por exemplo, a cada 30 km no tronco, antes ou após uma travessia de rio etc.;
  6. Em pontos que venham resultar na melhoria da recomposição de alimentador, na transferência de blocos de cargas para alimentadores vizinhos ou de socorro (premissas de self-healing);
  7. Nas derivações que constituem bifurcações de troncos de alimentadores;
  8. No início de trechos de linha de uso exclusivo de acessantes, onde a manutenção do trecho é provida pelo acessante;
  9. Em ramais onde não se permita a utilização de elos fusíveis devido ao carregamento ou da existência unidades geradoras;
  10. Após o ponto de conexão derivante do alimentador de um gerador/carga com potência considerável (>1 MW), com fins de evitar que o restante do alimentador fique sem sensibilidade ou sem cobertura de proteção
- Seccionador:

Ao longo do alimentador, após cargas, cuja continuidade de serviços seja desejada.

**NOTA:**

- I. **Em troncos interligáveis normalmente não devem ser previstos dispositivos de proteção. Quando necessário devem ser usados:**
  - b) Nos ramais e sub-ramais:
    - Religador de linha (RL):



Em circuitos longos onde se devem criar zonas de proteção, através de ajustes apropriados, devido aos níveis de curto-circuito.

- Seccionador:

Em redes aéreas de distribuição onde se deseja suprir áreas sujeitas a falhas transitórias, cuja probabilidade elevada de interrupção tenha sido constatada através de dados estatísticos.

- Chave fusível:

Deverão ser instalados em ramais mediante a estudo de proteção.

1. Em todas as derivações de tronco;
2. Em todos os pontos de transformação de distribuição;
3. Em locais de grande arborização ou grande incidência de pipas, objetos na rede etc.;
4. Após cargas cuja importância queira maior continuidade de serviço;
5. Estrutura de entrada (ponto de entrega) de loteamentos, condomínios, dimensionados de acordo com a carga estimada para o loteamento;
6. Ramal de cliente atendido em tensão primaria com potência instalada  $\leq 300$  kVA.
7. Para ramais primários até 150 metros, pode ser dispensada a instalação de chave fusível na estrutura dos postos de transformação, devendo a mesmo ser instalada na derivação, desde que visível do transformador.
8. Para ramais com comprimento acima de 150 metros devem ser instaladas chaves fusíveis na estrutura de derivação e na estrutura dos postos de transformação.

Devem ser seguidos os critérios estabelecidos na NDU 002.

c) Nos transformadores de distribuição:

Devem ser observadas as seguintes condições de acordo com o tipo de transformador e rede:

- Transformadores convencionais: deve ser sempre instalada a chave fusível independentemente do tipo de rede primária (convencional ou protegida). O elo fusível deve ser dimensionado de acordo com a Tabela 04.
- Transformadores auto protegidos: a proteção é feita pelos fusíveis e disjuntor existentes no transformador, porém devem ser observados os critérios a seguir:
  - Instalados em redes convencionais: prever a instalação de chaves fusíveis com elos fusíveis 25K para todas as potências.
  - Instalados em redes protegidas: deve ser seguido o padrão estabelecido na NDU 004.1.

d) Bancos de capacitores:

A proteção de banco de capacitores deve ser dimensionada conforme Tabela 07 e padrões definidos na NDU 023.

#### 11.1.7.2. Dimensionamento e Ajustes

a) Religadores e seccionadores

O ajuste desses equipamentos deve ser executado pela operação e planejamento.

b) Chaves fusíveis:

Devem ser usadas chaves fusíveis com porta-fusíveis de corrente nominal de 100 A.

#### 11.1.8. Proteção contra Sobretensões

A proteção da rede primária contra as sobretensões é assegurada no projeto por decisões que envolvem o uso de dispositivos de proteção (para-raios de distribuição).



Os para-raios de distribuição deverá ser instalado em estrutura apropriada e/ou no equipamento.

Devem ser aplicados para-raios de distribuição, com corrente de descarga nominal de 10 kA, equipados com desligador automático para desconectar eletricamente e sinalizar para-raios defeituosos, do tipo óxido de zinco, classe 1, com base isolante e desligador automático com tensão nominal:

- 10 kV para sistemas de 11,4 kV / 6,58 kV.
- 12 kV para sistemas de 13,8 kV / 7,97 kV.
- 18 kV para sistemas de 22,0 kV / 12,70 kV.
- 30 kV para sistemas de 34,5 kV / 19,92 kV.

Os para-raios de distribuição deverá ser projetado nos seguintes pontos:

- a) Em transformadores de distribuição.
- b) Em estruturas de equipamentos especiais (banco de capacitores, reguladores de tensão, religadores de linha etc.), seccionadores e chaves seccionadoras NA (normalmente abertas).

No caso envolvendo chaves seccionadoras NA é obrigatório a instalação na entrada e saída do equipamento. Alternativamente, pode ser instalado nas estruturas anterior e posterior ao equipamento.

- c) Em estruturas de rede convencional com mudança de NBI, segundo Tabela 14.
- d) Em todas as 3 (três) fases de um fim de rede trifásica, mesmo quando prossegue apenas uma das fases.
- e) Nas transições de rede:
  - Convencional para protegida ou vice-versa.
  - Convencional para isolada ou vice-versa.
  - Protegida para isolada ou vice-versa.

- Convencional/protegida/isolada para subterrânea ou vice-versa.
- f) Na transição de rede urbana para rede rural ou vice-versa, instalados sempre do lado da rede rural;
- g) Em todo final de rede.

Deverão ser instaladas para-raios de distribuição, ao longo das redes de distribuição urbana, em intervalos de até 5,0 quilômetros, conforme critérios estabelecidos nos projetos de construção de redes e/ou estudos técnicos.

#### NOTAS:

- I. Os para-raios deverão ser adequadamente dimensionados, especialmente quando da presença de unidades geradoras com transformadores de acoplamento com conexão em delta no lado da concessionária;
- II. Dependendo dos níveis cerâmicos das áreas de concessão do Grupo Energisa deve-se avaliar a possibilidade de redução dos intervalos de instalação dos para-raios.

### 11.1.9. Circuitos Múltiplos

Os circuitos múltiplos ficam limitado à 3 (três) níveis nas estruturas, limitado a:

- Redes convencionais - 3 (três) circuitos, conforme NDU 005 e NDU 007.
- Redes protegidas - 6 (seis) circuitos, sendo 3 (três) do lado rua e 3 (três) do lado calçada, conforme NDU 004.1.

#### NOTA:

- I. Em localidades com histórico de problemas de afastamento, as redes primárias protegidas deveram ser limitadas aos circuitos do lado rua.

Sobre a disposição, deverão seguir os critérios:

- a) Nas redes convencionais (cabos nus), protegidas ou isolados:

- Circuitos expressos e/ou exclusivos.
  - Nível de tensão.
  - Seção Transversal dos condutores.
- b) Nas redes com mais de um tipo de rede de distribuição:
- Redes protegidas dos distanciamentos depende dos níveis de tensão.
  - Circuitos expressos e/ou exclusivos.
  - Nível de tensão.
  - Seção transversal dos condutores.

**NOTA:**

- I. Os transformadores deveram ser alimentados, obrigatoriamente, pelo (s) circuito (s) do nível mais baixo.

## 11.2. Rede Secundária

A rede secundária deverá ser projetada com condutores de alumínio isolados, multiplexado e autossustentado, conforme especificado na NDU 004.3.

### 11.2.1. Definição Básica

A rede secundária deverá ser alimentada por transformadores de distribuição, monofásicos e trifásicos, cuja potência deverá ser definida conforme item 10.2. As redes secundárias deverão ser do tipo monofásica a 2 fios (F+N), bifásica a 3 fios (2F+N) e/ou trifásica a 4 fios (3F+N).

Em locais com circuito primário trifásico, a expansão da rede secundária deverá, obrigatoriamente, ser trifásica. O neutro é multiterrado e comum ao primário e secundário.

## 11.2.2. Níveis de Tensão

As tensões nominais da rede secundária deverá ser conforme padrão da concessionária. As tensões secundárias padronizadas são:

- Redes secundária trifásica: 380/220 V e/ou 220/127 V;
- Rede secundária bifásica: 254/127 V, 240/120 V e/ou 230/115 V;
- Rede secundária monofásica: 230 V (F/N)

As faixas de tensão adequadas, precárias e/ou críticas, no ponto de conexão, devem atender aos critérios definidos no PRODIST, Módulo 8. Sempre que possível os transformadores devem ser localizados no centro de carga do circuito de BT, de forma que nenhum ponto do circuito possua queda de tensão superior ao especificado no item 11.2.2.2.

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 08), não é necessário que as quedas de tensão no ponto escolhido para abertura sejam iguais, bastando que ambas sejam inferiores aos máximos permitidos.

### 11.2.2.1. Equilíbrio de Carga

O desequilíbrio máximo recomendado, em qualquer ponto de um circuito secundário é de 7,5%.

### 11.2.2.2. Queda de Tensão e Correção dos Níveis de Tensão

O limite de queda de tensão deve ser:

- a) 3% na rede de Baixa Tensão;
- b) 1% no ramal de ligação;
- c) 4% caso o ramal derive diretamente do secundário do transformador.

## NOTA:

- I. A queda de tensão em baixa tensão é composta pela parcela de 3 % da Rede Secundária de distribuição em Baixa Tensão (cabos multiplexados quadripolares) mais 1% pertinente a queda do ramal do consumidor totalizando 4%.

O processo de cálculo elétrico utilizado para fins de projeto de redes secundárias é o dos coeficientes de queda de tensão em %/kVA x 100 m sendo a carga sempre considerada equilibrada. Para o cálculo de queda de tensão deve ser usado o formulário próprio, conforme ANEXO B adotando os coeficientes das Tabelas 21 a 25.

Em reforma da rede secundária, quando for verificada queda de tensão superiores ao limite máximo permitido, o projetista deverá adotar as 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 11.2.2.1.

- b) Fechamento em anel (tipo 1 e/ou tipo 2)

Fechar o circuito secundário em anel, de forma a reduzir a queda de tensão. Desde que um dos lados apresente menor queda de tensão.

- c) Divisão de circuitos

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

- d) Recolocação do transformador

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

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.

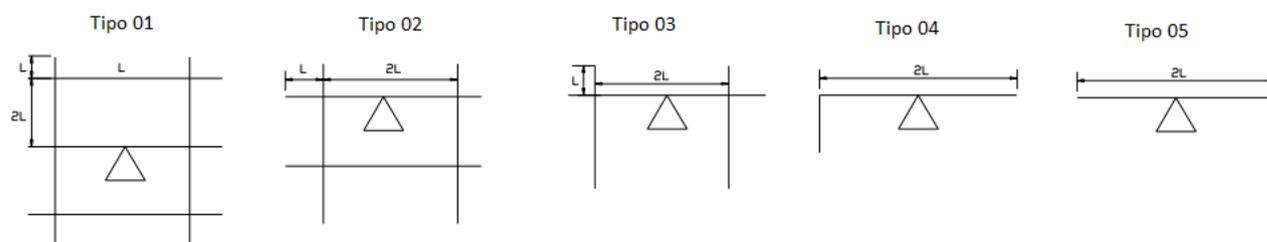
Trocar condutores, nos trechos críticos, para redução da impedância do circuito pela troca dos condutores permitindo uma redução proporcional da queda de tensão.

### 11.2.3. Configuração Básica e Faseamento

#### 11.2.3.1. Configuração Básica

Devem ser adotados circuitos típicos, de acordo com a Figura 14. Os circuitos tipos 1 e 2 devem ser empregados como padrão.

Essas configurações permitem o atendimento de toda a gama de densidades e cargas, características de rede aérea de distribuição urbana, abrangendo desde áreas cuja carga é constituída exclusivamente de iluminação pública, até áreas compostas de cargas altamente concentradas, já no limite de viabilidade de conversão para atendimento em rede subterrânea. A adoção de um determinado circuito típico será em função da densidade de carga inicial, taxa de crescimento e da configuração do arruamento. Os circuitos deverão ser estudados em função do plano diretor do município.



L - Comprimento da quadra.

Figura 16. Tipos básicos de circuitos secundários.



Em projetos de expansão, reforma e reforço, os circuitos secundários devem ser dimensionados pela planilha dimensionamento do (s) transformador (es) e rede secundária, conforme Anexo B.

A planilha indica o transformador e cabos para atendimento às cargas, dentro do horizonte de planejamento estabelecido. Não será permitida, em hipótese alguma, a instalação de circuitos secundários múltiplos.

### 11.2.3.2. Faseamento

O faseamento dos condutores isolados se dará através de cores distintas, observada os terminais de baixa tensão do transformador de distribuição:

- X0 - Neutro - Azul ou nu.
- X1 - Fase A - Preto.
- X2 - Fase B - Cinza.
- X3 - Fase C - Vermelho.

#### NOTAS:

- I. Não será permitido, em hipótese alguma, a elaboração de projetos de redes secundária convencionais;
- II. Em redes existentes, a identificação do faseamento poderá ser feito por cinta autotravante com identificadores de fases, aplicados nos condutores.

### 11.2.4. Condutores

#### 11.2.4.1. Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede secundária dos tipos isolados multiplexados.

As seções padronizadas são:

a) Trifásico:

- 3x1x70+70 mm<sup>2</sup>.
- 3x1x120+70 mm<sup>2</sup>.

As características básicas desses condutores estão indicadas na ETU 111.1.

Os circuitos de iluminação deverão ser dimensionados em cabos quadruplex com seções transversais definidas pela NDU 035 ficando proibida a ligação de qualquer unidade consumidora nesses circuitos.

Enquanto o cabo multiplexado quadruplex com seção mínima de 3x1x70+70 mm<sup>2</sup> destinado a construção de redes de distribuição em tensão secundária em áreas urbanas. Para as áreas de alta poluição atmosférica, conforme NDU 027, deverá ser utilizado os condutores multiplexado autossustentado com neutro isolado.

#### 11.2.4.2. Dimensionamento

A rede secundária deve ser dimensionada de tal forma a minimizar os custos anuais de investimento inicial, ampliações, modificações e perdas dentro do horizonte do projeto, normalmente de 10 (dez) anos.

As redes secundárias devem ser projetadas, em princípio, de modo a não serem necessárias trocas de condutores, mas somente redivisão de circuitos para atendimento ao crescimento esperado da carga. Os troncos mínimos a serem utilizados são os indicados na Tabela 06. A distância máxima entre o transformador de distribuição e o último poste atendido por ele deve ser de:

a) Circuitos trifásicos:

- 380/220 V - 400 metros.
- 220/127 V - 200 metros.

Em novos empreendimentos imobiliários horizontais, com características residenciais, as extensões em circuitos secundários deverão ser, obrigatoriamente:

- Trifásicas - com seção transversal mínima por fases de  $3 \times 1 \times 70 + 70 \text{ mm}^2$  (\*).

(\*) Entretanto deverão ser atendidas as condições especificadas na Tabela 06. Seção Mínima do Tronco Secundário.

Em reforma da rede secundária, se a rede secundária existente for construída com condutores nus, a substituição por rede multiplexada é obrigatória.

#### 11.2.4.3. Carregamento

Além dos critérios indicados anteriormente, 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 isolados é especificada a 90 °C.

#### 11.2.5. Proteção contra Sobretensões

Devem ser instalados para-raios de baixa tensão, de corrente de descarga nominal de 10 kA, equipados com desligador automático para desconectar eletricamente e sinalizar para-raios defeituosos, com tensão nominal de:

- Tensão contínua de 280 V para sistemas de 220/127 V.
- Tensão contínua de 440 V para sistemas de 380/220 V.

Devem ser instalados nos seguintes casos:

a) Proteção de transformadores

Os para-raios de rede secundária devem ser instalados em todo transformador. Devem ser instalados entre fase e neutro.

b) Proteção de consumidor reclamante



No caso de reclamações comprovadamente relacionadas a sobretensões devido a surtos atmosféricos, deverão ser avaliados pela concessionária de energia os pontos necessários a instalação dos para-raios de baixa tensão ou dispositivos de proteção contra surtos (DPS), sejam essas estruturas de derivação de ramal de ligação ou em quadro de medição do consumidor reclamante.

**NOTA:**

- I. Nesse caso, não é necessária a instalação de aterramento nessa estrutura.

Esses para-raios devem obedecer aos padrões estabelecidos nas normas de instalações básicas.

### 11.2.6. Ramal de Ligação de Consumidor

Devem ser seguidos os critérios estabelecidos na NDU 001 e NDU 003. Em conversão de rede secundária convencional para isolada ou substituição de condutores isolado, será obrigatório a substituição de todos os ramaís de ligação convencionais para isolados.

## 11.3. Transformadores de Distribuição

Deverão ser utilizados transformadores de distribuição, monofásico e/ou trifásicos, imersos em óleos isolantes (mineral e/ou vegetal) com resfriamento natural, conforme padronização da ETU 109.1 e ETU 109.2.

### 11.3.1. Potência Padronizada

As potências nominais padronizadas para transformadores de distribuição a serem utilizados em redes urbanas, são as seguintes:

- Transformadores trifásicos: 45 kVA, 75 kVA e 112,5 kVA (Nota 2, a seguir).
- Os transformadores de distribuição trifásicos de 150 kVA, 225 kVA e 300 kVA deverão ser utilizados, exclusivamente, para áreas tipicamente comerciais

e/ou industriais ou em casos de atendimento a múltiplas unidades (agrupamento de medidores).

- Enquanto para rede de iluminação exclusivas as potencias padronizadas: 15 KVA ou 30 KVA.

#### NOTAS:

- I. Nas situações de transformadores distribuição a serem doados conforme NDU 006, como loteamentos residenciais horizontais abertos e fechados o padrão é 45 kV e 75 kVA. Enquanto para potências nominais superiores a 75 kVA, enquadrados como industriais por exemplo e as edificações verticais Agrupamento de Medições com rede de distribuição interna, onde os projetistas e construtores/empreiteiros constroem e doam, equivalentemente aos loteamentos/condomínios fechados obedecendo os critérios especificados pelas NDUs 002 e 003;
- II. Os transformadores de distribuição com potência nominal de 112,5 kVA devem ser especificados nos atendimentos a empreendimento particulares, segundo critérios estabelecidos na NDU 003 por exemplo e nas situações de reforma/melhoria de circuito que forem pertinentes aos empreendimentos fechados (acesso limitado ou controlado) horizontais com redes de distribuição aérea.

#### 11.3.2. Dimensionamento

Os transformadores de distribuição deverão ser dimensionados, de tal forma a minimizar os custos anuais de investimento inicial, substituição e perdas, dentro de um horizonte considerado adequado.

- a) Novas extensões

Para projeto de novas extensões, os transformadores projetados deverão ter potência nominal máxima de 75 kVA para circuitos trifásicos.



Em locais com circuito primário trifásicos, o transformador de distribuição deverá, obrigatoriamente, ser trifásico. Não sendo permitido, em hipótese alguma, a instalação de transformadores de distribuição monofásicos.

Em empreendimentos imobiliários horizontais com características de loteamento de acesso controlado (Fechados) ou acesso liberado (Abertos), devem ser utilizados transformadores de distribuição de 45 kVA e/ou 75 kVA. Enquanto para condomínios verticais com agrupamento de medidores a potência dos transformadores aéreos ficam limitados a 300 kVA.

b) Reforma e/ou melhoria de rede

Em projetos de reforma/reforço ou melhoria de rede, os transformadores projetados deverão ter potência nominal máxima de 112,5 kVA para circuitos trifásicos.

### 11.3.3. Carregamento

a) Circuitos novos

Quando possível os novos circuitos de baixa tensão (BT), planejados ou projetados para permitir a ligação de novas cargas, reequilibrar circuitos, regularizar níveis de tensão e carregamento etc., o carregamento máximo inicial admitido para os transformadores de distribuição deverá ser determinado segundo os critérios estabelecidos na tabela IV para capacidade nominal do equipamento.

O carregamento máximo deve ser verificado no horário de ponta de carga do transformador.

b) Circuito existentes

Em circuitos de BT existentes, o carregamento máximo admitido para os transformadores de distribuição para a liberação de carga deverá ser de:

- Para especificação da demanda nominal dos transformadores convencionais deverão ser aplicados os critérios de taxa de crescimento decenal especificado na tabela IV. Após a aplicação das taxas de crescimentos decenais o



carregamento dos transformadores de distribuição convencionais fica limitado aos 100% da potência nominal.

- 95% da capacidade nominal para os transformadores auto protegidos.

O carregamento máximo deve ser verificado no horário de ponta de carga do transformador.

#### 11.3.4. Localização

A instalação de transformadores de distribuição deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos básicos:

- Localizá-lo tanto quanto possível no centro de carga.
- Localizá-lo próximo às cargas concentradas, principalmente as que ocasionam flutuação de tensão.
- Localizá-lo de forma que as futuras relocações sejam minimizadas.
- Localiza-lo em locais de fácil acesso, visando facilitar a operação e substituição.
- Evitar a instalar de transformadores sob o tronco dos alimentadores.
- Não instalar transformadores e demais equipamentos em postes próximos as esquinas.
- Não instalar em estruturas de equipamentos de manobra e/ou proteção.
- Não instalar em estrutura de derivações de ramais primários.
- Não instalar em frente a edificações com marquises e sacadas.
- Deve-se atentar para distâncias de segurança nas proximidades estruturas metálicas dos postos de combustíveis e a áreas de armazenamento de materiais inflamáveis.

- Não instalar em estruturas com deflexões superiores a 5 graus.

Em função da possibilidade de ocorrências de flutuações de tensão deve ser dada especial atenção ao atendimento das seguintes cargas:

- a) Motor monofásico com potência superior a 2 CV, alimentado em tensão fase-neutro.
- b) Máquina de solda a transformador com potência superior a 2 kVA, alimentada em tensão fase-neutro.
- c) Motor monofásico com potência superior a 5 CV, alimentado em tensão fase-fase.
- d) Motor de indução trifásico com potência superior a 30 CV.
- e) Máquina de solda tipo motor-gerador com potência superior a 30 CV.
- f) Máquina de solda a transformador, 220 V - 2 ou 3 fases, ligação V-V invertida com potência superior a 15 kVA.
- g) Máquina de solda a transformador 220 V - 3 fases, com retificação com potência superior a 30 kVA.

#### NOTA:

- I. As situações descritas no item 11.3.4 poderão ser reavaliadas por cada unidade local de projetos do Grupo Energisa segundo os parâmetros de segurança e viabilidade técnica/econômica.

## 11.4. Aterramento

Os sistemas de aterramentos nas redes primárias e secundárias de distribuições, assim como na instalação de equipamentos devem ser observados os critérios e de projetos estabelecidos na NDU 034

#### NOTAS:

- I. Deve-se aterrar o cabo messageiro nas estruturas de final de rede, a cada 300 m no máximo ao longo da rede compacta e em estruturas com equipamentos;
- II. O messageiro deve ser aterrado nas seguintes condições:

- Na malha de terra dos equipamentos ao longo da rede de distribuição.
  - Em intervalos máximos de 300 m de outro aterramento ao longo da rede de distribuição.
  - Em finais de rede distribuição.
- III. Em regiões de elevado nível cerâmico onde a rede está sujeita a descargas diretas ou tensões induzidas, é recomendável o aterramento do mensageiro em intervalos menores;
- IV. Nas redes de distribuição em baixa tensão o aterramento deverá ter aplicabilidade em intervalos máximos de 150 metros.

### 11.5. Iluminação Pública

Por determinação da Resolução N° 1.000 da ANEEL, a iluminação pública é de responsabilidade das prefeituras dos municípios. Os critérios de iluminação pública e de projetos especiais estão estabelecidos na NDU 035.

### 11.6. Uso Mútuo

Os critérios projetos de uso mútuo estão estabelecidos na NDU 009.

## 12. DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Os postes de distribuição padronizados para uso em redes de distribuição são de concreto, em seção circular ou duplo T. Os postes de fibra de vidro devem ser utilizados em locais de difícil acesso. As estruturas devem ser definidas em função do ângulo dos cabos, da quantidade de circuitos em um poste, da estabilidade da rede, dos esforços de tração dos condutores, do comprimento do vão, da posição da estrutura em relação a rede (tangente ou fim de linha) e a distância entre os condutores no balanço dos condutores.

Para o dimensionamento de postes e determinação das estruturas devem ser verificados os parâmetros relacionados abaixo.

- Trações de projeto e flechas;
- Ação do vento sobre o poste;
- Ação do vento sobre os condutores;
- Comprimento, distâncias mínimas entre cabos e solo, resistência mecânica e engastamento dos postes;
- Vão máximo devido ao balanço dos condutores.

### 12.1. Condições Ambientais

Foram adotadas as seguintes condições para dimensionamento mecânico dos cabos e estruturas que os sustentam:

Vento máximo: 60 km/h a 15 °C;

- Pressão do vento em superfícies cilíndricas (cabos e postes circulares):

$$P = 0,00471 \times V^2$$

- Pressão do vento em superfícies planas (poste duplo T):

$$P = 0,00754 \times V^2$$

Sendo:

p = pressão do vento, em daN/m<sup>2</sup>;

V = velocidade do vento, em km/h;

Temperatura 0 °C a 50 °C;

Vãos calculados: até 150 m (de 5 m em 5 m).

Cabos básicos:

- Alumínio: 2 AWG;

- Cobre: 25 mm<sup>2</sup>.

Estado básico 1:

- Temperatura: 0 °C;
- Velocidade do vento: 0 km/h (sem vento);
- Tração horizontal máxima: 15% da tração de ruptura do cabo básico.

Estado básico 2:

- Temperatura: 15 °C;
- Velocidade do vento: 60 km/h;
- Tração horizontal máxima: 20% da tração de ruptura do cabo básico.

## 12.2. Poste Padronizados

### 12.2.1. Tipo

Os postes de distribuição a serem utilizados devem ser, preferencialmente, de concreto seção Duplo T (DT). A Tabela 08 apresenta os postes de distribuição padronizados pela Energisa.

A escolha do tipo dos postes deverá levar em conta não só o grau de urbanização e uniformidade, mas principalmente aspectos técnicos e econômicos.

O poste de distribuição de seção circular deverá ser utilizado, preferencialmente, em redes:

- Localizadas na orla marítima;
- Em áreas de tráfego intenso;
- Em áreas de trânsito rápido, com velocidade igual e superiores a 50 km/h;

- Em locais onde forem exigidos grandes esforços mecânicos nos diversos sentidos;
- Em saída de subestações de distribuição;

O poste concreto classe IV deverão ser utilizados obrigatoriamente nas redes de distribuição localizadas na orla marítima ou áreas de poluição.

### 12.2.2. Comprimento

O comprimento do poste é definido em função da altura mínima dos condutores ao solo, portanto depende da flecha máxima para o vão médio do trecho de rede a 50 °C. Os postes de distribuição utilizado deverão ser:

a) Postes de 10 metros:

Devem ser utilizados exclusivamente para redes exclusivamente secundárias.

b) Postes de comprimento igual ou superior a 11 metros:

Devem ser utilizados em:

- Em redes primárias convencionais (CAL 6201), protegidas e/ou isoladas, com ou sem redes secundárias;
- Cruzamentos aéreos de redes primárias protegidas;
- Derivação de rede primária convencional;
- Instalação de equipamentos conforme especificado na tabela 09;
- Em circuitos múltiplos de média tensão (MT);
- Travessias em geral (Águas fluviais, Rodovias, linhas férreas etc.);
- Derivação de rede primária protegida, sem instalação de chave e/ou seccionadora, desde que mantido os afastamentos mínimos de rede;

- Derivação de rede primária para consumidores atendidos em média tensão (MT), exceto entrada com rede subterrânea (mufla).
- c) Enquanto nas situações de concepção de circuitos duplos em média tensão o comprimento mínimo deverá ser de 12 metros.
- Instalação de transformadores de distribuição, religadores e afins (muflas etc.).
- Bancos Capacitores.

Em bairros comerciais ou com pequenas indústrias ligadas a rede secundária, é conveniente que se tenha a rede primária estendendo-se por um número maior de ruas e com maior número de transformadores, postes com comprimento mínimo de 11 metros, e condutores de rede secundária com seções transversais maiores.

Isso fará com que se reduzam os ônus devido a não necessidade de substituição antes do término da sua vida útil, tornando a rede de distribuição mais flexível para futuros crescimentos vegetativos.

#### NOTAS:

- I. Os postes aplicados em redes de média tensão urbana deverá apresentar esforços mecânicos mínimos limitados em 300 daN para postes duplo T ou seção circular. Enquanto nas regiões III, IV e V descritas na figura 14 da NDU 007 caberá a concessão local do Grupo Energisa a deliberação de postes com esforços mecânicos mínimos de 600 daN devido a maior resiliência a ação dos ventos.
- II. A utilização de contra-poste em área urbana é expressamente vetada, em quaisquer situações;
- III. As redes de baixa tensão poderá ser concebidas em postes de comprimento mínimo de 11 metros, desde que haja previsibilidade de futuro compartilhamento dessas estruturas com redes de distribuição primária. Para

atendimento dessa nota III deverão observar os critérios e notas estabelecidas nas tabelas 06 e 09.

- IV. Para as redes de primárias em cabos protegidos os postes equipados com transformadores deverão apresentar comprimento mínimo de 12 metros. Também deverão ser observados notas das tabelas 06 e 09.

### 12.2.3. Determinação dos Esforços, Estaiamento, Resistência Mecânica e Engastamento.

#### 12.2.3.1. Determinação dos Esforços de Condutores e Outros Cabos de Uso Mútuo.

A determinação dos esforços nos postes será feita considerando-se as cargas devido à Rede primária aérea de distribuição, secundárias, ramais de ligação e outros cabos de uso mútuo. A tração de projeto de cada condutor da rede primária secundária é dada pelas Tabelas 26 a 30.

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 para cabos telefônicos estão apresentados na Tabela 32.

Os esforços exercidos por todos os condutores e cabos do uso mútuo devem ser referenciados a 0,20 m do topo do poste, conforme Tabela 33. O esforço resultante deve ser calculado, nas seguintes situações:

- Ângulos.
- Fins de rede.
- Mudança da seção dos condutores.
- Estruturas em situações de arrancamento e compressão (fincamento) nas Tabelas 42 a 45.
- Mudança de quantidade de condutores.

- Esforços resultantes dos cabos de uso mútuo etc.

### 12.2.3.2. Resistência Mecânica

Calculado o esforço resultante no poste, devido a tração dos condutores e cabos do uso mútuo aplicados a 0,20 metros do topo (T), define-se o tipo de estaiamento necessário e a resistência nominal do poste, procurando-se otimizar o custo do conjunto postes/estais. Os casos de dimensionamento do poste, engastamento e estai estão exemplificadas nas tabelas 30 a 33. Outras observações devem ser feitas relacionadas com a escolha da resistência do poste e outros aspectos mecânicos:

- a) Cuidados especiais devem ser observados com relação ao poste de concreto de seção Duplo T (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 Tabelas 26 a 45, define os valores das resistências a serem consideradas num determinado ângulo;

- b) Quando o poste de concreto duplo T (DT) for instalado, o lado de menor resistência (parte cavada ou gaveta) deve estar voltado para o eixo da rede, conforme Figura 17 observando o desenho NDU 006.27.



Figura 17 - Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão.

- c) O poste de concreto duplo T (DT) deve ser instalado com o lado de maior resistência voltado para a direção da bissetriz do ângulo formado pelos condutores, exceto para ângulo de deflexão de 90°. No caso de haver também derivação na estrutura de deflexão, o alinhamento do poste deve ser definido pelo melhor dimensionamento mecânico. Quando houver limitação de acessibilidade, segundo NBR 9050 nas áreas de passeio deverá optar pelo poste seção circular ao invés do poste duplo T.

- 
- d) Quando o valor da resultante no topo ultrapassar a 1.500 daN para postes de concreto duplo T e 2.000 daN para os postes de concreto seção circular, e não for possível a transferência por estais, a tração deve ser adequadamente reduzida;
- e) Nas situações em que as condições de acessibilidade urbana sejam imitadas, segundo a NBR 9050 sejam deve priorizar os postes de seção circular.

#### NOTAS:

- I. Não se aplica tração reduzida em rede primárias protegida e/ou isoladas;
  - II. Nas situações em que houver estrutura de amarração, o lado de maior esforço do poste duplo T poderá ser posicionado no mesmo sentido da rede, desde que não esteja posicionado em pontos onde a rede de distribuição sofra extensão ou que sirva para derivação (exceto ramal de ligação) e que também não haja instalação de equipamentos.
- e) Para a estrutura de transição entre:
- Rede primária convencional e protegida, utilizar os critérios definidos na NDU 004.1.
  - Rede primária protegida, utilizar os critérios definidos na NDU 004.1.
- f) Não é permitida a instalação de equipamentos (transformador de distribuição, religador automático, regulador de tensão, banco de capacitor etc.) em estruturas de ângulo acima das condições estabelecidas na NDU 023 ou em esquinas, rotatórias, giradouros etc. Além disso os equipamentos especiais assim como seus dispositivos de automação deverão ser instalados afastados do meio-fio de modo a evitar possíveis abalroamento de veículos leve, médios ou pesados.
- g) Caso da inviabilidade técnicas da não instalação dos equipamentos citados no item “f” caberá a unidade local o Grupo Energisa a análise da viabilidade técnica ou não da instalação.

- h) Para novas extensões de rede, os transformadores de distribuição devem ser projetados em poste de concreto duplo T ou seção circular conforme definido na Tabela 09;

Quando instalado em postes de concreto duplo T, os transformadores de distribuição devem ser instalados no lado de maior resistência do poste, observando-se também os padrões definidos nas normas de instalações básicas.

- i) Para reformas e modificações de rede, quando houver a necessidade de substituição de poste devido a instalação de transformador de distribuição trifásico, este deverá ser poste de concreto duplo T e ter resistência nominal mínima conforme Tabela 09.
- j) As condições técnicas que não permitem a instalação dos transformadores em área urbana são:
- Poste de madeira ou fibra de vidro (\*)
  - Poste de concreto com comprimento inferior a 12 metros (\*\*);
  - Poste de concreto com resistência nominal inferior a 600 daN;
  - Poste de concreto em mau estado de conservação.
- k) Nas saídas das subestações de distribuição (SED), a estrutura do primeiro poste da rede primária deverá ser de ancoragem e ter resistência nominal mínima de 1.000 daN;
- l) Os postes nas estruturas de transições (ancoragem) e fim de rede primária devem ter resistência mínima de:
- Primária trifásica:
    - Os esforços mecânicos dos postes localizados ao final ou em quaisquer outros pontos da rede de distribuição deverão ser dimensionados, segundo trações mecânica dos condutores de baixa e média tensão, cabos telefônicos ainda associado aos esforços mecânicos mínimos definido na tabela 09 quando da

existência de equipamentos (transformadores, religadores, bancos capacitores etc.).

- Secundária: 150 daN.
- Enquanto nas redes de distribuição exclusivas a baixa tensão os esforços mecânicos dos postes serão definidos pela tração mecânica dos cabos de baixa tensão associado aos cabos telefônicos.

m) Em longos trechos de alinhamento de rede primária urbanas é recomendável intercalar estruturas de ancoragem, no máximo a cada:

- 600 metros para rede convencional;
- 500 metros para rede protegida; e
- 300 metros para rede isolada.

Tais medidas visando assegurar maior confiabilidade ao projeto mecânico, além de facilitar a construção e eventual troca de condutores. O vão regulador entre os trechos ancorados deverá ser calculado pela equação a seguir:

$$V_r = \sqrt{\frac{V_1^3 + V_2^3 + \dots + V_n^3}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}}$$

- n) Nas estruturas de encabeçamento tipo B3 e BE3 devem receber estai de cruzeta a poste. Neste caso, o estai deve ser instalado em oposição à fase central e de modo a absorver totalmente o esforço dos três condutores fase. Para as estruturas B4 e BE4, projetar o estai somente se houver diferença de seção transversa do condutor. Quando a diferença de tração na cruzeta for inferior a 75 daN, não é necessário o uso do estai cruzeta-poste;
- o) A diferença de tração de projeto entre os vãos adjacentes às estruturas primárias protegidas CE2 deve ser menor ou igual a 50 daN para evitar o escorregamento e/ou rompimento do anel de amarração;

- p) Em estruturas de transição de rede convencional e para rede protegida e/ou isolada, usar o estai no lado da rede convencional (CAL6201), se for o caso. Caso o mensageiro trabalhe também como estai (absorver parte dos esforços da rede convencional - Exemplo: cabo protegido 185 mm<sup>2</sup> de um lado e cabos convencional (CAL 6201) de 170 mm<sup>2</sup> do outro), a estrutura anterior à transição deve ser com o cabo mensageiro ancorado com alças pré-formadas no poste.
- q) As estruturas de transição não devem apresentar ângulos de deflexão horizontal e/ou vertical.

#### NOTAS:

- I. Conforme especificado na letra “l” os valores de ancoragem entre estruturas poderão ser reduzidos ou mantidos, segundo determinação das unidades locais do Grupo Energisa;
- II. (\*) Para os postes em Poliéster Reforçado em Fibra de Vidro deverão ser observadas as especificações e critérios contidos na NDU 007;
- III. O cabo CAL 6201 deverão ser aplicados em redes de distribuição convencional, conforme critérios estabelecidos na NDU 027.
- IV. (\*\*) Conforme notas da tabela 09 quando tratar de obras de manutenção de redes de distribuição os comprimentos mínimos dos postes destinados a fixação de equipamentos poderão ser de 11 metros desde que atendidos os afastamentos mínimos padrões estabelecidos nas tabelas desse documento normativo.

### 12.2.3.3. Estaiamento

#### 12.2.3.3.1. Geral

É vetado a utilização de estai de ancora em áreas urbanas. Quando houver necessidade, deverá ser avaliado a utilização sistema de estaiamento poste-a-poste. Poderá ser utilizado estais para se obter a estabilidade de estruturas sem equilíbrio,



ocasionado por solo excessivamente fraco ou por elevado esforço mecânico, o qual acarreta um momento fletor solicitante também elevado. Pode ser necessário estaiamento nas seguintes estruturas:

- Fim de linha;
- Ângulo;
- Mudança de seção de condutor;
- Derivação;
- Ancoragem.

#### 12.2.3.3.2. Estai de Poste-a-Poste

O poste a ser estaiado não ficará sujeito a nenhum esforço de flexão no seu ponto de engastamento no solo. Tais esforços serão absorvidos pelo outro poste, dentro de suas limitações construtivas, devido aos esforços resultantes dos circuitos primário, secundário e outras redes que porventura utilizem a mesma estrutura. O esforço absorvido pelo cabo de aço do estai poderá ser transferido para um ou mais postes, recomendando-se transferi-lo para, no máximo, 2 (dois) postes.

A transferência de esforços por meio de estai poste a poste pode ser realizada de 2 (duas) formas:

- Primeiro poste: instalação ao nível do primário; segundo poste: instalação a 100 mm acima do secundário;
- Primeiro e segundo postes: instalação a 100 mm acima do secundário.

Os postes de fim de linha, ângulos ou submetidos a esforços excepcionais, deverão ficar, depois de completada toda a instalação, no máximo na posição vertical e nunca inclinados no sentido do esforço. Para isso recomenda-se colocar o topo do poste de 400 a 500 mm além da posição final desejada, pois se deve prever na sua instalação que, ao absorver os esforços solicitantes, ele fletirá, e, além disso, haverá um acomodamento de sua base.

### 12.2.3.3.3. Estai de Cruzeta a Poste

Para as redes primárias construídas em cruzeta beco ou meio-beco, haverá necessidade de estaiamento dessa cruzeta no fim de linha ou na mudança de seção transversal dos condutores ou de tração.

### 12.2.3.3.4. Estai de Cruzeta-Cruzeta

Normalmente é empregado em estruturas de ancoragem dupla, para ângulos superiores a 60°, de rede convencionais, para absorver os esforços excedentes atuando sobre a cruzeta.

### 12.2.3.4. Engastamento

A profundidade de engastamento, para qualquer tipo de poste, é determinada pela fórmula:

$$e = \left(\frac{L}{10}\right) + 0,60 \text{ m}$$

Onde:

L = comprimento do poste em metros;

e = profundidade do engastamento (mínimo 1,60 metros para postes de 10 metros).

São definidos os tipos básicos de engastamento:

- Simples;
- Profundidade aumentada;
- Com reforço ou escora;
- Base concretada.



O engastamento dos postes 11/300 e 12/300 deve ser do tipo profundidade aumentada com profundidade de engastamento igual a 1,80 metros para que a resistência fique igual 300 daN. Em posteação existente pode ser usado escora de subsolo ou concretagem para conseguir a resistência de 300 daN.

Em locais com grande probabilidade de abalroamento do poste, situações temporárias, não utilizar engastamento concretado. Nesses casos, deve ser utilizada escora de subsolo ou profundidade aumentada.

#### 12.2.4. Tipos de 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) Tipo de rede
  - Rede primária protegida, conforme definição da NDU 004.1;
  - Rede secundária isolada, conforme definição da NDU 004.3.
- b) Largura do passeio;
- c) Seção transversal do condutor;
- d) 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 10 a 14 e os desenhos NDU 006.01 ao desenho NDU 006.06.

##### 12.2.4.1. Esforços de Arrancamento e Compressão

Em locais onde existem grandes desníveis nos lances adjacentes de uma estrutura, normalmente aparecem esforços de compressão ou de arrancamento que precisam ser levados em conta na escolha da estrutura ou dos estaiamentos necessários.

###### 12.2.4.1.1. Arrancamento

No caso de arrancamento, qualquer que seja o esforço vertical, é necessário se projetar uma estrutura de ancoragem, por conseguinte, fazer-se os cálculos desses



esforços a não serem que eles sejam de grande monta pondo em perigo a própria estrutura. Nesta situação deverão ser observados os desenhos NDU 006.29 a NDU 006.31 e Tabelas 42 a 45.

#### 12.2.4.1.2. Compressão

Nos casos de compressão, principalmente quando a estrutura normalmente projetada for tangente é preciso verificar os limites dos esforços das estruturas. Também deverão ser observados os desenhos NDU 006.29 a NDU 006.31. Será considerado para efeito de definição de estrutura o limite de:

- 50% da resistência nominal da estrutura para o esforço vertical;
- 25% da resistência nominal da estrutura para o esforço horizontal.

#### 12.2.5. Rede Secundária Aérea de Distribuição

##### 12.2.5.1. Cálculo Mecânico

Consiste na determinação dos esforços resultantes que serão aplicados nos postes e na identificação dos meios necessários para absorver estes esforços. O esforço resultante é obtido através da composição dos esforços dos condutores que atuam no poste em todas as direções, transferido a 0,20 metros do topo do poste e pode ser calculado tanto pelo método geométrico como pelo método analítico.

##### 12.2.5.1.1. Método Geométrico

As trações dos condutores são representadas por dois vetores em escala, de modo que suas origens coincidam, construindo um paralelogramo.

##### 12.2.5.1.2. Método Analítico

De posse das trações no poste e do ângulo formado pelos condutores dos circuitos, pode-se calcular o esforço mecânico. A estrutura é definida após calcular o esforço, para isso as fórmulas utilizadas conforme o tipo de estudo que será feito.

a) Método analítico para esforços iguais nos dois lados e com um ângulo

Para esforços iguais nos dois lados e com um ângulo, utiliza-se a fórmula:

$$R = 2 * T * \sin \frac{A}{2}$$

Onde:

T = Tração de projeto

sen  $\hat{A}$  = Seno do ângulo.

Conforme apresentado no Desenho NDU 006.25.

A resultante de tração mecânica com 2 esforços é calculada através da soma das trações de projeto da rede primária e secundária (Tabela 27 a 33) em relação ao ângulo que a rede flexiona da linha reta.

T = T<sub>p</sub> (tração de projeto da rede primária) + T<sub>s</sub> (tração de projeto da rede aérea secundária),

b) Método analítico para esforços diferentes em dois ou mais lados e com ângulos

Para esforços diferentes em dois ou mais lados e com ângulos, utiliza-se a fórmula:

$$FX = (F_{p1} * \cos \hat{A}) + (F_{p2} * \cos \hat{A}) + (F_{p3} * \cos \hat{A})$$

$$FY = (F_{p1} * \sin \hat{A}) + (F_{p2} * \sin \hat{A}) + (F_{p3} * \sin \hat{A})$$

$$EP = \sqrt{(FX * FX) + (FY * FY)}$$

Onde:

F<sub>X</sub> = Resultante da tração no eixo X.

F<sub>Y</sub> = Resultante da tração no eixo Y.

F<sub>P1...F<sub>Pn</sub></sub> = Somas das trações de projeto.

$\text{sen } \hat{A}$  = Seno do ângulo.

$\text{cos } \hat{A}$  = Cosseno do ângulo.

## 13. RELAÇÃO DE MATERIAL E ORÇAMENTO

Consiste em relacionar os materiais necessários à construção da rede aérea de distribuição urbana e elaboração do orçamento correspondente.

### 13.1. Relação de Material

#### 13.1.1. Material Aplicado

Os materiais e equipamentos utilizados na execução direta da obra devem ser novos e atender as especificações fornecidas pela Concessionária em suas últimas revisões aprovadas, acompanhados das respectivas notas fiscais e termos de garantia dos fabricantes, de no mínimo 24 (vinte e quatro) meses após a emissão da nota fiscal e fabricação ou 18 (dezoito) meses após a instalação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, sendo vedada a utilização de materiais ou equipamentos reformados ou reaproveitados, conforme Resolução ANEEL N.º 1.000.

Quando as notas fiscais não forem emitidas diretamente para a obra, as mesmas devem ser apresentadas em conformidade com a legislação fiscal vigente do Estado, de forma que, comprove a procedência do material ou equipamento adquiridos pelo construtor. Os postes e cruzetas utilizados nas obras devem ter a marcação “AC”, em baixo relevo, além da numeração série do fabricante. Estes postes devem possuir laudos de ensaios amostrais emitidos pelo fabricante com datas e assinaturas e identificação do lote. Não devem ser aceitas datas rasuradas ou emendas na estrutura do poste. Na elaboração da lista de materiais devemos observar os seguintes tópicos:

- Para os condutores isolados e protegidos, o projetista deverá acrescentar 5% do total do comprimento encontrado;

- Para os condutores nus o projetista, deverá acrescentar o valor de 5% no peso do condutor;
- Os materiais necessários para concretagem da base de postes e recomposição de passeios deverão ser relacionados.

### 13.1.2. Material Salvado

Devem ser observados os seguintes critérios nos projetos que envolvam retiradas de materiais da rede existente:

#### a) Materiais aproveitáveis e devolvidos ao almoxarifado

São os materiais retirados e não aproveitados na mesma obra, mas em bom estado de conservação a serem devolvidos ao almoxarifado.

O valor unitário destes materiais deve ser depreciado de acordo com a resolução em vigor. Tomar como referência a data de fabricação dos materiais de concreto e que devem ser incluídos neste caso, também, os materiais fora de padrão, em bom estado de conservação e em condições de reutilização.

#### b) Materiais não aproveitáveis

São materiais em mau estado de conservação, e que são devolvidos ao almoxarifado como sucata. Estas sucatas são separadas em:

- Sucata de alumínio nu CA/CAA/CAL;
- Sucata de alumínio CA isolado;
- Sucata de alumínio CA protegido;
- 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 polimérico (cruzeta, poste);
- Sucata de porcelana (isoladores, para-raios, chaves etc.);
- Sucata de concreto (poste, cruzeta, vigas, defensas etc.).

Estas sucatas devem ser também relacionadas no formulário resumo de orçamento, especificando somente a quantidade dos materiais. Não devem ser considerados os materiais de difícil retirada (haste de terra, escora de subsolo etc.) que serão abandonados no local em que estão instalados.

### 13.2. Mão-de-Obra

O cálculo de mão-de-obra é feito identificando-se os diversos tipos de serviços previstos na execução da obra.

### 13.3. Projeto e Orçamento em Estrutura com Uso Mútuo

Na elaboração de projetos de reforço, reformas, modificações ou extensões de rede aérea de distribuição urbana, que impliquem em utilização mútua, devem ser tomadas as seguintes providências e cuidados:

- a) Em projetos de reforço, reformas e/ou modificações da rede, que resultarem da solicitação de clientes, por interesse próprio em que impliquem na remoção/substituição de postes com uso mútuo, a detentora (Energisa) encaminhará orçamento ao solicitante, conforme critérios estabelecidos na Resolução 1.000 da Aneel. Entretanto quanto a solicitação do cliente e motivada pelo deslocamento de rede de telecomunicação instalada em estrutura da Energisa este, solicitante deverá tratar exclusivamente com as Ocupante do espaço destinado ao uso mútuo.
- b) Conforme descrito na NDU 009, a ocupante de infraestrutura é vetada aterramento de seus equipamentos (armários, equipamentos, fontes etc.), em estruturas da distribuidora que contenham equipamentos (transformadores,

religadores, bancos capacitores etc.) devidos aos efeitos nocivos advindos a compatibilidade eletromagnética.

## 14. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO

A apresentação do projeto deverá ser feita em meio digital, através do website da Energisa, através da plataforma AWGPE (Aplicação WEB de Gestão de Projetos), disponível na Agência Virtual Energisa. Para maior detalhamento do procedimento, poderá consultar o manual AWGPE que está disponível no link:

<https://www.energisa.com.br/normas%20tcnicas/procedimento%20para%20envio%20de%20projetos%20el%c3%a9tricos%20via%20ag%c3%aancia%20virtual%20-%20web%20%28awgpe%29.pdf>

### 14.1. Apresentação do Projeto

Consiste no conjunto dos desenhos, listas, cálculos, memórias, formulários etc., que compõem o projeto e informações necessárias para atendimento às exigências da legislação vigente, inclusive com detalhamento para o caso de travessias (DNIT, DER, rede ferroviária, marinha etc.).

Enquanto os documentos de responsabilidade técnica deverão ser consultados as informações e posteriormente validades junto aos órgãos detentores das travessias das redes de distribuição de energia elétrica do Grupo Energisa S.A, conforme Desenho NDU 006.15. A sequência das etapas acima descritas pode variar dependendo da característica do projeto. Os seguintes documentos devem fazer parte de um projeto:

- Arquivo digital do projeto elétrico, em extensão DWG, georreferenciado, consultar a Concessionária se necessário;
- Autorização de passagem, quando for o caso;
- Cálculo de demanda (kVA);

- Declaração da prefeitura municipal se responsabilizando pelo consumo de iluminação pública (Anexo V Modelo de Carta de Responsabilidade pelo Consumo de Energia Elétrica NDU 035) e que os ativos foram devidamente recebidos/transferidos, ou do proprietário/interessado para os casos de condomínios fechados, neste último, obrigatório o contrato de fornecimento de energia elétrica destinada à iluminação e constando a quantidade de lâmpadas, o tipo de iluminação (LED, vapor de sódio, vapor metálico etc.) e a potência (Watts). Não se inclui na classe iluminação pública o fornecimento que tenha por objetivo qualquer forma de publicidade e propaganda, a realização de atividades que visem a interesses econômicos, a iluminação das vias internas de condomínios e o atendimento a semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito (REN 1000/2021, Art. 189). Quando na situação de condomínios deve-se apresentar um Declaração Expedida denominando iluminação particular.
- Demonstrativo do levantamento do (s) circuito (s);
- Desenhos do projeto assinados pelo responsável técnico e pelo proprietário;
- Desenhos e informações complementares, quando for o caso;
- Desenhos especiais;
- Detalhes de travessias, Desenho NDU 007.01;
- Diagrama unifilar;
- Documento de responsabilidade técnica;
- Folha de cálculo de queda de tensão e corrente;
- Levantamento de carga instalada (kW);
- Licença dos órgãos competentes para construções de redes em áreas de proteção ambiental ou que necessitem de autorização dele;

- Memorial descritivo;
- Projeto urbanístico aprovado pela prefeitura, contendo as larguras das vias e passeios, quando se tratar de loteamento ou condomínios fechados;
- Relação de material;
- Para as situações de condomínios e loteamentos deverá ser encaminhada a distribuidora a cartografia georreferenciada em arquivo separado do projeto da rede de distribuição para cadastro das ruas.
- Demais autorizações e aprovações conforme legislação municipal e/ou estadual.

#### NOTAS:

- I. Para empreendimentos (loteamentos, condomínios, desmembramentos etc.) localizados no estado de São Paulo, é necessária a via do projeto urbanístico com a aprovação da Prefeitura Municipal e pelo GRAPROHAB (ou outro órgão que venha a sucedê-lo) e a cópia do Certificado do GRAPROHAB;
- II. É necessária a expedição da declaração de responsabilidade de consumo quando se trata de iluminação loteamento particulares ou tidos como fechados.

## 14.2. Desenho

### 14.2.1. Formatos e Tipos de Papel

O desenho original do projeto deve ser feito nos formatos especificados na ABNT NBR 10068, em disposição horizontal, em arquivo digital:

- A1 - 594 X 841 mm;
- A2 - 420 X 594 mm;
- A3 - 297 X 420 mm;

- A4 - 210 X 297 mm.

#### NOTAS:

- I. Havendo complexidade no projeto de reforma ou modificação, dois desenhos devem ser feitos, sendo um para a situação de “retirar” e outro para “a instalar”;
- II. As especificações de escalas verticais e horizontais na tabela VI da NDU 007.

Após a aprovação do projeto, na solicitação de comissionamento da obra, deverá ser apresentada a pasta física, contendo todas as documentações do projeto, juntamente com as documentações de incorporação da rede e transformador (es).

#### 14.2.2. Simbologia

Conforme Desenho NDU 006.18.

#### 14.2.3. Planta Urbanística e Iluminação Pública

Em projetos de loteamentos, deve ser apresentada a planta urbanística constando:

- Árvores de grande porte;
- Lotes;
- Marcos quilométricos e geodésicos com suas coordenadas (se existirem);
- Pontes, viadutos e túneis;
- Prédios;
- Quadra;
- Rodovias, ferrovias e rios, segundo desenhos NDU 006.15 a NDU 006.17;
- Ruas, avenidas e praças;

- Dados relativos à iluminação pública (número, potência e tipo de lâmpada e de luminária).

#### 14.2.4. Planta Chave

A planta chave deve ser apresentada sempre que houver mais de duas folhas de planta construtiva desenhada nas escalas 1:5.000.

A planta chave deve conter os seguintes elementos:

- Acidentes naturais ou artificiais do terreno;
- Chaves identificadas pelo número de cadastro;
- Indicação da parte abrangida por cada folha da planta construtiva.
- Indicação do norte geográfico;
- Indicação dos limites de municípios;
- Linhas de transmissão e alta tensão, conforme Tabela 13;
- Número de fases, seção transversal e tipo dos condutores da rede primária projetada;
- Situação da rede primária existente com localização do ponto de alimentação através de identificação pelo nome da rua, número do prédio mais próximo e identificação do equipamento mais próximo e do seu número de cadastro;
- Traçado da rede primária;
- Transformadores identificados pelo número de cadastro;
- Outras redes primárias existentes.

#### 14.2.5. Planta Construtiva

A planta construtiva deve ser desenhada nas escalas 1:1.000.



A planta construtiva deve conter os seguintes elementos:

- Na inexistência de planta chave: localização do ponto de alimentação através da identificação pelo nome da rua, número do prédio mais próximo e identificação do equipamento mais próximo e do seu número de cadastro.
- Indicação, no ponto de alimentação, de pelo menos dois vãos da rede existente, para cada lado da derivação com características dos postes, estruturas, número de fases, seção transversal e tipo dos condutores, tensão nominal de operação, classe de isolamento e ângulo de derivação.
- Aeródromos, segundo Desenho NDU 006.18.
- Ângulos de deflexão nas redes urbanas.
- Aterramentos NDU 034.
- Cercas e outros obstáculos ao alcance da rede.
- Chaves.
- Comprimento dos vãos.
- Detalhe de elementos quando a escala utilizada dificultar a sua compreensão.
- Detalhes de estruturas não previstas nas padronizações.
- Diagrama unifilar com as respectivas chaves a serem manobradas quando de sua execução, após a aprovação do projeto.
- Estruturas.
- Ferrovias.
- Indicação do ângulo de montagem dos estais quando não forem na bissetriz do ângulo de deflexão.
- Indicação do cantão ou vão a ser montado com tração mecânica reduzida.

- Indicação do norte geográfico.
- Indicação do trecho de arborização a ter supressão vegetal.
- Indicação do trecho ou das árvores a serem podadas.
- Indicação dos trechos de roçada.
- Linhas de transmissão identificadas pela tensão de operação e nome do proprietário.
- Localização dos consumidores com cargas especiais em kVA.
- Localização dos consumidores novos não residenciais com as respectivas cargas em kVA.
- Localização dos edifícios de uso coletivo novos com as respectivas cargas em kVA.
- Marcação dos terrenos e lotes vazios.
- Matos e pântanos.
- Numerar os postes existentes e a instalar.
- Número de fases, seção e tipo dos condutores.
- Outras ocupações dos postes existentes ou projetadas; rodovias federais, estaduais e municipais e caminhos particulares.
- Para-raios.
- Parreirais e outras culturas que utilizem estruturas metálicas de sustentação, paralelas ou sob a rede de distribuição.
- Postes.
- Ramais de ligação com indicação da ligação ao poste.

- Rede de telecomunicação existente ou projetada.
- Rios, arroios, lagos, peraus e barrancos.
- Ruas e número dos prédios existentes.
- Tipo de estruturas de reforço mecânico projetado: estai, escora ou base concretada.
- Transformadores.
- Outras redes existentes.

### 14.3. Diagrama Unifilar

- Chaves e equipamentos.
- Distâncias dos nós do diagrama.
- Identificação do alimentador com número de fases e seção dos condutores.
- Numeração das chaves de desligamento.
- Potência com número de fases dos transformadores.

### 14.4. 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:

- Equipamentos especiais (relogadores, reguladores etc.).
- Saídas de alimentadores em subestações.
- Situações não previstas.

## 14.5. Travessias

Devem ser preparados os detalhes relativos a projetos de travessia sempre que estas ocorrerem sobre ou sob estradas de rodagem federais e estaduais, estradas de ferro, redes de telecomunicações, de rios e outros. Os projetos de travessias deverão atender às normas específicas dos respectivos órgãos, e ter o projeto devidamente aprovado por eles. O setor de projetos manterá arquivado o original do desenho de travessia, devidamente aprovado. No caso de projetos nas proximidades de aeroportos, devem ser obedecidos os planos básicos de zonas de proteção de aeródromos, heliportos e de sinalização de redes aéreas com balizas (esferas).

### 14.5.1. Cruzamento e Travessias

#### 14.5.1.1. Afastamentos Mínimos entre Condutores de Circuitos Diferentes

A altura para cruzamento da rede de distribuição com as linhas de transmissão e de alta tensão está definida nas Tabela 10 a 14.

#### 14.5.1.2. Travessia Sobre Rios

Deverá ser elaborado o projeto segundo as Normas prescritas pelo órgão do Ministério da Marinha - Capitania dos Portos. Deverão ser observadas as seguintes recomendações:

- a) As consultoras deverão apresentar à unidade local do grupo Energisa, como anexo do projeto de rede, os projetos de travessias de rios se houver devidamente aprovado pelo Ministério da Marinha/Capitania dos Portos;
- b) Quando houver cruzamento de rios que exija vãos superiores a 100 metros, deverá ser efetuado um levantamento planialtimétrico no caminhamento da rede, no trecho da travessia, a fim de determinar a flecha e a altura dos postes;

- c) As distâncias verticais mínimas dos condutores (superfície de águas navegáveis) na condição de flecha máxima, será de  $(H + 2m)$ . Nesta fórmula o valor de H corresponde à altura do maior mastro, na condição de maior maré e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada;
- d) No caso de águas não navegáveis a distância mínima nas condições do item acima deverá ser de 6m, segundo informações apresentadas na NDU 007 no item 11.4.3 e Desenho NDU 006.16.

### 14.5.1.3. Travessias Sobre Rodovias

Os critérios básicos a serem seguidos para cruzamento de rodovias são os que segue:

- a) Quando rodovias federais e estaduais cruzarem centros urbanos dever-se-á evitar o cruzamento de rede aérea de baixa tensão por estas. Se for necessário efetuar a travessia, fazê-lo conforme estrutura mostrada no Desenho NDU 006.15;
- b) Quanto à rede de média tensão, evitar ao máximo possível a travessia evitando, por exemplo,
- c) O atendimento de cargas de um lado da rodovia, através de ramais derivados da rede do lado oposto;
- d) O ângulo mínimo entre os eixos da linha e da rodovia será de 60 graus, observando - se que as estruturas de travessia serão de amarrações, instaladas fora da faixa de servidão, não sendo permitidas emendas no vão de travessia;
- e) Para execução de travessia deverá ser previamente solicitada licença ao órgão responsável, quando as exigências mínimas aqui estabelecidas não forem satisfatórias;

### 14.5.1.4. Travessia Sobre Ferrovias

Deverá ser efetuada segundo as normas prescritas pela concessionária da linha

férrea da região. Os critérios básicos são os seguintes:

- a) Proceder a levantamento do perfil do terreno no local da travessia nas escalas: horizontal - 1:500 e vertical - 1:250.
- b) Evitar cruzamento da rede aérea de baixa tensão. Se isto não for excepcionalmente necessário, utilizar cabos de alumínio com alma de aço, caso a rede seja de condutor de alumínio.
- c) As estruturas de travessia deverão ficar fora da faixa de segurança. Os postes deverão ser colocados em posição tal que a menor distância medida sobre a superfície do terreno dos postes à face interna do boleto do trilho mais próximo, seja maior do que a altura do poste, conforme Desenho NDU 006.17.
- d) O ângulo mínimo entre os eixos da linha e da ferrovia deverá ser de 60 graus.
- e) Não serão permitidas emendas no vão de travessia.
- f) As estruturas de travessia serão de amarração.
- g) As alturas e distâncias exigidas para travessia deverão estar de acordo com o Desenho NDU 006.17 e normas das empresas detentoras de ferrovias.
- h) Demais requisitos consultar as normas das empresas detentoras de ferrovias.
- i) Tipo e seção transversal do cabo.
- j) As consultoras deverão apresentar à CONCESSIONÁRIA, como anexo do projeto da RDU se houver, os projetos de travessias sobre ferrovias, devidamente aprovadas pela Rede Ferroviária respectiva.

Os critérios e detalhes das travessias sobre rodovias poderão ser consultas na NDU 007, Anexo D.

#### 14.5.2. Zona de Proteção de Aeródromos e Helipontos.

O plano básico de zona de proteção de aeródromos contém as seguintes áreas: faixa de pista, áreas de aproximação, áreas de decolagem, áreas de transição, área



horizontal interna, área cônica e área horizontal externa. (Ver ilustração - item 1 e 2).

### 14.5.2.1. Gabaritos

#### 14.5.2.1.1. Faixa da Pista

O gabarito da faixa de pista envolve a pista de pouso e tem, em cada ponto, a altitude do ponto mais próximo situado no eixo da pista ou no seu prolongamento.

#### NOTA:

- I. Ao comprimento da pista, para efeito do gabarito da faixa da pista, são acrescidas as zonas de parada.

#### 14.5.2.1.2. Áreas de Aproximação

Os gabaritos das áreas de aproximação estendem-se em rampa, no sentido do prolongamento do eixo da pista, a partir da faixa de pista.

#### 14.5.2.1.3. Áreas de Decolagem

Os gabaritos das áreas de decolagem estendem-se em rampa, no sentido do prolongamento do eixo da pista, a partir da faixa de pista ou do final da zona livre de obstáculos, caso exista.

#### 14.5.2.1.4. Áreas de Transição

Estendem-se em rampa, a partir dos limites laterais da faixa de pista e da parte das áreas de aproximação, compreendida entre seu início e o ponto onde estas áreas atingem o desnível de 45 m (quarenta e cinco metros) em relação a elevação do aeródromo.

A declividade da rampa das áreas de transição é medida sobre um plano vertical, perpendicular ao eixo da pista ou ao seu prolongamento.



O limite superior do gabarito da área de transição é determinado por um plano horizontal com 45 m (quarenta e cinco metros) de altura em relação à elevação do aeródromo.

#### 14.5.2.1.5. Área Horizontal Interna

Estende-se para fora dos limites dos gabaritos das áreas de aproximação e transição, com desnível de 45 m (quarenta e cinco metros) em relação a elevação do aeródromo, e seus limites externos são semicírculos, com centros nas cabeceiras das pistas.

#### 14.5.2.1.6. Área Cônica

Estende-se em rampa de 1/20 (um vinte avos) para fora dos limites externos do gabarito da área horizontal externa.

#### 14.5.2.1.7. Área Horizontal Externa

Estende-se para fora dos limites externos do gabarito da área cônica.

### 14.5.2.2. Implantações

#### 14.5.2.2.1. Faixa de Pista

Não são permitidos quaisquer aproveitamentos que ultrapassem, seus gabaritos, tais como construções, instalações e colocação de objetos de natureza temporária ou permanente fixos ou móveis, (ver exemplo na ilustração - item 4).

#### 14.5.2.2.2. Áreas de Aproximação, Decolagem e Transição

Não são permitidas implantações de qualquer natureza que ultrapasse seus gabaritos.

"ARTIGO 15" - são permitidas, independentemente de autorização ou consulta ao Comando Aéreo Regional - COMAR, as implantações que se elevem acima da superfície do terreno em, no máximo, 8 m (oito metros) na área horizontal interna,

19 m (dezenove metros) na área cônica e 30 m (trinta metros) na área horizontal externa, qualquer que seja o desnível em relação à elevação do aeródromo.

PARÁGRAFO ÚNICO - o disposto neste artigo não se aplica a instalações ou construções de torres, redes de alta tensão, cabos aéreos, mastros, postes e outros objetos cuja configuração seja pouco visível a distância.

ARTIGO 16" - qualquer aproveitamento que ultrapasse os gabaritos das áreas horizontal interna, cônica e horizontal externa, não enquadradas no artigo anterior, deverá ser submetido a autorização do Comando Aéreo Regional - COMAR.

#### 14.5.2.2.3. Superfície Livre de Obstáculos

As superfícies livres de obstáculos só se aplicam aos aeródromos da CLASSE IFR-PRECISÃO. Destas superfícies só devem sobressair os objetos montados sobre suportes frágeis. As superfícies livres de obstáculos são as seguintes: superfície de aproximação interna, superfície de transição interna e superfície de pouso interrompido.

#### 14.5.2.2.4. Atribuições

Conforme PORTARIA No 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987.

##### I. Aos comandos aéreos regionais

- Promover a interdição, remoção ou demolição, por meio adequado, das implantações ou dos usos que contrariem o disposto nas normas aqui fixadas;
- No caso de autorização para aproveitamento de que trata esta portaria, emitir a decisão final do requerimento, publicá-la no boletim interno da organização, comunicá-la ao interessado por meio de ofício e arquivar o processo para controle e fiscalização, após verificar a viabilidade da pretensão, através dos pareceres dos seguintes órgãos:

a) Serviço regional de engenharia;

b) Serviço regional de aviação civil.

#### 14.5.2.3. Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos

O plano básico de proteção de helipontos consta das seguintes áreas: área de segurança, área de aproximação e decolagem e área de transição. (Ver ilustração - item 5). O gabarito de área de segurança estende-se para fora da área de pouso e decolagem do heliponto, onde apenas são permitidos aproveitamentos frágeis de no máximo 35 cm (trinta e cinco centímetros) de altura.

O gabarito da área de aproximação e decolagem estende-se em rampa a partir da área de pouso e decolagem.

O gabarito da área de transição estende-se em rampa, a partir dos limites laterais da área de segurança e da parte lateral da área de aproximação, compreendida entre seu início e o ponto onde atinge o desnível de 30 m (trinta metros) em relação à elevação do heliponto.

A declividade da rampa das áreas de transição é medida sobre um plano vertical, perpendicular a projeção do eixo central da área de aproximação num plano horizontal.

Os helipontos com áreas de pouso circulares, que permitem aproximações ou decolagens em qualquer direção, não possuem áreas de transição. O gabarito de área de aproximação e decolagem será utilizado em todas as direções.

Não é permitida a implantação de quaisquer obstáculos nas áreas vizinhas dos helipontos, que ultrapassem os gabaritos fixados no plano definido neste capítulo, não cabendo, portanto, consultas sobre o aproveitamento destas áreas.

Os helipontos só poderão ser construídos e cadastrados se obedecerem aos gabaritos fixados nesta portaria. Parágrafo único - para que um heliponto possa operar por instrumentos, deverá possuir um plano específico de zona de proteção com as mesmas características do plano definido no item a “plano básico de zona de proteção de aeródromos”.



É recomendável que, para as Áreas de Pouso e Decolagem de Emergência para Helicópteros, seja observado o prescrito neste Capítulo.

#### 14.5.2.3.1. Área de Pouso e Decolagem para Helicópteros

Área de heliponto ou heliporto, com dimensões definidas, onde o helicóptero pousa ou decola.

#### 14.5.2.3.2. Elevação do Aeródromo ou do Heliponto

Altitude do ponto mais elevado da pista de pouso e decolagem do aeródromo ou da área de pouso e decolagem do heliponto.

#### 14.5.2.3.3. Gabarito

Superfícies limitadoras de obstáculos.

#### 14.5.2.3.4. Heliponto

Aeródromo destinado exclusivamente a helicópteros.

#### 14.5.2.3.5. Heliporto

Heliponto público dotado de instalação e facilidades para apoio de operações de helicópteros, embarque e desembarque de pessoas e cargas.

#### 14.5.2.3.6. Obstáculo

Acidente físico ou objeto de natureza temporária ou permanente, fixo ou móvel, situado em zona de proteção em que tenha altura superior ao gabarito fixado pelos diversos planos definidos nesta portaria.

#### 14.5.2.3.7. Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos

Documento de caráter definitivo e aplicação genérica que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades dentro das zonas de proteção de heliponto.

#### 14.5.2.3.8. Uso do Solo

Tipos de atividades urbanas ou rurais localizadas nas áreas abrangidas pelos planos referentes às zonas de proteção.

#### 14.5.2.3.9. Zona Livre de Obstáculos

Área retangular sobre o solo ou a água, sob controle de autoridades competentes e selecionadas ou preparada como área disponível sobre a qual uma aeronave possa efetuar parte de sua subida inicial, até uma altura especificada.

#### 14.5.2.3.10. Zona de Proteção

Conjunto de áreas nas quais o aproveitamento e o uso do solo sofrem restrições definidas pelo plano de zona de proteção.

Tabela VIII. Classe de Aeródromo.

Aeródromo Classe	Rampa	dy (m)
A	1/50	1500
B	1/50	1500
C	1/50	1500
D	1/40	1200
E	1/40	1200

#### 14.6. Autorização de Passagem

Quando a rede atravessar terrenos de terceiros será exigida a autorização de passagem conforme modelo do Anexo 4, mediante a assinatura de duas testemunhas.

#### 14.7. Documento de Responsabilidade Técnica

Todos os elementos componentes do projeto devem ser assinados por responsável técnico habilitado, indicando o respectivo número de registro no órgão competente, bem como pelo (s) proprietário (s) da obra.

O documento responsabilidade técnica deve ser anexada depois de efetuado o pagamento da taxa. Entende-se como órgão competente, os conselhos regionais de:

- CRT - Conselho Federal dos Técnicos Industriais;

Termo de Responsabilidade Técnica (TRT): é o instrumento que define, para os efeitos legais, os responsáveis técnicos pela execução de obras ou prestação de serviços relativos às profissões abrangidas pelo Sistema CFT/CRT.

- CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia;

Anotação de Responsabilidade Técnica (ART): documento que define, para os efeitos legais, os responsáveis técnicos pela execução de obras ou prestação de quaisquer serviços de Engenharia e Agronomia, objeto do contrato.

#### NOTA:

- I. Caso o documento de responsabilidade técnica (ART, RRT ou TRT) apresentada seja apenas relacionado ao projeto, a liberação para início da obra só será permitida, mediante apresentação do documento de responsabilidade técnica de execução.

### 14.8. Folha de Cálculo de Queda de Tensão e Corrente

Deve ser preparada para todo projeto, no caso de rede aérea secundária, não só para verificação das condições da rede projetada, como também para servir de informação cadastral para efeito de atendimento a novas cargas e controle de rede. Os cálculos deverão ser efetuados por transformador e alimentador, os quais devem estar atualizados para permitir o referido controle. Deve ser apresentado o memorial de cálculo de queda de tensão e corrente, conforme Anexo 3.

### 14.9. Licenças Ambientais

Quando a rede atravessar e/ou passar próximo de áreas arborizadas, será exigida a licença ambiental, devidamente assinada por órgão competente.

## 14.10. Memorial Descritivo

Deverá ser apresentado contendo as informações conforme Anexos MODELO 03.

## 14.11. Relação de Material e Orçamento

A relação de materiais e o respectivo orçamento devem ser preparados para todos os projetos, e de acordo com os critérios descritos no Item 16, relacionando os materiais novos e os que devem ser devolvidos.

## 14.12. Análise de Projeto

Os projetos devem ser analisados através de critérios objetivos embasados pelas normas técnicas da Energisa, especificações técnicas de construção e normas Brasileiras.

O projeto deve ser analisado, prioritariamente, em sua totalidade.

No entanto, se ele apresentar não conformidades que se repetem ao longo das plantas, não se faz necessário analisar todo projeto, neste caso aplicar o que prescreve o Item 17.1.1.

O andamento da análise do projeto poderá ser acompanhado pela plataforma AWGPE (Aplicação WEB de Gestão de Projetos), na Agência Virtual Energisa, e quando da conclusão da análise dele será disponibilizada a carta de aprovação ou reprovação.

## 14.13. Aprovação do Projeto

Considera-se aprovado o projeto que não apresente quaisquer não conformidades durante sua análise. Neste caso, após sua análise, o projeto recebe um carimbo contendo o indicativo de “APROVADO”.

### 14.13.1. Aprovação do Projeto com Ressalvas

As não conformidades consideradas não significativas, que não comprometam a segurança das pessoas, o sistema de distribuição, os critérios técnicos da Concessionária ou o atendimento da carga demandada podem ser aceitas com as devidas ressalvas.



Os itens que podem ser considerados como ressalvas são os que se enquadram nas seguintes situações:

- a) Equívocos na identificação de amarrações de MT/BT.
- b) Simbologia, legenda, nomenclatura divergentes do padrão da Concessionária;
- c) Estrutura de MT/BT inadequada.
- d) Equívocos técnicos que não comprometam a segurança das instalações e a terceiros.

Na aprovação com ressalvas deve ser explicitado as providências corretivas necessárias, sinalizando em cada item que ocorreu a não conformidade; após a análise, o projeto recebe um carimbo contendo o indicativo de “APROVADO COM RESSALVAS”.

#### 14.13.2. Projeto Reprovado

O projeto não deve ser aprovado e receber um carimbo contendo o indicativo “reprovado”, quando constatadas as seguintes não conformidades:

- a) Falta de documentação obrigatória.
- b) Não observância dos critérios de projeto da Concessionária, conforme Item 10.
- c) Projeto elaborado em padrão divergente do indicado pela Concessionária.
- d) Não indicar local de fundação especial ou obra de engenharia como rebaixamento de lençol freático, drenagem etc., quando aplicável.
- e) Equívocos técnicos que comprometam a segurança das instalações e a terceiros.
- f) Não apresentar detalhe da conexão do condutor terra interno da luminária e deste condutor com o neutro da rede, conforme detalhe do Desenho NDU 035.07, quando aplicável.

- 
- g) Apresentar não conformidades repetitivas independentemente da quantidade de postes analisados. Caso seja considerado uma não conformidades repetitivas, todo o projeto deve ser refeito e reapresentado pelo projetista.
  - h) Projetar transformador fora do seu centro de carga.
  - i) Projetar rede de baixa (BT) fora do raio de ação do transformador.
  - j) Projetar material inadequado para o tipo de área (corrosão atmosférica, área de preservação etc.), segundo NDU 027.
  - k) Falta de cálculo de demanda, queda de tensão e dimensionamento de transformadores.
  - l) Não apresentar mapa chave da rede (diagrama unifilar de MT), quando aplicável.
  - m) Escala inadequada ou projeto ilegível após a impressão.

#### NOTAS:

- I. Os tipos de não conformidades que podem ser consideradas como repetitivas, por poste, são:
  - Falta de georreferenciamento da estrutura.
  - Equívoco no cálculo de queda de tensão na estrutura.
  - Projetar estrutura inadequada na MT/BT por tipo de rede.
  - Projetar inadequadamente os aterramentos ou aterramentos faltantes.
  - Não representar ângulos na rede de MT, exceto nas estruturas de alinhamento.
  - Projetar materiais/estruturas que não são padronizadas/homologados pela Concessionária.
  - Simbologia, legendas e nomenclatura divergente do padrão da Concessionária.

- Qualquer outro tipo de inconformidade detectada pelo analista de projeto.
- II. A concessionária local do grupo Energisa terá autonomia na exclusão de quaisquer inconformidades citadas acima que jugue obsoleta ao processo.

#### 14.14. Prazos para Análise

A Concessionária tem o prazo máximo de 30 (trinta) dias para informar ao projetista e interessado o resultado da análise do projeto após sua apresentação, com eventuais ressalvas e, quando for o caso, os respectivos motivos de reprovação e as providências corretivas necessárias.

A reanálise deve seguir o prazo máximo de 30 (trinta) dias, exceto quando ficar caracterizado que a Concessionária não tenha informado, por escrito, previamente, todos os motivos de reprovação existentes na análise anterior, sendo que, neste caso, o prazo de reanálise é de 10 (dez) dias.

#### 14.15. Validade do Projeto

O prazo de validade da aprovação do projeto é de 24 (vinte e quatro) meses, a contar da data de aprovação do projeto pela Concessionária. Caso neste período de validade do projeto aprovado ocorra revisão da norma da concessionária que impacte no projeto este deverá ser adequado, segundo novas premissas do novo documento normativo.

### 15. PENALIDADES E RESPONSABILIDADE CIVIL

A empresa de projeto e/ou responsável técnico, juntamente com a empresa construtora ficará responsável por quaisquer danos que possa ocorrer na obra, por um período de 5 (cinco) anos, após sua energização deverá ser preenchido o termo de compromisso pelas obras formulário este disposto na página 79 da NDU 018. As penalidades aplicadas, a critério da Concessionária, podem ser suspensão da análise de projeto à comunicação ao Conselho de classe (CFT/CREA). A apuração, duração e formalização da suspensão deve ser realizada pelo órgão (s) de:

- 
- a) Engenharia.
  - b) Elaboração de projetos.
  - c) Construção.
  - d) Jurídica.
  - e) Saúde, segurança e meio ambiente.

O projetista pode ter seus projetos suspensos para análise nas seguintes situações:

- a) Elaborar projeto com características que demonstrem o desconhecimento das normas técnicas da Concessionária ou da ABNT.
- b) Usar de algum artifício para obtenção de vantagens, burlando as normas e padrões da Concessionária ou a legislação vigente.
- c) Praticar atos que possam causar prejuízos ou denegrir a imagem da Concessionária perante os seus consumidores e ao público em geral.
- d) Prestar informações inverídicas à Concessionária.

A empresa construtora pode ser suspensa nas seguintes situações:

- a) Construir obras em desacordo com o projeto aprovado pela Concessionária ou em desacordo com as normas da Concessionária ou da ABNT.
- b) Usar de algum artifício para obtenção de vantagens burlando as normas e padrões da Concessionária ou a legislação vigente.
- c) Aplicar na rede aérea de distribuição materiais que não sejam novos, homologados e de fabricantes não qualificados pela Concessionária.
- d) Intervir nas redes e instalações existentes da Concessionária, sem sua prévia autorização.
- e) Praticar atos que possam causar prejuízos ou denegrir a imagem da Concessionária perante os seus consumidores e ao público em geral.

- 
- f) Apenas serão permitidos aplicação de postes em obras com Notas Ficais devidamente comprovado e transcrições contidas no material. Esse critério também é aplicável aos equipamentos tais como: transformadores, chaves, religadores, reguladores etc.
  - g) Prestar informações sem veracidade à Concessionária.
  - h) Empregar mão-de-obra sem vínculo empregatício, sem qualificação técnica e sem utilizar equipamentos de segurança (EPI e EPC).
  - i) Executar atividades com ferramental inadequado que possa afetar a qualidade do serviço executado ou colocar em risco a segurança das pessoas.
  - j) Utilizar-se de trabalho infantil, escravo, forçado ou compulsório ou que venham a ferir as leis trabalhistas.
  - k) Praticar atos que venham a ferir as legislações ambientais vigentes como desmatamento ilegal, derramamento de óleo, poluição de lençol freático etc.

As penalidades podem ser aplicadas em qualquer etapa de execução da obra.

## 16. HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
23/02/2017	4.0	Revisão geral
29/05/2018	5.0	Revisão geral com mudança de layout
12/12/2022	6.0	Revisão geral com inclusão e atualização das seguintes informações: 1. Rede aérea convencional trifásica em cabo de alumínio CAL 6201 até 15,0 kV. 2. Melhoria dos Desenhos Contido no documento normativo. 3. Atualização das informações de especificação técnica unificada (ETU) em nova versão da NDU 006. 4. Inclusão e atualização de novas tabelas na NDU 006. 5. Atualizações da Resolução N° 1000 Aneel. 6. Otimização das tabelas de demanda kVA/Lotes.
15/03/2023		1. Ajuste de Layout e informações das Tabelas 02,09,13 e 21 a 27 para melhor compreensão do público em geral. 2. Alteração da sigla das empresas EMG (Energisa Minas Gerais) e ENF (Energisa Nova Friburgo) para EMR (Energisa Minas Rio).
10/07/2023		1. Alteração da sigla das empresas EPB (Energisa Paraíba) e EBO (Energisa Borborema) para EMR (Energisa Paraíba). 2. Ajuste da tabela 09. 3. Alteração de seção de condutores. 4. Correção das tabelas de tração. 5. Ajuste da área dos lotes da tabela 02.
12/07/2023		1. Formatação e melhoria de compreensão do texto da NDU 006. 2. Formatação do sumário da NDU 006. 3. Inserção de notas na Tabela 06.
28/11/2023		4. Inclusão de informações contidas na NDU 006 Versão 5.0. 5. Formatação do texto da norma. 6. Formatação das tabelas.
31/12/2024		7.0

	<p>5. Página 52. Especificação de comprimento mínimo de postes em vias bilaterais.</p> <p>6. Página 53. Letra "t" ajustes gramaticais do texto.</p> <p>7. Página 64, 65 e 66. Inclusão das Notas I e II com exemplificação das tabelas IV correspondente a dinâmica de taxa decenal de cálculo de demanda (KVA). Inserção da tabela V.</p> <p>8. Página 71. Inclusão das Notas III e IV.</p> <p>9. Página 79. Inserção de níveis de tensão monofásicas.</p> <p>10. Página 80. Adição da Nota III.</p> <p>11. Página 81. Inclusão da Nota I.</p> <p>12. Página 83. Inclusão da Nota I.</p> <p>13. Página 87. Inserção de critérios de instalação de chaves seccionadoras unipolares (Faca) e inclusão das tabelas VIII.</p> <p>14. Página 90. Inclusão da Nota II.</p> <p>15. Página 102. Inclusão de parágrafo sobre circuitos de iluminação pública.</p> <p>16. Página 105. Inclusão das Notas I e II.</p> <p>17. Página 107. Ajuste do primeiro parágrafo da página 107.</p> <p>18. Página 109. Inclusão das Notas I, II, III e IV.</p> <p>19. Página 113. Definição de critérios para o comprimento mínimo de postes para bairros comerciais e industriais.</p> <p>20. Página 116. Inserção na letra "f" especificando os locais onde é vetado a instalação de postes equipados.</p> <p>21. Página 117. Ajuste de texto da letra "l".</p> <p>22. Página 129. Ajuste de texto do item 14.1 onde menciona iluminação.</p> <p>23. Página 129. Ajuste de texto do item 14.1 onde menciona iluminação.</p> <p>24. Página 159. Ajuste da Nota III.</p> <p>25. Página 174. Inclusão da Nota IV.</p> <p>26. Página 175. Inclusão da Nota V e figura 18.</p> <p>27. Página 179. Inclusão da Nota III e alteração do comprimento mínimo dos postes equipados com transformadores de distribuição.</p> <p>28. Página 181. Inclusão da Nota I.</p> <p>29. Página 185. Inclusão da Nota IV.</p> <p>30. Página 239 e 240. Inclusão dos Desenhos NDU 006.01 e NDU 006.02.</p> <p>31. Página 319. Inclusão do ANEXO E. Procedimento de Ligação dos Transformadores de Distribuição.</p>
--	--

## 17. TABELAS

TABELA 01. Demanda Máxima Individual.

TABELA 02. Demanda Diversificada em (kVA) - Loteamentos.

TABELA 03. Fator de Demanda/Carga Típico.

TABELA 04. Elos-Fusíveis para Transformadores Trifásicos.

TABELA 05. Dimensionamento dos Elos-Fusíveis para Ramais.

TABELA 06. Seção Mínima do Tronco Secundário.

TABELA 07. Elos-Fusíveis para Banco de Capacitores.

TABELA 08. Poste de Distribuição Padronizados.

TABELA 09. Comprimentos/Resistências Mínimas Postes Equipados.

TABELA 10. Distâncias entre Condutores de Circuitos Diferentes.

TABELA 11. Distâncias Verticais Mínimas entre Condutores de mesmo Circuito.

TABELA 12. Distâncias entre os Condutores e o Solo.

TABELA 13. Distâncias entre os Condutores e Solo/Obstáculos.

TABELA 14. Distâncias Mínimas das Partes Energizadas às Fases ou Terra em Pontos Fixos.

TABELA 15. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio CA.

TABELA 16. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Liga 6201.

TABELA 17. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio CAA.

TABELA 18. Características Físico-Elétricas dos Condutores Protegido.

TABELA 19. Características Físicas do Mensageiro.

TABELA 20. Características Físico-Elétricas dos Condutores Alumínio Isolado Multiplexado de Baixa Tensão.

TABELA 21. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio nu CA/CAA - Rede Primária.

TABELA 22. Queda de Tensão em Cabo Alumínio CAL 6201- Rede Primária.

TABELA 23. Queda de Tensão em Cabo Protegido - Rede Primária.

TABELA 24. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio Multiplexado - Rede Aérea Secundária 220/127 Volts.

TABELA 25. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio Multiplexado - Rede Aérea Secundária 380/220 Volts.

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida.

TABELA 27. Trações de projeto da rede convencional CAL 6201.

TABELA 28. Trações de Projeto da Rede Multiplexada Secundária.

TABELA 29. Tração de Projeto dos Cabos Telefônicos.

TABELA 30. Equivalência de Esforços a 20 cm do Topo do Poste - Fator de Multiplicação.

TABELA 31. Carga de Utilização do Poste de Concreto Duplo T.

TABELA 32. Critérios para Sustentação de Esforços em Função da Resultante de Condutores Cabos Telefônicos e Estais.

TABELA 33. Engastamento com Profundidade Aumentada.

TABELA 34. Tração de Projeto CAL 6201.

TABELA 35. Selecionar de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos Rede Multiplexada Secundária.

TABELA 36. Seleção de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Aérea de Distribuição Protegida.

TABELA 37. Escolha de Estruturas - Rede Convencional Ângulos de Deflexão Horizontais e Verticais - CAL 6201.

TABELA 38. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Multiplexada Secundária.

TABELA 39. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Aérea Convencional Secundária.

TABELA 40. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Primária Protegida.

TABELA 41. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Primária Convencional.

TABELA 42. Ângulo de Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida.

TABELA 43. Escolha de Estruturas - Rede Compacta.

TABELA 44. Ângulos de Deflexão Verticais Admissíveis Esforços Verticais em Estruturas L: CE1 e CE1A.

TABELA 45. Ângulo de Deflexão Vertical da Rede Primária Convencional.

TABELA 46. Fluxo de Tráfego Motorizado.

TABELA 47. Tráfego para Pedestres.

TABELA 01. Demanda Máxima Individual.

Método	Fórmula	Observações
Medição de Carga	-	-
Estimativa a partir do consumo, extraído dos dados do faturamento	$D_m = C / (FC \cdot F_P \cdot 730)$	em kVA C - Maior consumo mensal nos últimos três meses (kWh) FC - Fator de carga típico, em função do ramo de atividade F <sub>P</sub> - Fator de potência da carga
		730 - N.º médio de horas do mês
		Obs. - Na falta de dados, considerar:
		FP = 0,95 para clientes comerciais e residenciais; para industriais, FP = 0,92
Estimativa a partir da carga instalada	$D_m = CI \cdot F_{dm\acute{a}x} / FP$	D <sub>m</sub> - demanda máxima do cliente, em kVA
		CI - Carga instalada, em kW
		F <sub>dm<sup>á</sup>x</sub> - fator de demanda máximo em função do ramo de atividade.

TABELA 02. Demanda Diversificada em (kVA) - Loteamentos.

Demanda de Loteamentos Fechados (Acesso limitado/Controlado/Restrito) (kVA).

Áreas dos Lotes(m <sup>2</sup> )	Demanda Diversificada por kVA								
	Quantidade de Lotes por Circuitos/Transformador.								
	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 25	26 a 30	31 a 35	36 a 40	41 ou mais
≤150 m <sup>2</sup>	1,52	1,5	1,48	1,45	1,43	1,4	1,38	1,35	1,33
150 < Área ≤ 250	2,28	2,24	2,21	2,17	2,13	2,09	2,06	2,02	1,98
250 < Área ≤ 360	3,11	3,06	3,01	2,96	2,91	2,86	2,81	2,76	2,71
360 < Área ≤ 450	4,01	3,94	3,88	3,81	3,75	3,68	3,62	3,55	3,49
450 < Área ≤ 600	5,1	5,02	4,94	4,85	4,77	4,69	4,61	4,52	4,44
600 < Área ≤ 1200	8,6	8,45	8,32	8,17	8,04	7,89	7,76	7,61	7,48
1200 < Área ≤ 2000	10,65	10,47	10,3	10,12	9,95	9,77	9,61	9,43	9,26
Área > 2000	12,53	12,32	12,12	11,91	11,72	11,5	11,31	11,09	10,9

Demanda de Loteamentos Abertos (kVA).

Áreas dos Lotes(m <sup>2</sup> )	Demanda Diversificada por kVA								
	Quantidade de Lotes por Circuitos/Transformador.								
	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 25	26 a 30	31 a 35	36 a 40	41 ou mais
≤ 150	0,83	0,82	0,8	0,79	0,77	0,76	0,75	0,73	0,72
150 < Área ≤ 250	1,19	1,17	1,15	1,12	1,1	1,08	1,06	1,04	1,02
250 < Área ≤ 360	1,55	1,52	1,49	1,47	1,44	1,41	1,39	1,36	1,33
Área > 350	1,9	1,87	1,84	1,8	1,77	1,73	1,7	1,67	1,64

NOTAS:

- I. O empreendedor/projetista/consultor será o responsável pela previsão de cargas dos consumidores aplicada ao dimensionamento da rede de distribuição e



influenciará diretamente em seu custo. O dimensionamento dos circuitos primários, transformadores e circuitos secundários e a definição das obras civis devem ser feitos considerando suprimento das cargas por um período mínimo de 10 anos, sem necessidade de qualquer alteração da concepção original do projeto;

II. O empreendedor/projetista/consultor responsável pela elaboração da previsão de cargas dos consumidores aplicada ao dimensionamento da rede de distribuição e pelos seus custos. A utilização do mencionado critério não elimina a responsabilidade de subdimensionamento das cargas demandas elétricas por lotes do projetista/empreendedor/consultor;

III. No caso de 10 lotes de 500 m<sup>2</sup> teríamos a seguinte dinâmica de cálculo:

a. 500 m<sup>2</sup> estaria na faixa  $450 \text{ m}^2 < \text{Área} \leq 600 \text{ m}^2$ , logo a demanda seria 5,02 kVA/lote.

b. A demanda total dos 10 lotes para essa situação do item 4 seria  $10 \times 5,02 \text{ kVA}$  é igual 50,2 kVA.

c. Considerando que a taxa de crescimento seja de 1,6 % ao consultarmos a tabela IV observamos que 1,6 % ficam entre 1,5 % e 2,0 % e constatamos que o valor de 1,6 % está mais próximo de 1,5 % do que 2,0 %, logo teremos que aplicar o fator de multiplicação referente a taxa de 1,5 % que seria 1,16.

Logo teríamos:  $1,16 \times 50,2 \approx 58,30 \text{ kVA}$ .

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico.

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
1	Indústria de extração e tratamento de minerais.		70	43	26
2	Extração de minérios de ferro.	≤500	54	36	34
		>500	67	49	35
3	Extração de minérios de metais não ferrosos.		85	78	76
4	Extração de minerais para fabricação de adubos fertilizantes e para elaboração de outros produtos químicos.		54	37	29
5	Extração de pedras e outros minerais para construção.		67	49	16
6	Extração de pedras e outros minerais não metálicos.		86	43	14
7	Aparelhamento de pedras para construção e execução de trabalhos em mármore, ardósia, granito e outras pedras.		63	55	30
8	Britamento de pedras.	≤130	57	39	11
		>130	78	54	17
9	Fabricação de cal.		91	52	18
10	Fabricação de telhas, tijolos e outros artigos de barro cozido exclusive cerâmica.	≤160	97	71	13
		>160	91	60	30
11	Fabricação de material cerâmico - exclusive de barro cozido.	≤100	96	76	10
		>100	93	66	39
12	Fabricação de cimento.		66	64	54

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
13	Fabricação de peças, ornatos e estruturas de cimento, gesso e amianto.		37	23	26
14	Beneficiamento e preparação de minerais não metálicos, não associados à extração.		78	46	51
15	Indústria metalúrgica.		65	43	30
16	Produção de ferro gusa.		83	67	79
17	Produção de laminados de aço - inclusive de ferro ligas.		75	46	24
18	Produção de canos e tubos de ferro e aço.		37	30	40
19	Produção de fundidos de ferro e aço.	≤150	50	33	19
		>150	80	55	33
20	Produção de canos e tubos de metais e de ligas de metais não ferrosos.		54	45	33
21	Fabricação de estruturas metálicas.		74	39	13
22	Fabricação de artefatos de trefilados de ferro e aço e de metais não ferrosos exclusive móveis.		68	53	19
23	Estamparia, funilaria e latoaria.		65	26	22
24	Serralheria, fabricação de tanques, reservatórios e outros recipientes metálicos e de artigos de caldeireiro.		48	27	23
25	Tempera e cementação de aço, recozimento de arames e serviços de galvanotécnica.		83	52	29
26	Indústria mecânica.		47	29	31

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
27	Fabricação de máquinas motrizes não elétricas e de equipamentos de transmissão para fins industriais, inclusive peças e acessórios.		20	17	50
28	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais para instalações hidráulicas, térmicas, de ventilação e refrigeração, equipados ou não com motores elétricos, inclusive peças e acessórios.		31	27	22
29	Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria (inclusive panificadoras e similares).		82	74	28
30	Fabricação de massas alimentícias e biscoitos.		61	54	57
31	Refinação e preparação de óleos e gorduras vegetais, produção de manteiga de cacau e de gordura de origem animal, destinadas à alimentação.		89	38	39
32	Fabricação de gelo.		91	75	41
33	Fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais, inclusive farinha de carne, sangue, osso e peixe.		85	45	29
34	Indústria de bebidas.		62	41	20
35	Fabricação de aguardentes, licores e outras bebidas alcoólicas.		68	49	43
36	Fabricação de cervejas, chopes e malte.		50	27	27
37	Fabricação de bebidas não alcoólicas.		57	47	69

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
38	Indústria de fumo.		96	72	32
39	Fabricação de cigarros.		43	39	59
40	Indústria de utilidade pública, irrigação, água, esgoto e saneamento.		95	84	51
41	Distribuição de gás.		57	51	40
42	Tratamento e distribuição de água.	≤100	100	92	30
		>100	95	75	72
43	Indústria de construção.		59	36	32
44	Construção Civil.	≤190	80	39	31
		>190	30	14	33
45	Pavimentação, terraplenagem e construção de estradas.	≤200	90	65	21
		>200	79	52	41
46	Construção de obras de arte (viadutos, mirantes etc.).		14	11	32
47	Agricultura e criação animal.		77	43	33
48	Agricultura.		91	44	30
49	Agricultura (irrigação).		97	54	19
50	Criação animal exc1usive bovinocultura (índices baseados na avicultura).		99	61	70
51	Criação animal - suinocultura.		91	52	24
52	Bovinocultura.		39	22	31
53	Florestamento e reflorestamento.		63	32	26
54	Serviços de transporte.		56	28	41
55	Transportes ferroviários.		66	42	49
56	Transportes rodoviários de carga.		24	16	34

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
57	Transportes urbanos de passageiros - inclusive metroviários.		78	26	41
58	Serviços de comunicação.		81	43	46
59	Telegrafia, telefone e correios.	<150	78	40	45
		>150	92	44	55
60	Rádiodifusão e televisão.		73	44	37
61	Serviços de alojamento e alimentação.		81	48	46
62	Hotéis e motéis.		74	35	40
63	Restaurantes e lanchonetes.		88	60	52
64	Fabricação de máquinas, ferramentas, máquinas operatrizes e aparelhos industriais acoplados ou não a motores elétricos.		76	30	30
65	Fabricação de peças, acessórios, utensílios e ferramentas para máquinas industriais.		63	38	19
66	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais para agricultura, avicultura, apicultura, criação de outros pequenos animais e obtenção de produtos de origem animal, e para beneficiamento ou preparação de produtos agrícolas - peças e acessórios.		48	28	30
67	Fabricação de cronômetros e relógios, elétricos ou não - inclusive a fabricação de peças.		47	33	38

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
68	Reparação ou manutenção de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais, agrícolas e de máquinas de terraplenagem.		43	29	27
69	Indústria de material elétrico e de comunicações fabricação de aparelhos e utensílios elétricos para fins industriais e comerciais, inclusive peças e acessórios.		84	70	32
70	Indústria de material de transporte.		45	37	36
71	Reparação de veículos ferroviários.		38	35	40
72	Fabricação de carrocerias para veículos automotores-exclusive chassis.		51	38	31
73	Indústria de madeira		55	38	12
74	Desdobramento da madeira.		51	36	12
75	Fabricação de chapas e placas de madeira, aglomerada ou prensada e de madeira compensada, revestida ou não com material plástico.		59	40	11
76	Indústria de mobiliário fabricação de móveis de madeira, vime e junco.		83	42	22
77	Indústria de celulose, papel e papelão fabricação de papel, papelão, cartolina e cartão.		82	77	71
78	Indústria de borracha condicionamento de pneumáticos.		68	58	26

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
79	Indústria de couros, peles e produtos similares curtimento e outras preparações de couros e peles - inclusive subprodutos.		64	51	32
80	Indústria química.		67	48	23
81	Produção de elementos Químicos e de produtos químicos inorgânicos, orgânicos, orgânicos inorgânicos, exclusive produtos derivados do processamento do petróleo, das rochas oleígenas, de carvão-de-pedra e de madeira.		92	54	36
82	Fabricação de asfalto.		79	52	22
83	Fabricação de resinas de fibras e de fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos.		56	48	24
84	Produção de óleos, gorduras e ceras vegetais e animais, em banho de óleos, essenciais vegetais e outros produtos da destilação da madeira - exclusive refinação de produtos alimentares (destilaria de álcool proveniente de madeira).		62	43	22
85	Fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos, inclusive mesclas.		21	15	13
86	Fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas.		77	66	28

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
87	Fabricação de adubos e fertilizantes e corretivos de solo.		84	57	19
88	Indústria de produtos farmacêuticos e veterinários.		68	39	24
89	Indústria de perfumaria, sabões e velas fabricação de sabões, detergentes e glicerinas.		85	46	29
90	Indústria de produtos de matérias plásticas.		85	41	48
91	Fabricação de artigos de material plástico para usos - exclusive embalagem e acondicionamento.		85	41	30
92	Indústria têxtil.		81	52	43
93	Beneficiamento de fibras têxteis vegetais, artificiais e de materiais têxteis de origem animal. Fabricação de estopa de materiais para estofados e recuperação de resíduos têxteis.		60	44	36
94	Fiação e Tecelagem.		91	57	46
95	Malharia e fabricação de tecidos elásticos.		92	55	47
96	Indústria de vestuário, calçados e artefatos de tecidos.		49	43	27
97	Confecções de roupas e agasalhos.		28	22	25
98	Fabricação de calçados.		69	63	29
99	Indústria de produtos alimentares.		77	56	38

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
100	Beneficiamento de café, cereais e produtos afins.	≤130	97	56	20
		>130	60	35	27
101	Moagem de trigo.		92	72	71
102	Torrefação e moagem de café.		82	77	19
103	Fabricação de produtos de milho, exclusive óleos.		55	48	12
104	Beneficiamento, moagem. Torrefação e fabricação de produtos alimentares diversos de origem vegetal, não especificados ou não classificados.		91	53	14
105	Refeições conservadas, conservas de frutas, legumes e outros vegetais, preparação de especiarias e condimentos e fabricação de doces, exclusive de confeitaria.		54	34	28
106	Abate de animais.	≤200	85	72	52
		>200	80	53	43
107	Preparação de conservas de carne - inclusive subprodutos - processados em matadouros e frigoríficos.	≤120	70	38	29
		>120	62	48	71
108	Preparação de conservas de carne e produtos de salsicharia, não processados em matadouros e frigoríficos.		56	44	39
109	Preparação de leite e fabricação de produtos de laticínios.	<80	90	82	28
		>80 ≤300	97	65	38
		>300	95	57	64

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
110	Fabricação de açúcar.		54	30	49
111	Fabricação de balas, caramelos, pastilhas, drops, bombons, chocolates, etc. - inclusive goma de mascar.		96	78	30
112	Serviços de reparação, manutenção e conservação.		52	34	32
113	Reparação, manutenção e conservação de máquinas e de uso doméstico - exclusive máquinas de costura.		36	27	40
114	Reparação de veículos - exclusive embarcações, aeronaves e veículos ferroviários.		63	42	36
115	Manutenção e conservação de veículos em geral.		47	33	32
116	Serviços pessoais.		62	43	32
117	Serviços de higiene - barbearias, saunas, lavanderias, etc.		58	46	36
118	Hospitais e casas de saúde.	≤110	81	61	40
		>110	60	32	35
119	Estabelecimentos de ensino tradicional (10 e 2° graus).		63	58	31
120	Estabelecimentos de ensino superior - Faculdade.		42	26	24
121	Estabelecimentos de ensino integrado - unidades integradas.		65	34	25
122	Serviços comerciais.		59	41	33
123	Serviços auxiliares do comércio de mercadorias, inclusive de distribuição.		36	23	24

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
124	Armazéns gerais e trapiches.		48	26	14
125	Serviço de processamento de dados.		78	56	50
126	Serviços de contabilidade e despachante.		74	59	43
127	Serviços de diversões.		26	13	20
128	Entidades financeiras.		92	64	31
129	Bancos comerciais e caixas econômicas		92	64	31
130	Comércio atacadista.		44	37	32
131	Comércio atacadista de ferragens e produtos metalúrgicos.		46	25	17
132	Comércio atacadista de combustíveis e lubrificantes (terminal).		44	35	29
133	Comércio atacadista de cereais e farinhas.		27	13	23
134	Comércio atacadista de produtos alimentícios diversos.		46	34	32
135	Comércio atacadista de mercadorias em geral com produtos alimentícios.		96	65	56
136	Comércio varejista.		75	52	38
137	Comércio varejista de veículos.		60	36	25
138	Comércio varejista de veículos e acessórios.		91	69	23
139	Comércio varejista de móveis, artigos de habitação e de utilidade doméstica.		40	37	47
140	Comércio varejista de combustíveis e lubrificantes, exclusive gás liquefeito de petróleo.		89	42	40

TABELA 03. Fatores de Demanda/Carga Típico (Continuação).

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
141	Supermercados.		98	77	54
142	Cooperativas.		87	75	41
143	Cooperativas de beneficiamento, industrialização e comercialização.		98	82	27
144	Cooperativas de consumo de bens e serviços		77	69	54
145	Fundações, entidades e associações de fins não lucrativos.		40	27	20
146	Fundações beneficentes, religiosas e assistenciais.		33	20	26
147	Fundações culturais, científicas e educacionais.		22	17	18
148	Associações beneficentes, religiosas e assistenciais.		65	41	33
149	Associações esportivas e recreativas.		40	29	3
150	Administração pública direta ou Autárquica.		81	45	43

**NOTAS:**

I. O Cálculo do consumo de energia estimado:

$$\text{Consumo}_{(kWh)} = F_D \times F_C \times F_D \times 730$$

II. Com o valor de consumo temos a seguinte demanda média para classe residencial:

$$kVA_{\text{médio}} = \frac{\text{Consumo}_{(kWh)}}{730 \times 0,92 \times 0,43}$$

TABELA 04. Elos-Fusíveis para Transformadores Trifásicos.

Potência (kVA)	Elo - Fusível							
	11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	I <sub>N</sub> (A)	Elo	I <sub>N</sub> (A)	Elo	I <sub>N</sub> (A)	Elo	I <sub>N</sub> (A)	Elo
15	0,76	1 H	0,63	0,5 H	0,39	0,5 H	0,25	0,5 H
30	1,52	2 H	1,26	1 H	0,79	1 H	0,50	0,5 H
45	2,28	2 H	1,88	2 H	1,18	1 H	0,75	1 H
75	3,80	3 H	3,14	3 H	1,97	2 H	1,26	1 H
112,5	5,70	5 H	4,71	5 H	2,95	3 H	1,88	2 H
150	7,60	8 K	6,28	6 K	3,94	5 H	2,51	3 H
225	11,40	12 K	9,41	10 K	5,90	5 H	3,77	5 H
300	15,19	15 K	12,55	12 K	7,87	8 K	5,02	5 H

**NOTA:**

I. Cálculo da corrente nominal em transformadores trifásicos (I<sub>N</sub>):

$$I = \frac{\text{Potência (kVA)}}{\sqrt{3} \times \text{Tensão (kV)}} = \frac{\text{Potência (kVA)}}{1,732 \times \text{Tensão (kV)}}$$

TABELA 05. Dimensionamento dos Elos-Fusíveis para Ramais.

Elos do tipo K	Corrente nominal (A)	Corrente máxima permanente admissível (A)
10	10,0	15,0
12	12,0	18,0
15	15,0	22,5
20	20,0	30,0
25	25,0	37,5
30	30,0	45,0
40	40,0	60,0

NOTAS:

- I. Os elos K e T admitem sobrecargas de até aproximadamente 1,5 vezes os seus valores nominais sem causar excesso de temperatura à chave fusível, conforme mostrado na Tabela 05.

$$I \text{ (Corrente máxima permanente admissível)} \leq 1,5 I \text{ (Corrente do elo do tipo K)}$$

- II. Por outro lado, a fusão dos elos K e T ocorrem em aproximadamente 2,5 vezes os seus valores nominais, para 300 segundos.

TABELA 06. Seção Mínima do Tronco Secundário.

Transformador trifásico (kVA)	Tronco de Circuito Secundário	
	Fase	Neutro
	(mm <sup>2</sup> )	
30	70	70
45		
75	120	70
112,5		
150	Exclusivo (observar Nota II).	
225		
300		

NOTAS:

- I. A seção do condutor indicada é a mínima, considerando a carga do circuito distribuída e o transformador localizado no centro de carga;
- II. Alternativamente, os transformadores de 225 e 300 kVA podem ter com seção de 3x1x185 + 120 mm<sup>2</sup>, desde que parte da carga seja ligada diretamente ao barramento ou bucha secundária do transformador e que circule no máximo 262 A (100 kVA) para cada um dos lados do tronco. Dever-se-á de utilizar jumpers de cabos protegido nos transformadores de distribuição;
- III. O tronco de circuito secundário dos transformadores instalados nas concessões do Grupo Energisa deverão ser bidirecionais, ou seja, os condutores especificados na tabela 06 derivarão dos lados esquerdo e direito do transformador de distribuição;
- IV. O tronco do transformador de distribuição será limitado (mínimo) por duas estruturas à esquerda e à direita dele, conforme especificado na linha de cor “vermelha” contida na figura 18 este não é um critério rígido, depende também da distribuição das cargas, cálculo de queda de tensão e rua em que estiver localizado o transformador de distribuição.

- V. É vetado o decréscimo do tronco do circuito secundário do transformador de forma abrupta, ou seja, por exemplo de  $3 \times 1 \times 120 + 70 \text{ mm}^2$  para  $3 \times 1 \times 35 + 35 \text{ mm}^2$ , essa redução da seção dar-se-á de forma progressiva quando necessária sob consulta o setor de projetos da unidade local do Grupo Energisa. O dimensionamento dos condutores do circuito secundário deve ser feito com base na corrente admissível.
- VI. O tronco do transformador de distribuição se caracteriza, na maioria das vezes, por maior seção transversal de condutores. Atende a uma parcela ponderável da carga do circuito apresentado na figura 18.

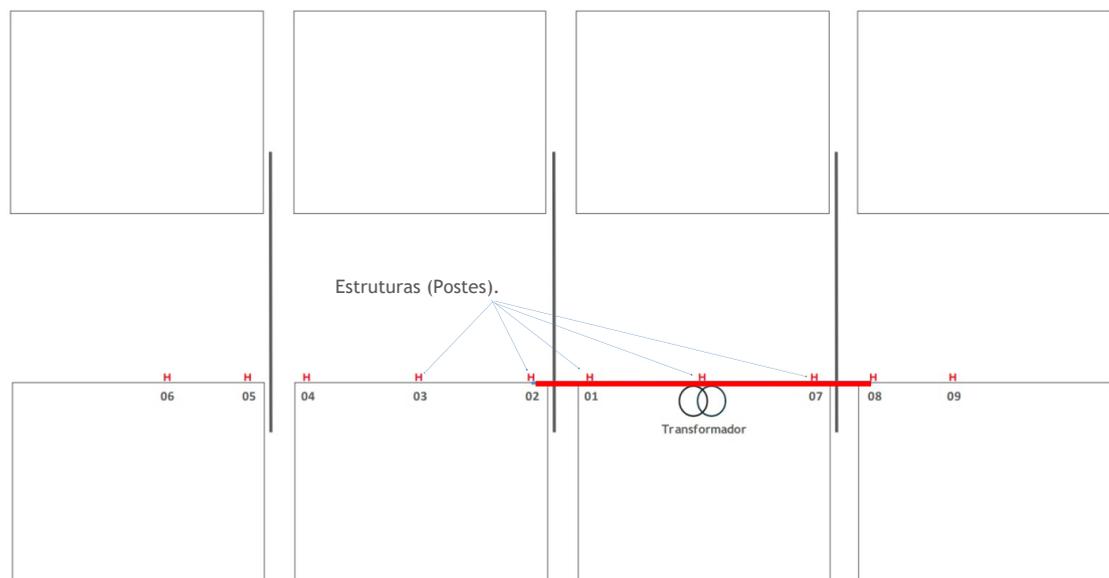


Figura 18. Representação mínima de barramento do transformador de distribuição.

TABELA 07. Elos-Fusíveis para Banco de Capacitores.

Tipos	Potência nominal	Elo-fusível			
		11,4 kV	13,8 kV	22,0 kV	34,5 kV
	(kVAr)	Elo			
Bancos fixos	150	6 K	6 K	3 H	3 H
	300	12 K	12 K	8 K	6 K
	600	25 K	25 K	15 K	12 K
Bancos automáticos	300	12 K	12 K	8 K	6 K
	600	25 K	25 K	15 K	12 K
	900	-	-	-	-

NOTAS:

- I. A implantação de bancos de capacitores fixos ou automáticos, devem obedecer aos estudos específicos, a fim de que o fator de potência atenda às recomendações contidas na Resolução N° 1.000 da ANEEL ou legislação posterior que a substitua;
- II. Na aplicação conjunta de bancos de reguladores de tensão e bancos de capacitores deve ser observado o posicionamento de um em relação ao outro de acordo com o que está definido no projeto. Esta observação também é válida quando já existir um desses bancos instalados no alimentador;
- III. Deve-se consultar os padrões definidos na NDU 023.

TABELA 08. Poste de Distribuição Padronizados.

Comprimento do poste (m)	Resistência nominal			Utilização
	Poste de concreto			
	Seção Circular	Seção Duplo T		
		Face A	Face B	
(daN)				
10	-	75	150	Exclusivo para baixa tensão.
	300	150	300	
	600	300	600	
11	300	150	300	Rede em geral e instalação de equipamento conforme estabelecido na tabela 09.
	600	300	600	
	1.000	500	1.000	
	1.500	750	1.500	
	2.000	-	-	
12	300	150	300	Rede em geral e instalação de equipamentos, conforme estabelecido na tabela 09.
	600	300	600	
	1.000	500	1.000	
	1.500	750	1.500	
	2.000	-	-	
13	-	-	-	Rede em geral, instalação de equipamentos (tabela 09) e travessias.
	600	300	600	
	1.000	500	1.000	
	1.500	750	1.500	
	2.000	-	-	

NOTAS:

- I. Engastamento dos postes de concreto e fibra deve obedecer aos seguintes critérios:

$$Engastamento = \left( \frac{\text{Comprimento nominal do poste}}{10} + 0,60 \right)$$

- 
- Engastamento = Comprimento calculado e indicado para realizar o engastamento do poste ao solo;
  - Comprimento nominal do poste = Distância entre o topo e a base do poste.
- II. Nos trechos de vias com velocidade superior 60 km/h e elevado número de ocorrências de abalroamento as redes de distribuição deverão ser projetadas com postes de seção circulares seção circular;
- III. A aplicação do comprimento adequado dos postes de concreto está correlacionada as observâncias contidas nas tabelas 10 a 13 desse documento normativo aliados aos DESENHOS NDU 006.1 e NDU 006.2.

TABELA 09. Comprimentos/Resistências Mínimas Postes Equipados.

Equipamento	Tipo/potência	Comprimento mínimo (m)	Resistência mecânica	
			Poste concreto	
			Circular	Duplo T
(daN)				
Banco capacitor	N/A	12	600	600
Chave seccionadora unipolar	N/A	11	300	300
Chave fusível	N/A	11	300	300
Para-raios de distribuição	N/A	11	300	300
Religador automático de linha e afins (muflas etc.).	N/A	12	600	600
Seccionalizador	N/A	11	300	300
Transformador Trifásico	≤ 112,5 kVA	12	600	600
	150 kVA		1.000	1.000
	225 kVA		1.000	1.000
	300 kVA		1.000	1.000

**NOTAS:**

- I. É vetada instalação de transformadores com potência superior a 300 kVA em postes singelos. Enquanto a aplicação dos comprimentos mínimos e condicionada as distâncias de segurança entre demais circuitos e segurança;
- II. O atendimento ao comprimento mínimo dos postes deverá atender aos seguintes critérios: Distâncias de segurança com relação ao solo, circuito primários, secundários e extra-baixa tensão (uso mútuo), níveis de tensões (15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV) quantitativo de circuitos primários dentre outros parâmetros;
- III. Nas obras de manutenção (reforma de rede de distribuição, reforma de circuito nível de tensão etc.), de redes de distribuição quando necessários podem ser reavaliados os comprimentos mínimos definidos na tabela 09, situação condicionada a observância das distâncias padrões estabelecidos nos DESENHOS NDU 006.01 e NDU 006.02.

TABELA 10. Distâncias entre Condutores de Circuitos Diferentes.

Tensão U (kV) (circuito inferior)	Afastamento mínimos (mm)		
	Tensão U (kV) (circuito superior)		
	U ≤ 1,0	1,0 < U ≤ 15,0	15,0 < U ≤ 36,2
Comunicação	600	1.500	1.800
U ≤ 1,0	600	800	1.000
1,0 < U ≤ 15,0	-	800	900
15,0 < U ≤ 36,2	-	-	900

NOTA:

I. Informações conforme NBR 15992 e 15214.

TABELA 11. Distâncias Mínimas entre Condutores de mesmo Circuito.

Tensão nominal U (kV)	Distância vertical mínima na estrutura (mm)
U ≤ 1,0	200
1,0 < U ≤ 15,0	500
15,0 < U ≤ 36,2	600

NOTA:

I. Informações conforme NBR 15992 e 15214.

TABELA 12. Distâncias entre os Condutores e o Solo.

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo		
	Tensão U (KV)		
	Comunicação e cabos aterrados	U ≤ 1	1 < U ≤ 36,2
		(mm)	
Ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis.	6.000	Ver nota I.	Ver nota I.
Rodovias.	7.000		
Ruas e avenidas.	5.000		
Entrada de prédios e demais locais de uso restrito veículos.	4.500		
Ruas vias exclusivas a pedestres em áreas urbanas.	3.000		
Estradas rurais e áreas de plantio com tráfego de máquinas agrícolas.	6.000		
Vias exclusivas de pedestres em áreas rurais.	3.000		

**NOTAS:**

- I. Consultar DESENHO NDU 006.01 e 006.02 Distâncias Padrões Estrutura Compacta e convencional.
- II. Informações conforme NBR 15992 e 15688;
- III. Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12 metros para tensões até 36,2 kV, conforme ABNT NBR 14165;
- IV. Em rodovias estaduais, a distância mínima do condutor ao solo deve obedecer à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores da Tabela 12.

TABELA 13. Distâncias entre os Condutores e Solo/Obstáculos.

Natureza do Obstáculo	Distâncias Mínimas (Milímetros)				
	Tensão U (KV)				
	69	138	230	345	500
Locais acessíveis apenas a pedestres.	6000	6500	7000	7700	8700
Locais onde circulam máquinas agrícolas com altura inferior a 3,5 metros.	6500	7000	7500	8400	9400
Cultura de café (solo) - máquinas agrícolas com altura inferior a 5,0 metros.	8000	8500	8900	9600	11000
Rodovias, ruas e avenidas.	8000	8500	9000	9600	11000
Ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis.	9000	9500	10000	11000	12000
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação.	12000	12500	13000	13800	14800
Linhas de energia elétrica - Para-raios e RDs até 34,5 kV.	H+2000	H+2000	H+3000	H+3500	H+4500
Linhas de telecomunicações.	H+2000	H+2500	H+3000	H+3500	H+4500
Suporte de linhas pertencentes à ferrovia.	H+4000	H+4500	H+5000	H+5700	H+6600
Veículos rodoviários, ferroviários e máquinas com altura superior a 5 metros.	H+3000	H+3500	H+4000	H+4700	H+5600
Muros.	H+6000	H+6400	H+6900	H+7600	H+8600
Instalações transportadoras.	H+3000	H+3400	H+3900	H+4600	H+5600
Mata de preservação permanente e pomares (cultura adulta - topo da vegetação).	H+4000	H+4500	H+4900	H+5600	H+6600
Águas navegáveis.	H+2000	H+2500	H+2900	H+3600	H+4600
Águas não navegáveis.	6.000	6.400	6.900	7600	8600

**NOTAS:**

- I. Tabela 13 obtida de acordo com a NBR 15992 obedecendo as distâncias verticais mínimas de segurança em relação aos obstáculos;
- II. Onde H = Altura do ponto mais elevado na condição de trabalho do obstáculo atravessado;
- III. Os valores apresentados deverão ser validados ou consultados junto as empresas as quais as redes de distribuição de energia elétrica do Grupo Energisa estão realizando as travessias;
- IV. Para maiores informações deverá ser consultada a NDU 047.

TABELA 14. Distâncias Mínimas das Partes Energizadas às Fases ou Terra em Pontos Fixos.

Tensão (KV)	Tensão Suportável Nominal sob Impulso Atmosférico (KV)	Distância Mínima (Milímetros)	
		Fase- Fase	Fase - Terra
15,0	95	140	130
	110	170	150
24,2	125	190	170
	150	230	200
36,2	150	230	200
	170	270	230
	200	298	253

**NOTAS:**

- I. Informações obtidas da NBR 15688 da tabela 05 (Entre partes energizadas à fase ou à terra em pontos fixos) da referida norma regulamentadora brasileira;
- II. No anexo das tabelas auxiliares estão contidas as informações as características elétricas e mecânicas das seções transversais de cabos descontinuados para novos projetos.

Sabendo-se que o grupo Energisa aplica para as classes de tensão 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV os respectivos níveis básicos de isolamento (NBI) 110 kV, 150 kV e 170 kV.

TABELA 15. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio CA.

Características físicas do cabo alumínio nu (CA)						
Nome código	Tipo	Formação do cabo CA		Diâmetro nominal	Seção do cabo	Massa aproximada do cabo completo
		N.º de Fios	Diâmetro (mm)			
	(AWG/MCM)		(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/km)	
Rose	4 (*)	7	1,96	5,88	21	58,00
Iris	2	7	2,47	7,22	34	92,31
Poppy	1/0	7	3,12	9,36	54	146,72
Aster	2/0 (*)	7	3,5	10,51	67	185,07
Phlox	3/0	7	3,93	11,8	85	233,18
Oxlip	4/0	7	4,42	13,25	107	294,25
Laurel	266,8 (*)	19	3,01	15,05	135	372,73
Daisy	266,8 (*)	7	4,96	14,88	135	371,20
Tulip	336,4	19	3,38	16,9	171	470,27

**NOTAS:**

- I. Os cabos de alumínio CA da tabela 15 deverão ser utilizadas apenas a critério de consulta para cálculos auxiliares, sendo vetada sua implementação em projetos nas áreas urbanas dentro da concessão do grupo Energisa S.A.;
- II. A aplicação dos referidos cabos contemplados na tabela 15 estarão condicionadas apenas as obras de manutenção mediante a avaliação técnica/econômica conjunta entre empresa local do grupo Energisa e Coordenação de Normas e Padrões Construtivos (CNPC);
- III. É vetada a aplicação de cabos de alumínio CA em projetos em áreas urbanas.

TABELA 16. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Liga 6201.

Características elétricas do cabo liga de alumínio nu (CAL)				
Tipo (AWG/MCM)	Capacidade de condução de corrente (A)	Reatância indutiva - XL ( $\Omega/\text{km}$ )	Resistência elétrica CA - R <sub>CA</sub> ( $\Omega/\text{km}$ )	Resistência elétrica CC - R <sub>CC</sub> ( $\Omega/\text{km}$ )
2	195	0,4266	1,0466	0,8526
1/0	261	0,4071	0,6584	0,5364
4/0	404	0,3809	0,3281	0,2675
336,4	555	0,3593	0,2073	0,169

**NOTAS:**

- I. A aplicação dos cabos da tabela 16 é vetada nas áreas Urbanas não contempladas pela NDU 027 (Critério para Utilização de Equipamentos de Materiais em Área de Corrosão Atmosférica);
- II. Nas demais áreas não abrangidas pela NDU 027, estas deverão ser projetadas em redes de distribuição em média tensão com cabos protegidos em (XLPE ou XLPE + HDPE);
- III. Enquanto nas regiões urbanas atendidas exclusivamente e integralmente por rede monofásicas ou bifásicas estas deverão ser analisadas pelas unidades locais do grupo Energisa a fim da deliberação da viabilidade técnica/economia com processo de adição fase até a constituição do sistema trifásico em cabos protegidos (XLPE ou XLPE + HDPE).
- IV. Os Jampers em redes de distribuição em cabos duplamente protegido (XLPE + HDPE) deverão ser aplicados cabos protegidos camada simples (XLPE).

TABELA 17. Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio CAA.

Características físicas do cabo alumínio com alma de aço nu (CAA)						
Nome código	Tipo	Formação do cabo CAA		Diâmetro nominal	Seção do cabo	Massa aproximada do cabo completo
		Alumínio	Aço			
	(AWG) (MCM)	N.º de Fios / Diâmetro	N.º de Fios / Diâmetro	Diâmetro		
		(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/km)		
Swan	4	6/2,118	1/2,118	6,35	25	85,40
Sparrow	2	6/2,672	1/2,672	8,02	39	135,90
Raven	1/0	6/3,371	1/3,371	10,11	63	216,40
Quail	2/0 (*)	6/3,782	1/3,782	11,35	79	272,30
Pigeon	3/0 (*)	6/4,247	1/4,247	12,74	99	343,40
Penguin	4/0	6/4,77	1/4,77	14,31	125	433,20
Waxwing	266,8 (*)	18/3,091	1/3,091	15,46	143	430,80
Linnet	336,4	26/2,888	7/2,245	18,29	198	688,30

Características elétricas do cabo alumínio com alma de aço nu (CAA)					
Nome código	Tipo	Capacidade de condução de corrente	Reatância indutiva - X <sub>L</sub>	Resistência elétrica CA - R <sub>CA</sub>	Resistência elétrica CC - R <sub>CC</sub>
	(AWG/MCM)	(A)	(Ω/km)	(Ω/km)	(Ω/km)
Swan	4	140	0,4363	1,7119	1,3527
Sparrow	2	185	0,4187	1,1023	0,8499
Raven	1/0	240	0,4013	0,709	0,534
Quail	2/0 (*)	275	0,3926	0,5773	0,4242
Pigeon	3/0 (*)	315	0,3839	0,4741	0,3364
Penguin	4/0	365	0,3751	0,3797	0,2667
Waxwing	266,8 (*)	445	0,366	0,3029	0,2127
Linnet	336,4	530	0,3525	0,2032	0,1695

**NOTA:**

- I. Os cabos de alumínio CA da tabela 17 deverão ser utilizadas apenas a critério de consulta para cálculos auxiliares, sendo vetada sua implementação em projetos nas áreas urbanas dentro da concessão do Grupo Energisa S.A.

TABELA 18. Características Físico-Elétricas dos Condutores Protegido.

Características elétricas do cabo alumínio protegido					
Tensão nominal (kV)	Tipo (mm <sup>2</sup> )	Capacidade de condução de corrente (A)	Reatância indutiva - X <sub>L</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CA - R <sub>CA</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CC - R <sub>CC</sub> (Ω/km)
15	35 (*)	187	0,3177	1,1135	0,868
	50	225	0,3068	0,8223	0,641
	70 (*)	282	0,2902	0,568	0,443
	120	401	0,2695	0,3246	0,253
	185	525	0,2518	0,2104	0,164
24,2	35 (*)	186	0,3584	1,1135	0,868
	70 (*)	280	0,3298	0,5683	0,443
	120	397	0,3097	0,3246	0,253
	185	519	0,2914	0,2104	0,164
36,2	70	270	0,3298	0,5683	0,443
	120	381	0,3097	0,3246	0,253
	185	497	0,2914	0,2104	0,164

Características físicas do cabo alumínio protegido						
Tensão nominal (kV)	Tipo (mm <sup>2</sup> )	Formação do condutor			Diâmetro externo (mm <sup>2</sup> )	Massa aproximada do cabo completo (kg/km)
		N.º de Fios	Diâmetro (mm)	Espessura da isolamento (mm)		
15	50	7	8,2	3	14,2	1.194
	120	19	12,9	3	18,8	1.989
	185	37	16,1	3	22,1	2.574
24,2	50	19	9,8	4	17,8	1.702
	120	19	12,8	4	20,8	2.272
	185	37	16,1	4	24,1	2.902
36,2	50	7	8,2	3	14,2	1.194
	120	19	12,9	3	18,8	1.989
	185	37	16,1	3	22,1	2.574

## NOTAS:

- I. Os cabos protegidos camada simples (XLPE) especificados na tabela 18 marcados com (\*) deverão não somente ser utilizados em obras de manutenção e consulta para cálculos de redes de distribuição existente, desta forma sendo vedada quaisquer orçamentações deles para novos projetos que não sejam de manutenção;
- II. A orçamentação dos cabos protegidos marcados com (\*) em projetos de construção é motivo de reprovação nas empresas do grupo Energisa S.A.;
- III. Os projetos construção e manutenção em com cabos protegidos podem ser concebidos tanto com camada simples (XLPE) quando em camada dupla (XLPE + HDPE), para especificação dos cabos de camada dupla (XLPE + HDPE) deve-se consultar a ETU 110.2 (Cabo de Alumínio Protegido com Material Polimérico - Camada Dupla).

TABELA 19. Características Físicas do Mensageiro.

Tipo	Características físicas do cabo mensageiro				
	Cabo			Massa aproximada do cabo completo (kg/km)	Carga de ruptura mínima (daN)
	Número de fios	Diâmetro (mm)	Seção (mm <sup>2</sup> )		
Aço - Zincado	7	9,5	51,14	407	4.900

## NOTA:

- I. É vedada a aplicação de cordoalhas de aço e 6,4 e 7,9 mm<sup>2</sup> como mensageiro da rede de distribuição em cabos protegidos.

TABELA 20. Características Físico-Elétricas dos Condutores Alumínio Isolado Multiplexado de Baixa Tensão.

Características físicas do cabo alumínio isolado multiplexado					
Tensão nominal (kV)	Tipo (mm <sup>2</sup> )	Formação do condutor		Diâmetro externo (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. do cabo completo (kg/km)
		N.º de Fios/	Espessura da isolamento (mm)		
		Diâmetros			
0,6 / 1,0	1x1x35+35 (*)	7/7,1	1,4	15,2	168
	2x1x35+35 (*)	7/7,1	1,6	22,4	440
	2x1x70+70 (*)	7/9,8	1,8	29,2	675
	3x1x35+35	7/7,1	1,6	25,1	506
	3x1x50+50 (*)	7/8,2	1,6	27,9	664
	3x1x70+70	19/9,8	1,8	32,7	941
	3x1x120+70	19/12,8	2,0	41,1	1.449

Características elétricas do cabo alumínio isolado multiplexado					
Tensão nominal (kV)	Tipo (mm <sup>2</sup> )	Capacidade de condução de corrente (A)	Reatância indutiva - X <sub>L</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CA - R <sub>CA</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CC - R <sub>CC</sub> (Ω/km)
0,6 / 1,0	1x1x35+35 (*)	100	0,1044	1,11	1,200
	2x1x35+35 (*)	119	0,1044	1,11	0,868
	2x1x70+70 (*)	183	0,0967	1,57	0,443

Características elétricas do cabo alumínio isolado multiplexado					
Tensão nominal (kV)	Tipo (mm <sup>2</sup> )	Capacidade de condução de corrente (A)	Reatância indutiva - X <sub>L</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CA - R <sub>CA</sub> (Ω/km)	Resistência elétrica CC - R <sub>CC</sub> (Ω/km)
0,6 / 1,0	3x1x35+35	100	0,1044	1,11	0,868
	3x1x50+50 (*)	141	0,1011	0,82	0,641
	3x1x70+70	157	0,0967	0,57	0,443
	3x1x120+70	229	0,0936	0,32	0,253

## NOTAS:

- I. Os condutores identificados com (\*) que constam na tabela 20 apenas como referência para cálculo de redes existentes;
- II. Os valores das correntes admissíveis nos condutores fase estão referidos a temperatura ambiente de 40°C;
- III. As informações elétricas da tabela 20, tais como corrente, resistência, reatância indutiva deverá ser aplicados referência nos cálculos exigidos neste documento normativo;
- IV. Enquanto as demais informações técnicas sobre cabos multiplexados deverão ser observados na ETU 111.1.

**TABELA 21. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio nu CA/CAA - Rede Primária.**

Sistema Trifásico - Cabo de Alumínio NU (CAA/CA).				
Seção Transversal do Condutor.	V = 11,4 kV - e. e. = 1,322 m			
	Condutores			
	Sem Alma (CA)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
4(*)	1,151	1,240	1,294	1,317
2 (*)	0,775	0,781	0,935	0,866
1/0 (*)	0,535	0,491	0,699	0,574
2/0 (*)	0,450	0,390	0,602	0,459
3/0 (*)	0,382	0,309	0,526	0,371
4/0 (*)	0,326	0,245	0,461	0,303
336,4 (*)	0,244	0,154	0,306	0,157

TABELA 21. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio nu CA/CAA - Rede Primária (Continuação).

Sistema Trifásico - Cabo de Alumínio NU (CAA/CA).				
Seção Transversal do Condutor.	V = 13,8 kV - e. e. = 1,322 m			
	Condutores			
	Sem Alma (CA)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
4(*)	0,785	0,846	0,883	0,899
2	0,529	0,533	0,638	0,591
1/0	0,365	0,335	0,477	0,392
2/0 (*)	0,307	0,266	0,411	0,313
3/0 (*)	0,261	0,211	0,359	0,253
4/0 (*)	0,223	0,167	0,315	0,207
336,4 (*)	0,166	0,105	0,209	0,107

NOTA:

- I. Os condutores marcados com (\*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes. Sendo vetado aplicação dos cabos (\*) em projetos. Nas áreas urbanas as redes de média tensão deverão ser todas construídas e projetadas em cabos protegidos a menos das dos critérios estabelecidos na NDU 027.

TABELA 21. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio nu CA/CAA - Rede Primária (Continuação).

Sistema Trifásico - Cabo de Alumínio NU (CAA/CA).				
V = 22,0 kV - e. e. = 1,322 m				
Seção Transversal do Condutor.	Condutores			
	Sem Alma (CA)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
4(*)	0,298	0,321	0,335	0,341
2 (*)	0,201	0,202	0,242	0,224
1/0 (*)	0,139	0,127	0,181	0,149
2/0 (*)	0,117	0,101	0,156	0,119
3/0 (*)	0,099	0,080	0,136	0,096
4/0 (*)	0,084	0,063	0,119	0,079
336,4 (*)	0,063	0,040	0,079	0,041

Sistema Trifásico - Cabo de Alumínio NU (CAA/CA).				
V = 34,5 kV - e. e. = 1,322 m				
Seção Transversal do Condutor.	Condutores			
	Sem Alma (CA)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
4 (*)	0,126	0,135	0,141	0,144
2 (*)	0,085	0,085	0,102	0,095
1/0 (*)	0,058	0,054	0,076	0,063
4/0 (*)	0,049	0,043	0,066	0,050
336,4 (*)	0,042	0,034	0,057	0,040

NOTAS:

I. Os condutores marcados com (\*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes. Sendo vetado aplicação dos cabos (\*) em projetos;

II. Coeficiente de cálculo de queda de tensão:

$$k_i = \frac{(r_{li} \cdot \cos \varphi_i + x_{li} \cdot \sin \varphi_i) \cdot 100}{(V_{esp}^l)^2}$$

TABELA 22. Queda de Tensão em Cabo Alumínio CAL 6201- Rede Primária.

Sistema Trifásico - Cabo de Almuninio NU (CAL 6201).		
Seção Transversal do Condutor.	V = 11,4 kV	
	Condutores Cabo (CAL 6201)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
2	0,752	0,758
1/0	0,519	0,476
4/0	0,316	0,238
336,4	0,237	0,149

Sistema Trifásico - Cabo de Almuninio NU (CAL 6201).		
Seção Transversal do Condutor.	V = 13,8 kV	
	Condutores Cabo (CAL 6201)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
2	0,513	0,517
1/0	0,354	0,325
4/0	0,216	0,162
336,4	0,161	0,102

NOTAS:

I. Os condutores marcados com (\*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes. Sendo vetado aplicação dos cabos (\*) em projetos;

II. Coeficiente de cálculo de queda de tensão:

$$k_i = \frac{(r_{li} \cdot \cos \varphi_i + x_{li} \cdot \text{sen} \varphi_i) \cdot 100}{(V_{esp}^l)^2}$$

III. Cabos condutores da Tabela 22 aplicados segundo critérios da NDU 027.

TABELA 23. Queda de Tensão em Cabo Protegido - Rede Primária.

Sistema Trifásico - Cabo de Almuninio Protegido Camada Simples.				
Seção Transversal do Condutor.	V = 13,8 kV - e. e. = 1,322 m			
	Condutores			
	Condutor (Protegido)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
50	0,405	0,398	-	-
120	0,160	0,192	-	-
185	0,104	0,141	-	-

Sistema Trifásico - Cabo de Almuninio Protegido Camada Simples.				
Seção Transversal do Condutor.	V = 22,0 kV - e. e. = 1,322 m			
	Condutores			
	Condutor (Protegido)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
50	0,159	0,160	-	-
120	0,063	0,078	-	-
185	0,041	0,059	-	-

Sistema Trifásico - Cabo de Almuninio Protegido Camada Simples.				
Seção Transversal do Condutor.	V = 34,5 kV - e. e. = 1,322 m			
	Condutores			
	Condutor CA (Protegido)		Com Alma (CAA)	
	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1
70	0,067	0,067	-	-
120	0,027	0,033	-	-
185	0,017	0,025	-	-

**NOTA:**

- I. Os cabos protegidos camada simples (XLPE) especificados na tabela 23 são seções padronizadas pelo Grupo Energisa.

TABELA 24. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio Multiplexado - Rede Aérea Secundária 220/127 Volts.

Seção Transversal do Condutor.	V = 220/127 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
<b>3 Fases</b>				
3 # 6(6) (*)	-	-	0,529	0,311
3 # 4(4) (*)	0,333	0,311	0,207	0,211
3 # 2(2) (*)	0,209	0,211	0,131	0,147
3 # 1/0(1/0) (*)	0,123	0,146	0,084	0,107
3 # 4/0(1/0) (*)	0,066	0,090	0,042	0,070
3x1x35+35	0,231	0,198	-	-
3x1x70+70	0,118	0,106	-	-
3x1x120+70	0,071	0,068	-	-
3x1x185+120	0,044	0,050	-	-

Seção Transversal do Condutor.	V = 220/127 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
<b>2 Fases</b>				
2 # 4(4) (*)	0,765	0,678	-	-
2 # 2(2) (*)	0,579	0,528	-	-
2 # 1/0(1/0) (*)	0,386	0,370	-	-
2x1x25+25 (*)	0,605	0,550	-	-
2x1x35+35 (*)	0,462	0,396	-	-
2x1x70+70 (*)	0,237	0,213	-	-

Seção Transversal do Condutor.	V = 220/127 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
<b>1 Fase</b>				
1 # 4(4) (*)	1,78	1,649	-	-
1 # 2(2) (*)	1,398	1,338	-	-
1 # 1/0(1/0) (*)	0,875	0,908	-	-

TABELA 25. Queda de Tensão em Cabo de Alumínio Multiplexado - Rede Aérea Secundária 380/220 Volts.

Seção Transversal do Condutor.	V = 380/220 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
3 Fases				
3 # 6(6) (*)	-	-	-	-
3 # 4(4) (*)	0,112	0,104	-	-
3 # 2(2) (*)	0,07	0,07	-	-
3 # 1/0(1/0) (*)	0,044	0,049	-	-
3 # 4/0(1/0) (*)	0,022	0,03	-	-
3x1x35+35	0,077	0,066	-	-
3x1x70+70	0,04	0,036	-	-
3x1x120+70	0,024	0,023	-	-
3x1x185+120	0,015	0,017	-	-

Seção Transversal do Condutor.	V = 380/220 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
2 Fases				
2 # 4(4) (*)	0,218	0,194	-	-
2 # 2(2) (*)	0,125	0,121	-	-
2 # 1/0(1/0)	0,068	0,073	-	-
2x1x25+25 (*)	0,228	0,255	-	-
2x1x35+35 (*)	0,154	0,19	-	-
2x1x70+70 (*)	0,079	0,071	-	-

Seção Transversal do Condutor.	V = 380/220 V - Rede de Baixa tensão.			
	Sem Alma (CA)		Condutor de Cobre	
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8
1 Fase				
1 # 4(4) (*)	0,67	0,626	-	-
1 # 2(2) (*)	0,422	0,423	-	-
1 # 1/0(1/0)	0,264	0,293	-	-



NOTAS:

- I. Tabela 26 publicada nesta norma terá apenas o objetivo de auxiliar nos cálculos de queda de tensão dos projetos em tensão secundária que partam destas a redes secundárias multiplexadas;
- II. Os cabos não marcados por (\*) poderão ser incluídos em elaboração de projetos em observância as tabelas I e II referentes a empresa do grupo Energisa S.A.

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	396	35	69	103	137	171	205	238	271	303
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	449	39	78	117	156	194	232	270	307	343
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	501	44	87	131	174	217	259	301	343	383

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	396	335	366	396	425	454	482	509	535	560
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	449	379	414	449	482	515	546	577	606	635
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,53 mm	501	423	462	501	538	574	610	644	677	708

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	375	30	61	91	121	151	181	211	240	268
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	426	35	70	103	138	172	205	239	272	304
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	475	39	77	116	153	192	229	266	303	338

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	375	295	323	350	376	401	426	449	473	494
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	426	336	367	397	426	455	483	509	536	561
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	475	374	409	443	476	508	539	569	598	627

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida (Continuação).

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	352	28	54	82	109	135	162	189	214	240
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	400	31	62	93	124	154	184	214	243	272
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	446	35	69	103	138	172	206	239	271	303

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível - 15 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
15 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	352	249	272	295	317	338	359	379	398	417
15 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	400	282	309	334	359	384	407	430	451	473
15 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	446	315	344	373	401	428	454	480	504	528

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	411	36	72	107	143	178	213	247	281	314
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	460	40	80	120	160	199	238	277	315	352
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	508	44	89	133	176	220	263	305	347	389

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	411	347	379	411	441	471	500	528	555	581
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	460	389	425	460	494	527	560	591	621	650
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	508	429	469	508	546	582	618	653	686	718

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida (Continuação).

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	386	32	63	95	126	157	188	218	248	278
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	432	36	71	106	141	176	211	244	278	311
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	478	39	78	118	156	195	232	270	306	343

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	386	306	336	363	390	416	442	466	491	513
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	432	343	375	406	436	466	494	523	549	574
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	478	379	415	448	482	515	546	577	606	635

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	366	28	57	85	113	141	168	196	223	249
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	409	32	63	95	126	158	189	219	249	279
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	452	35	70	105	140	174	208	242	275	308

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível - 24,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
24,2 kV	50mm <sup>2</sup> # 9,5mm	366	275	301	326	350	373	396	418	440	460
24,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	409	308	336	364	392	417	443	468	492	515
24,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	452	340	371	402	433	461	490	517	544	569

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida (Continuação).

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 36,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
36,2 kV	70mm <sup>2</sup> # 9,5mm	530	46	92	138	184	229	274	319	362	405
36,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	558	49	97	146	194	241	289	335	382	427
36,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	594	52	103	155	206	257	307	357	406	454

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível - 36,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
36,2 kV	70mm <sup>2</sup> # 9,5mm	530	448	489	530	569	608	645	681	716	749
36,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	558	471	515	558	599	640	679	717	754	789
36,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	594	502	548	594	638	681	723	763	802	840

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 36,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
36,2 kV	70mm <sup>2</sup> # 9,5mm	498	40	82	122	163	203	243	281	321	358
36,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	525	43	86	129	171	213	255	296	337	377
36,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	558	46	91	137	182	227	272	316	359	401

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível - 36,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
36,2 kV	70mm <sup>2</sup> # 9,5mm	498	396	432	468	503	537	570	602	633	662
36,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	525	416	455	493	529	565	600	634	666	697
36,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	558	444	484	525	564	602	639	675	709	742

TABELA 26. Trações de Projeto da Rede Protegida (Continuação).

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível - 36,2 kV											
Classe de Tensão	Tipo	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
36,2 kV	70mm <sup>2</sup> # 9,5mm	472	36	73	109	146	182	217	253	287	321
36,2 kV	120mm <sup>2</sup> # 9,5mm	497	38	77	116	153	191	229	266	303	338
36,2 kV	185mm <sup>2</sup> # 9,5mm	529	41	82	123	164	204	244	283	321	360

**NOTAS:**

- I. A tração de projeto de cada condutor da rede primária protegida foi considerada as curvas de vento máximo e temperatura mínima, as redes de distribuição, na área de abrangência da distribuidora, serão dimensionadas para valores regionais das velocidades máximas dos ventos, em média de 80km/h e temperaturas mínima de 0°C, média de 28°C e máxima de 45°C;
- II. Os esforços exercidos pelos condutores do circuito secundário e cabos das redes de telecomunicação são referenciados a 0,20 m do topo do poste. O esforço resultante deve ser calculado pelo processo gráfico ou vetorial, nas seguintes situações:
  - Diferenças de tração.
  - Em ângulos.
  - Fins de rede.
  - Mudança de seção transversal dos condutores.
  - Mudança de quantidade de condutores.
  - Esforços resultantes de cabos de telecomunicação.
- III. As seções transversais dos cabos condutores especificados na tabela 27 estão autorizados para orçamentação em projetos de redes de distribuição de média tensão;

IV. As tabelas 26 constam apenas as informações de esforços mecânicos dos pertinentes a ação dos cabos protegidos em conjunto com a cordoalha 3/8'' (9,53 mm) na existência de equipamentos, redes de baixa tensão e compartilhamento de infraestrutura esses parâmetros deverão compor o esforço mecânico da estrutura de rede de distribuição.

**TABELA 27. Trações de projeto da rede convencional CAL 6201.**

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
Sparrow	2	454	40	79	118	158	196	235	273	310	347
Raven	1/0	605	53	105	158	210	262	313	364	414	463
Penguin	4/0	1212	106	211	316	421	524	627	729	829	927
Linnet	336,4	1517	132	264	396	527	656	785	912	1.037	1.161

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 1º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
Sparrow	2	454	384	419	454	488	521	553	583	613	642
Raven	1/0	605	511	558	605	650	694	736	777	817	855
Penguin	4/0	1212	1.024	1.119	1.211	1.302	1.390	1.475	1.557	1.637	1.713
Linnet	336,4	1517	1.282	1.400	1.516	1.629	1.739	1.846	1.949	2.049	2.145

TABELA 27. Trações de projeto da rede convencional CAL 6201.

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
Sparrow	2	427	38	74	111	149	184	221	257	291	326
Raven	1/0	569	50	99	149	197	246	294	342	389	435
Penguin	4/0	1139	100	198	297	396	493	589	685	779	871
Linnet	336,4	1426	124	248	372	495	617	738	857	975	1091

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 2º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
Sparrow	2	427	339	370	401	431	460	488	515	541	567
Raven	1/0	569	451	494	534	574	613	650	687	722	756
Penguin	4/0	1139	905	989	1071	1151	1228	1303	1376	1447	1514
Linnet	336,4	1426	1133	1237	1340	1440	1537	1631	1722	1810	1895

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
Sparrow	2	404	31	62	93	125	156	186	216	246	275
Raven	1/0	538	42	84	125	166	207	248	288	328	367
Penguin	4/0	1.079	84	167	250	333	416	497	577	657	734
Linnet	336,4	1.350	105	209	313	417	520	622	723	821	919

Tabela de Tração de Projeto para Rede Primária em 3º Nível Cabo de Alumínio CAL 6201.											
Nome Código	Seção Transversal	Tração de projeto (daN)	Ângulo (°)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	90
Sparrow	2	404	303	332	360	386	412	438	462	486	508
Raven	1/0	538	405	442	479	514	549	583	616	647	677
Penguin	4/0	1.079	811	886	959	1.032	1.101	1.169	1.234	1.297	1.357
Linnet	336,4	1.350	1.015	1.109	1.202	1.291	1.378	1.462	1.544	1.623	1.699

## NOTAS:

- I. Os CAL 6201 deverão ter suas especificações em obras, segundo premissas determinadas pela NDU 027;
- II. É vetada a aplicação de cabos de alumínio em alma de aço (CAA) em obras nas áreas urbanas;
- III. Nas áreas urbanas exclusivamente trifásicas as futuras redes de distribuição deverão ser projetadas em cabo protegido (XLPE) ou (HDPE + XLPE);
- IV. As tabelas 27 constam apenas as informações de esforços mecânicos dos pertinentes a ação dos cabos CAL 6201 na existência de equipamentos, redes de baixa tensão e compartilhamento de infraestrutura esses parâmetros deverão compor o esforço mecânico da estrutura de rede de distribuição.

**TABELA 28. Trações de Projeto da Rede Multiplexada Secundária.**

Vão (m)	3x1x35+35	3x1x70+70	3x1x120+70
	(daN)		
4 a 20	144	245	381
24	144	245	381
28	144	245	381
32	144	245	381
36	148	245	381
40	152	245	381
44	155	245	381

Cabo Alumínio CA (Baixa Tensão)			
Seção do Condutor	Tração de Projeto (daN)		
	Poste 9 metros (*)	Poste 10 metros	Poste 11 metros
3#2(2) CA (**)	325	290	261
3#1/0(2) CA (**)	461	410	370
3#4/0(1/0) CA (**)	886	789	711



## NOTAS:

- I. A tabela 28 auxiliada pela tabela 31 e 32 fornecerá os esforços mecânicos de acordo com a instalação da baixa tensão em relação ao 1°, 2° e 3° níveis da estrutura do poste de concreto ou de poliéster reforçado em fibra de vidro;
- II. É vetada a construção de redes de baixa tensão com cabos diferente do multiplexado, dessa forma a segunda tabela deverá ser aplicada tão somente para redes existentes;
- III. (\*) postes com comprimento de 9 metros não deverão aplicados nas redes de distribuição urbanas, exceto em áreas de acesso limitados e respeitando as distâncias de segurança, assim como cabos de alumínio CA.
- IV. (\*\*) São vetados projetos em cabos de alumínio nu CA ou CAA, sejam em redes de distribuição de baixa ou média tensões.

TABELA 29. Tração de Projeto dos Cabos Telefônicos.

Seção (mm <sup>2</sup> )	N.º de pares	Tração de Montagem (daN)				
		Vãos (m)				
		20	25	30	35	40
40	10	155	158	160	163	166
	20	158	162	166	171	175
	30	162	167	173	179	185
	50	170	178	186	194	203
	100	189	203	216	229	242
	200	228	251	273	293	313
50	10	156	159	163	166	170
	20	161	166	172	177	183
	30	166	173	180	188	195
	50	178	189	199	210	220
	100	206	224	242	258	274
	200	261	290	317	343	368
65	10	159	163	167	172	177
	20	167	174	182	189	197
	30	176	186	196	206	215
	50	194	209	223	237	251
	100	237	262	285	307	328
	200	315	353	390	424	457
90	10	167	174	182	189	197
	20	184	197	209	221	233
	30	203	220	236	252	267
	50	238	263	286	309	330
	100	314	352	389	423	456
	200	445	506	563	617	669

TABELA 30. Equivalência de Esforços a 20 cm do Topo do Poste - Fator de Multiplicação.

Comprimento do poste (m)	Rede primária			Rede aérea secundária	Rede telefônica
	1º nível	2º nível	3º nível		
10	1	-	-	0,85	0,69
11	1	0,94	-	0,77	0,62
12	1	0,94	0,89	0,70	0,57
15	1	0,94	0,89	0,54	0,45
17	1	0,94	0,89	0,45	0,37

Comprimento do poste (m)	Estai poste a poste			Estai de cruzeta	Ramal de ligação
	Acima do secundário	Abaixo do secundário	A 5 metros do solo		
10	0,88	0,78	0,61	0,88	0,88
11	0,79	0,70	0,55	0,79	0,79
12	0,72	0,64	0,50	0,72	0,72
15	0,57	0,50	0,39	0,57	0,53
17	0,47	0,42	0,32	0,47	0,47

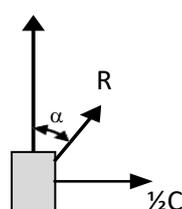
**NOTA:**

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

- 0,75/0,80 m do topo.
- 1,35/1,40 m do topo.

TABELA 31. Carga de Utilização do Poste de Concreto Duplo T.

$\alpha$	$\phi$	R		
		$C_n = 150$	$C_n = 300$	$C_n = 600$
(daN)				
0	-	150	300	600
5	1,00	149	299	598
10	0,96	144	288	577
15	0,93	139	278	556
20	0,89	134	268	536
25	0,86	129	259	517
30	0,83	125	250	499
40	0,77	116	232	464
50	0,72	108	216	432
60	0,67	100	201	402
70	0,62	93	187	374
80	0,58	87	174	348
90	-	75	150	300



Onde:

$C_N$  - Resistência nominal do poste, na direção a face de maior resistência.

R - Carga de utilização do poste na direção especificada pelo ângulo  $\alpha$ .

$\alpha$  - ângulo que a carga nominal faz com a resistência nominal do poste.

$\phi$  - fator de determinação da carga de utilização.

**NOTA:**

- I. 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.

TABELA 32. 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	Simple
151 a 240	300	Simple
241 a 300	300	Escora ou Conc. (d=0,60)
301 a 600	600	Conc. (d=0,90)
601 a 1.000	1.000	Conc. (d=1,30)
1.001 a 1.500	1.500	Conc. (d=1,80)

**NOTA:**

- I. 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 1.000 daN, com dimensões de 0,70 x 1,0 e 0,70 x 2,20 metros, respectivamente.

Os desenhos dos engastamentos são apresentados nas normas básicas de construção.

Para poste de concreto seção duplo T, o esforço resultante deve estar paralelo à resistência nominal do poste. Em caso de ângulo, consultar a Tabela 09 para definição do poste.

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

TABELA 33. Engastamento com Profundidade Aumentada.

Engastamento com Profundidade Aumentada			
Resistência 300 daN		Resistência 600 daN	
Comprimento do poste (m)	Profundidade do Engastamento (m)	Comprimento do poste (m)	Profundidade do Engastamento (m)
10	1,7	-	-
11	1,8	11	2,2
12		12	
13	1,9	13	2,3

NOTA:

- I. Este engastamento é alternativo ao engastamento com concretagem de base e se aplica também a poste de concreto seção duplo T e seção circular.

TABELA 34. Tração de Projeto CAL 6201.

Tipo de Cabo de Alumínio CAL6201	Tração de Projeto (daN)
3 x 2 AWG (Nota I)	454
3 x 1/0 AWG (Nota I)	605
3 x 4/0 AWG (Nota I)	1212
3 x 336,4 MCM (Nota I)	1517

NOTAS:

- I. Valores de trações de projetos por 03 fases dos condutores;
- II. É vetada aplicação de cabos de alumínio CAA ou CA em projetos de redes de distribuição urbana, sendo aplicado cabos tão somente CAL 6201 nas regiões indicadas pela NDU 027.

TABELA 35. Tração de Projeto Alumínio CA.

Tipo de Cabo de Alumínio CAL6201	Tração de Projeto (daN)
3 x 2 AWG (Nota I)	267
3 x 1/0 AWG (Nota I)	426
3 x 4/0 AWG (Nota I)	852
3 x 336,4 MCM (Nota I)	1356

NOTAS:

- I. Valores de trações de projetos por 03 fases dos condutores;
- II. É vetada aplicação de cabos de alumínio CA em projetos de redes de distribuição urbana, sendo esses utilizados para consultas.

TABELA 36. Tração de Projeto Alumínio CAA.

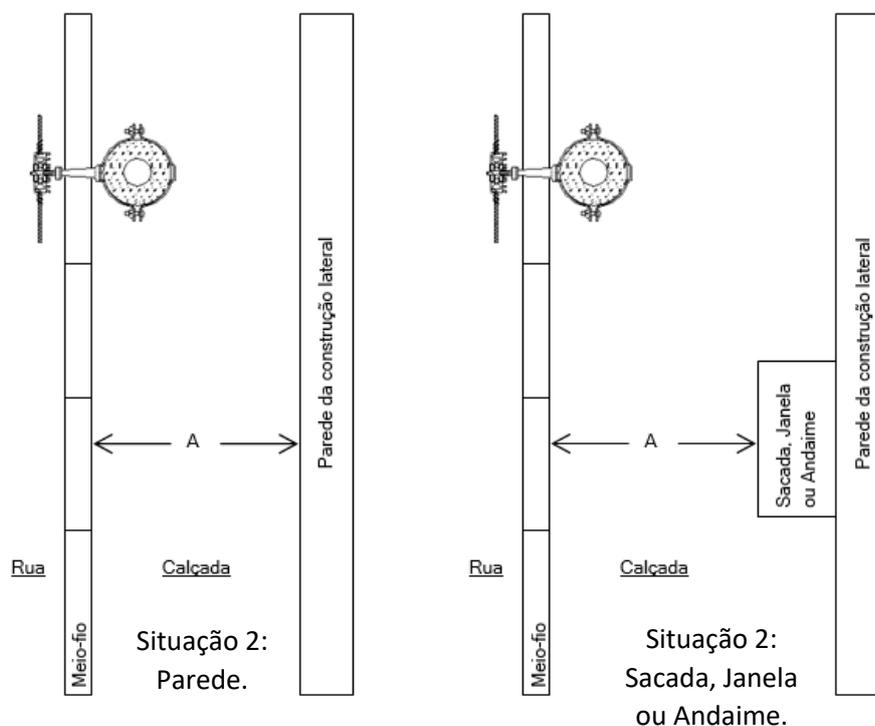
Tipo de Cabo de Alumínio CAL6201	Tração de Projeto (daN)
3 x 2 AWG (Nota I)	454
3 x 1/0 AWG (Nota I)	605
3 x 4/0 AWG (Nota I)	1212
3 x 336,4 MCM (Nota I)	1517

NOTAS:

- I. Valores de trações de projetos por 03 fases dos condutores;
- II. É vetada aplicação de cabos de alumínio CAA em projetos de redes de distribuição urbana, sendo esses utilizados para consultas.

TABELA 37. Selecionar Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Multiplexada Secundária.

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

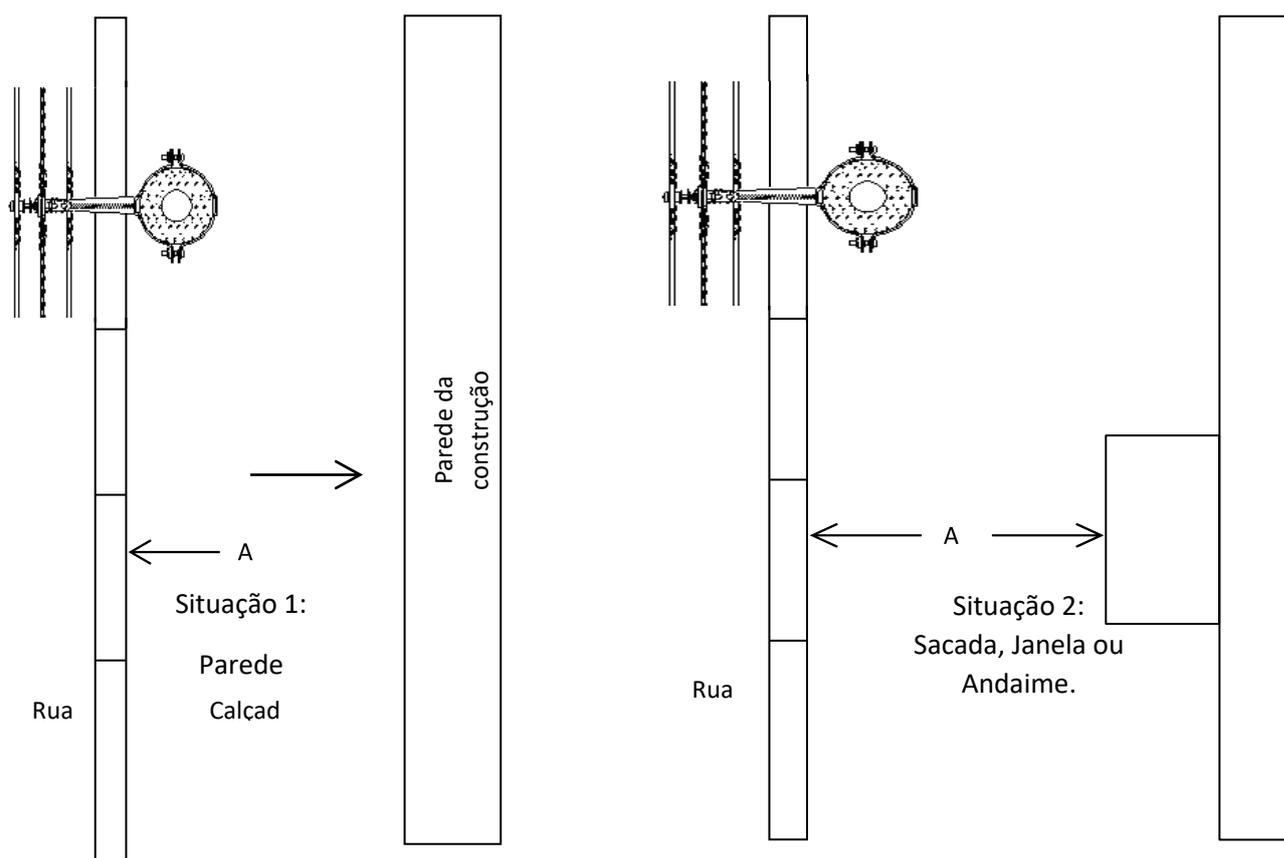


**NOTA:**

- I. A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede trifásica e instalada do lado da rua.

TABELA 38. Seleção de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Aérea de Distribuição Protegida.

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
Parede	$A \geq 0,80$ m	CE1, CE1A, CE2 ou CE4
	$A < 0,80$ m	CEJ1 ou CEJ2
	$A \geq 1,75$ m	CE1, CE1A, CE2, CE3 ou CE4
Sacada, Janela ou Andaime	$A \geq 1,30$ m	CE1, CE1A, CE2 ou CE4
	$A < 1,30$ m	CEJ1 ou CEJ2
	$A \geq 2,25$ m	CE1, CE1A, CE2, CE3 ou CE4



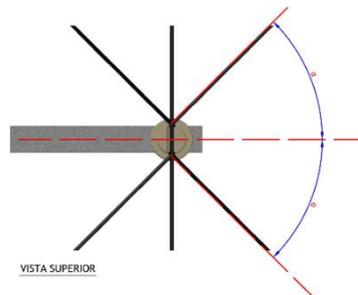
**NOTA:**

- I. A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede trifásica e instalada do lado da rua.

TABELA 39. Escolha de Estruturas - Rede Convencional Ângulos de Deflexão Horizontais e Verticais - CAL 6201.

Ângulo de deflexão horizontal - primário.

Condutor (AWG ou MCM)	Estruturas Tipo N, M e B	Ângulo de deflexão
2	1	0° a 30°
	2	30° a 60°
	2-2	>60°
1/0	1	0° a 20°
	2	20° a 45°
	4	45° a 60°
4/0 e 336,4	3-3	>60°
	1	0° a 10°
	2	10° a 20°
	4	20° a 60°
	3-3	>60°



NOTA:

- I. A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede trifásica e instalada do lado da rua.

### Ângulo de deflexão vertical - primário.

Seção do Condutor	Arrancamento e compressão		Compressão - Poste						Compressão da mão francesa ou cruzeta	
			150 daN (*)		300 daN		600 daN	1000 daN		
	1 Pilar	2 Pilar	M	B	M	B	M ou B	M ou B	1 Pilar	2 Pilar
2AWG	35°	35°	5°	5°	15°	30°	35°	35°	35°	35°
1/0 AWG	30°	35°	-	5°	10°	20°	35°	35°	25°	35°
4/0 AWG	15°	30°	-	-	5°	10°	30°	35°	15°	30°
336,4MCM	10°	20°	-	-	5°	5°	15°	30°	10°	20°

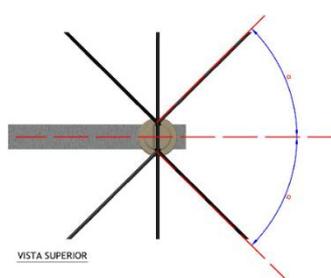


Figura ilustrativa (Isolador tipo Pilar)

#### NOTAS:

- II. (\*) é vetado a aplicação de postes de redes distribuição primária com esforço mecânico de 150 daN.
- III. Observação o sistema monofásico, considerar só os valores de arracamento e compressão.

TABELA 40. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Multiplexada Secundária.

Seção Transversal do condutor (mm <sup>2</sup> )	S11		S13	S14
	Deflexão interna	Deflexão externa	Enc. topo	Enc. topo
1x1x35+35	≤ 45°	≤ 30°	≤ 40°	≤ 40°
2x1x35+35	≤ 45°	≤ 30°	≤ 40°	≤ 40°
2x1x70+70	≤ 45°	≤ 30°	≤ 30°	≤ 30°
3x1x35+35	≤ 45°	≤ 30°	≤ 40°	≤ 40°
3x1x50+50 (*)	≤ 45°	≤ 30°	≤ 40°	≤ 40°
3x1x70+70	≤ 45°	≤ 30°	≤ 30°	≤ 30°
3x1x120+70	≤ 45°	≤ 30°	≤ 20°	≤ 20°

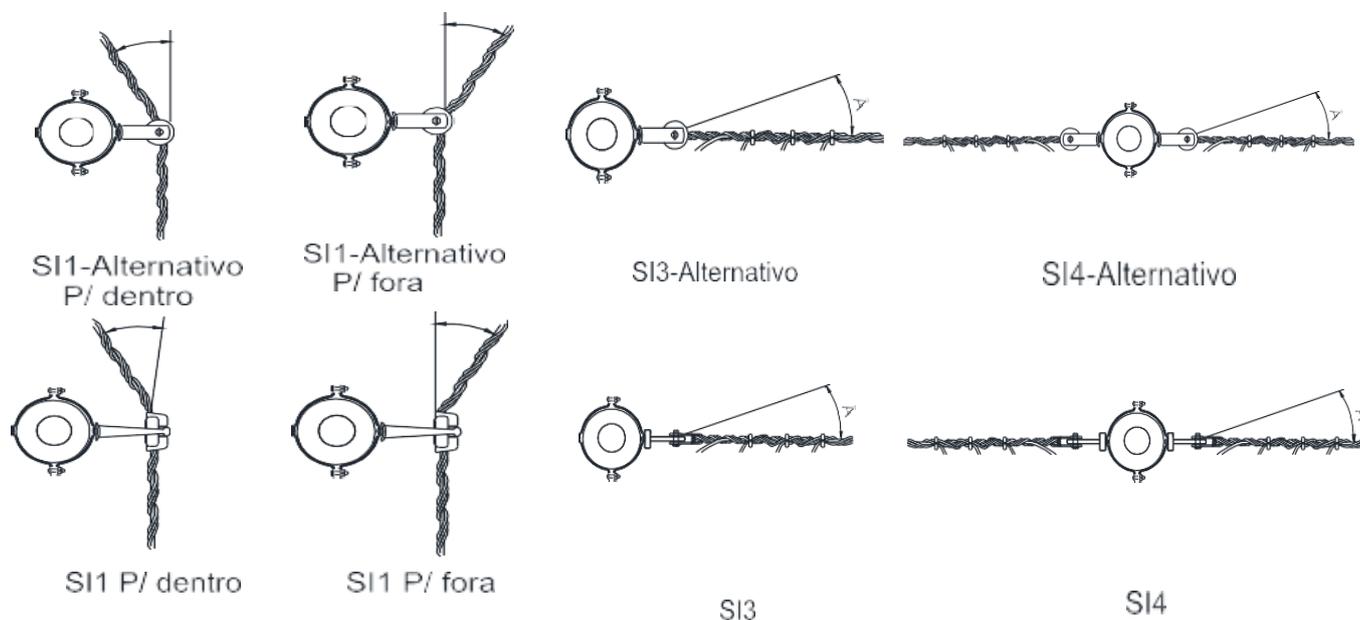


Figura de Ângulo de deflexão horizontal do secundário da rede isolada (multiplexada).

**NOTA:**

- I. A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede trifásica e instalada do lado da rua. Enquanto as informações da tabela 38 sinalizadas com (\*) deverão ser utilizadas apenas a critérios de auxílio, haja vista que esses cabos não padronizados pelo grupo Energisa S.A.

TABELA 41. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Aérea Convencional Secundária.

Seção do condutor (AWG)	S1		S3	S4
	Deflexão interna	Deflexão externa	Enc. topo	Enc. Topo
4 (*)	$\leq 60^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 40^\circ$	$\leq 40^\circ$
2 (*)	$\leq 60^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 40^\circ$	$\leq 40^\circ$
1/0 (*)	$\leq 60^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 40^\circ$	$\leq 40^\circ$
2/0 (*)	$\leq 45^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 30^\circ$	$\leq 30^\circ$
3/0 (*)	$\leq 45^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 30^\circ$	$\leq 30^\circ$
4/0 (*)	$\leq 35^\circ$	$\leq 60^\circ$	$\leq 20^\circ$	$\leq 20^\circ$

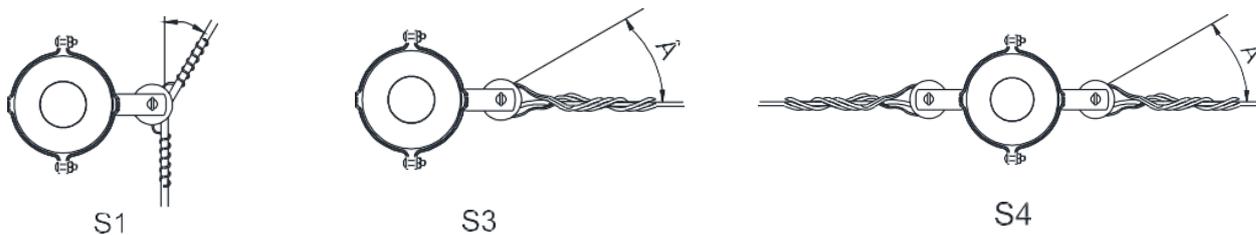


Figura do ângulo de deflexão horizontal do secundário da rede nua (convencional).

**NOTAS:**

- I. As informações da tabela 39 sinalizadas com (\*) deverão ser utilizadas apenas a critérios de auxílio, haja vista que o padrão de redes secundárias no grupo Energisa S.A e a multiplexada. Sendo vedada elaboração de projetos em redes secundárias com cabos de alumínio nu CA ou CAA;
- II. Essa tabela 39 está disponível apenas para consulta, pois é vetada a construção de toda e qualquer rede secundária em cabo de alumínio CA ou CAA.

TABELA 42. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Primária

Classe de tensão (kV)	Seção do condutor	CE1	CE1A	CE2 (1)	CE4 (2)	CE3/CE3 (3)
15	35 (*)	< 6°	≤ 6°	6° a 30°	até 90° (4)	> 90°
	50					
	70					
	95 (*)			6° a 30°		
	120					
	150 (*)					
	185					
24,2	35 (*)	< 6°	≤ 6°	6° a 30°	até 90° (4)	> 90°
	50					
	70					
	95 (*)			6° a 30°		
	120					
	150 (*)					
	185					
36,2	70	< 6°	≤ 6°	6° a 30°	até 90° (4)	> 90°
	120			6° a 30°		
	185					

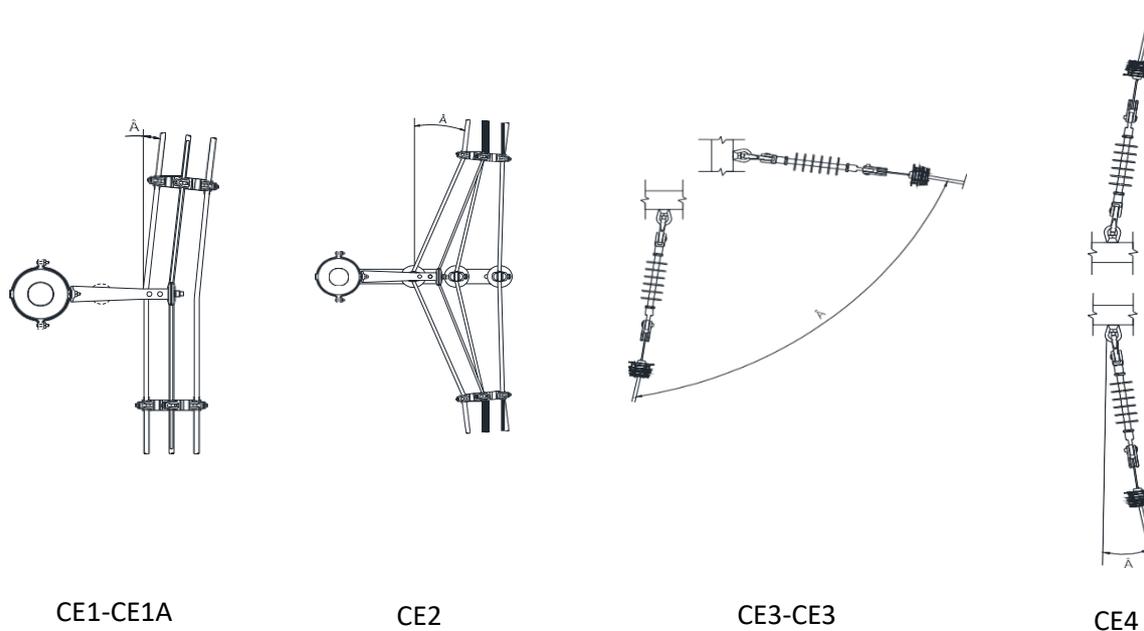


Figura do ângulo de deflexão horizontal do primário da rede protegida (compacta).



NOTAS:

- I. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas CE2 e CEJ2;
- II. Aplica-se, também, a estrutura trifásica CE4U;
- III. Aplica-se, também, a estrutura trifásica CE3U-CE3U;
- IV. Para poste de concreto de seção duplo t e postes de fibra de vidro, o ângulo máximo deverá ser 60°.
- V. (\*) Não deverão ser projetadas extensões com estas seções de condutores.

TABELA 43. Ângulo de Deflexão Horizontal da Rede Primária Convencional.

Seção do condutor	N1 (1)	N2 (2)	N4 (3)	N3-N3 (4)
2	$\leq 60^\circ$	40° a 60°	$\leq 60^\circ$	$> 61^\circ$
1/0	$\leq 40^\circ$			
4/0	$\leq 20^\circ$			
336,4	$\leq 10^\circ$			

NOTAS:

- I. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas B1;
- II. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas B2;
- III. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas B4;
- IV. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas B3-B3, BE3-BE3, quaisquer outros arranjos.

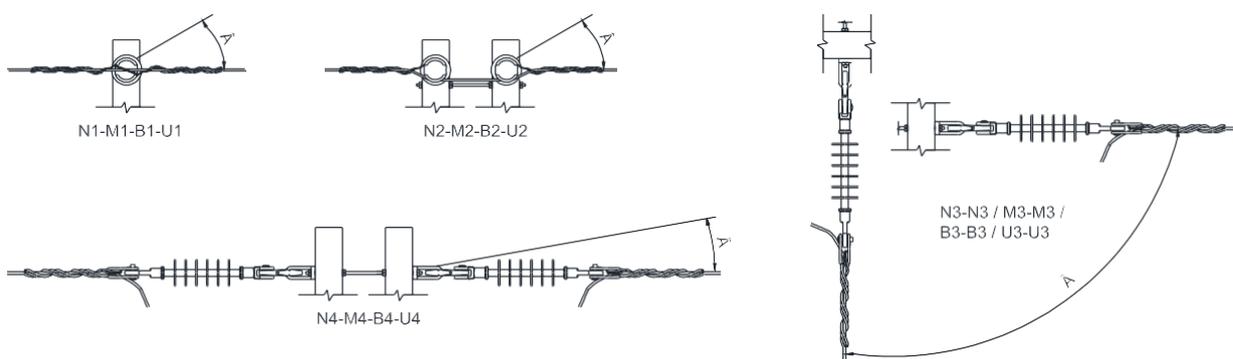


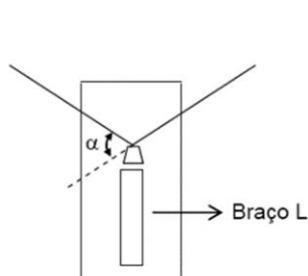
Figura de Ângulo de deflexão horizontal do primário da rede nua (convencional).

TABELA 44. Ângulo de Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida.

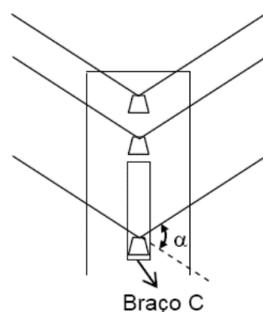
Classe de tensão (kV)	Seção (mm <sup>2</sup> )	Arrancamento			Compressão		
		CE1 (1)	CE2 (2)	CE4 (3)	CE1 (1)	CE2 (2)	CE4 (3)
		(α graus)			(α graus)		
15	50	0	0	90	60	120	120
	120			66	40	40	60
	185						
24,2	50	0	0	90	60	120	120
	120			66	40	40	60
	185						
36,2	70	0	0	66	40	120	120
	120						
	185						

NOTAS:

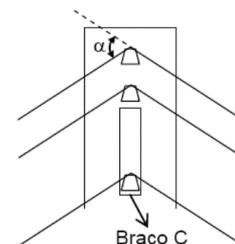
- I. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas CE1A e CEJ1;
- II. Aplica-se, também, as estruturas trifásicas CE2 e CEJ2;
- III. Aplica-se, também, a estrutura trifásica CE4U.



Arrancamento em braço L  
(DESENHO NDU 006.29)



Arrancamento em braço C  
(DESENHO NDU 006.30)  
(DESENHO NDU 006.31)

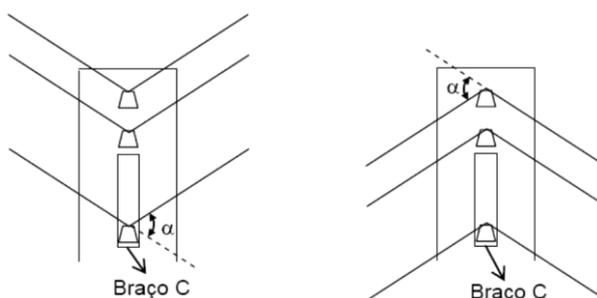


Fincamento em braço C  
(DESENHO NDU 006.30)  
(DESENHO NDU 006.31)

TABELA 45. Escolha de Estruturas - Rede Compacta.

Ângulos de Deflexão Verticais Admissíveis Esforços Verticais em Estruturas com C: CE2 E CE4.

Classe de Isolamento (kV)	Seção Mínima (mm <sup>2</sup> )	Arrancamento ( $\alpha$ Graus)		Compressão ( $\alpha$ Graus)	
		CE 2	CE 4	CE 2	CE 4
15	50	0	90	150	150
	120/185		66	90	90
24,2	50	0	90	150	150
	120/185		66		
36,2	70	0	66	150	150
	120/185				



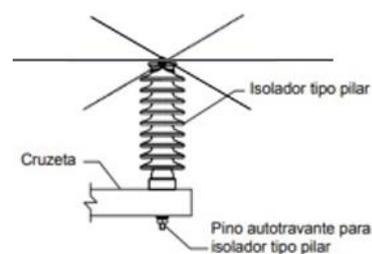
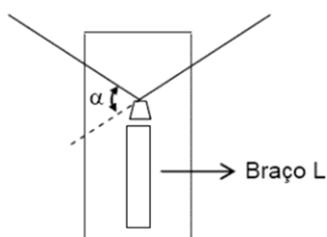
DESENHO NDU 006.30 e DESENHO NDU 006.31.

TABELA 46. Ângulos de Deflexão Verticais Admissíveis Esforços Verticais em Estruturas L: CE1 e CE1A.

Classe de Isolamento (kV)	Seção Mínima (mm <sup>2</sup> )	Arrancamento ( $\alpha$ Graus)	Compressão ( $\alpha$ Graus)
15	50	0	78
	120/185		58
24,2	50	0	74
	120/185		54
36,2	70	0	56
	120/185		48

TABELA 47. Ângulo de Deflexão Vertical da Rede Primária Convencional.

Seção do condutor (AWG/MCM)	Arrancamento e compressão	
	1 Pilar	2 Pilar
2	$\leq 35^\circ$	$\leq 35^\circ$
1/0	$\leq 30^\circ$	$\leq 35^\circ$
4/0	$\leq 15^\circ$	$\leq 30^\circ$
336,4	$\leq 10^\circ$	$\leq 20^\circ$



NOTAS:

- I. O volume de tráfego motorizado deverá ser medido em horário noturno (entre 18 h e 21 h), contabilizando veículos por hora, em ambos os sentidos, em pista única;
- II. Para vias com tráfego motorizado menor do que 150 veículos por hora, consideram-se as exigências mínimas do grupo leve.

TABELA 48. Tráfego para Pedestres

	Classificação	Volume de tráfego
Tráfego motorizado	Tráfego leve	150 - 500
	Tráfego médio	500 - 1.200
	Tráfego intenso	1.200 - 2.400
	Tráfego muito intenso	Acima de 2.400
Tráfego para pedestres	Sem tráfego	Como nas vias arteriais
	Tráfego leve	Como nas vias residenciais médias
	Tráfego médio	Como nas vias comerciais secundárias
	Tráfego intenso	Como nas vias comerciais principais

## 18. FORMULÁRIOS

MODELO 01. Fiscalização E/Ou Conclusão de Obra.

MODELO 02. Solicitação de Aprovação de Projetos.

MODELO 03. Memorial Descritivo.

MODELO 04. Autorização de Passagens Instrumentos Particular de Constituição de Servidão - Pessoa Jurídica.

MODELO 05. Autorização de Passagens Instrumentos Particular de Constituição de Servidão - Pessoa Física.

MODELO 06. Declaração Ambiental.

## MODELO 01. Fiscalização e/ou Conclusão de Obra.

FISCALIZAÇÃO E/OU CONCLUSÃO DE OBRA



\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

Ao Cordenador: \_\_\_\_\_.

Departamento/Setor: \_\_\_\_\_.

Assunto: Fiscalização e/ou Conclusão.

Prezado Senhor: \_\_\_\_\_.

Vimos pelo presente, solicitar a V.Sa. A fiscalização dos serviços referentes ao  
Projeto \_\_\_\_\_.

Responsável da Obra: \_\_\_\_\_.

Solicitante da Obra: \_\_\_\_\_.

Local da Obra: \_\_\_\_\_.

Número do Projeto: \_\_\_\_\_.

Descrição da Obra: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Número de ART/DRT/RRT de Construção \_\_\_\_\_.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Responsável Técnico

\_\_\_\_\_  
CREA/CAU/CRT N°

## MODELO 02. Solicitação de Aprovação de Projetos.

SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS



\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_\_.

Ao Cordenador: \_\_\_\_\_

Departamento/Setor: \_\_\_\_\_

Assunto: Solicitação de Aprovação de Projeto.

Prezado Senhor: \_\_\_\_\_

Vimos pelo presente, solicitar a V.Sa. a aprovação do projeto referente \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ para atender ao (s) consumidor(es) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Local da Obra: \_\_\_\_\_

Número do Projeto: \_\_\_\_\_

Descrição da Obra: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ramal Urbano:  Trifásico  Monofásico.

Ramal Rural:  Trifásico  Monofásico.

Projeto N° \_\_\_\_\_

Obra:  Concessionária  Obra de Terceiros.

## MODELO 02. Solicitação de Aprovação de Projetos.

SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS (Continuação)



Número de ART/DRT/RRT \_\_\_\_\_

Localidade: \_\_\_\_\_

Endereço do Empreendimento: \_\_\_\_\_

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Responsável Técnico

\_\_\_\_\_  
CREA/CAU/CRT N°

Proprietário: \_\_\_\_\_

CPF/CNPJ: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Endereço de Correspondência

Rua: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Responsável Técnico

\_\_\_\_\_  
CREA/CAU/CRT N°

## MODELO 03. Memorial Descritivo.

MEMORIAL DESCRITIVO



Título do Projeto: \_\_\_\_\_

Localidade: \_\_\_\_\_

Responsável Técnico: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

1. Finalidade: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Circuito Primário, em \_\_\_\_\_ kV.

Extensão total da rede, em km: \_\_\_\_\_

Extensão parciais da rede por sistema, tipo e bitolas dos condutores \_\_\_\_\_

Indicar as extensões de rede a serem removidas ou deslocadas, quando for o caso

\_\_\_\_\_

3. Circuito Secundário, em \_\_\_\_/\_\_\_\_ Volts.

Extensão total da rede, em km: \_\_\_\_\_

Extensão parciais da rede por sistema, tipo e bitolas dos condutores: \_\_\_\_\_

Indicar as extensões de rede a serem removidas ou deslocadas, quando for o caso

\_\_\_\_\_

3. Transformadores de Distribuição, \_\_\_\_\_ kV/ \_\_\_\_\_/\_\_\_\_ Volts.

Potência total instalada (kVA): \_\_\_\_\_

Indicar os Transformadores removidos ou deslocados, quando for o caso: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## MODELO 03. Memorial Descritivo.

MEMORIAL DESCRITIVO (Continuação)



### 5. Proteção Contra Sobrecorrente

Instalação de chaves fusíveis, de \_\_\_\_\_ kV - 100 A, nas saídas dos ramais e na alimentação de transformadores (Terno de Chaves).

### 6. Proteção Contra Sobretensão

Para-raios de \_\_\_\_\_ kV, ZnO, encapsulados em materiais polimérico, nos locais indicados no projeto (Terno):

### 7. Equipamentos Especiais

Serão instalados religadores, seccionadores, banco de capacitores, etc nos locais previstos no projetos.

(Descrever as características dos equipamentos) \_\_\_\_\_

---

---

### 8. Postes

Discriminá-lo de acordo com o tipo, altura e esforço indicando a quantidade de cada.

Quantidade Total:

### 9. Estruturas

Discriminá-las, se de MT ou BT, e conforme o tipo, indicando a quantidade de cada.

Quantidade Total:

### 10. Iluminação Pública ou Iluminação das Vias Internas

Discriminar os tipos das luminárias, potência e tipo das lâmpadas, indicando a quantidade de cada.

---

---

## MODELO 03. Memorial Descritivo.

MEMORIAL DESCRITIVO (Continuação)



11. Número de Consumidores

Quantidade de unidades consumidoras prontas para ligação:

Unidades de consumidores potenciais (lotes vagos):

---

---

---

---

---

---

---

---

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Responsável Técnico

\_\_\_\_\_  
CREA/CAU/CRT N°

## MODELO 04. Autorização de Passagens Instrumentos Particular de Constituição de Servidão - Pessoa Jurídica.

Autorização de Passagens  
Instrumento Particular de Constituição de Servidão  
Para Pessoa Jurídica



Por este instrumento Particular de Constituição de Servidão Gratuita entre a Energisa \_\_\_\_\_ S.A., neste ato representado por seu bastante procurador e o Sr. \_\_\_\_\_, estado civil: \_\_\_\_\_, CPF: \_\_\_\_\_, RG: \_\_\_\_\_, residentes e domiciliados: \_\_\_\_\_, proprietários do imóvel denominado \_\_\_\_\_ situado no município de \_\_\_\_\_ fica constituída, no referido imóvel a favor da citada empresa, uma servidão administrativa numa faixa de terreno com \_\_\_\_\_ metros de comprimento por \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) metros de largura, perfazendo uma área de \_\_\_\_\_ e na outra com terrenos de \_\_\_\_\_ e nas laterais com terrenos remanescentes do OUTORGANTE, destinada á faixa de Segurança para passagem de rede de distribuição Rural de Energia Elétrica, para atendimento ao Sr. (a) \_\_\_\_\_.

I. Esta faixa continuará sendo utilizada pelo proprietário, vedada, porém dentro dela a implantação de construções e/ou benfeitorias, bem como a plantação de árvores que possa atingir ou comprometer as instalações elétricas, inclusive cana-de-açúcar.

II. O(s) outorgante(s) e seus sucessores autorizam, desde já, o acesso permanente á área acima descrita das equipes de manutenção da ENERGISA ou de terceiros por ela credenciados por construção, supressão de vegetação e limpeza da faixa e manutenção da faixa de segurança, bem como pelo ressarcimento de eventuais danos causados á propriedade do(s) outorgante(s), diretamente por seus funcionários ou por terceiros por ela Credenciados.

III. Por estarem justas e contratadas, assinam o presente instrumento na presença das testemunhas abaixo:

(Nome da Cidade) \_\_\_\_\_ (Sigla do Estado), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Energisa: \_\_\_\_\_, Matrícula \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome do Proprietário

\_\_\_\_\_  
Nome do Cônjuge

\_\_\_\_\_  
Testemunha I

\_\_\_\_\_  
Testemunha II

Nome:  
CPF:

Nome:  
CPF:

## MODELO 05. Autorização de Passagens Instrumentos Particular de Constituição de Servidão - Pessoa Física.

Autorização de Passagens  
Instrumento Particular de Constituição de Servidão Gratuita  
Para Pessoa Física



Por este instrumento Particular de Constituição de Servidão Gratuita como outorgante, Sr.(a):  
\_\_\_\_\_, profissão: \_\_\_\_\_  
estado civil: \_\_\_\_\_, CPF: \_\_\_\_\_,  
RG: \_\_\_\_\_, e seu cônjuge: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, profissão: \_\_\_\_\_  
CPF: \_\_\_\_\_, RG: \_\_\_\_\_,  
residente (s) e domiciliado (s) \_\_\_\_\_,  
e com outorga, Grupo Energisa S.A., concessionária de serviço público federal de energia elétrica, com sede na \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, CNPJ n° \_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_, doravante representada por seus bastantes procuradores, todos com poderes especiais para, agindo em conjunto ou separadamente, conforme procuração lavrada no Serviço Notarial do X° Ofício de \_\_\_\_\_, no livro \_\_\_\_\_, fls. \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_, ficam justo e contratado.

Cláusula Primeira: Que o (s) outorgante (s) é (são) proprietário (s) e legítimo (s) possuidor (es) , sem ônus algum, do imóvel rural denominado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, situado na área rural \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ do município de \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Comarca \_\_\_\_\_, cadastrado no Incra sob o N° \_\_\_\_\_

Cláusula Segunda: Que, foi solicitado pela outorgada para que lhe permitisse utilizar parte do referido imóvel, constituída em servidão, para efeito de construção e manutenção da rede de Distribuição de energia elétrica do Sistema ENERGISA, de \_\_\_\_\_ kV, ou outras interligações do mesmo Sistema, com o que o(s) outorgante(s) concorda(m) e ora contrata (m).

Cláusula Terceira: Que a servidão ora constituída será exercida sobre o aludido imóvel em uma faixa de terreno com início na coordenada UTM ( \_\_\_\_\_ ) e término na coordenada UTM ( \_\_\_\_\_ ), conforme traçado do desenho na planta do projeto n.º \_\_\_\_\_, com  
\_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ ) meros de comprimento por \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ ) metros de largura, perfazendo uma área de \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) metros quadrados.

Cláusula Quarta: Que, assim, pelo presente e na melhor forma de direito, fica estabelecida e constituída, dentro da área acima determinada, em favor da outorgada, uma servidão administrativa para efeito de poder a outorgada, de hoje em diante e para sempre, não só construir e passar não só construir energia elétrica mencionada, bem como adentrar na propriedade para fazer as devidas manutenções, reforma, ampliação e melhoramentos nesta rede.

Cláusula Quinta: Que a presente servidão é feita gratuitamente.

Cláusula Sexta: Que, a servidão ora constituída será permanente e irremovível, passando ativa e

## MODELO 05. Autorização de Passagens Instrumentos Particular de Constituição de Servidão - Pessoa Física.

Autorização de Passagens  
Instrumento Particular de Constituição de Servidão Gratuita  
Para Pessoa Física (Continuação)



passivamente para os sucessores do(s) contratante(s) nos imóveis serviente e dominante, obrigando-se outorgante(s) a utilizar (em) a área acima de modo forma e não tubar de modo algum a servidão ora constituída, devendo, ainda, abster-se efetuar plantio de cana e de vegetação de elevado porte na faixa serviente, bem como edificações de quaisquer espécies.

Cláusula Sétima: O(s) outorgante(s) e seus sucessores autorizam, desde já, o acesso permanente à área acima descrita das equipes de manutenção da ENERGISA ou de terceiros por ela credenciados para construção, supressão de vegetação e limpeza da faixa de segurança.

Cláusula Oitava: A ENERGISA, por sua vez, se responsabiliza pela obtenção, junto aos órgãos ambientais, das autorizações necessárias à supressão de vegetação, limpeza e manutenção da faixa de segurança, bem como pelo ressarcimento de eventuais danos causados à propriedade do(s) outorgante(s), diretamente por seus empregados ou por terceiros por ela credenciados.

Cláusula Nona: Fica desde já a outorgada imitada na posse da servidão, transmitindo-lhe e, o(s) outorgante(s), toda posse, uso, direito e ação sobre a área acima descrita.

Estando assim, outorgantes (s) e outorgados, justos e contratados, assinam este instrumento juntamente com as testemunhas abaixo, depois de lido e verificado estar de acordo com o que combinaram e estipularam.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nome do Proprietário

\_\_\_\_\_  
Nome do Cônjuge

\_\_\_\_\_  
Testemunha I

\_\_\_\_\_  
Testemunha II

Nome:

CPF:

Nome:

CPF:

## MODELO 06. Declaração Ambiental.

Declaração Ambiental - Declaração do  
Responsável Técnico



Eu, \_\_\_\_\_, CPF:  
\_\_\_\_\_, responsável técnico N.º \_\_\_\_\_, responsável  
técnico pela elaboração do projeto de rede de distribuição de energia na localidade de  
\_\_\_\_\_, no município de  
\_\_\_\_\_, cujo o interessado (a) é sr. (a)  
\_\_\_\_\_, declaro para os devidos fins que as informações  
registradas abaixo, relativas às questões ambientais, foram verificadas no local de realização do  
projeto elétrico, sendo portanto expressão da realidade verificada.

As alternativas marcadas correspondem as situações observadas onde o projeto será executado:

- Há a necessidade de podas, roçadas, desmatamentos e/ou abates(cortes) de árvores para a execução do projeto elétrico.
- Não há a necessidade de podas, roçadas, desmatamentos e/ou abates(corte)de árvores para a execução do projeto.

Requisitos:

Há roçadas, desmatamentos e/ou abates - (Zonas Rurais):

Em se tratando de espécimes nativas devem ser identificados no projeto os locais de abate e enviada, junto com o projeto elétrico, a licença ambiental para execução dos mesmos. Espécimes exóticas(eucaliptos, pinus, uva do Japão etc.) não há a necessidade de envio de licença (apenas indicação no projeto elétrico).

Há podas - (Zonas Rurais):

Há a necessidade de licença a apenas para os espécimes protegidos por lei (Figueiras e Corticeiras). Devem ser indicadas no projeto as necessidades de podas, indicando a condição(espécimes protegidos por lei ou espécimes não protegidas por lei). Exceto as protegidas por lei, na zona rural as podas identificadas em projeto podem ser executadas sem licença específica (basta autorização dos proprietários);

(Zonas urbanas):

Deve haver licença das prefeituras Municipais para poda em qualquer tipo de árvore.

Sempre as necessidades (de podas ou abates) devem ser indicadas em projeto, independente da necessidade ou não de licenciamento.

\_\_\_\_\_  
Ass. Responsável Técnico pelo Projeto

## 19. DESENHOS

DESENHO NDU 006.01. Afastamentos Mínimos - Estruturas Rede Compacta.

DESENHO NDU 006.02. Afastamentos Mínimos - Estruturas Rede Convencional.

DESENHO NDU 006.03. Afastamentos mínimos entre condutores e edificações Rede convencional.

DESENHO NDU 006.04. Afastamentos mínimos entre condutores e edificações - Rede compacta.

DESENHO NDU 006.05. Afastamentos mínimos - Circuitos diferentes.

DESENHO NDU 006.06. Afastamentos mínimos - Condutor ao solo.

DESENHO NDU 006.07. Faixas de uso da calçada - Corte.

DESENHO NDU 006.08. Testada do Terreno.

DESENHO NDU 006.09. Cruzamento - Esquina.

DESENHO NDU 006.10. Afastamento Mínimo entre Estribos.

DESENHO NDU 006.11. Cruzamento aéreo Redes Compacta x Compacta.

DESENHO NDU 006.12. Cruzamento aéreo Rede Convencional x Convencional.

DESENHO NDU 006.13. Disposição de Poste.

DESENHO NDU 006.14. Posteamto.

DESENHO NDU 006.15. Travessia de Redes Elétricas sob Rodovias.

DESENHO NDU 006.16. Travessia de Rede Elétricas sob águas Fluviais.

DESENHO NDU 006.17. Travessia de Redes Elétricas sob Linha Férrea.

DESENHO NDU 006.18. Zona de Proteção de Heliponto - Área de Transição.



DESENHO NDU 006.19. Zona de Proteção de Heliponto - Área de Aproximação.

DESENHO NDU 006.20. Zona de Proteção de Heliponto - Áreas de Cota Nula.

DESENHO NDU 006.21. Zona de Proteção de Aeródromo Áreas de Transição e Aproximação.

DESENHO NDU 006.22. Zona de Proteção de Aeródromo - Perfis Longitudinais e Áreas de Aproximação.

DESENHO NDU 006.23. Modelo de Plano Básico de Zona Proteção de Aeródromo.

DESENHO NDU 006.24. Cruzamento Aéreo.

DESENHO NDU 006.25. Método de tração mecânica com 02 esforços.

DESENHO NDU 006.26. Método de Tração Mecânica com 02 ou mais Esforços.

DESENHO NDU 006.27. Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão - Transferência de Força.

DESENHO NDU 006.28. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço L.

DESENHO NDU 006.29. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço C.

DESENHO NDU 006.30. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço C.

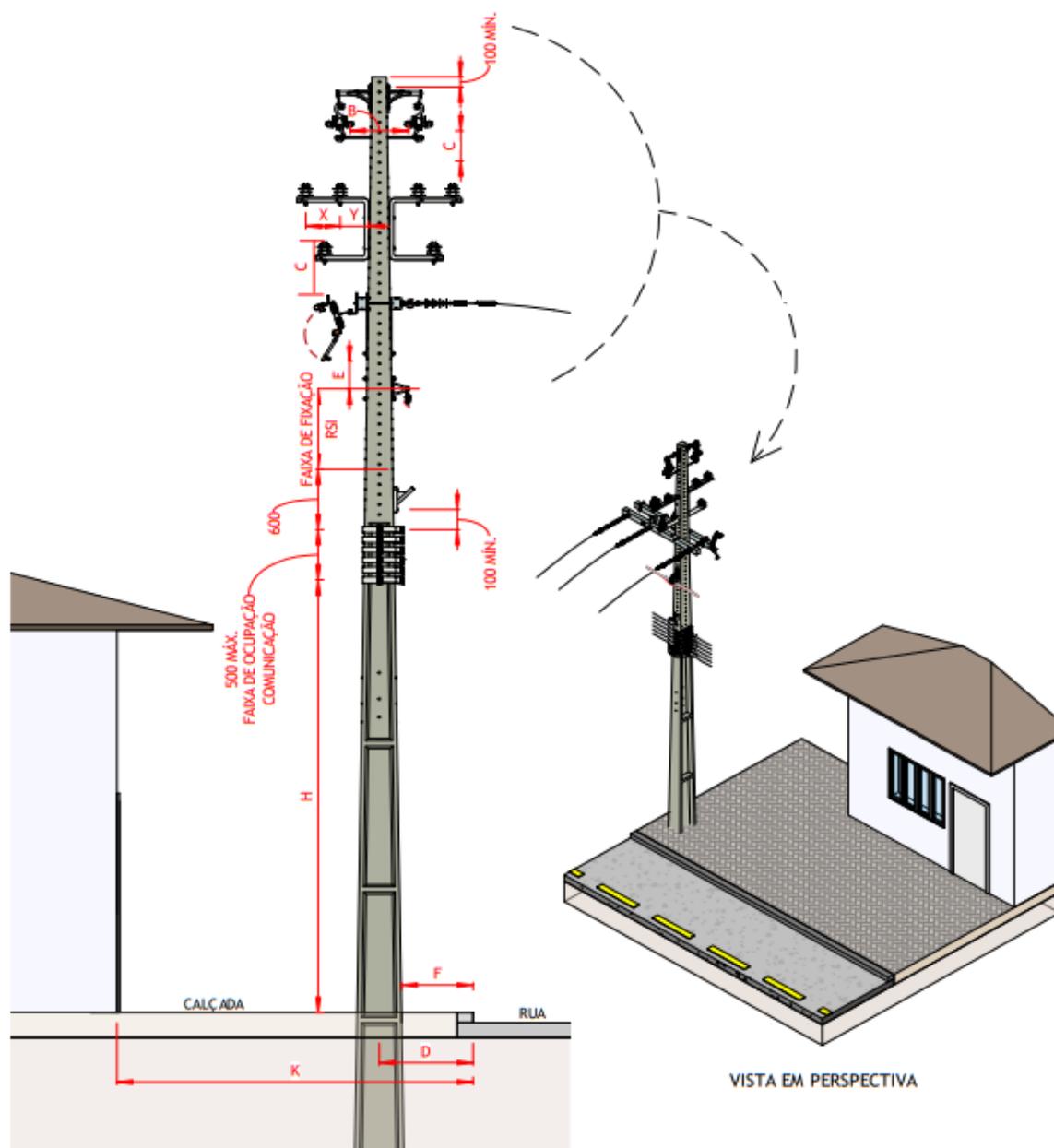
DESENHO NDU 006.31. Estruturas apresentadas na Tabela 40.

DESENHO NDU 006.32. Estruturas apresentadas na Tabela 41.

DESENHO NDU 006.33. Placa de Número Operativo de Componentes Elétricos.

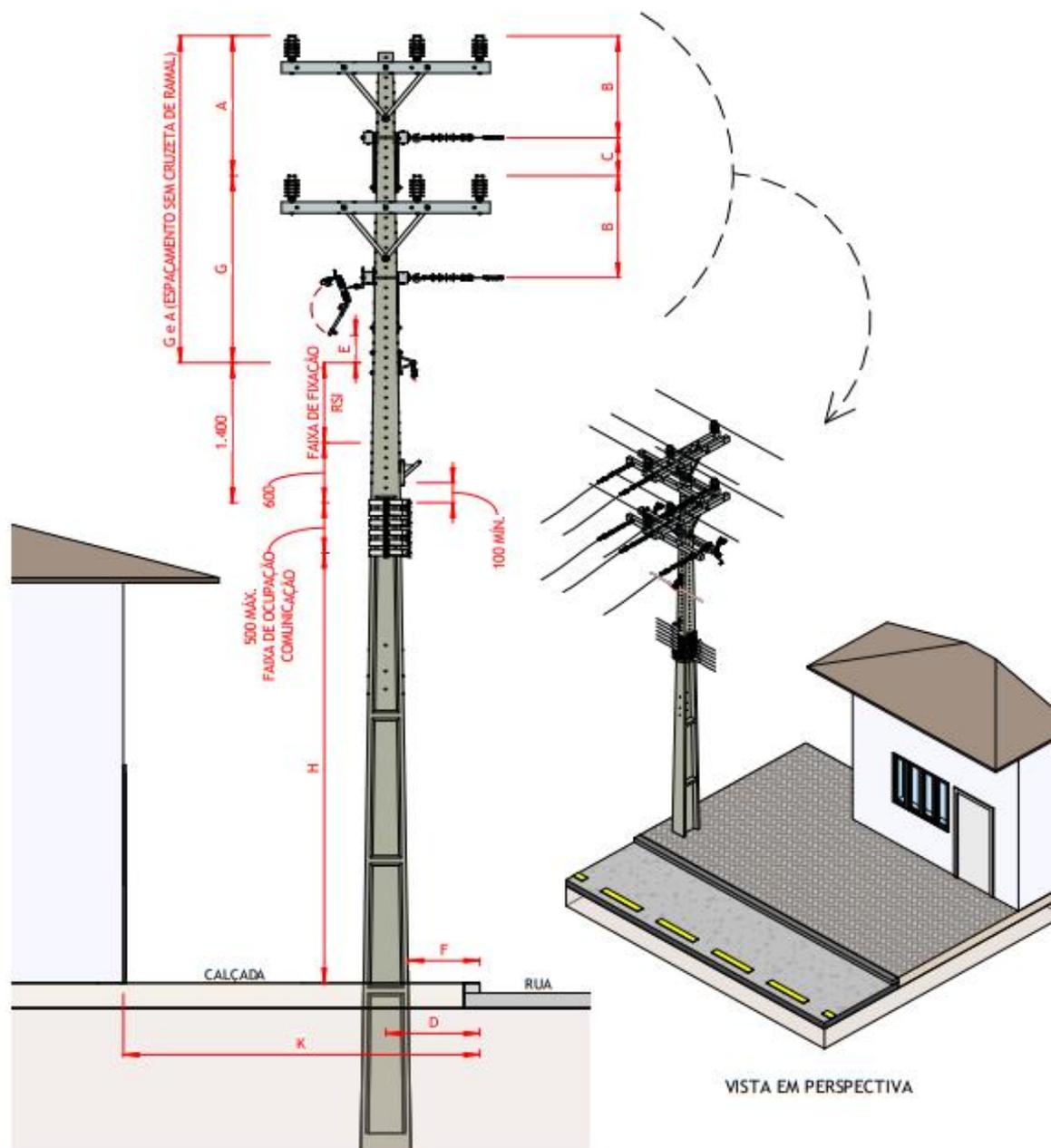
DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

## DESENHO NDU 006.01. Afastamentos Mínimos - Estruturas Rede Compacta.



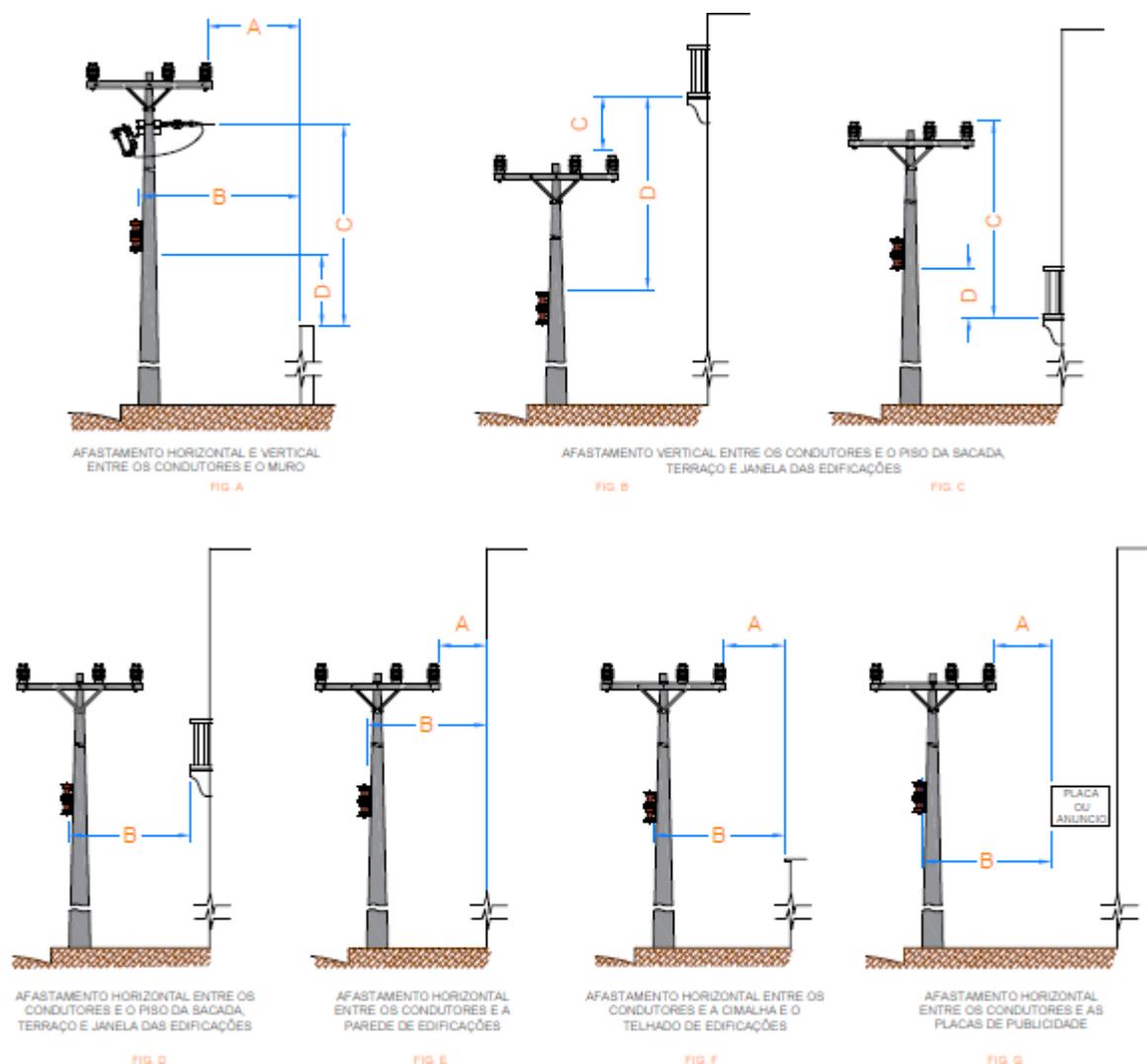
Tensão (kV)	Afastamentos Mínimos								
	B		C		$k \leq 2\,500$		$k > 2\,500$		E
	(kV)		(kV)		D	F	D	F	
	15	36,2	15	36,2					(mm)
15,0	300	430	410	540	350	150	500	200	800
24,2	-	580	-	690					1.000
36,2	-	-	-	-					-

## DESENHO NDU 006.02. Afastamentos Mínimos - Estruturas Rede Convencional.



Tensão kV	Afastamentos Mínimos								
	A	B	C	k ≤ 2 500		k > 2 500		E	G
				D	F	D	F		
15	800	500	800	350	150	500	200	800	800
36,2	900	700	900	350	150	500	200	1 000	1 000

## DESENHO NDU 006.03. Afastamentos mínimos entre condutores e edificações - Rede convencional.



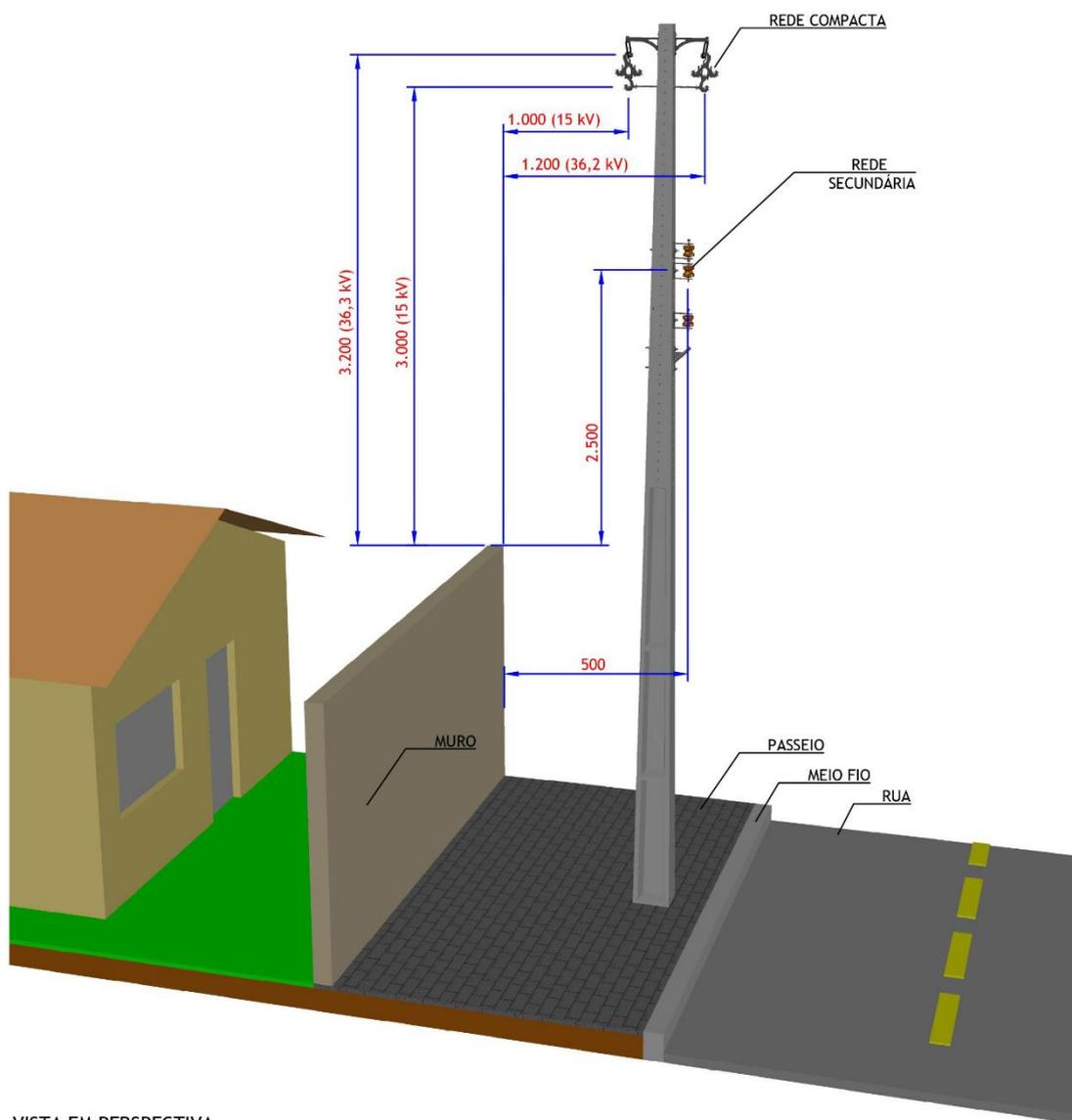
Afastamento mínimo						
Figura	Primário				Somente secundário	
	15,0 kV		24,2 / 36,2 kV		B	D
	A	C	A	C		
a	1.000	3.000	1.200	3.200	500	2.500
b	-	1.000	-	1.200	-	500
c	-	3.000	-	3.200	-	2.500
d	1.500	-	1.700	-	1.200	-
e	1.000	-	1.200	-	1.000	-
f	1.000	-	1.200	-	1.000	-
g	1.500	-	1.700	-	1.200	-



NOTAS:

- I. Se os afastamentos verticais das figuras "b" e "c" não puderem ser mantidos, exige-se os afastamentos horizontais da figura "d".
- II. Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das figuras "b" e "c", não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela figura "d", porém o afastamento da figura "e" deve ser mantido.

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta.

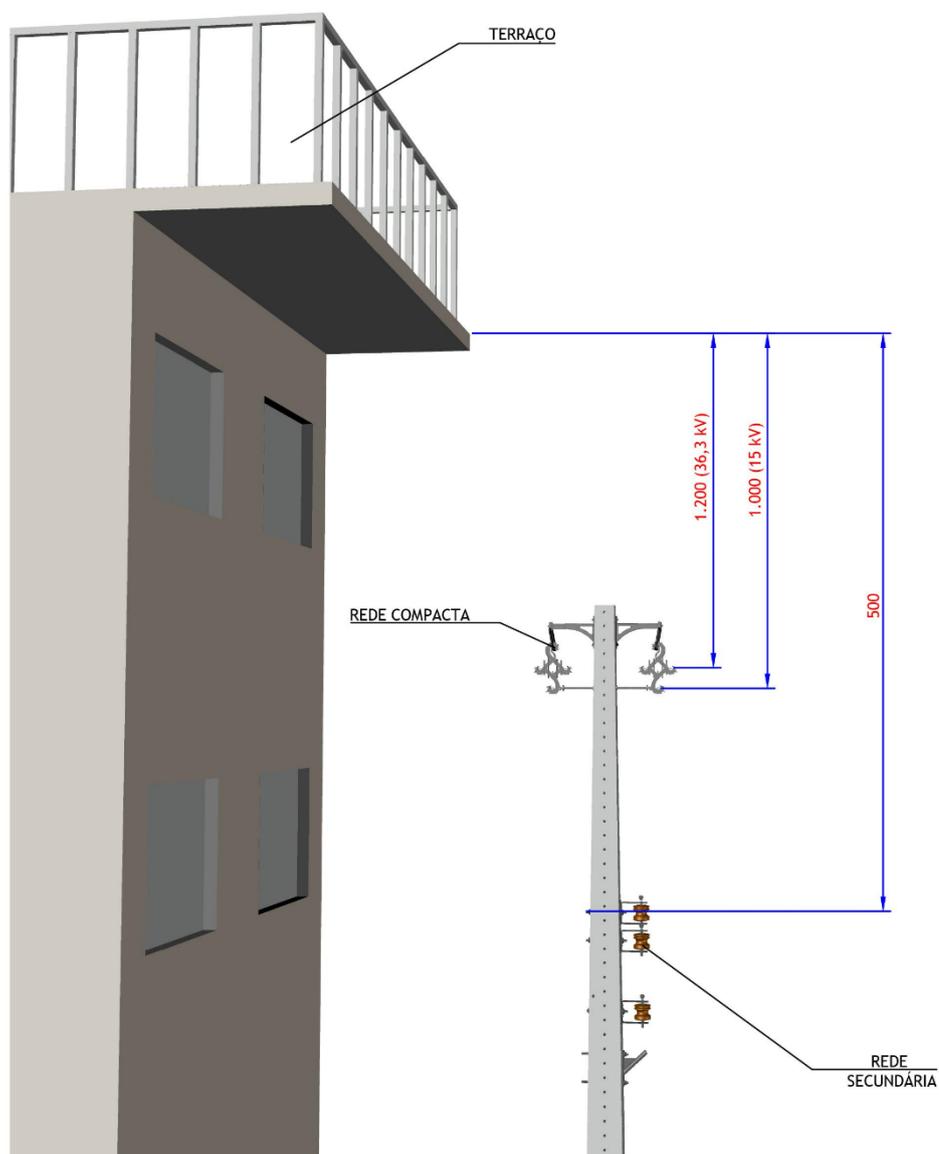


VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).

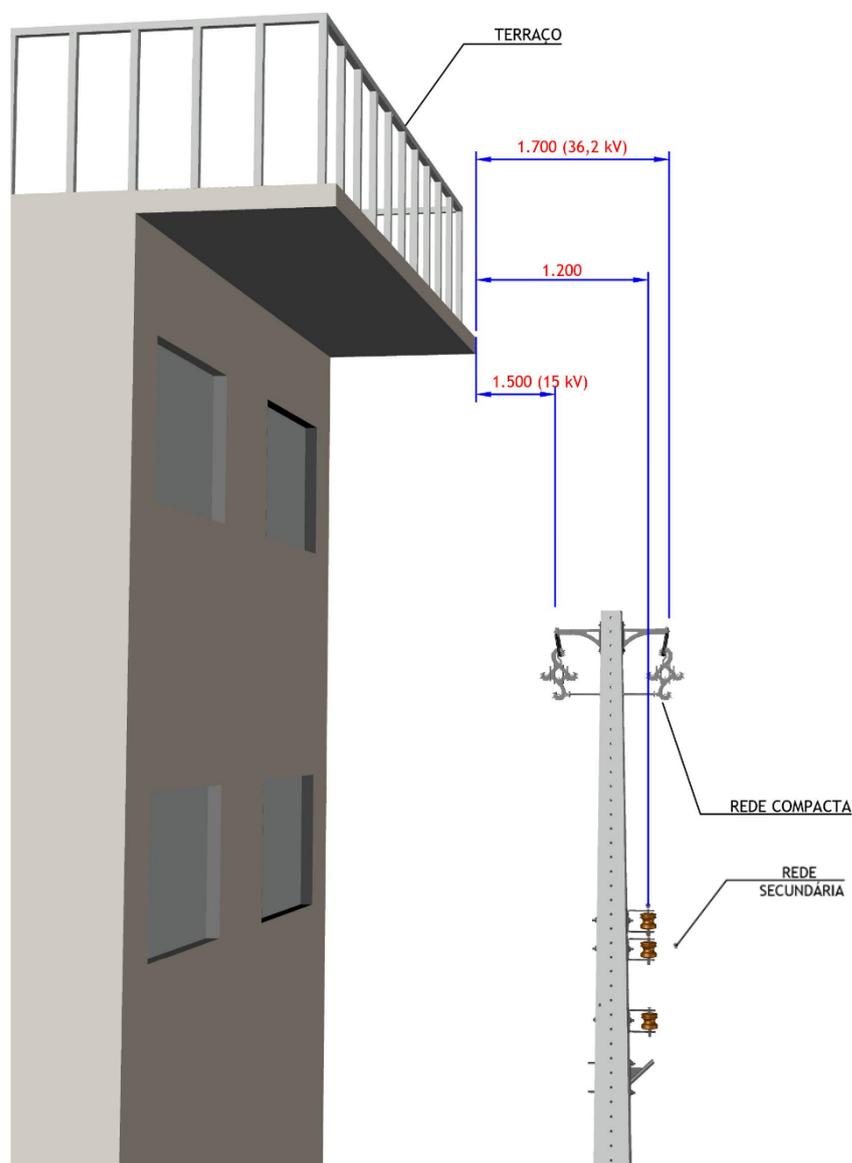


VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).

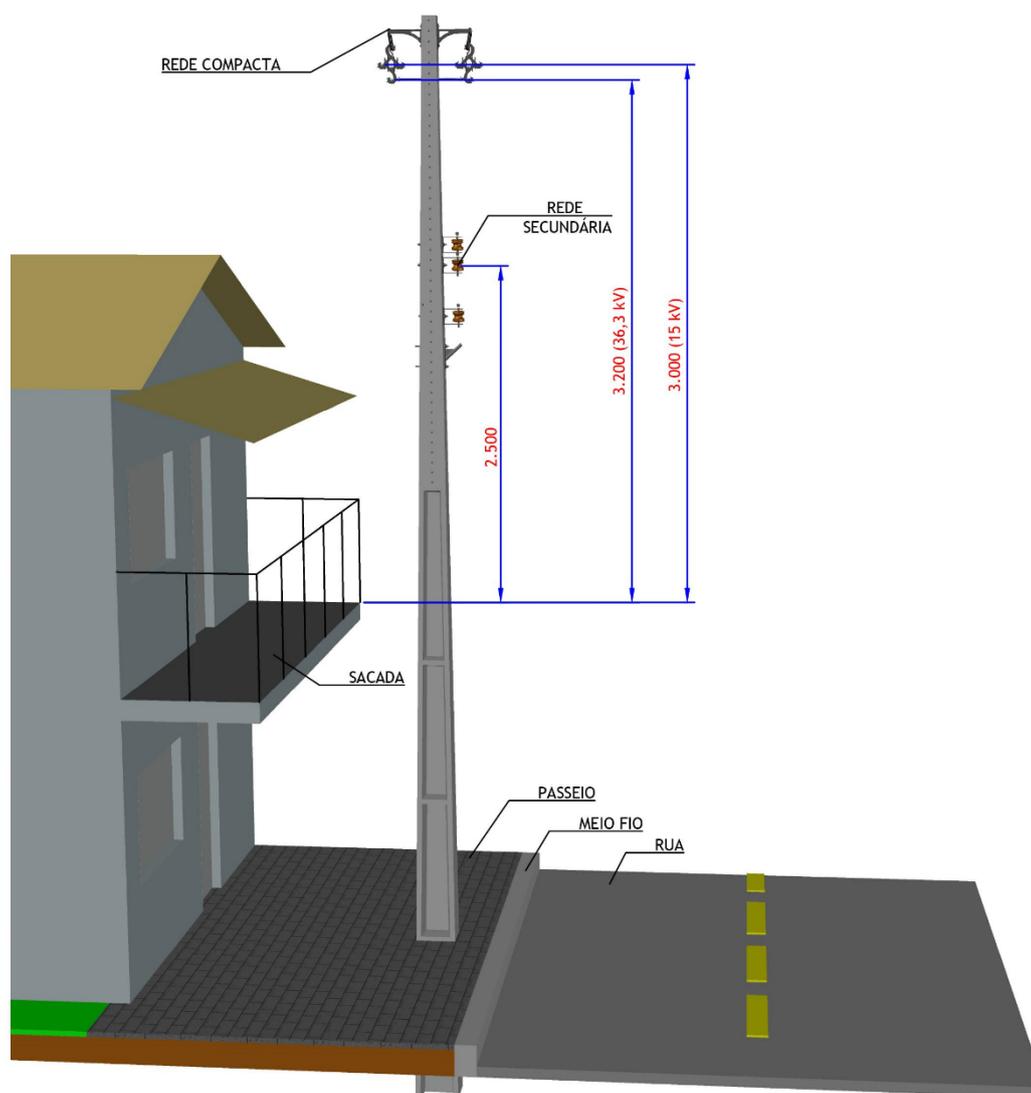


VISTA EM PERSPECTIVA

**NOTA:**

I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).

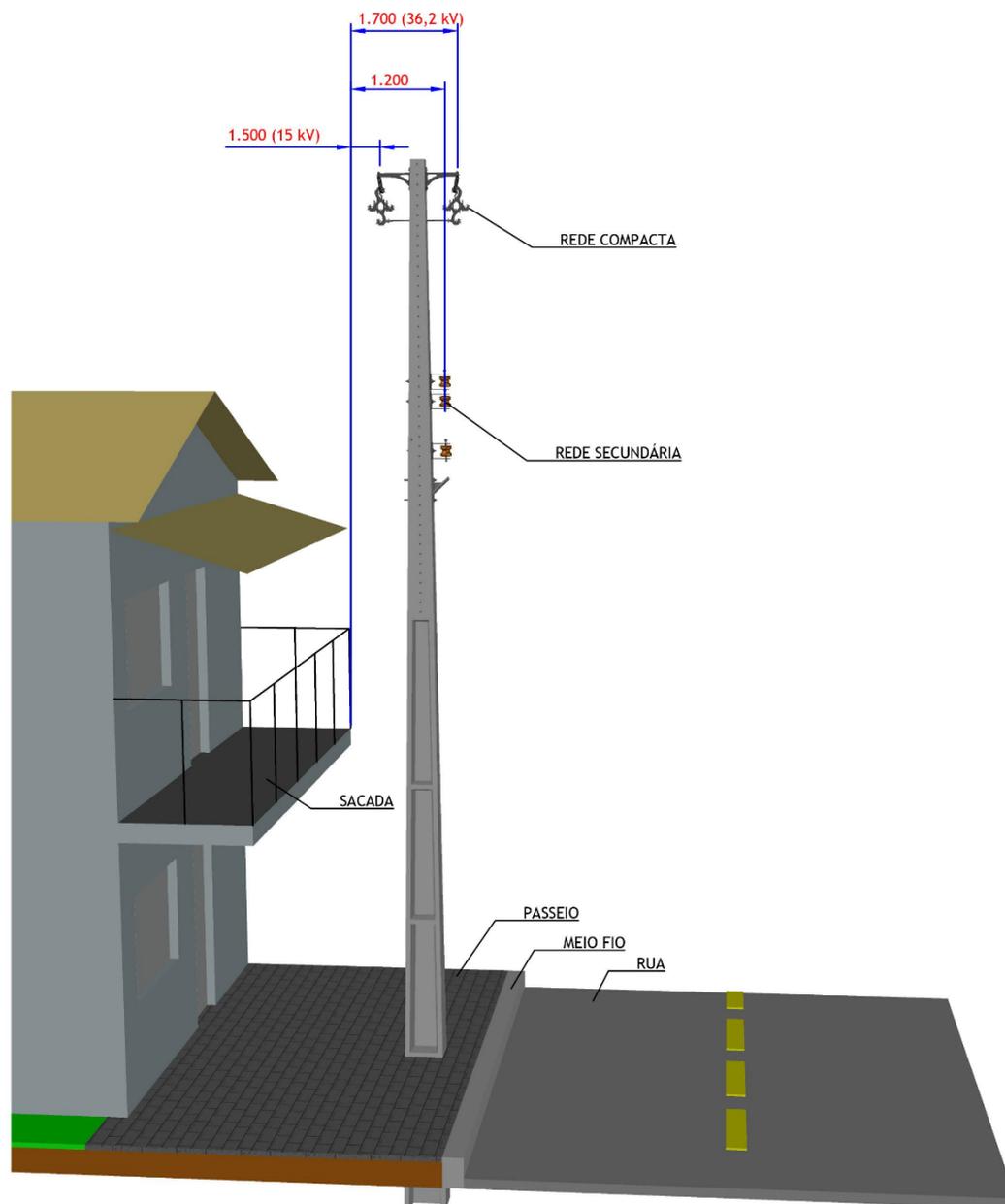


VISTA EM PERSPECTIVA

NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).

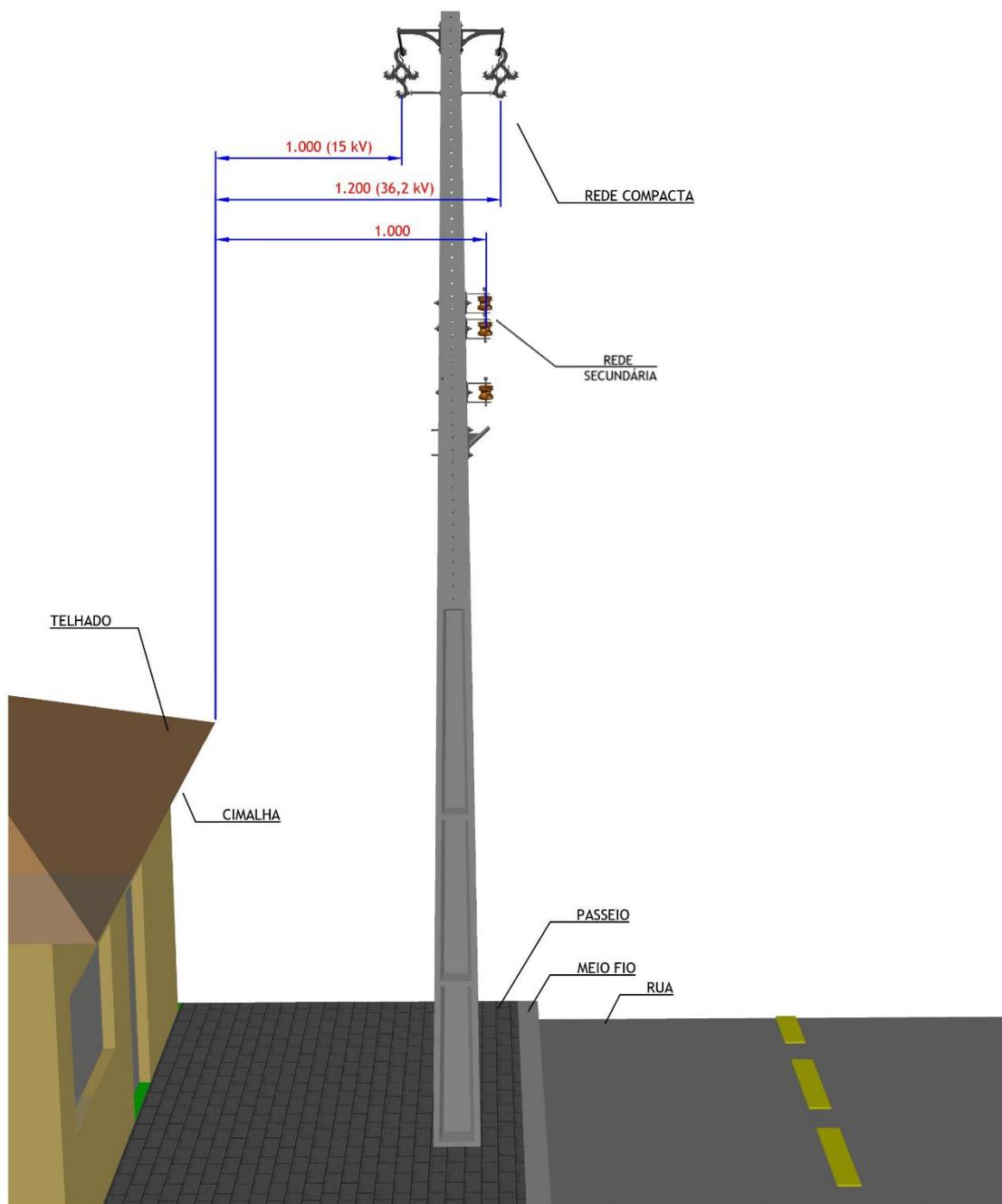


VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).

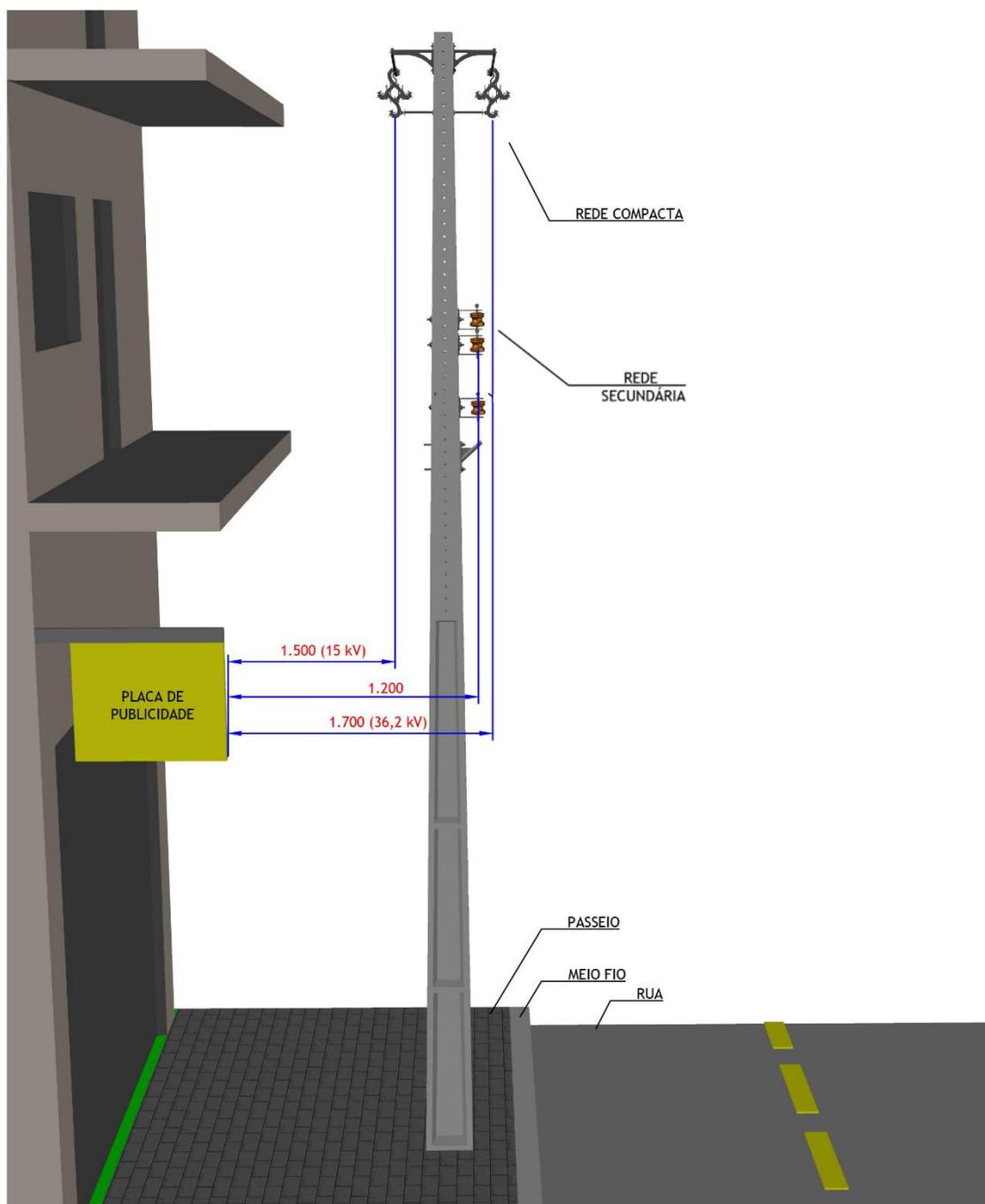


VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.04. Afastamentos Mínimos entre Condutores e Edificações - Rede Compacta (Continuação).



VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

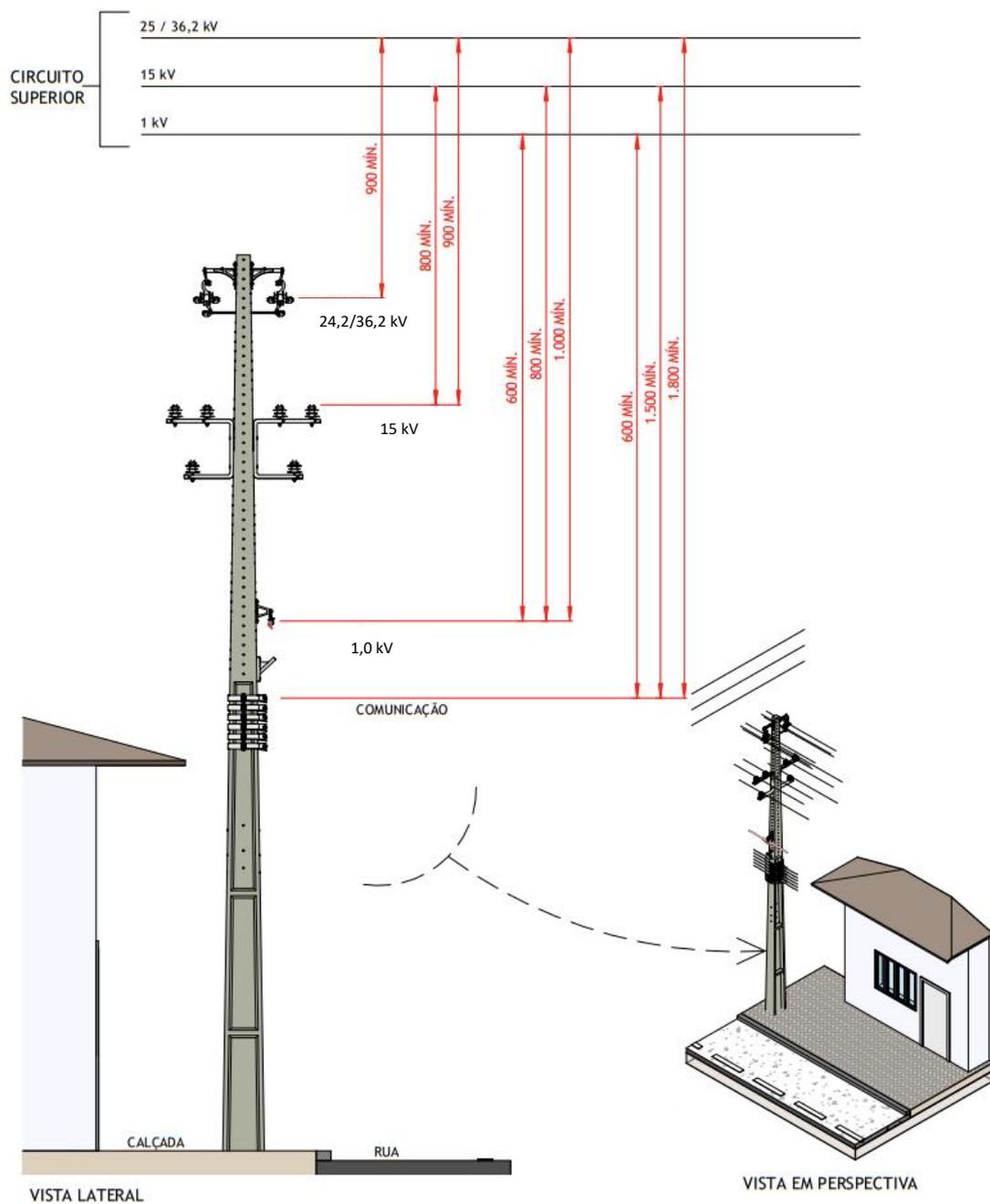
- I. Medidas em milímetros (mm).

Afastamento mínimo						
Figura	Primário				Somente secundário	
	15,0 kV		24,2 / 36,2 kV		B	D
	A	C	A	C		
a	1.000	3.000	1.200	3.200	500	2.500
b	-	1.000	-	1.200	-	500
c	-	3.000	-	3.200	-	2.500
d	1.500	-	1.700	-	1.200	-
e	1.000	-	1.200	-	1.000	-
f	1.000	-	1.200	-	1.000	-
g	1.500	-	1.700	-	1.200	-

#### NOTAS:

- I. Se os afastamentos verticais das figuras "b" e "c" não puderem ser mantidos, exige-se os afastamentos horizontais da figura "d";
- II. Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das figuras "b" e "c", não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela figura "d", porém o afastamento da figura "e" deve ser mantido.

## DESENHO NDU 006.05. Afastamentos Mínimos - Circuitos Diferentes.

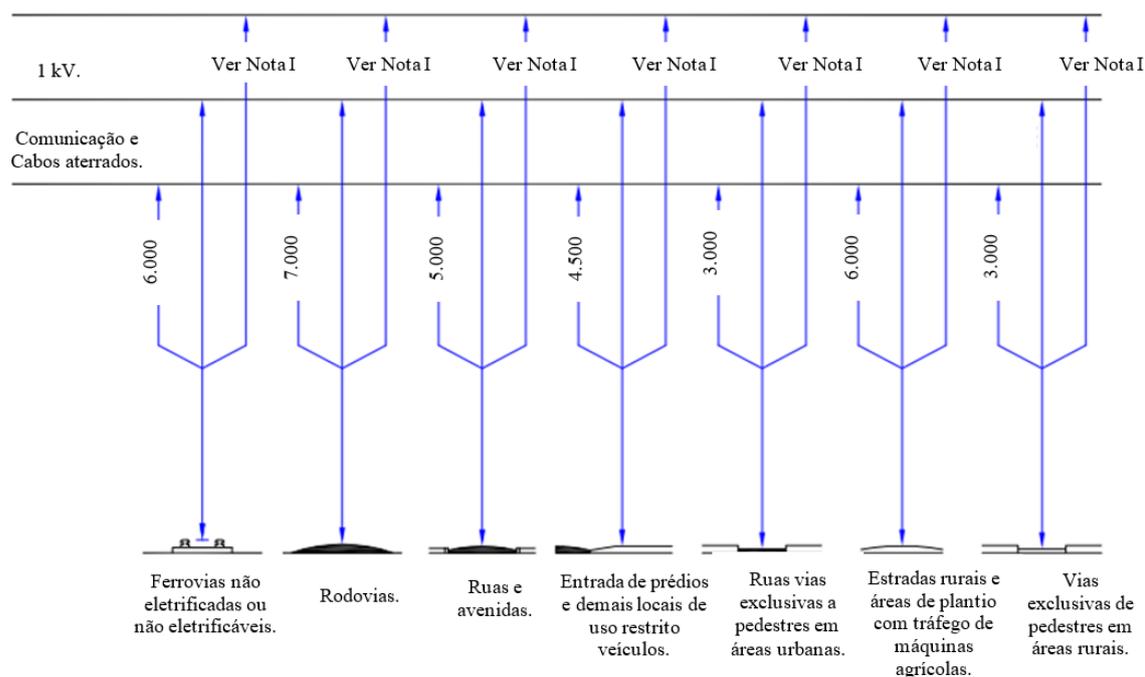


### NOTAS:

- I. Os valores das cotas indicadas são para situações mais desfavoráveis de flecha;
- II. Consultar a NBR 15992 para afastamentos envolvendo circuitos com tensões superiores a 36,2 kV e redes de distribuição.

## DESENHO NDU 006.06. Afastamentos mínimos - Condutor ao solo.

15, 24,2 e 36,2 kV.



Legenda:

Ferrovias não eletrificadas ou não eletrificadas.

Rodovias federais.

Ruas e avenidas.

Entrada de prédios e demais locais de uso restrito de veículos.

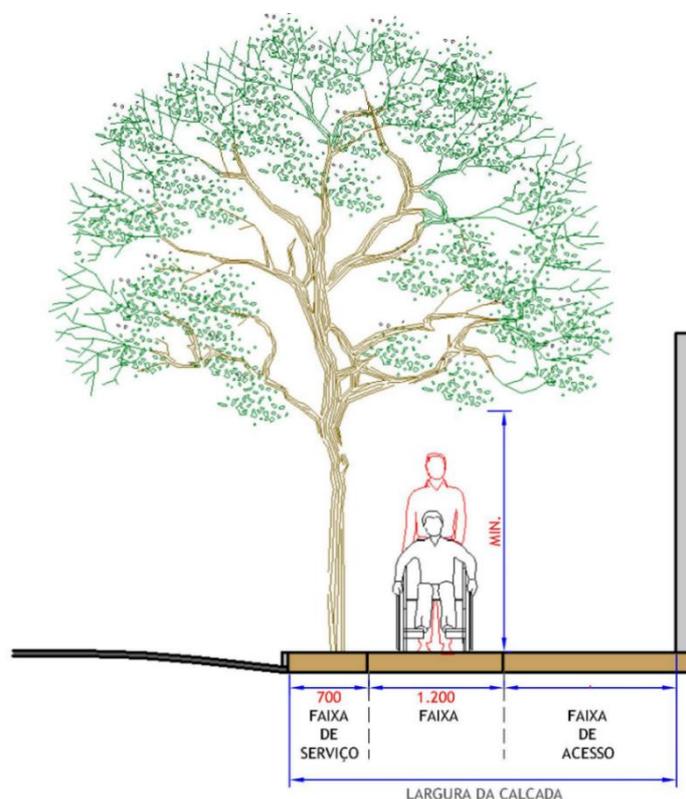
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas.

Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas rurais.

Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas rurais.

Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais.

## DESENHO NDU 006.07. Faixas de Uso da Calçada - Corte.

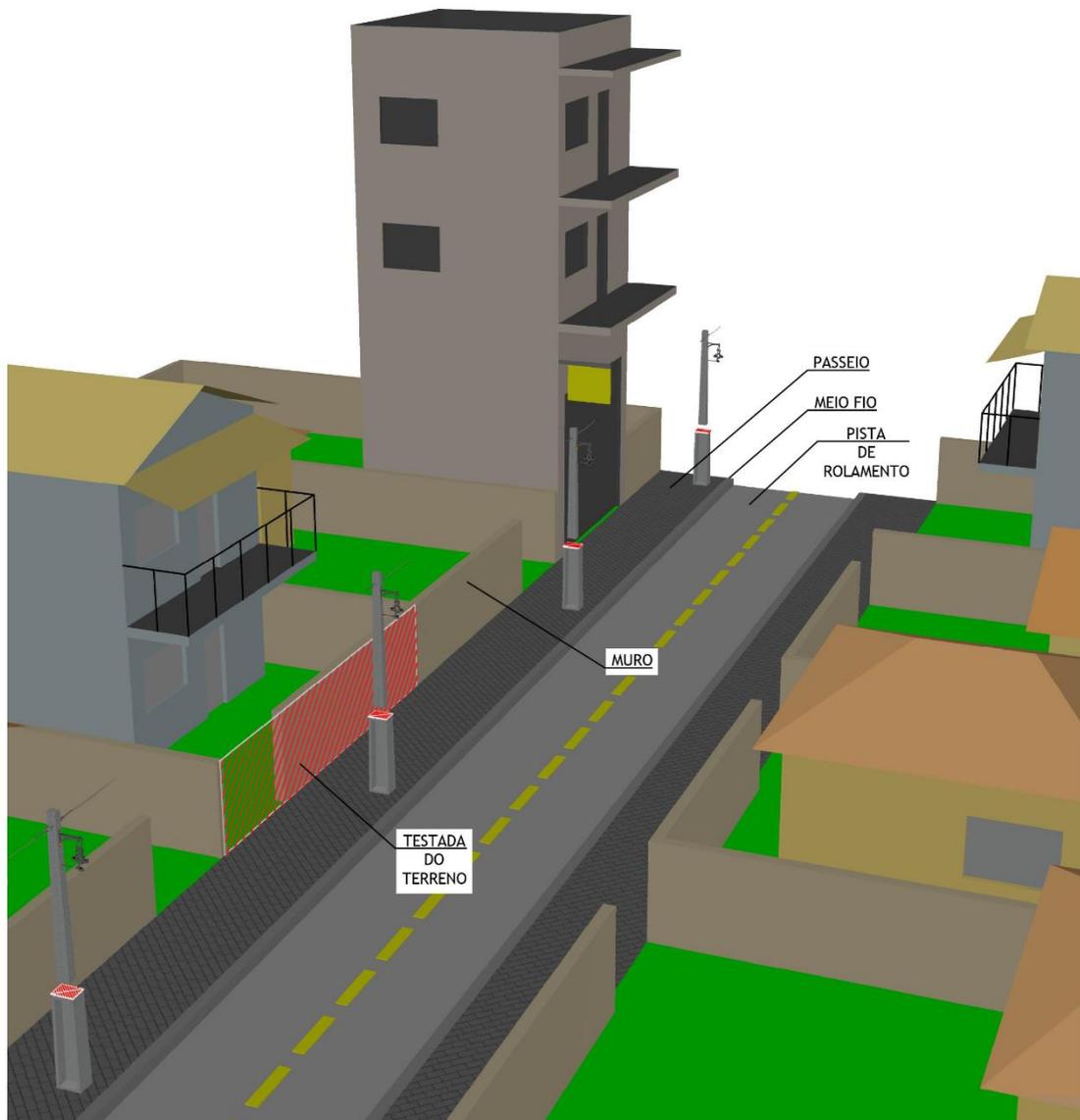


### NOTAS:

A largura da calçada pode ser dividida em três faixas de uso, conforme definido a seguir e demonstrado pelo desenho NDU 006.07 e NBR 9050.

- I. Faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, recomenda-se reservar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70 m;
- II. Faixa livre ou passeio: destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3 %, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre;
- III. Faixa de acesso: consiste no espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00 m. Serve para acomodar a rampa de acesso aos lotes limediros sob autorização do município para edificações já construídas.

## DESENHO NDU 006.08. Testada do Terreno.

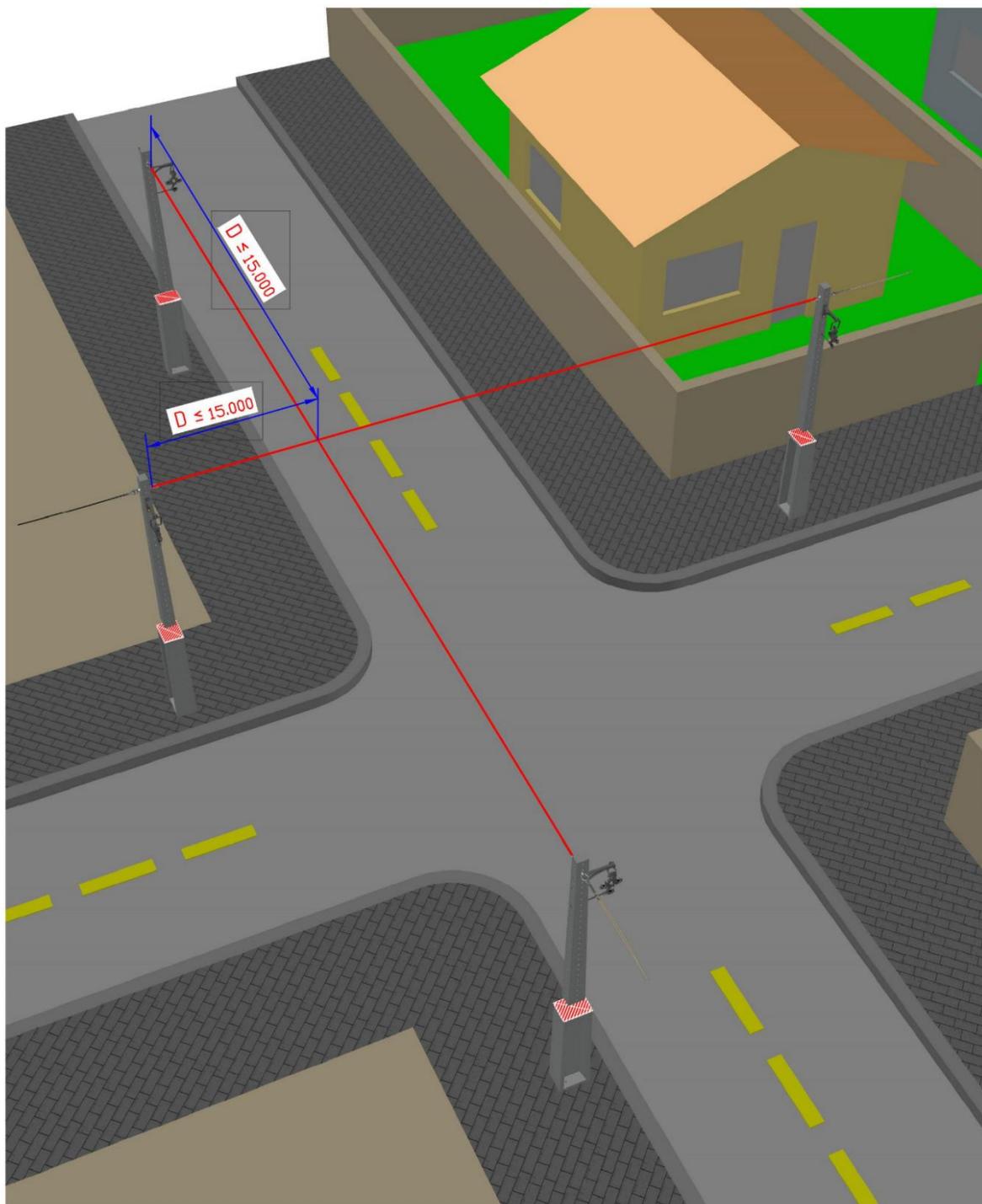


VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTA:

- I. O desenho corresponde ao representado na figura 02 desde documento normativo.

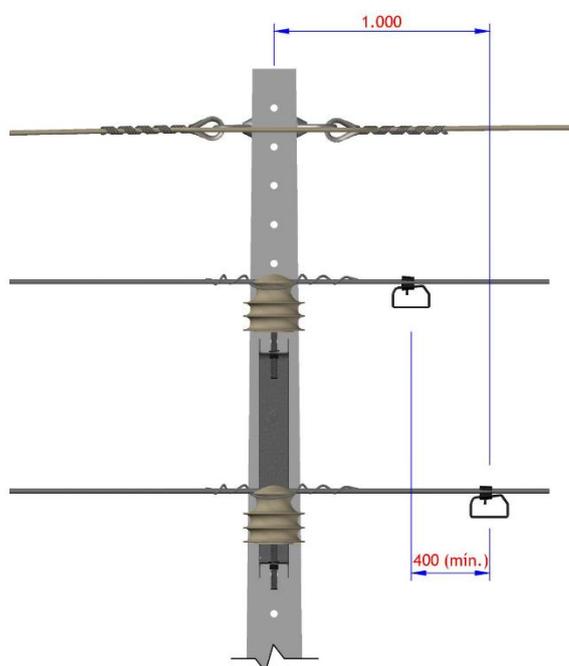
## DESENHO NDU 006.09. Cruzamento - Esquina.



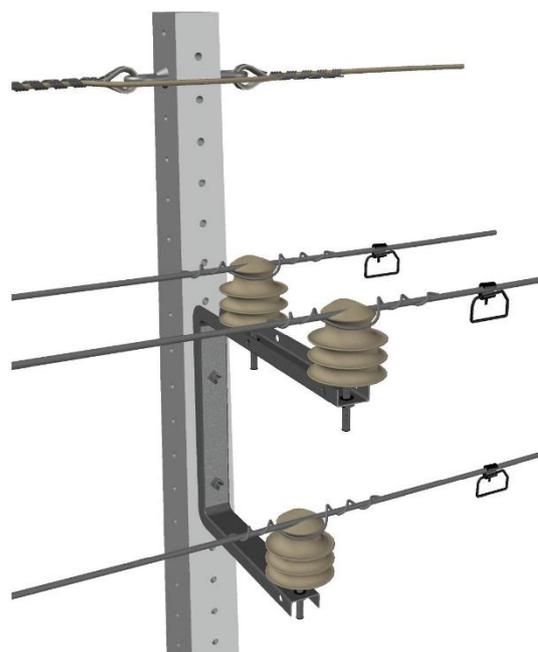
### NOTA:

- I. O desenho é ilustrativo especificando distâncias normativas do cruzamento de esquina, devendo as estruturas CE1A apresentadas no desenho serem substituídas por estruturas CE2, CE3 ou CE4.

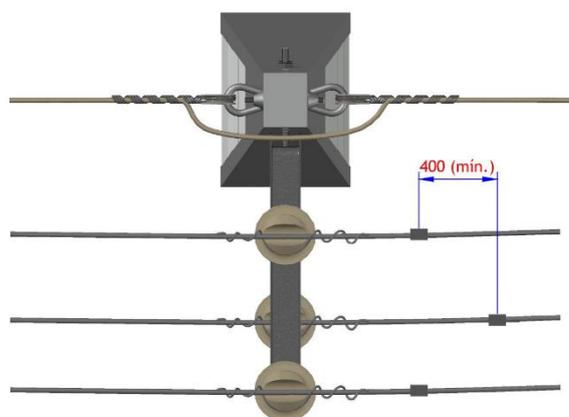
## DESENHO NDU 006.10. Afastamento Mínimo entre Estribos.



VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:15



VISTA PERSPECTIVA  
ESC.: N.I.

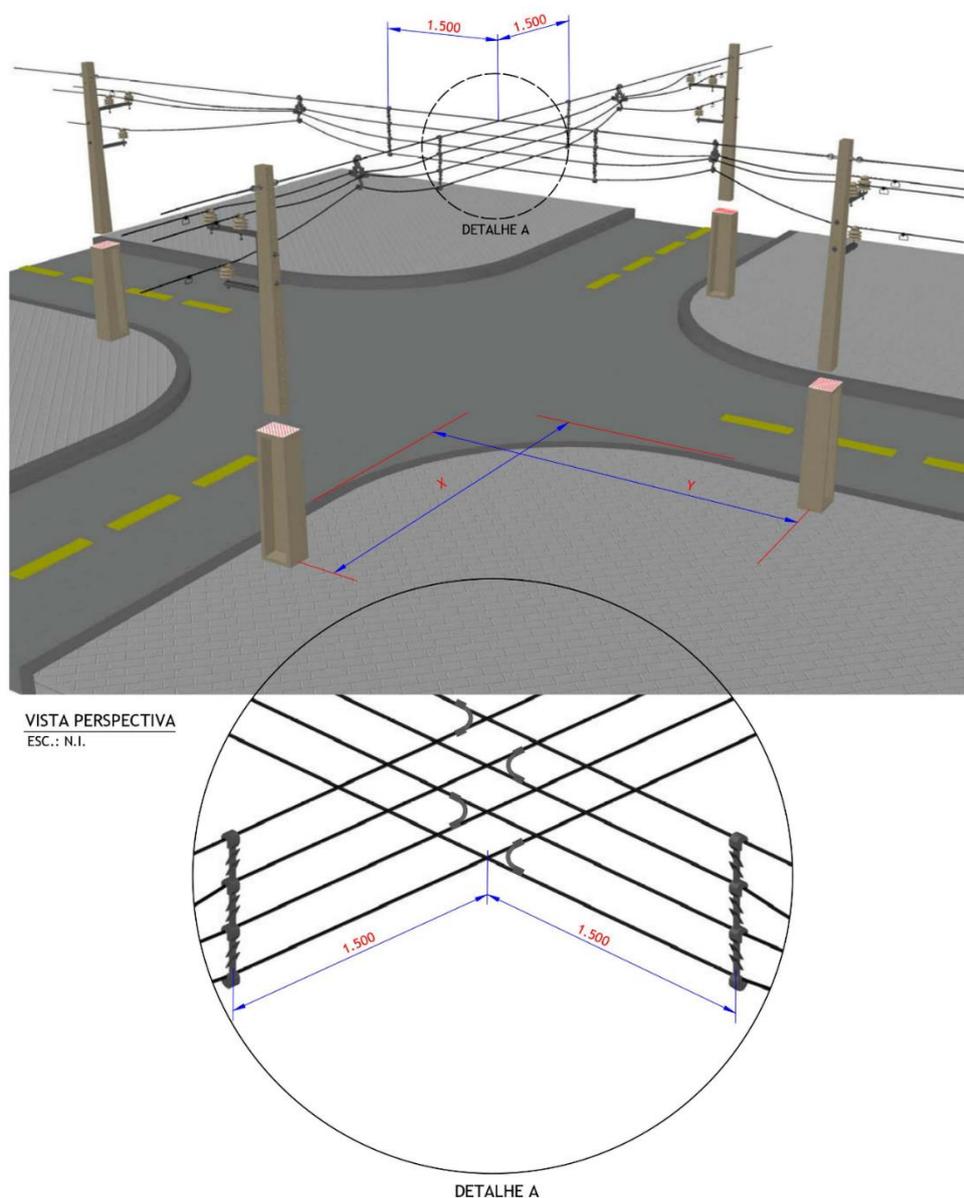


VISTA SUPERIOR  
ESC.: 1:15

### NOTAS:

- I. O tipo de estrutura para aterramento temporário é orientativo;
- II. Medidas em milímetros (mm).

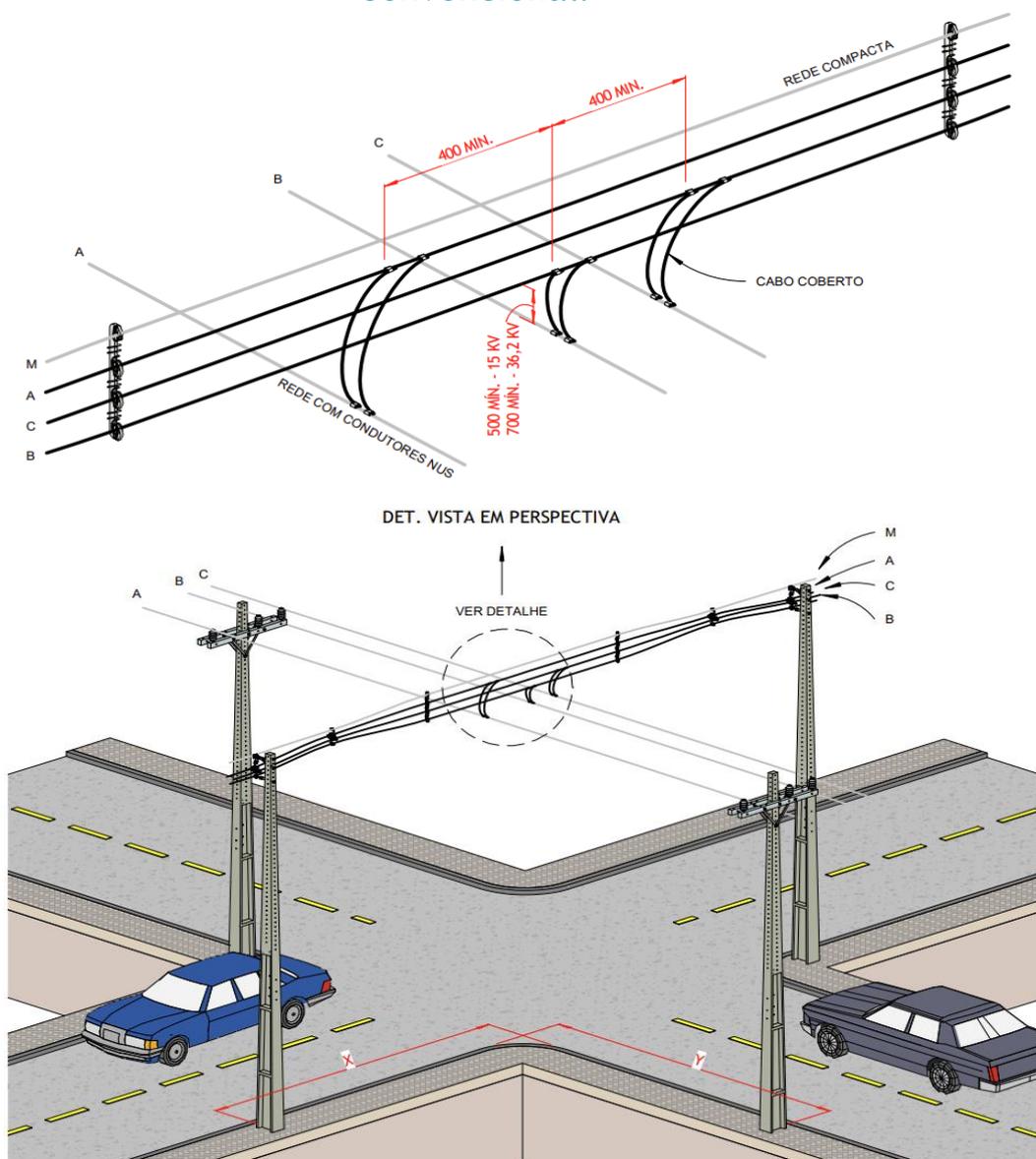
## DESENHO NDU 006.11. Cruzamento aéreo Redes Compacta x Compacta



### NOTA:

- I. Nos cruzamentos de aéreos (fly-tap), as distâncias X e Y dos postes de esquina devem, preferencialmente, ser igual e estarem entre 6 e 15 metros, conforme ilustrado no Desenho NDU 006.11. Podendo as estruturas apresentadas no desenho serem substituídas também por CE3 ou CE4. Os cruzamentos com conexão aérea (flying-tap) devem ser evitados sempre que possível devido a dificuldade de manutenção.

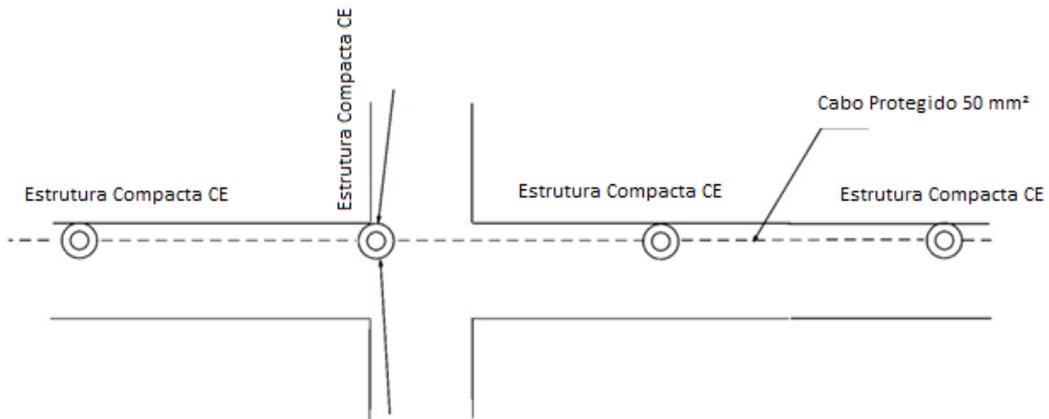
## DESENHO NDU 006.12. Cruzamento aéreo Rede Convencional x Convencional.



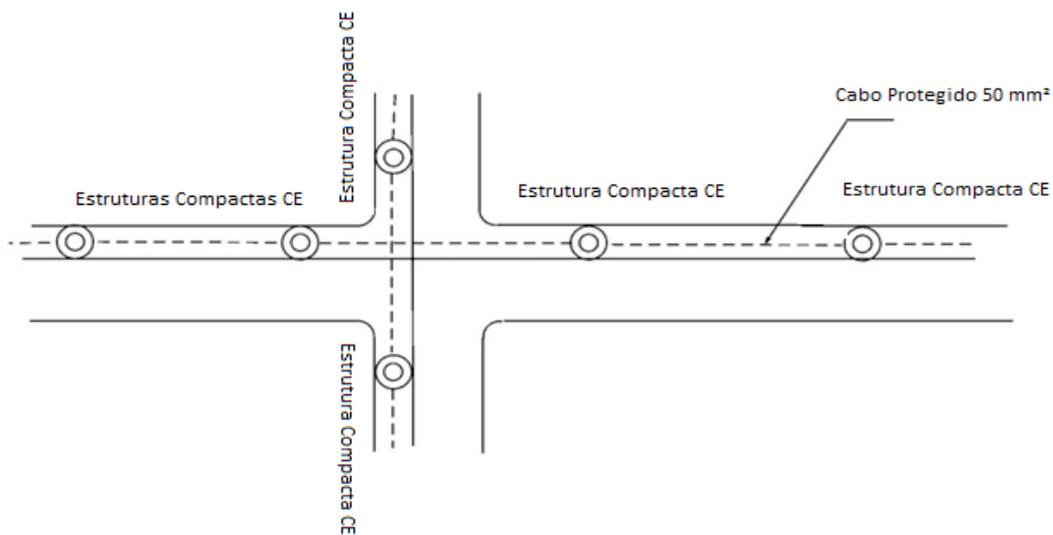
### NOTA:

- I. Nos cruzamentos de aéreos (fly-tap), as distâncias X e Y dos postes de esquina devem, preferencialmente, ser igual e estarem entre 6 e 15 metros, conforme ilustrado no Desenho NDU 006.11. Devendo as estruturas CE1A apresentadas no desenho serem substituídas por estruturas CE2, CE3 ou CE4. Os cruzamentos com conexão aérea (flying-tap) devem ser evitados sempre que possível devido à dificuldade de manutenção.

## DESENHO NDU 006.13. Disposição de Poste.



Cruzamento de rua - passeio reto ou levemente arredondado.

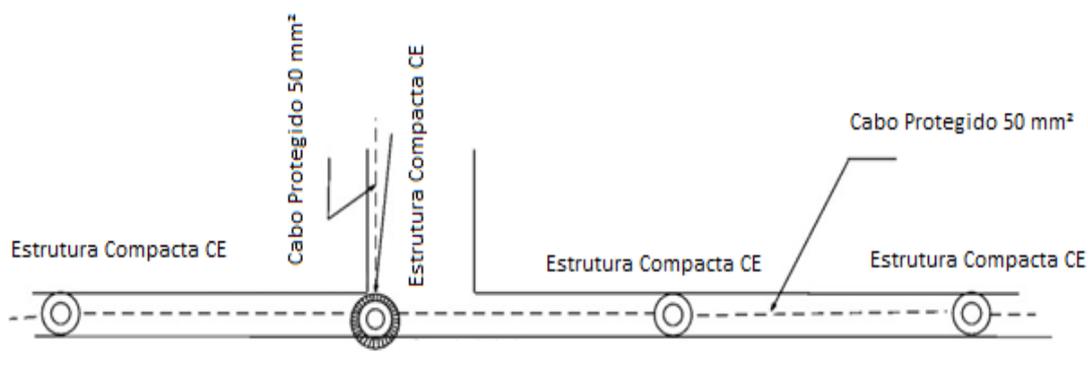


Cruzamento de rua - passeio redondo.

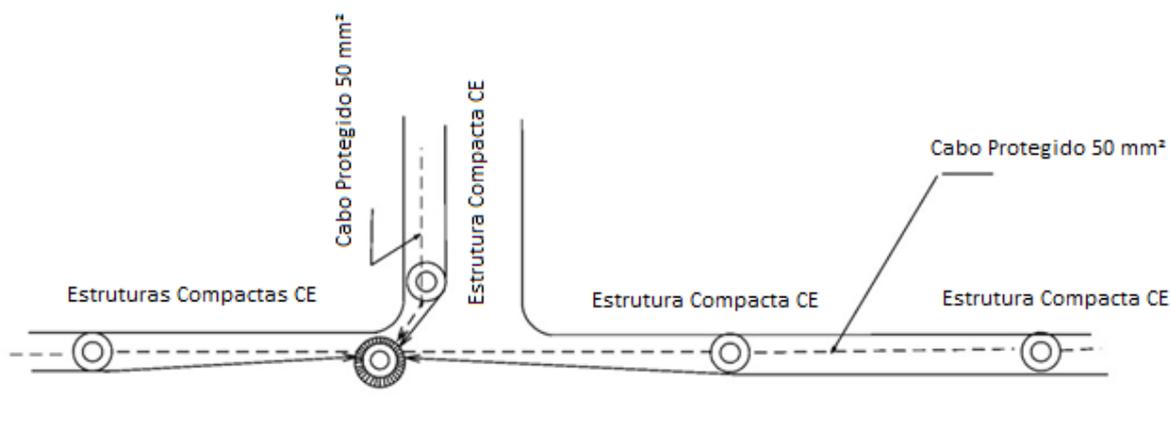
### NOTAS:

- I. Os condutores não devem ficar sobre muros ou marquises;
- II. Devem ser respeitados os distanciamentos mínimos;
- III. Devem ser aplicados os mesmos critérios para os postes duplo T.

## DESENHO NDU 006.13. Disposição de Poste (Continuação).



Derivação - passeio reto ou levemente arredondado.

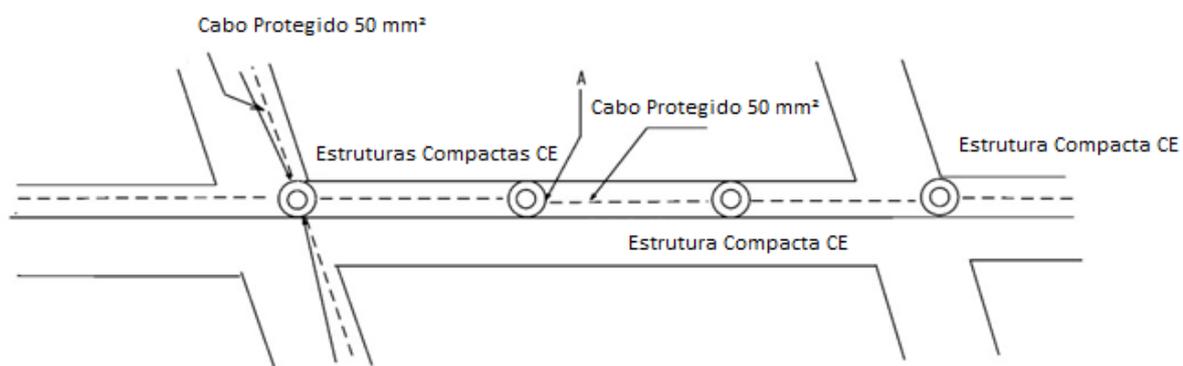


Derivação - passeio redondo.

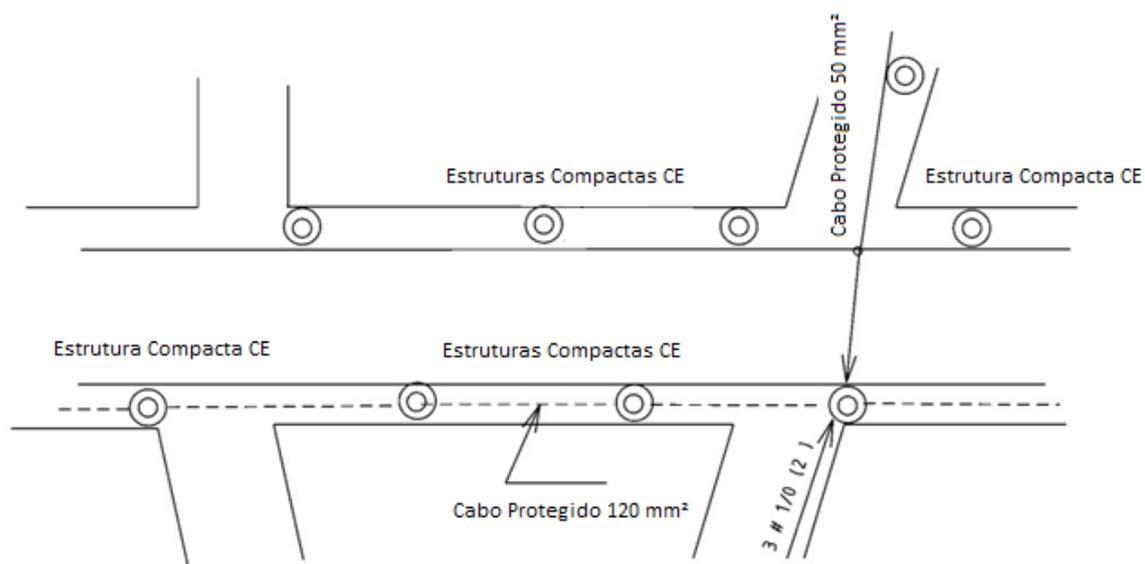
### NOTAS:

- I. Os condutores não devem ficar sobre muros ou marquises;
- II. Devem ser respeitados os distanciamentos mínimos;
- III. Devem ser aplicados os mesmos critérios para os postes duplo T.

## DESENHO NDU 006.14. Postejamento.



### Disposição unilateral

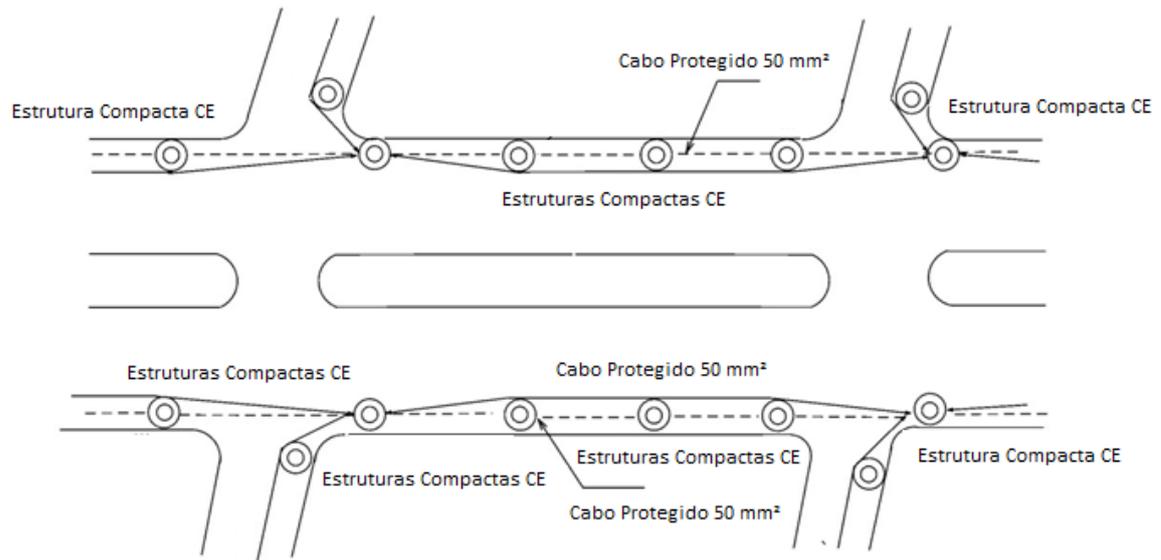


### Disposição bilateral alternada.

#### NOTAS:

- I. Os condutores não devem ficar sobre muros ou marquises;
- II. Devem ser respeitado os distanciamentos mínimos;
- III. Devem ser aplicados os mesmos critérios para os postes duplo T.

## DESENHO NDU 006.14. Posteamto (Continuação).

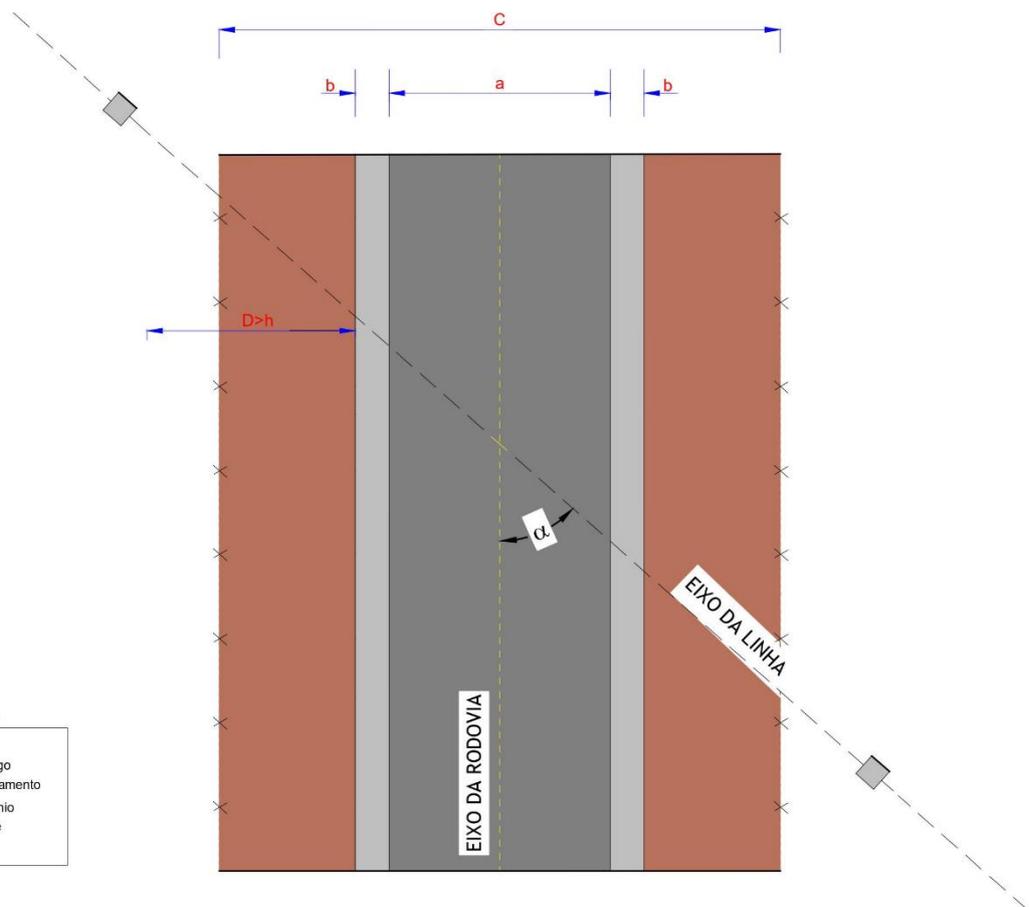
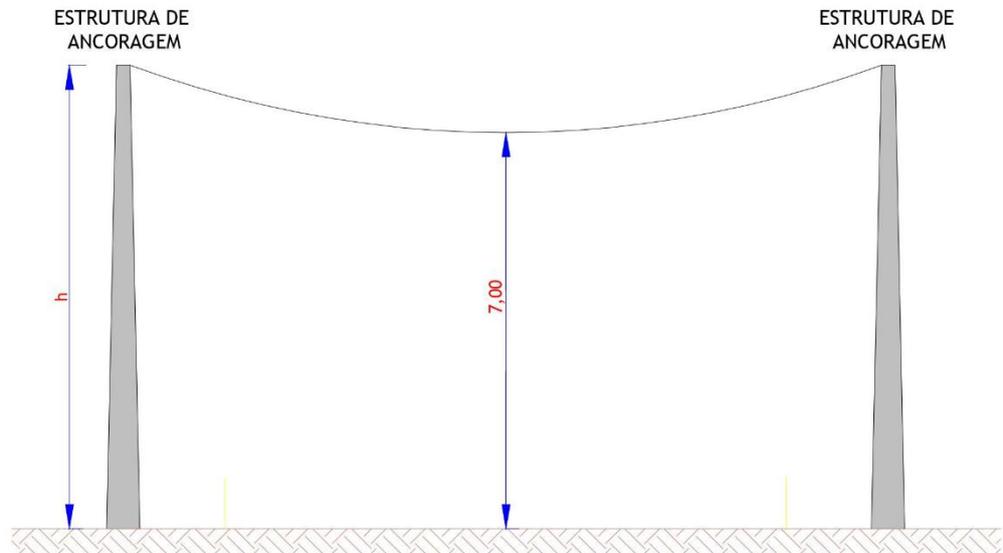


Disposição bilateral frente a frente.

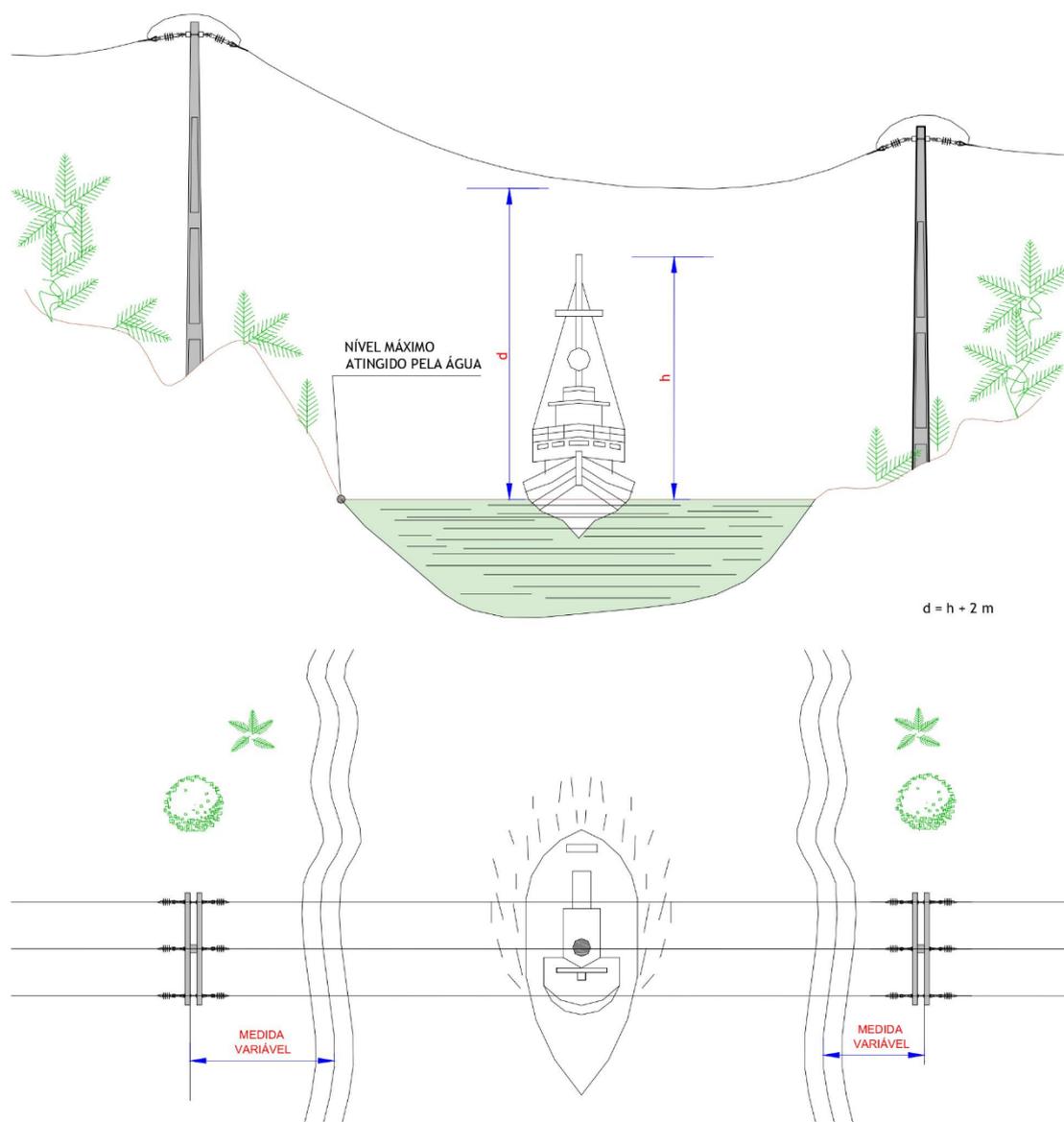
### NOTAS:

- I. Os condutores não devem ficar sobre muros ou marquises;
- II. Devem ser respeitado os distanciamentos mínimos;
- III. Devem ser aplicados os mesmos critérios para os postes duplo T.

## DESENHO NDU 006.15. Travessia de Redes Elébricas sob Rodovias.



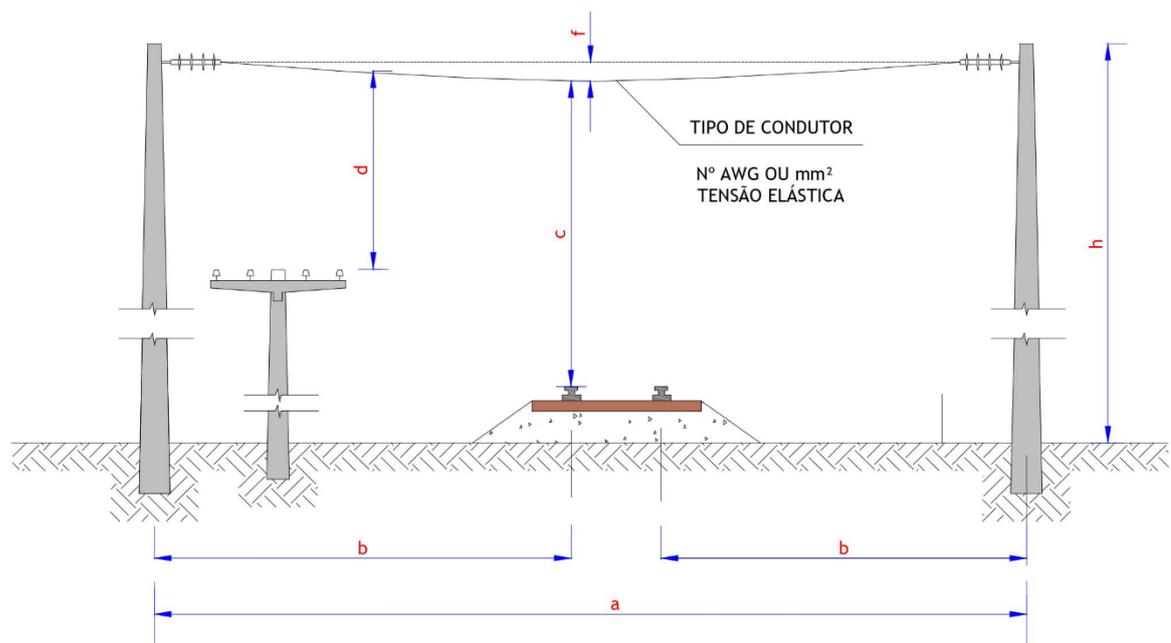
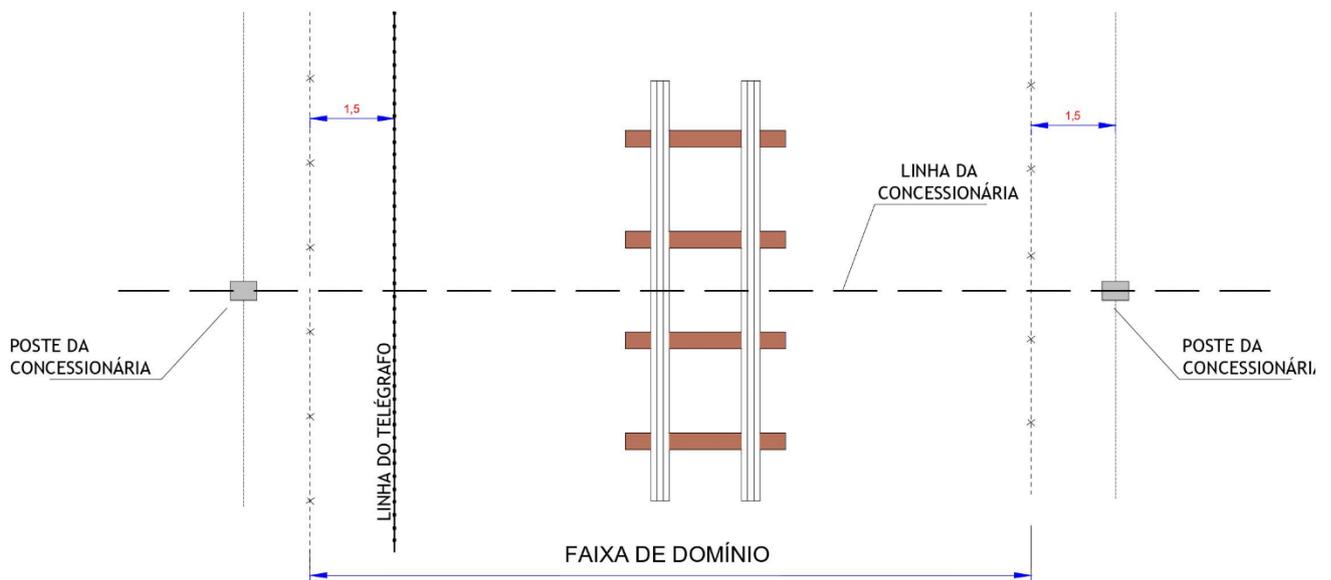
## DESENHO NDU 006.16. Travessia de Rede Eléctricas sob águas Fluviais.



### NOTA:

- I. Para maiores informações deverá ser consultado o item 11.4.3 da NDU 007.

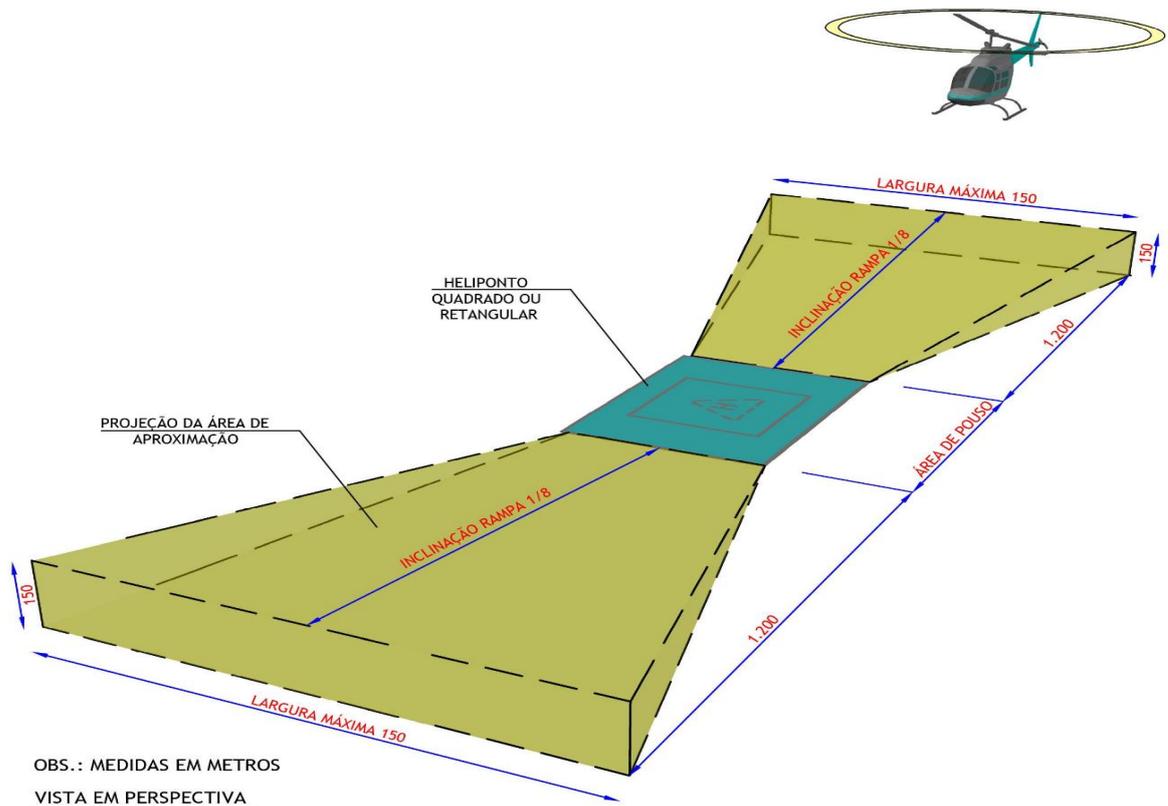
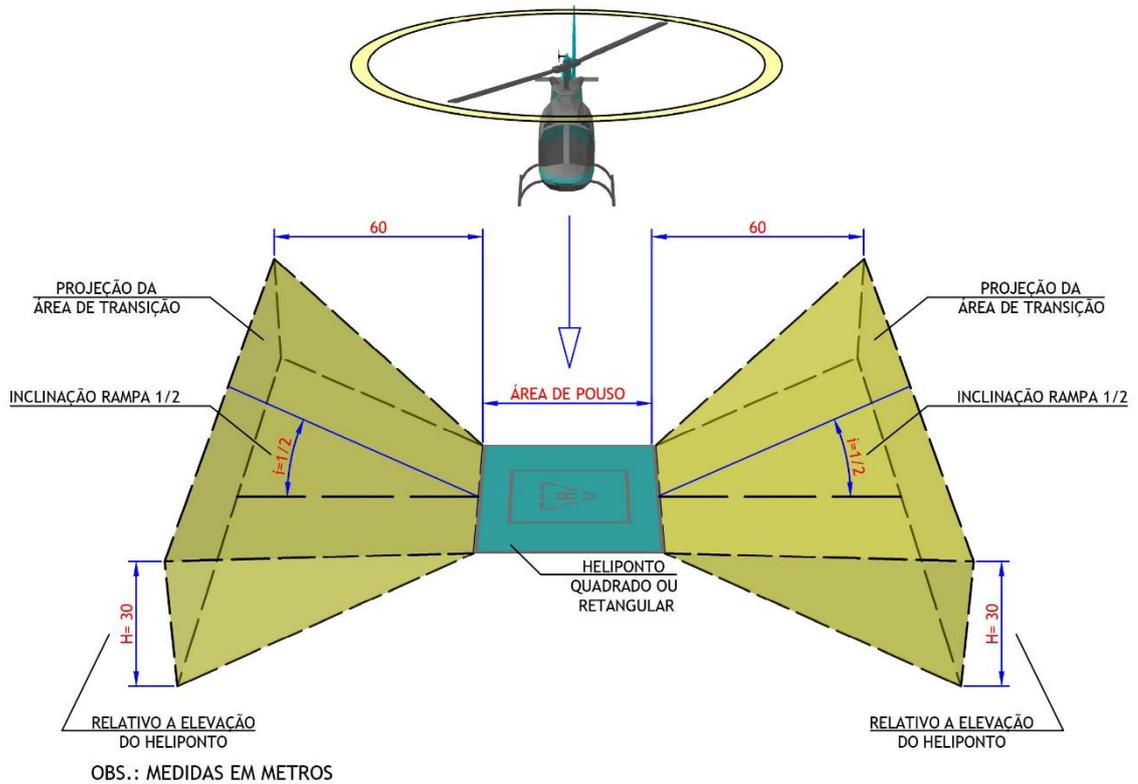
## DESENHO NDU 006.17. Travessia de Redes Elétricas sob Linha Férrea.



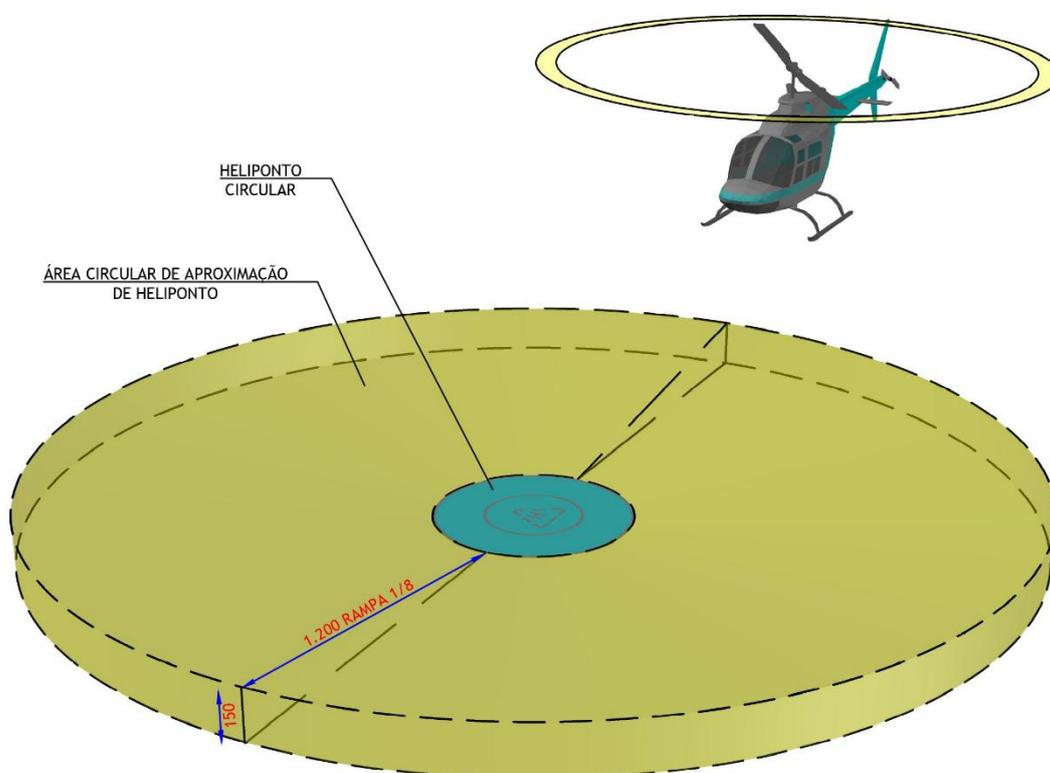
NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.18. Zona de Proteção de Heliponto - Área de Transição.



## DESENHO NDU 006.19. Zona de Proteção de Heliponto - Área de Aproximação.



OBS.: MEDIDAS EM METROS

### NOTAS:

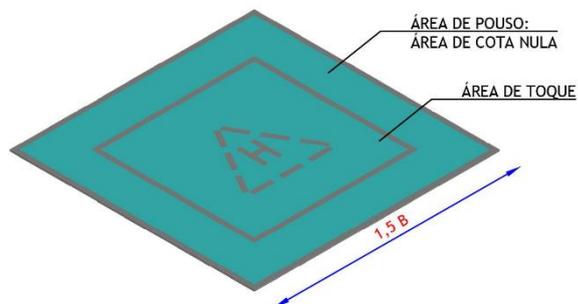
- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Deverá ser consultada a Resolução N° 471, de 16 de maio de 2018 da ANAC.

Distâncias Mínimas para Instalação de Redes nas Proximidades dos Aeroportos.

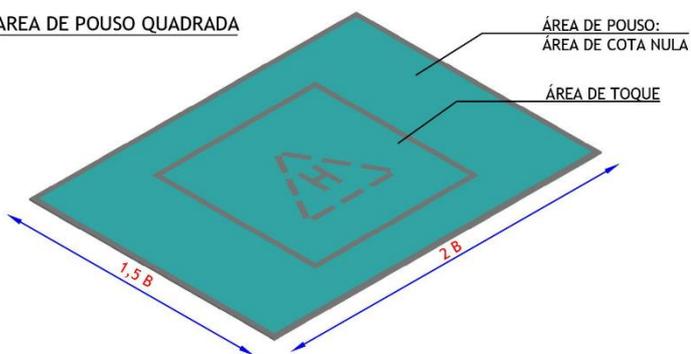
Cabeceiras da Pista			Transversal ao Eixo	
Distância (m)	Tipo de Rede	Iluminação	Tipo de Rede	Iluminação
$D \leq 250$	Subterrânea	Não permitida	Subterrânea	Não permitida
$250 < D \leq 600$	Subterrânea	Não permitida	Rede Aérea	Não permitida
$600 < D \leq 750$	Poste de 9 m	Não permitida	Rede Aérea	Permitida
$750 < D$	Poste de 11 m	Permitida	Rede Aérea	Permitida

Zonas Urbanas.

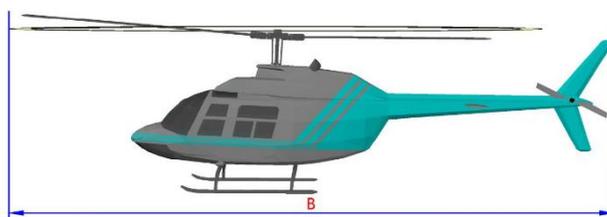
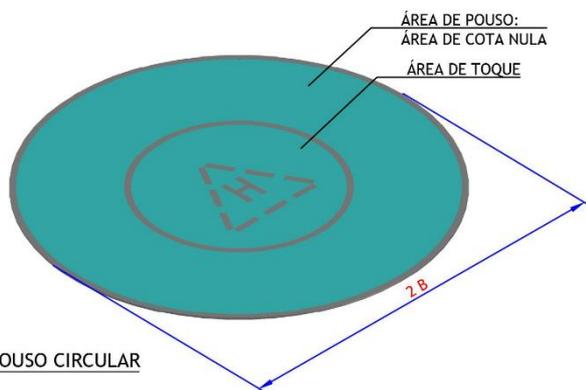
## DESENHO NDU 006.20. Zona de Proteção de Heliponto - Áreas de Cota Nula.



VISTA EM PERSPECTIVA - AREA DE POUSO QUADRADA



VISTA EM PERSPECTIVA - AREA DE POUSO CIRCULAR

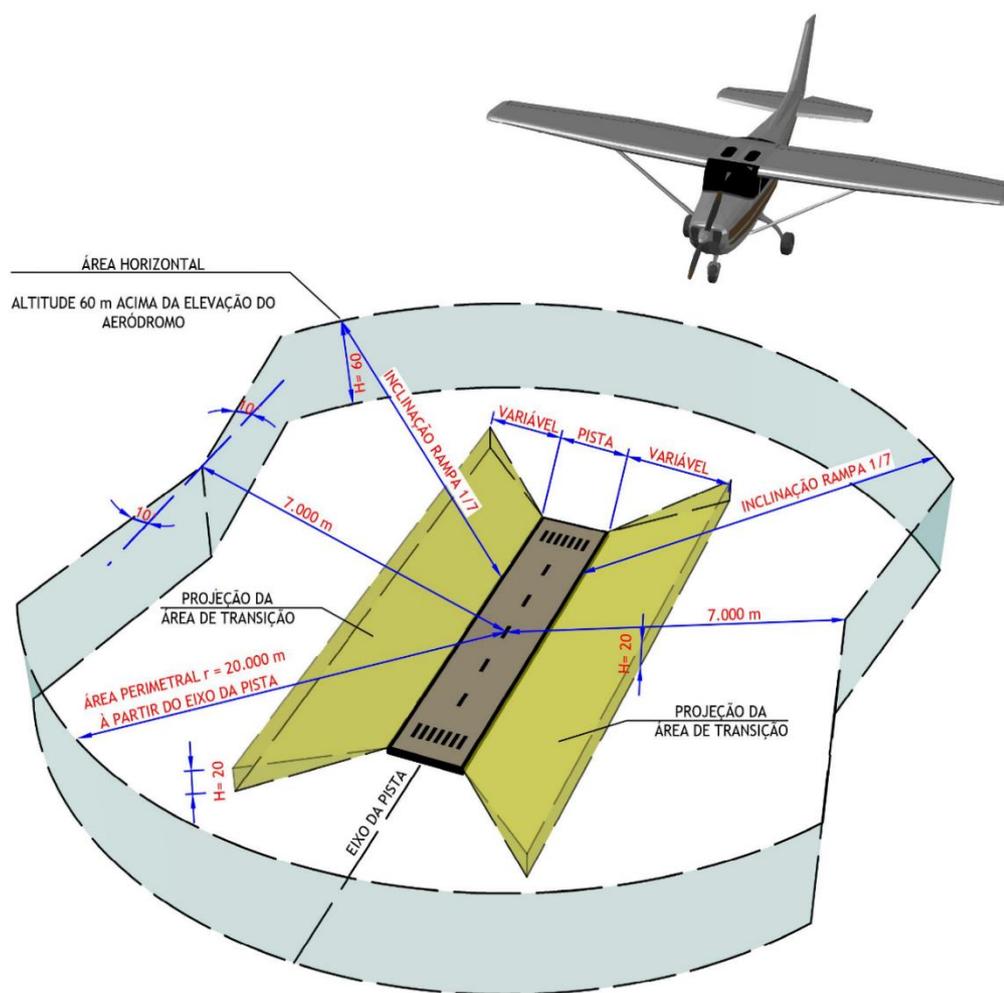


VISTA EM PERSPECTIVA - HELICÓPTERO REFERÊNCIA COMPRIMENTO

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.21. Zona de Proteção de Aeródromo Áreas de Transição e Aproximação.

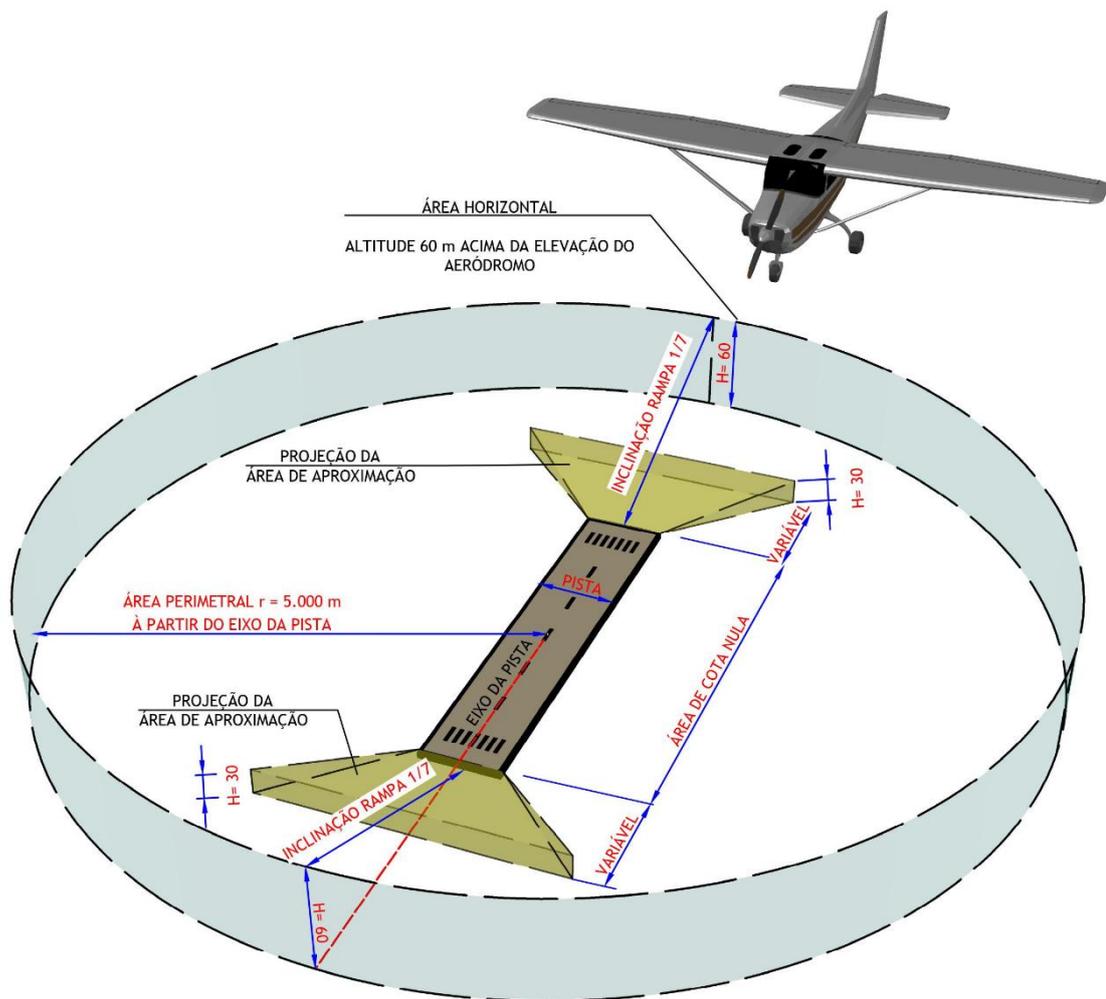


OBS.: MEDIDAS EM METROS

### NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm).
- II. Deverá ser consultada a Resolução Nº 471, de 16 de maio de 2018 da ANAC.

## DESENHO NDU 006.22. Zona de Proteção de Aeródromo - Perfis Longitudinais e Áreas de Aproximação.



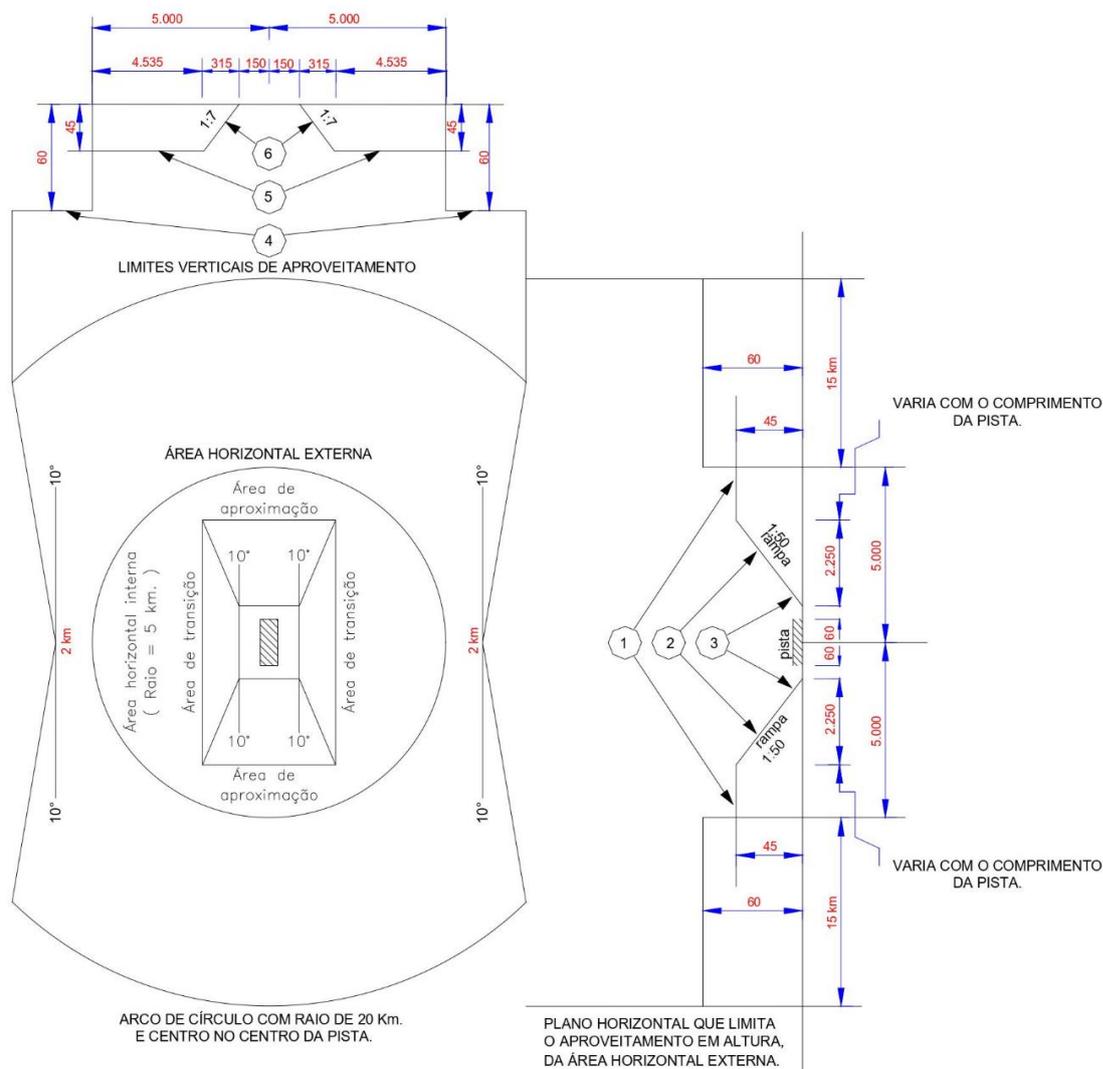
OBS.: MEDIDAS EM METROS

VISTA EM PERSPECTIVA

### NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Deverá ser consultada a Resolução Nº 471, de 16 de maio de 2018 da ANAC.

## DESENHO NDU 006.23. Modelo de Plano Básico de Zona Proteção de Aeródromo.



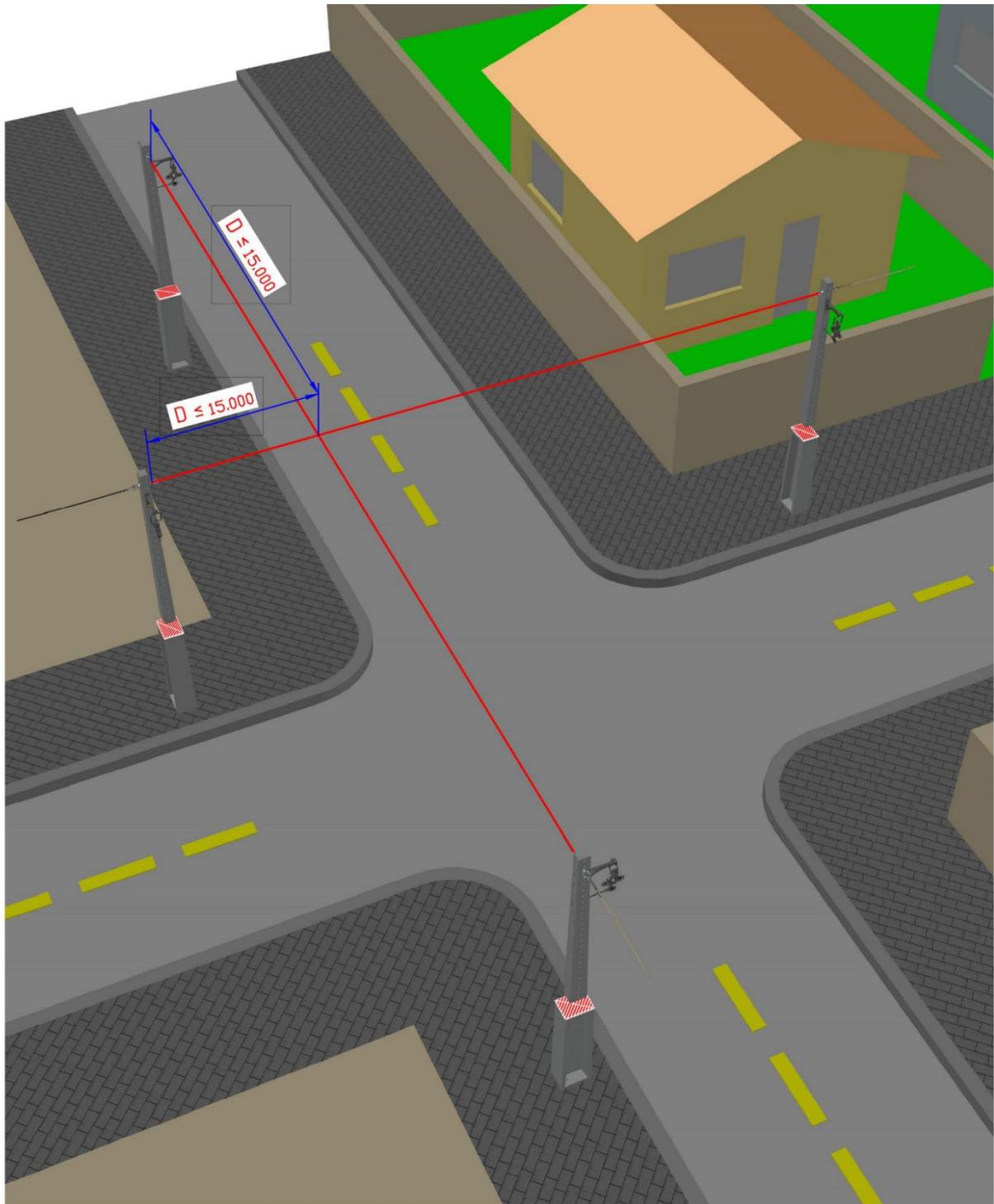
### LEGENDA

① PLANO HORIZONTAL QUE LIMITA O APROVEITAMENTO EM ALTURA, NA ÁREA HORIZONTAL INTERNA.	④ PLANO HORIZONTAL QUE LIMITA O APROVEITAMENTO EM ALTURA, NA ÁREA HORIZONTAL EXTERNA.
② RAMPA QUE LIMITA O APROVEITAMENTO EM ALTURA, NA ÁREA DE APROXIMAÇÃO.	⑤ PLANO HORIZONTAL QUE LIMITA O APROVEITAMENTO EM ALTURA, NA ÁREA HORIZONTAL INTERNA.
③ MESMO NÍVEL DA CABEÇA DA PISTA.	⑥ RAMPA QUE LIMITA O APROVEITAMENTO EM ALTURA, NA ÁREA DE TRANSIÇÃO.

### NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

## DESENHO NDU 006.24. Cruzamento Aéreo.

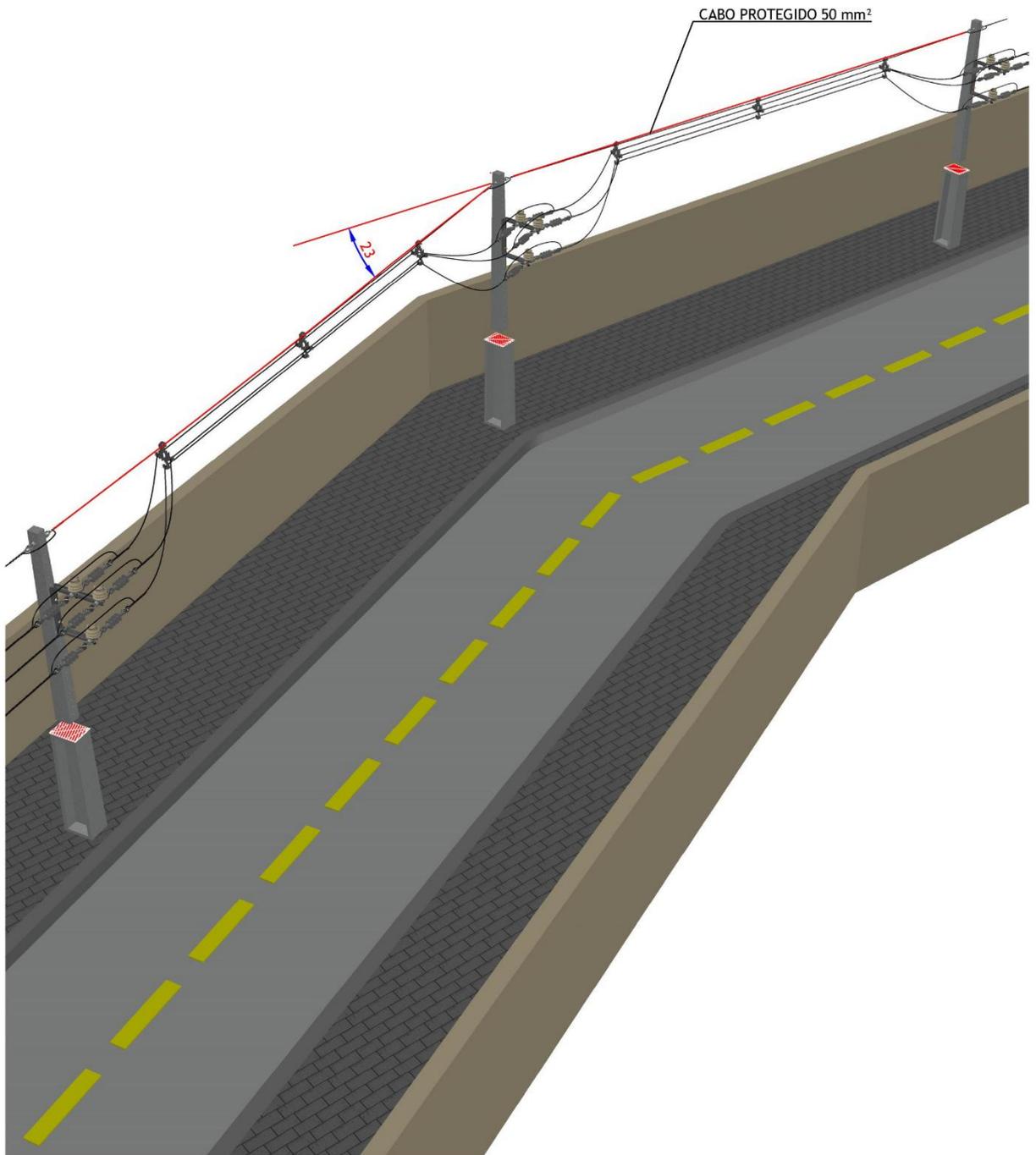


VISTA EM PERSPECTIVA

NOTA:

- I. Medidas em milímetros (mm).

DESENHO NDU 006.25. Método de tração mecânica com 02 esforços.



VISTA EM PERSPECTIVA

## DESENHO NDU 006.25. Método de tração mecânica com 02 esforços (Continuação).

NOTA (Exemplo de Cálculo):

Poste utilizado = 11 metros.

$T = T_p$  (tração de projeto da rede primária) +  $T_s$  (tração de projeto da rede aérea secundária),

Onde,

$$T = 441,00 \text{ daN} + 453,05 \text{ daN} = 894,05 \text{ daN}$$

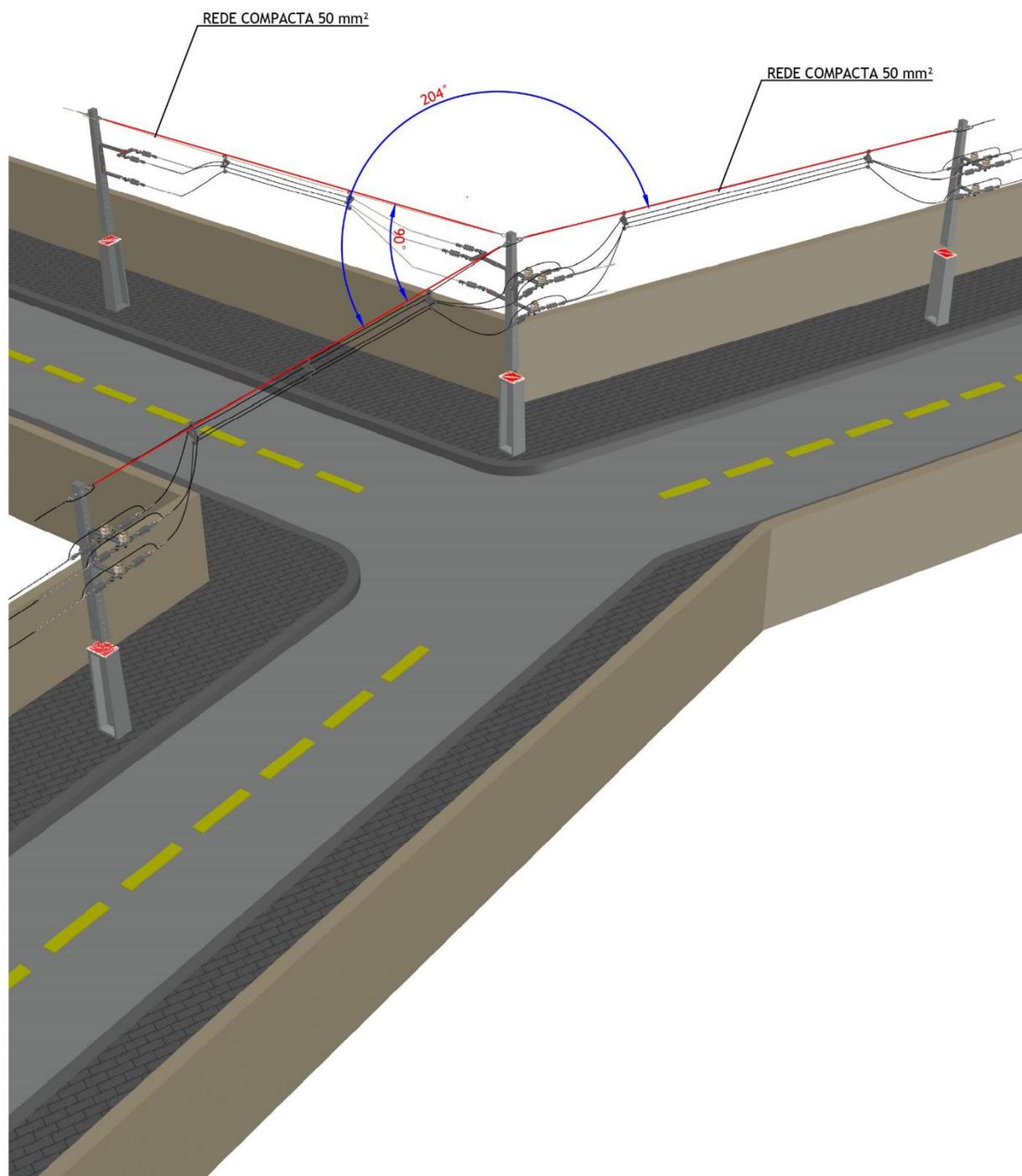
$\text{sen } \hat{A} = \text{Seno do ângulo } 23^\circ$

Onde:

$$R = 2 \times 894,05 \times \text{sen } (23^\circ/2) = 2 \times 894,05 \times 0,199367 = 356,48 \text{ daN}$$

Dessa forma poste dimensionado deverá apresentar esforço mínimo de 600 daN.

DESENHO NDU 006.26. Método de Tração Mecânica com 02 ou mais Esforços.



VISTA EM PERSPECTIVA

## DESENHO NDU 006.26. Método de Tração Mecânica com 02 ou mais Esforços (Continuação).

NOTA (Exemplo de Cálculo):

I. Poste utilizado = 12 metros.

- $F_{p1} = T_p$  (tração de projeto da rede primária) +  $T_s$  (tração de projeto da rede aérea secundária), onde,  $T = 441,00 \text{ daN} + 412,48 \text{ daN} = 853,48 \text{ daN}$
- $F_{p2} = T_p$  (tração de projeto da rede primária) +  $T_s$  (tração de projeto da rede aérea secundária), onde,  $559,21 \text{ daN} + 228,91 \text{ daN} = 788,12 \text{ daN}$
- $F_{p3} = T_p$  (tração de projeto da rede primária) +  $T_s$  (tração de projeto da rede aérea secundária), onde,  $T = 441,00 \text{ daN} + 412,28 \text{ daN} = 853,28 \text{ daN}$

$$\hat{A} F_{p1} = 0^\circ$$

$$\hat{A} F_{p2} = 90^\circ$$

$$\hat{A} F_{p3} = 204^\circ$$

Onde:

$$F_x = (853,48 \times \cos 0^\circ) + (788,12 \times \cos 90^\circ) + (853,28 \times \cos 204^\circ)$$

$$F_y = (853,48 \times \sin 0^\circ) + (788,12 \times \sin 90^\circ) + (853,28 \times \sin 204^\circ)$$

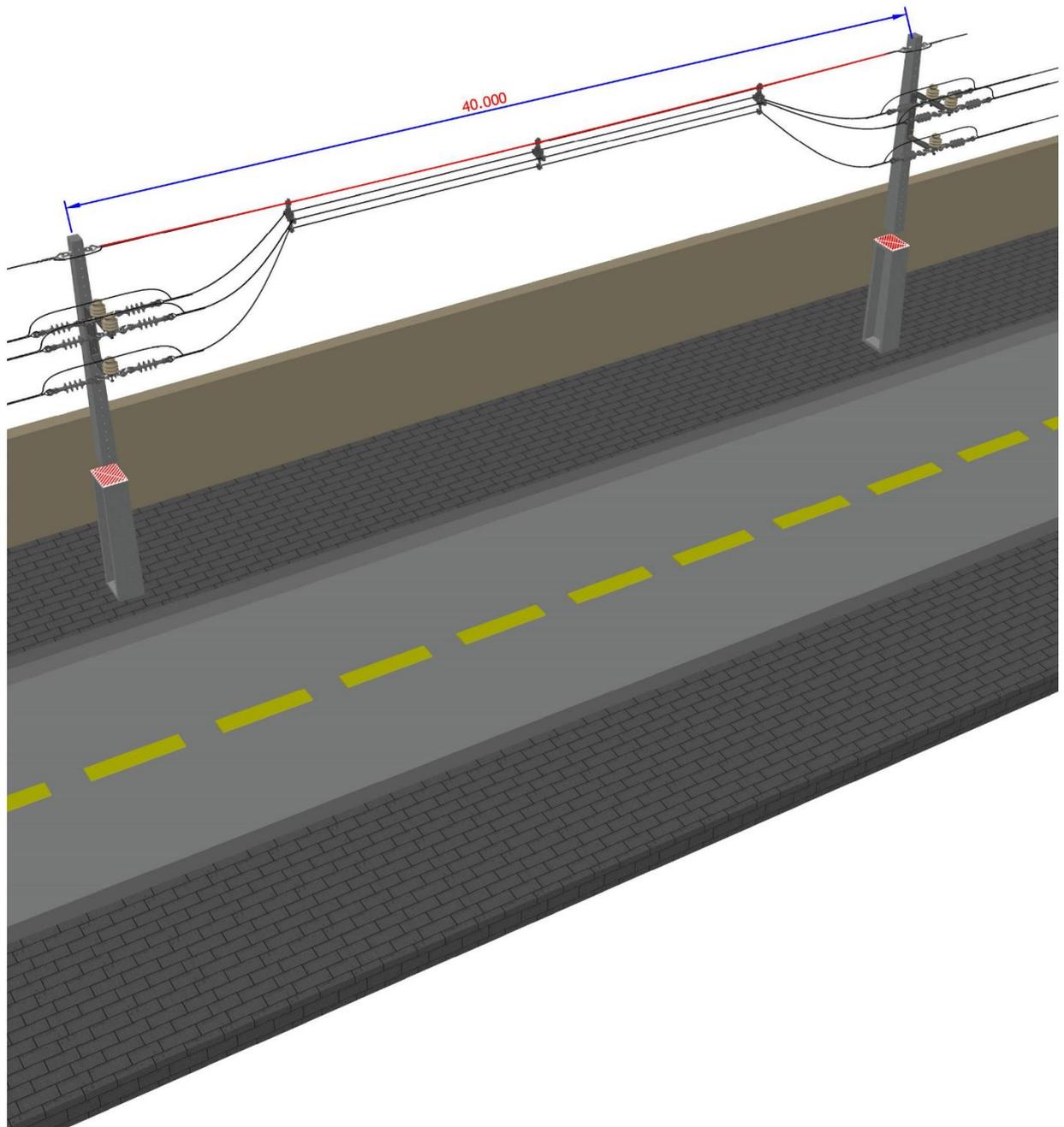
$$E_p = \sqrt{(73,96)^2 + (441,05)^2}$$

$$E_p = \sqrt{199995,18} = 447,21$$

$$EP = 447,21 \text{ daN}$$

Dessa forma poste dimensionado deverá apresentar esforço mínimo de 600 daN.

DESENHO NDU 006.27. Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão - Transferência de Força.

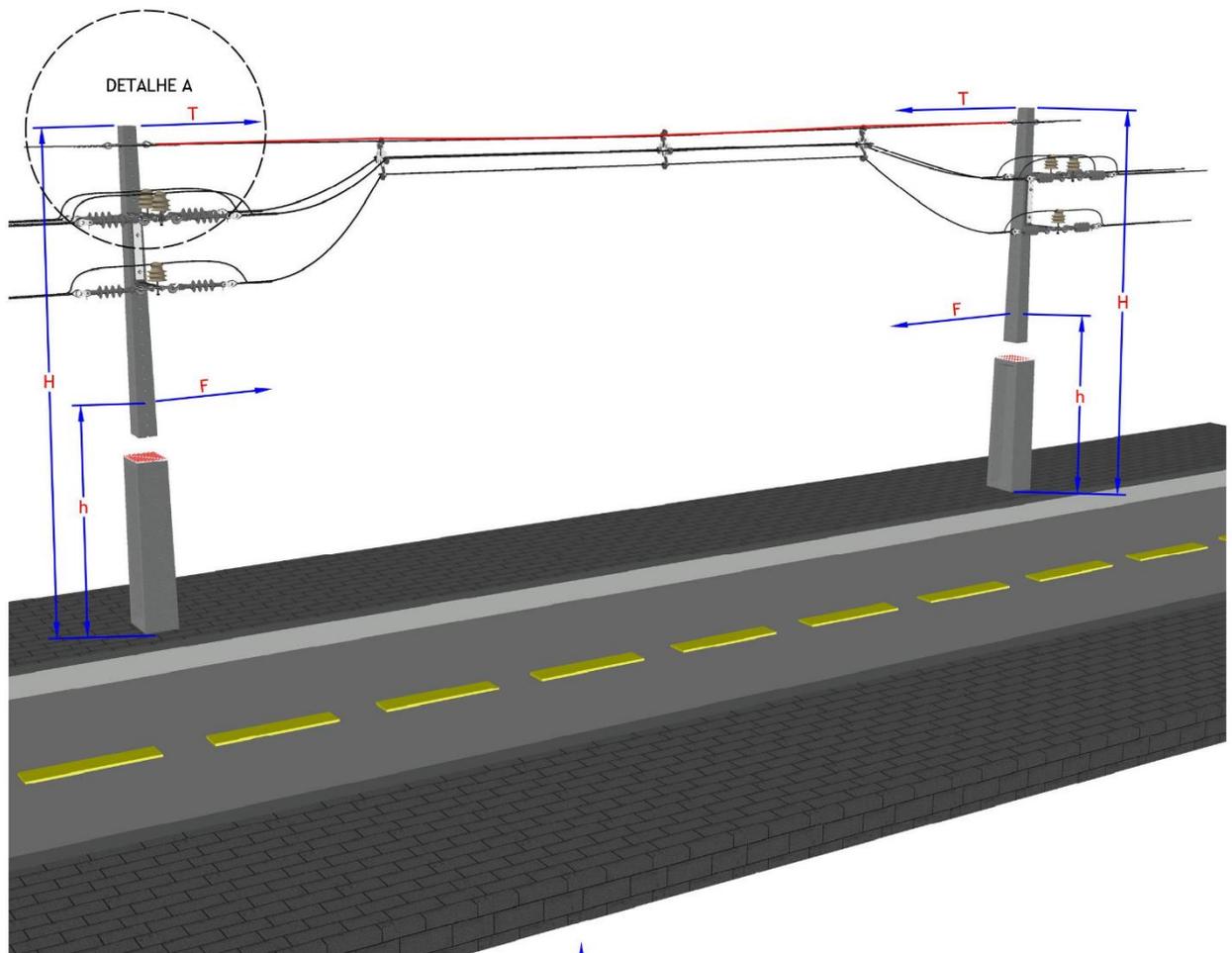


VISTA EM PERSPECTIVA

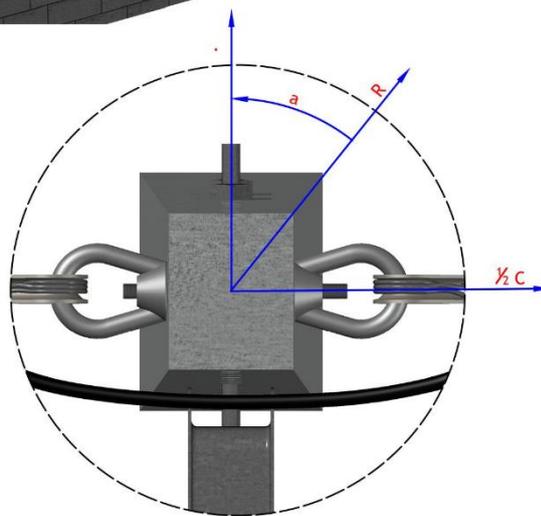
NOTA:

- I. Conforme especificado no item 11.2.3.2.

DESENHO NDU 006.27. Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão - Transferência de Força (Continuação).



VISTA EM PERSPECTIVA  
ESC.: N.I.



PLANTA BAIXA DETALHE A

## DESENHO NDU 006.27. Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão - Transferência de Força (Continuação).

### NOTAS:

- I. De acordo com equivalência de esforços a 20 cm do topo do poste fator de multiplicação, segundo apresentado na Tabela 33 podemos exprimir.

$$T = \frac{F \cdot h}{H}$$

Onde:

F: é a força aplicada pelo cabo;

h: Altura do solo em F é aplicada;

H: Altura do solo onde F será referida;

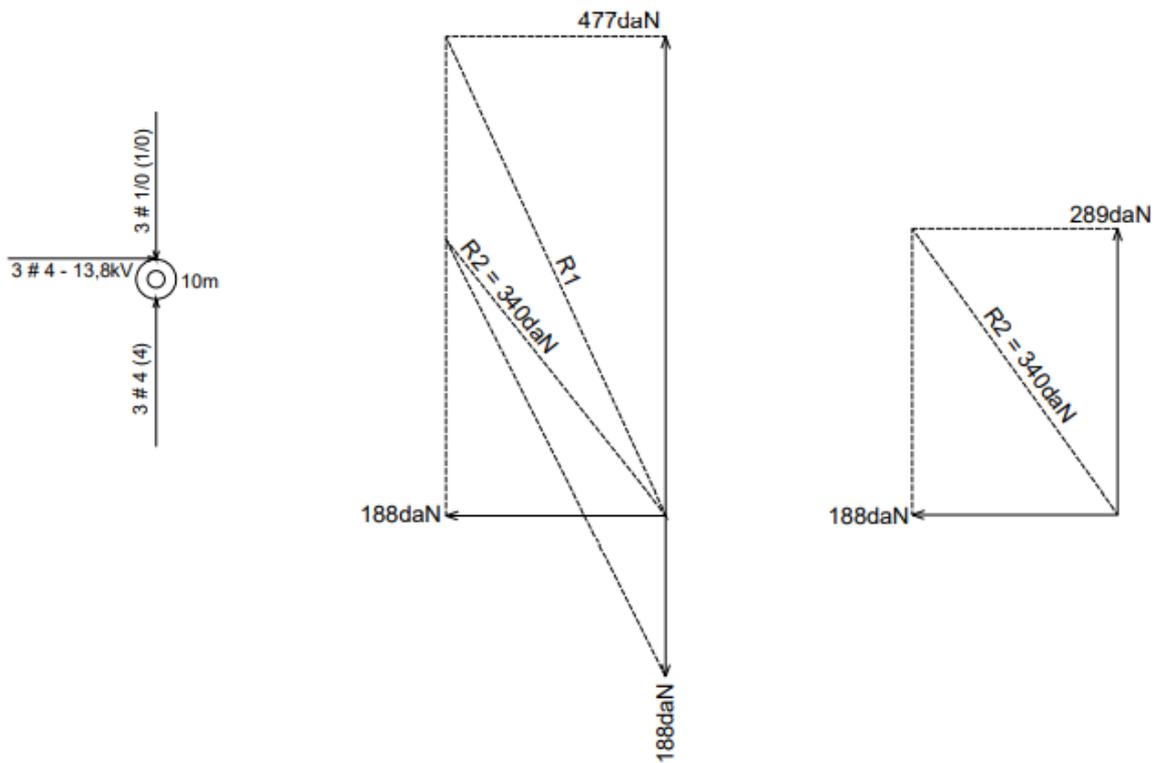
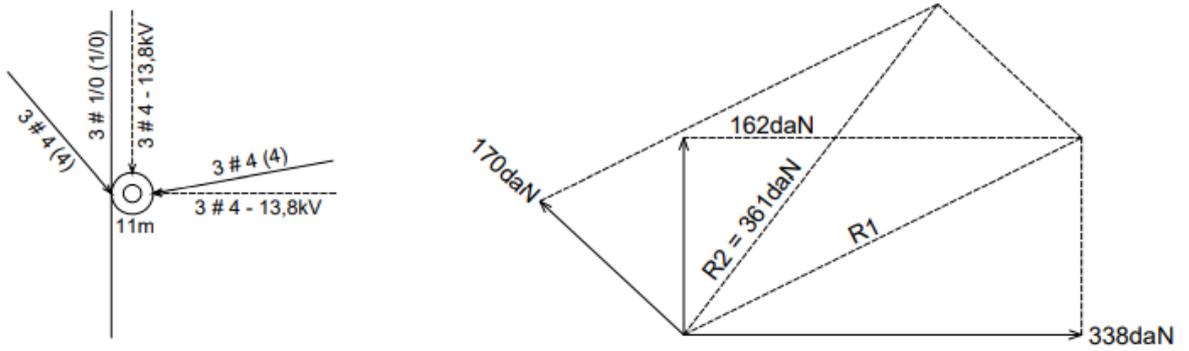
T: Força F referida a altura H;

h/H: Fator de multiplicação.

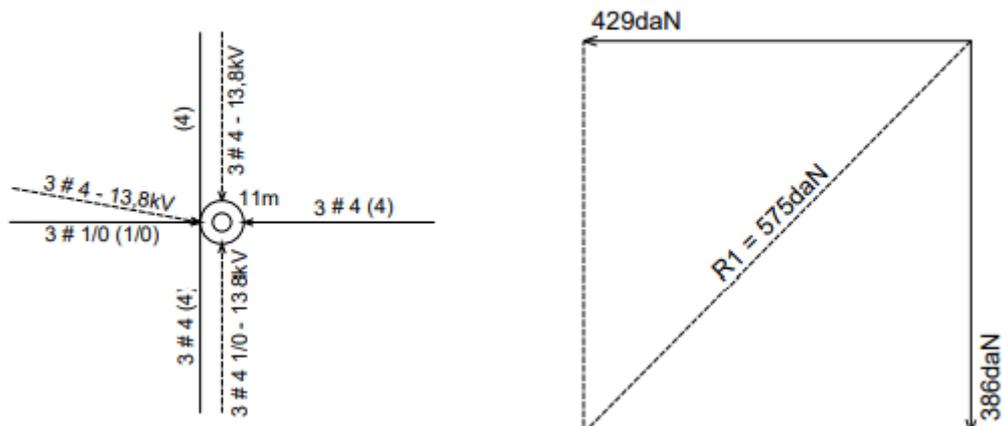
- II. O esforço resultante deve ser calculado nas seguintes situações:

- Ângulos;
- Fins de rede;
- Mudança da seção dos condutores;
- Estruturas em situações de arrancamento e compressão, conforme Tabelas 42 a 45;
- Mudança de quantidade de condutores;
- Esforços resultantes dos condutores de uso mútuo etc.;

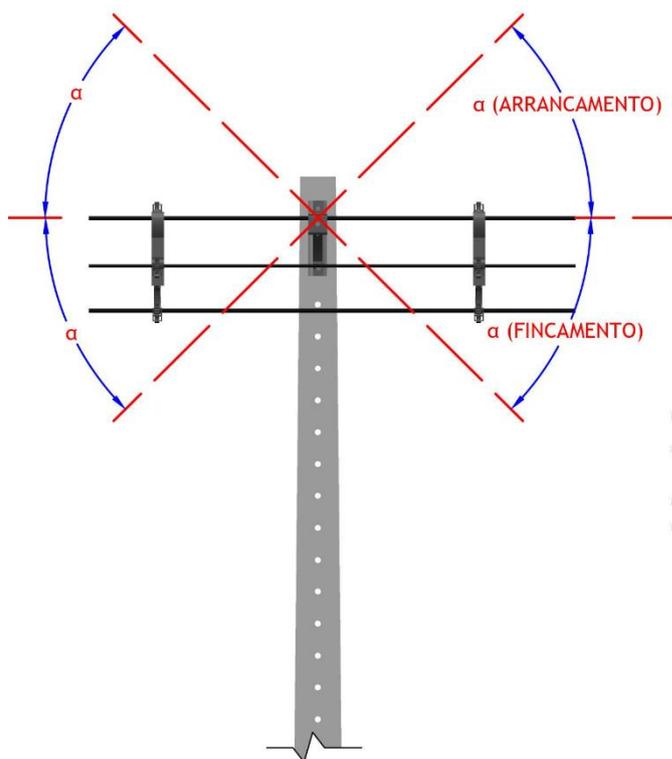
As figuras abaixo ilustram o cálculo da composição vetorial para alguns casos típicos.



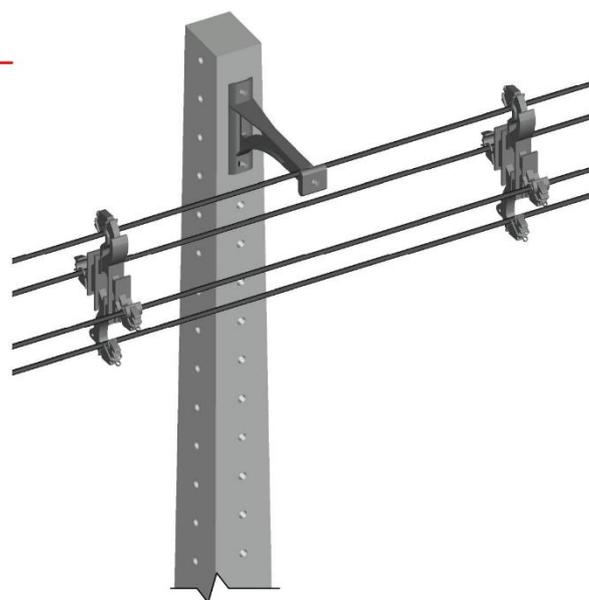
DESENHO NDU 006.27. Disposição de postes de concreto duplo T com estruturas de suspensão - Transferência de Força (Continuação).



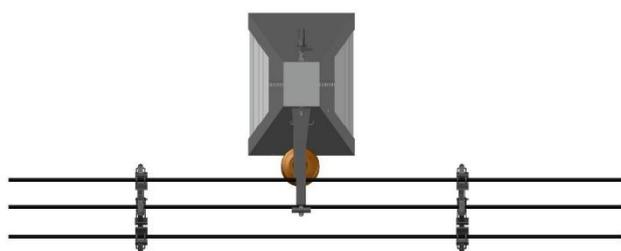
## DESENHO NDU 006.28. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço L.



VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:20

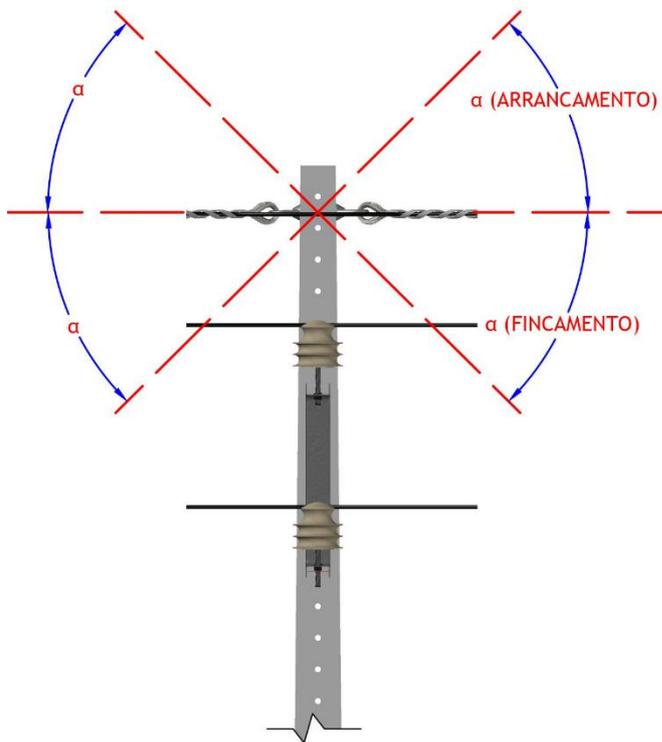


VISTA PERSPECTIVA  
ESC.: N.I.

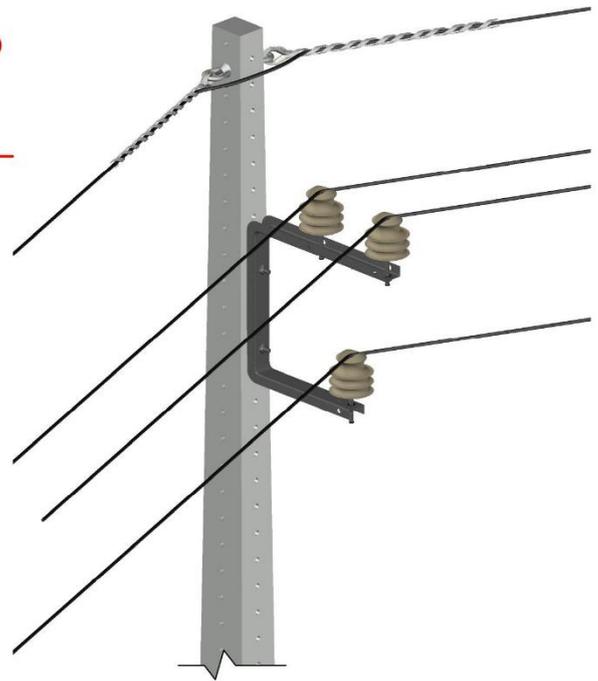


VISTA SUPERIOR  
ESC.: 1:20

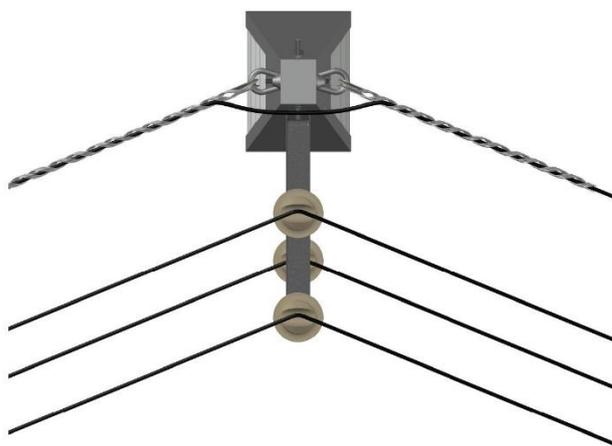
## DESENHO NDU 006.29. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço C.



VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:20

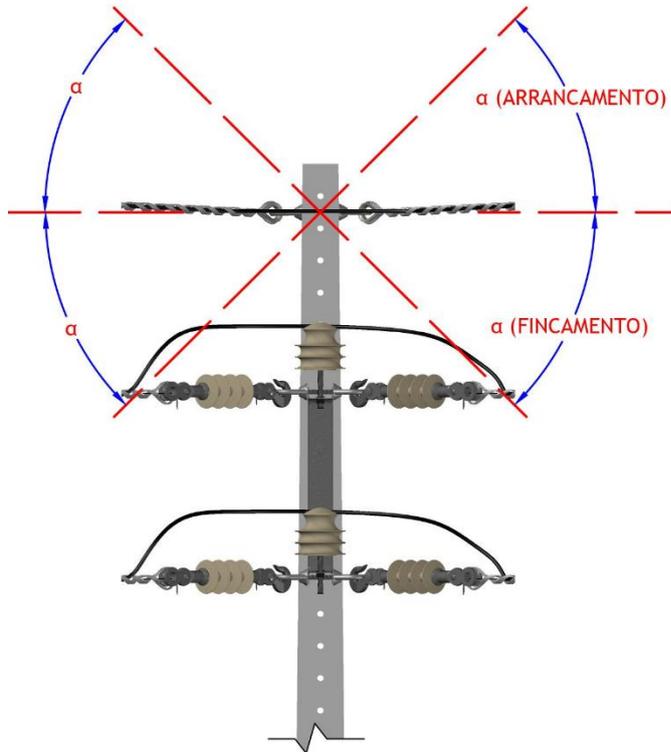


VISTA PERSPECTIVA  
ESC.: N.I.

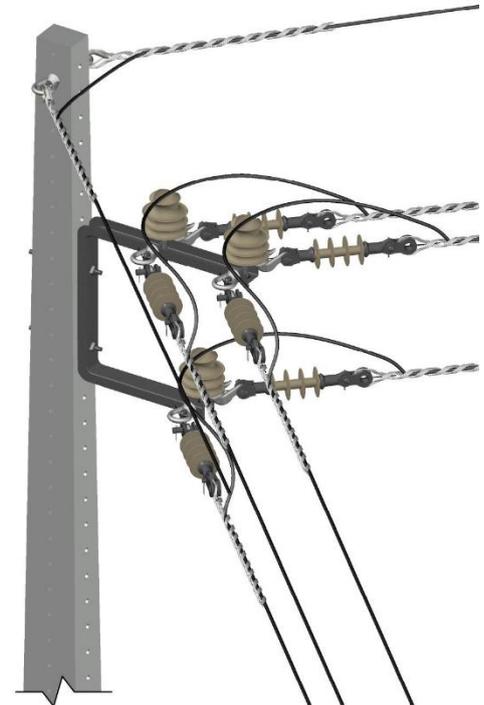


VISTA SUPERIOR

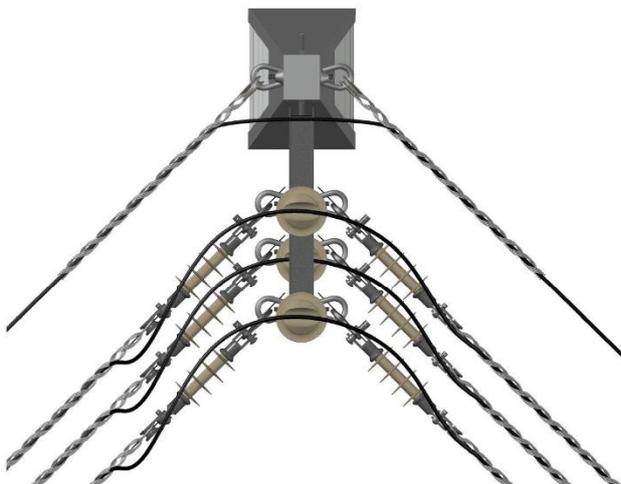
## DESENHO NDU 006.30. Deflexão Vertical da Rede Primária Protegida Braço C.



VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:20

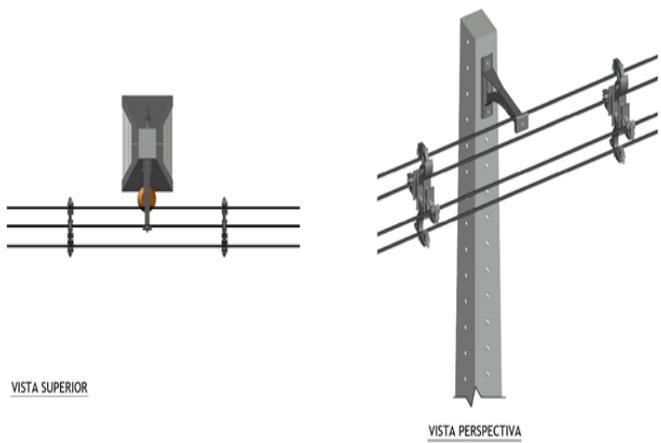


VISTA PERSPECTIVA  
ESC.: N.I.

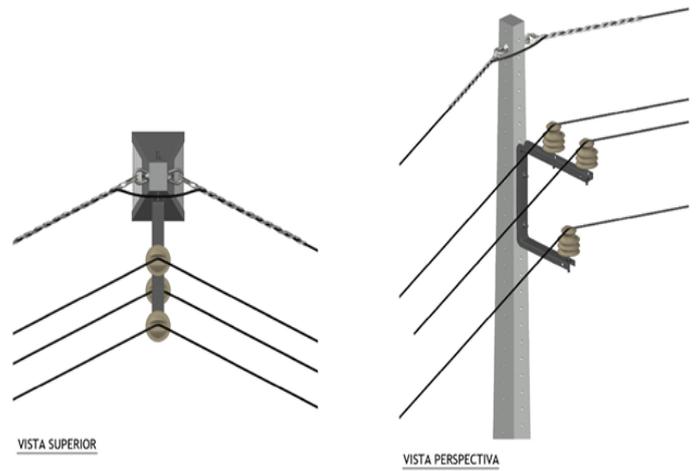


VISTA SUPERIOR

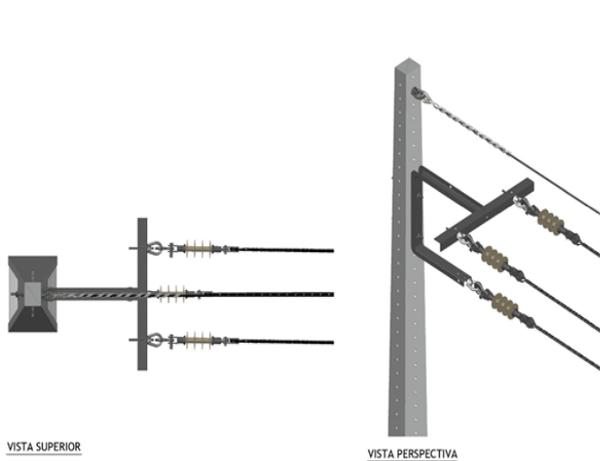
DESENHO NDU 006.31. Estruturas apresentadas na Tabela 40.



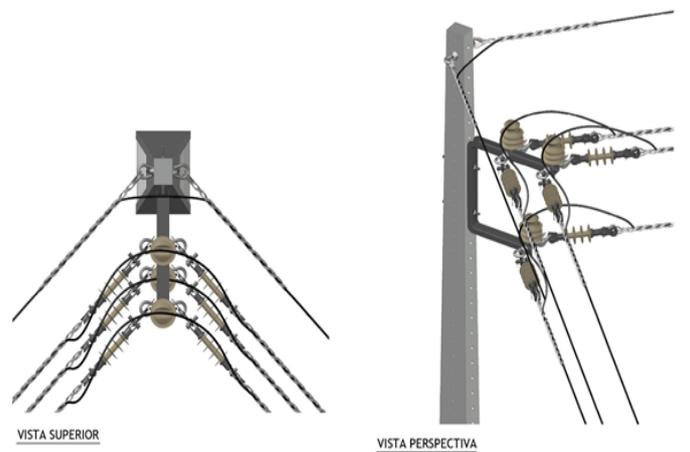
Estrutura CE 1



Estrutura CE 2

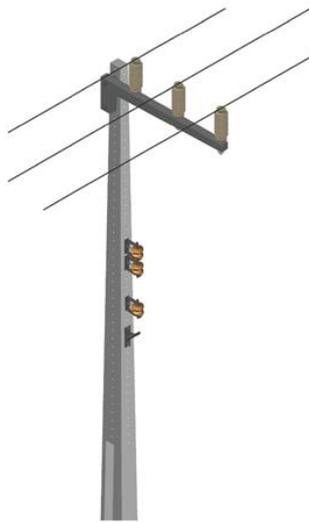
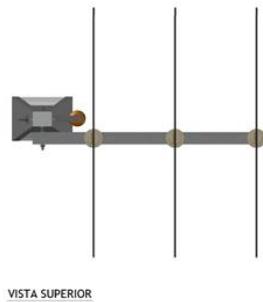


Estrutura CE 3

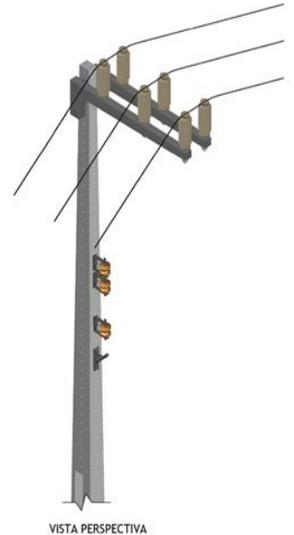
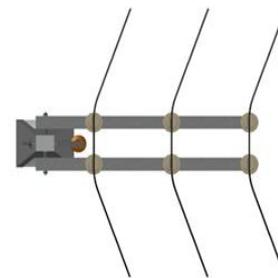


Estrutura CE 4

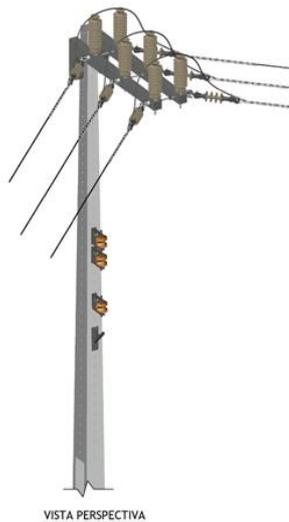
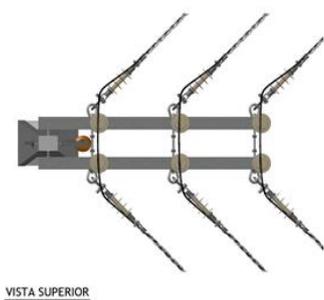
DESENHO NDU 006.32. Estruturas apresentadas na Tabela 41.



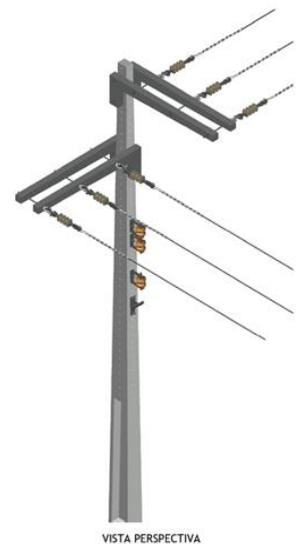
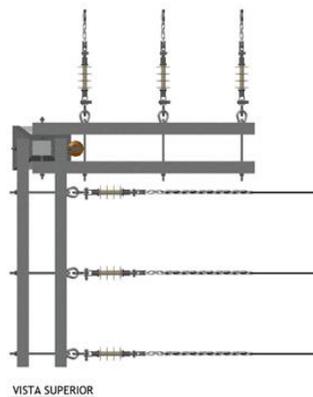
Estrutura B1



Estrutura B2

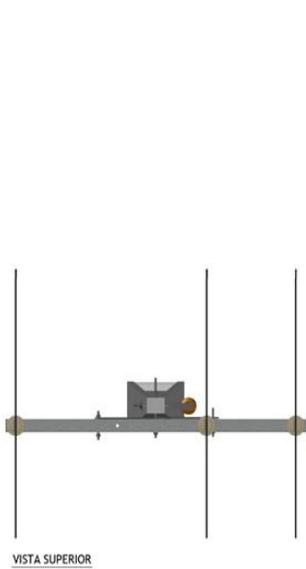


Estrutura B4

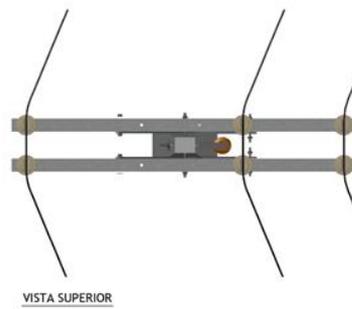
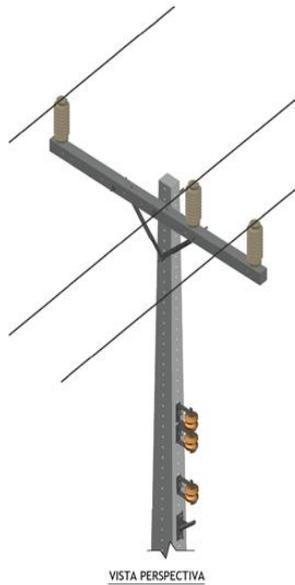


Estrutura B3 - B3

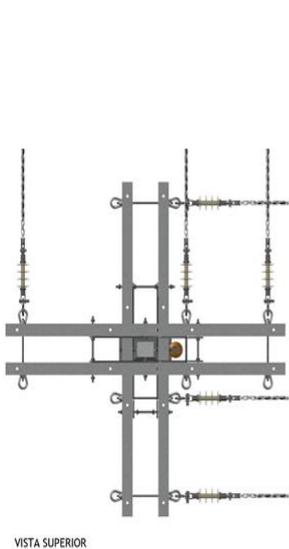
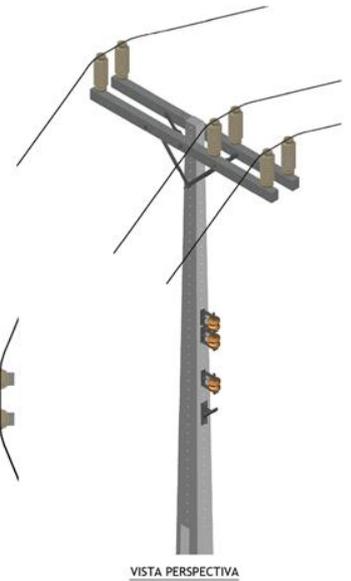
DESENHO NDU 006.32. Estruturas apresentadas na Tabela 41  
(Continuação).



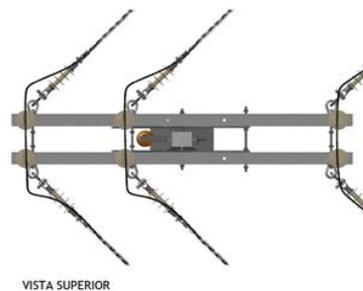
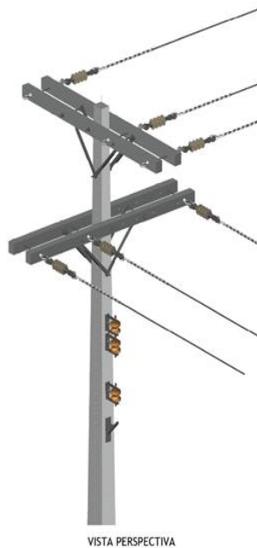
Estrutura N1



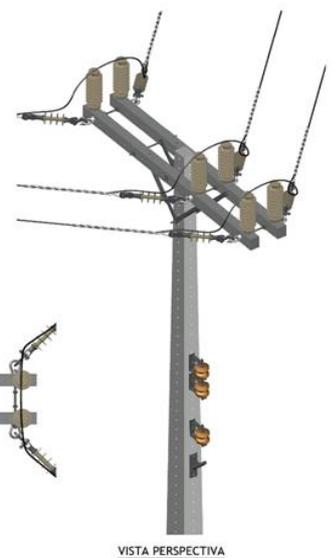
Estrutura N2



Estrutura N3

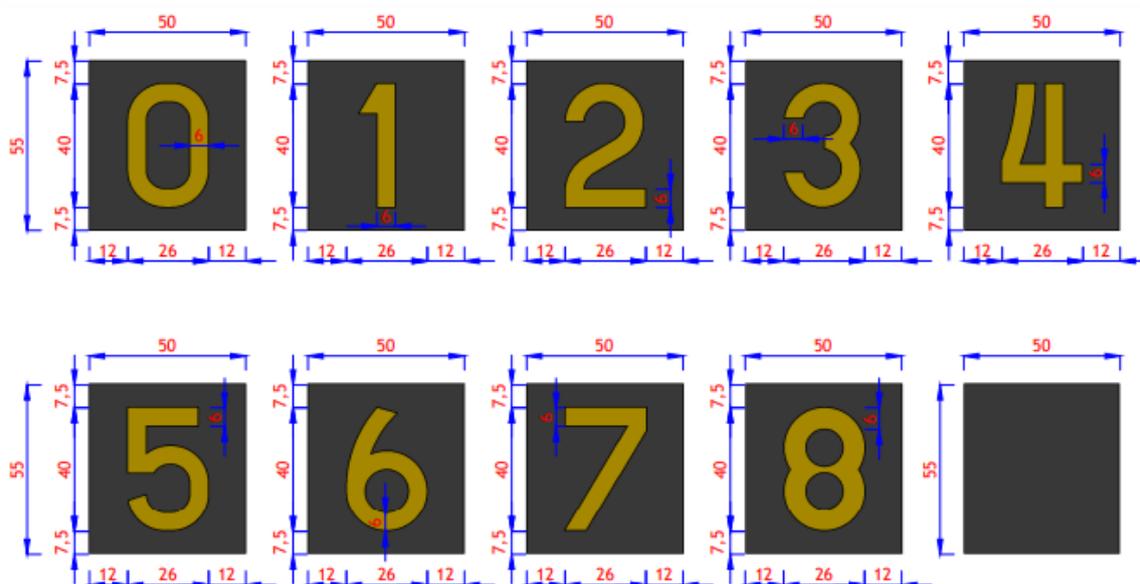


Estrutura N4





## DESENHO NDU 006.33. Placa de Número Operativo de Componentes Elétricos (Continuação).

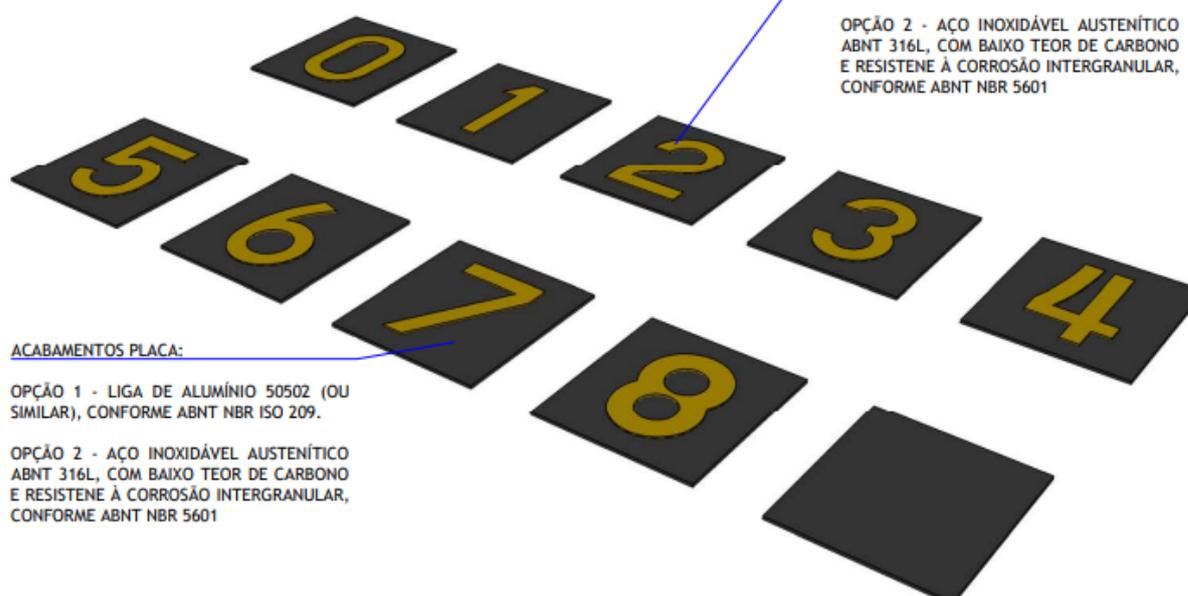


**VISTA ELEVÇÃO FRONTAL**  
ESC.: N.I.

**ACABAMENTOS NUMERAÇÃO:**

OPÇÃO 1 - LIGA DE ALUMÍNIO 50502 (OU SIMILAR), CONFORME ABNT NBR ISO 209.

OPÇÃO 2 - AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO ABNT 316L, COM BAIXO TEOR DE CARBONO E RESISTÊNCIA À CORROSÃO INTERGRANULAR, CONFORME ABNT NBR 5601



**ACABAMENTOS PLACA:**

OPÇÃO 1 - LIGA DE ALUMÍNIO 50502 (OU SIMILAR), CONFORME ABNT NBR ISO 209.

OPÇÃO 2 - AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO ABNT 316L, COM BAIXO TEOR DE CARBONO E RESISTÊNCIA À CORROSÃO INTERGRANULAR, CONFORME ABNT NBR 5601

### NOTA:

- I. Modelo da placa de componente ou número operativo apresentado no desenho NDU 006.34 aplicam-se a identificação de equipamentos para redes de distribuição em áreas urbanas e rurais.

## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
CONDUTORES PRIMÁRIOS (PLANTA SEMI-CADASTRAL)	
CONDUTORES SECUNDÁRIOS (PLANTA SEMI-CADASTRAL)	
CRUZAMENTO DE CONDUTORES SEM CONEXÃO ELÉTRICA	
CRUZAMENTO DE CONDUTORES COM CONEXÃO ELÉTRICA	
INDICAÇÃO DE MATERIAL E EQUIPAMENTO "A INSTALAR"	
INDICAÇÃO DE MATERIAL E EQUIPAMENTO "A RETIRAR"	
ENCABEÇAMENTO UNILATERAL DE CIRCUITO PRIMÁRIO	
ENCABEÇAMENTO UNILATERAL DE CIRCUITO SECUNDÁRIO	
ALTA TENSÃO TRIFÁSICA - 3 CONDUTORES - NÚMERO 2 AWG - CA	
BAIXA TENSÃO - 3 CONDUTORES FASE - 70mm <sup>2</sup> - CA NEUTRO 70mm <sup>2</sup> CAL	
BAIXA TENSÃO - 3 CONDUTORES FASE - 35mm <sup>2</sup> - CA NEUTRO 35mm <sup>2</sup> CAL	
BAIXA TENSÃO - 2 CONDUTORES FASE A e C - 35mm <sup>2</sup> - CA NEUTRO 35mm <sup>2</sup> CAL	
BAIXA TENSÃO - 2 CONDUTORES FASE B - 35mm <sup>2</sup> - CA NEUTRO 35mm <sup>2</sup> CAL	
BAIXA TENSÃO - NEUTRO 35mm <sup>2</sup> CAL	
MUDANÇA DE NÚMEROS DE CONDUTORES SECUNDÁRIOS	
ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO COM MUDANÇA DE BITOLA DOS CONDUTORES	
SECCIONAMENTO DE CIRCUITO SECUNDÁRIO POR ENCABEÇAMENTO (DIVISÃO DE CIRCUITO)	
SECCIONAMENTO DE CIRCUITO SECUNDÁRIO - NEUTRO INTERLIGADO	

## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

DESCRIÇÃO	SÍMBOLOS
ESTAI DE CRUZETA A CRUZETA	
ESTAI DE CRUZETA A POSTE	
SUBSTITUIÇÃO DE POSTE DE MADEIRA POR CONCRETO E DERIVAÇÃO DO PRIMÁRIO A INSTALAR (PROJETADO)	
DERIVAÇÃO DO SECUNDÁRIO A INSTALAR (PROJETADO)	
SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO COM ISOLADOR CASTANHA A SER FECHADO E ESPAÇADOR A SER INSTALADO	
SUBSTITUIÇÃO DE POSTE DP MESMO TIPO	
RAMAL DE SERVIÇO AÉREO EM BAIXA TENSÃO	
RAMAL DE SERVIÇO SUBTERRÂNEO EM BAIXA TENSÃO	
RAMAL DE SERVIÇO AÉREO EM ALTA TENSÃO	
RAMAL DE SERVIÇO SUBTERRÂNEO EM ALTA TENSÃO	

## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
POSTES	POSTE DUPLO T EXISTENTE	
	POSTE DUPLO T PROJETADO	
	POSTE TUBULAR DE CONCRETO EXISTENTE	
	POSTE TUBULAR DE CONCRETO PROJETADO	
	POSTE DE MADEIRA EXISTENTE	
	POSTE DE MADEIRA PROJETADO	
	POSTE TUBULAR DE AÇO EXISTENTE	
	POSTE TUBULAR DE AÇO PROJETADO	
	POSTE ORNAMENTAL EXISTENTE	
	POSTE ORNAMENTAL PROJETADO	
	POSTE DE TRILHO EXISTENTE	
CONDUTORES	REDE PRIMÁRIA EXISTENTE	
	REDE PRIMÁRIA PROJETADA	
	REDE SECUNDÁRIA EXISTENTE	
	REDE SECUNDÁRIA PROJETADA	
EQUIPAMENTOS	ATERRAMENTO EXISTENTE	
	ATERRAMENTO PROJETADO	
	CAPACITOR EXISTENTE	
	CAPACITOR PROJETADO	
	PARA-RAIOS EXISTENTE	
	PARA-RAIOS PROJETADO	
	MUFLA EXISTENTE	
	MUFLA PROJETADA	
	FLY TAP EXISTENTE	
	FLY TAP PROJETADO	
	SECCIONAMENTO AÉREO EXISTENTE	
	SECCIONAMENTO AÉREO PROJETADO	
	REGULADOR DE TENSÃO EXISTENTE	
	REGULADOR DE TENSÃO PROJETADO	
	RELIGADOR DE LINHA EXISTENTE	
	RELIGADOR DE LINHA PROJETADO	
TEXTOS	TEXTO, DESCRIÇÃO DE REDES E EQUIPAMENTOS EXISTENTES	3x1x70+70mm <sup>2</sup> 127/220V
	TEXTO, DESCRIÇÃO DE REDES E EQUIPAMENTOS PROJETADOS	

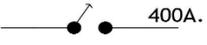
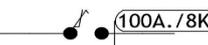
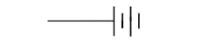
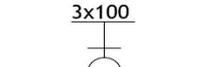
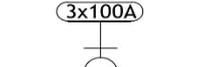
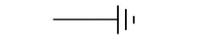
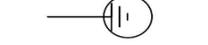
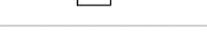
## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
ESTAIS	ESTAI DE ÂNCORA EXISTENTE	—→
	ESTAI DE ÂNCORA PROJETADO	---→
	ESTAI DE DE POSTE A POSTE EXISTENTE	(———)
	ESTAI DE DE POSTE A POSTE PROJETADO	( — — — )
	ESTAI DE CRUZETA A POSTE EXISTENTE	———→
	ESTAI DE CRUZETA A POSTE PROJETADO	- — — →
	ESTAI DE SUB-SOLO PROJETADO	
	ESTAI BASE-CONCRETADA PROJETADO	
CHAVES	CHAVE FUSÍVEL EXISTENTE	δ.
	CHAVE FUSÍVEL PROJETADA	
	CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR EXISTENTE	/.
	CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR PROJETADA	
	CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA EXISTENTE	δ.
	CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA PROJETADA	
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR EXISTENTE	X.
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR PROJETADA	
	CHAVE A ÓLEO EXISTENTE	
	CHAVE A ÓLEO PROJETADA	
ILUMINAÇÃO	RELÉ FOTOELÉTRICO EXISTENTE	—⊗
	RELÉ FOTOELÉTRICO PROJETADO	—⊗
	CHAVE DE COMANDO MAGNÉTICA EXISTENTE	—□S
	CHAVE DE COMANDO MAGNÉTICA PROJETADA	—■S
	LUMINÁRIA EXISTENTE	
	LUMINÁRIA PROJETADA	
TRANSFORMADORES	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR DA EMPRESA PROJETADO	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR PROJETADO	
	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXCLUSIVO EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXCLUSIVO PROJETADO	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINA EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINA PROJETADO	

## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO INCANDESCENTE 100 W	0
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE MERCÚRIO 80 W	2
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE MERCÚRIO 125 W	3
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE MERCÚRIO 250 W	4
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE MERCÚRIO 250 W	5
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE MERCÚRIO 400 W	6
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE SÓDIO 210 W	7
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE SÓDIO 250 W	8
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE SÓDIO 400 W	9
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE SÓDIO 360 W	10
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 VAPOR DE SÓDIO VAPOR DE SÓDIO 150 W	11
LUMINÁRIA ABERTA VAPOR DE SÓDIO 70 W	12
LUMINÁRIA ABERTA VAPOR DE SÓDIO 100 W	13
LUMINÁRIA ABERTA VAPOR DE SÓDIO 150 W	14
LUMINÁRIA ABERTA VAPOR DE SÓDIO 250 W	15
LUMINÁRIA ABERTA VAPOR DE SÓDIO 400 W	16
TRANSFORMADOR COM CHAVE DESLOCADA	
TRANSFORMADOR CONCESSIONÁRIA DESCONECTADO DA BT	
USO MÚTUO	UT
USO MÚTUO COM PROPRIEDADE DE TERCEIROS	TU
ESPAÇAMENTO DUPLO	ED
ESTAI DE CRUZETA A CRUZETA	ECC
ESTAI DE POSTE A POSTE	
ESTAI COM CONTRA POSTE	

## DESENHO NDU 006.34. Simbologia.

DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	
	INSTALADO	A INSTALAR
TRANSFORMADOR DA ENERGIPE DE 45kVA 5032 É O NUMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO	△ 3-45 5032	△ 3-45
TRANSFORMADOR PARTICULAR MONOFÁSICO DE 15kVA	▲ 3-45 5032	▲ 3-45
RELIGADOR 6H BOBINA SÉRIE DE 100A, SEQUÊNCIA 1A + 2B 011001 É O NUMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	[R] 6H 100A B21 011001	[R] BH 100A, B21
SECCIONALIZADOR GN3E BOBINA SÉRIE DE 70A. AJUSTAGEM PARA 3 OPERAÇÕES 031002 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	[S] GN3E-70A, -3 031002	[S] GN3E-70A, -3
CHAVE A ÓLEO TRIPOLAR 061001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	[03] 400A, 061001	[03] 400A
CHAVE A ÓLEO UNIPOLAR 136003 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	[01] 400A, 136003	[01] 400A
CHAVE FACA UNIPOLAR 056100 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	 400A.	 400A.
CHAVE FACA BASCULANTE TRIPOLAR 056001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	 400A.	
CHAVE FACA BASCULANTE TRIPOLAR PARA ABERTURA EM CARGA 034001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	 400A.	
CHAVE FUSÍVEL 077006 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	 100A. / 8K	 100A. / 8K
PARA-RAIOS DE MÉDIA TENSÃO		
REGULADOR / AUTO BOOSTER A - AUTO BOOSTER R - REGULADOR	3x100A. 	3x100A 
BANCO DE CAPACITORES FIXOS	 3x100	 3x100A
ATERRAMENTO		
POSTE DE CONCRETO SEÇÃO CIRCULAR		
POSTE DE MADEIRA		
POSTE DE TRILHO SIMPLES		
POSTE DE TRILHO DUPLO		
POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO 1		
POSTE ORNAMENTAL (PROPRIEDADE DE PREFEITURAS)		
RELÉ FOTOELÉTRICO		
CHAVE MAGNÉTICA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
PARA-RAIOS BAIXA TENSÃO		



## 20. ANEXOS

ANEXO A. Memorial do Cálculo de Compartilhamento de Infraestrutura.

ANEXO B. Cálculo de Queda de Tensão.

ANEXO C. Travessia e Ocupação de Faixa de Domínio.

ANEXO D. Dimensionamento de Estai de Cruzeta a Poste.

ANEXO E. Procedimento de Ligação dos Transformadores de Distribuição.

## ANEXO A. Memorial do Cálculo de Compartilhamento de Infraestrutura.

### 1. Requisitos Mínimos para elaboração do projeto de compartilhamento

Para utilização desse procedimento o projetista ou consultor técnico necessitará dispor das seguintes especificações a serem utilizadas nas redes de distribuições de média tensão com classe de tensão nominal até 36,2 kV:

- a. Plantas, mapas e croquis;
- b. Especificações técnicas dos cabos condutores a serem aplicados as redes de baixa e média tensão padronizadas e existentes na planta elétrica do grupo Energisa S.A, obtidos a partir dos cálculos elétricos;
- c. Esforços mecânicos provenientes de compartilhamento de infraestrutura por uso mútuo;
- d. Projetos em andamento que estejam relacionado com área ou setor que se destina implementar o processo de uso mútuo de estruturas de distribuição de energia elétrica com classe de tensão nominal até 36,2 kV.

#### 1.1. Plantas, Mapas e croquis

São parâmetros fundamentais a realização dos cálculos dos esforços mecânicos para redes de distribuição seja sem ou com compartilhamento de infraestrutura as plantas, mapas e croquis:

- a. Arruamento (ruas, avenidas, travessas, alamedas, etc.);
- b. Impedimentos como trens de superfície, metrô, rodovias, túneis, pontes, árvores de grande porte e acidentes topográficos;
- c. Traçados e as respectivas alturas de redes existentes de baixa, média e alta tensão (indicar a tensão da rede de alta);



Deverão ser dadas as devidas atenções a existência de equipamentos de redes de distribuição ao decorrer do trajeto já existentes, além dos esforços originados pela ocupação de terceiros (compartilhamento de infraestrutura).

## 1.2. Informações dos condutores

O projetista ou consultor técnico deverá conhecer previamente os condutores a serem aplicados (Classe de tensão e diâmetro) nas redes de distribuição de média e baixa tensão, obtidos a partir da realização dos cálculos elétricos.

## 2. Projetos em andamento que estejam relacionado com área

Sempre quando possível o projetista ou consultor técnico deverá considerar durante a execução do projeto, em especial na determinação dos cálculos mecânicos, a existência de projetos associados, minimizando as intervenções estruturais nas redes. Especial atenção deve ser dada ao traçado das saídas de subestação, de forma que os primeiros 500 metros estejam aptos a receberem alimentadores adicionais

### 2.1. Afastamentos

Deverão ser observados os afastamentos mínimos indicados para o projeto de redes de distribuição aérea conforme constante nas NDU 006 (Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas) e NDU 007 (Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais), assim nas NBR 15992, 15688 e 15214.

### 2.2. Postes

Os postes padronizados para uso nas distribuidoras do grupo Energisa S.A devem estar de acordo com a especificação Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição.

A instalação de postes duplo T deve considerar a face de menor esforço (face A) no sentido longitudinal da rede para redes sem ângulo. Na ocorrência de ângulo o poste

deve ser instalado no sentido da bissetriz, de forma que a face de maior resistência (face B) esteja voltada no sentido da força resultante.

Em finais de linha o poste DT deve estar com a face de maior resistência (face B) voltada para o sentido dos esforços. A altura dos postes deverá levar em consideração os afastamentos mínimos exigidos para uma flecha resultante, para o vão médio, a 50°C.

### 2.3. Engastamento

O engastamento dos postes deverá ser realizado conforme NBR 15688 e sua profundidade de engastamento é calculada, em condições normais, pela equação:

$$e = \frac{L}{10} + 0,60 \text{ (metros)}$$

Onde:

e = Engastamento em metros;

L = Comprimento do poste em metros.

### 2.4. Estruturas

A escolha das estruturas deverá levar em consideração os esforços mecânicos aplicados no sentido horizontal e vertical, associada à presença de ângulos. A limitação de ângulo de aplicação das estruturas deverá ser consultada nos respectivas NBR 15688 e 15992.

### 2.5. Localização de postes

A localização dos postes deve estar em conformidade com as NDU 006 (Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas) e NDU 007 (Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais).

### 3. Determinação de Esforços

A determinação de esforços deverá ser feita considerando todos os esforços distribuídos nas redes primária(s), secundária(s) e compartilhante(s), sendo que as duas últimas devem ser referenciadas a 20 cm do topo do poste.

#### 3.1. Transferência de esforços

A transferência de esforços a 20 cm do topo é realizada considerando a seguinte sequência:

$$h = L - e \text{ (Altura útil)}$$

Onde:

h = altura útil em metros.

L = Comprimento do poste em metros.

e = Engastamento em metros.

$$F_{tp} = F_p \times \frac{h_p}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário – pelo primário)}$$

Onde:

F<sub>tp</sub> = Força transferência à altura do primário - pelo primário.

F<sub>p</sub> = Força aplicada na rede primária.

h<sub>p</sub> = Altura da força aplicada na rede primária.

h = Altura útil em metros.

$$F_{ts} = F_s \times \frac{h_s}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário – pelo secundário)}$$

Onde:

$F_{ts}$  = Força transferência à altura do primário - pelo secundário.

$F_p$  = Força aplicada na rede secundária.

$h_p$  = Altura da força aplicada na rede secundária.

$h$  = Altura útil em metros.

$$F_{tc} = F_c \times \frac{h_c}{h} \text{ (Força transferida à altura do primário - pelo compartilhamento)}$$

Onde:

$F_{tc}$  = Força transferência à altura do primário - pelo compartilhamento.

$F_p$  = Força aplicada pelo compartilhamento.

$h_c$  = Altura da força aplicada pelo compartilhamento.

$h$  = Altura útil em metros.

$$F_T = F_{tp} + F_{ts} + F_{tc}$$

Onde:

$F_T$  = Força aplicada a 20 cm do topo.

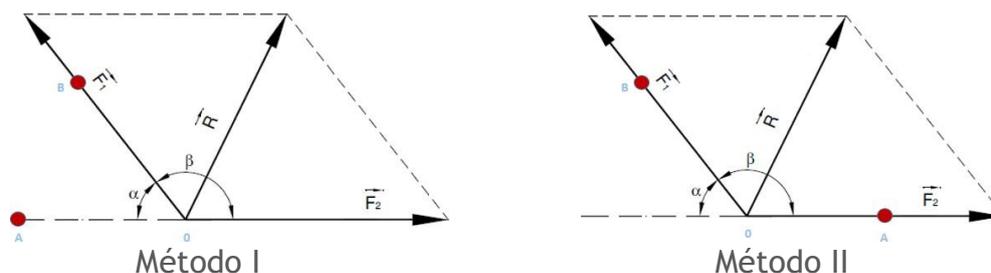
$F_{tp}$  = Força transferência à altura do primário - pelo primário.

$F_{ts}$  = Força transferida à altura do primário - pelo secundário.

$F_{tc}$  = Força transferida à altura do primário - pelo compartilhamento.

### 3.2. Determinação de ângulos

Para a determinação da força e ângulo resultantes o projetista deverá dispor, com a maior precisão possível, dos valores do ângulo de deflexão da linha, que poderão ser obtidos pelo uso de equipamentos do tipo GPS de alta precisão ou pelo método de obtenção em campo.



$$AB = 20 \times \text{sen} \frac{\alpha}{2} \text{ (método I)}$$

$$AB = 20 \times \text{sen} \frac{(180 - \alpha)}{2} \text{ (método II)}$$

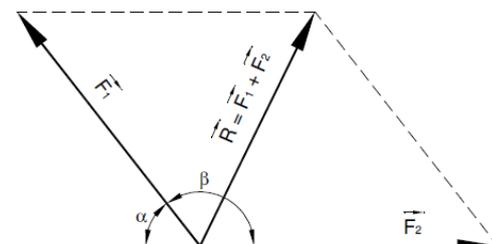
A determinação do ângulo pela medição em campo deverá ser feita por um dos métodos apresentados acima. Realiza-se a partir do ponto zero (0) a medição de 10 metros até o ponto A, bem como até o ponto B. A distância obtida entre A e B será utilizada em uma das equações acima para obtenção do ângulo  $\alpha$ .

A tabela abaixo apresenta a relação de ângulos para as principais medidas entre A e B pelo método I.

### 3.3. Método de cálculo geométrico (2 forças)

Conhecidas as forças atuantes no poste a 20 cm do topo o projetista pode obter a tração resultante (R) a partir do método geométrico, por meio da representação das trações das diferentes forças atuantes (F1 e F2) por dois vetores em escala, de modo

que as suas origens coincidam, formando um paralelogramo conforme indicado abaixo:



Onde:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$\vec{R}$  = Vetor de tração resultante.

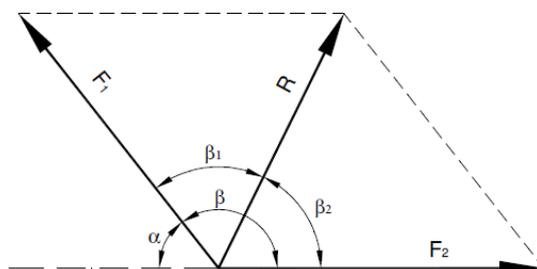
$\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  = Vetores das trações de projeto dos condutores.

$\alpha$  = Ângulo de deflexão da rede.

$\beta$  = Ângulo de deflexão entre condutores.

### 3.4. Método de cálculo analítico (2 forças)

Conhecidas as trações de projeto dos condutores, referenciadas a 20 cm do topo, bem como o ângulo formado pelos condutores, tem-se:



Onde:

$$\bar{R} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \times F_1 \times F_2 \times \cos \beta}$$

$\bar{R}$  = Vetor de tração resultante.

$\bar{F}_1$  e  $\bar{F}_2$  = Vetores das trações de projeto dos condutores.

$\alpha$  = Ângulo de deflexão da rede.

$\beta = 180^\circ - \alpha$

$$\beta_1 = \sin^{-1} \left( \frac{F_2 \times \sin \beta}{\bar{R}} \right) \text{ e } \beta_2 = \sin^{-1} \left( \frac{F_1 \times \sin \beta}{\bar{R}} \right)$$

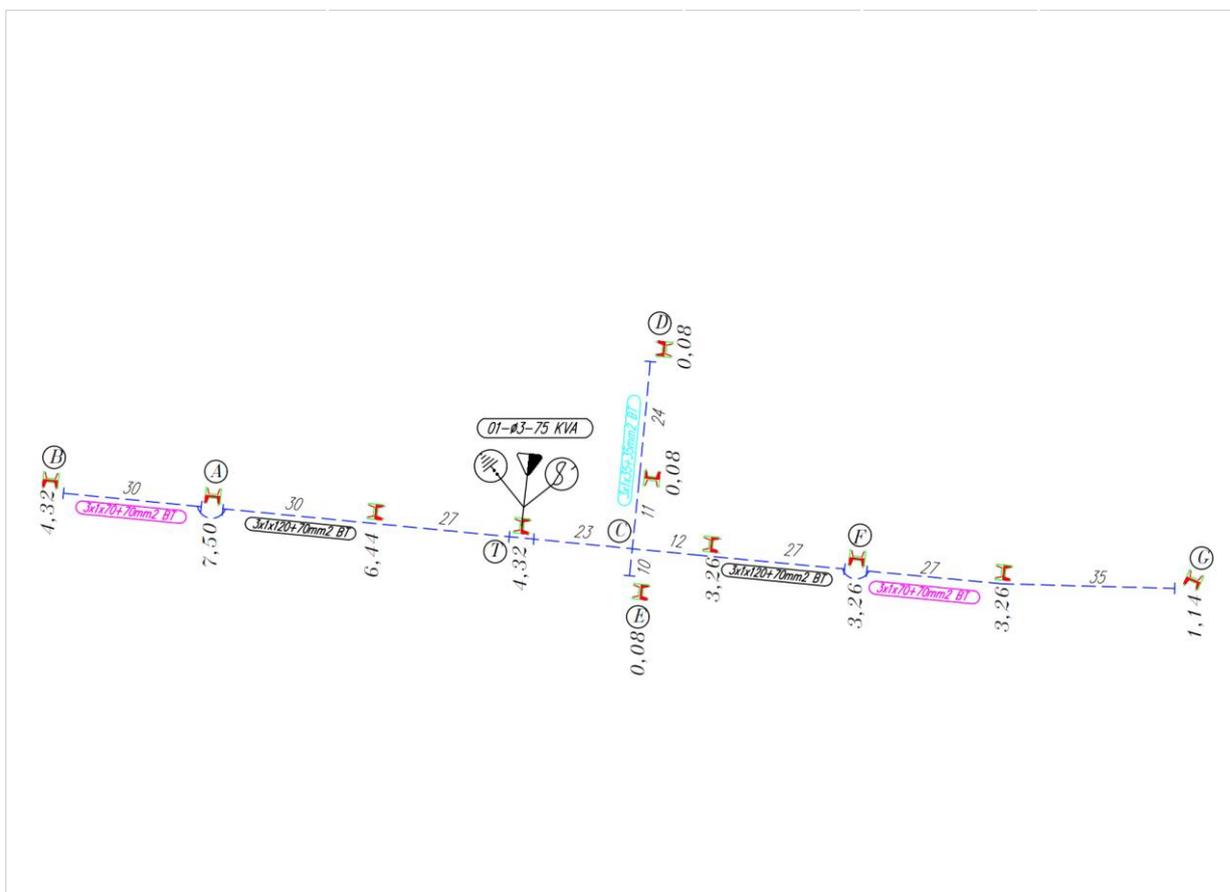
Se as trações  $F_1$  e  $F_2$  forem de valores iguais, a resultante pode ser calculada pela seguinte expressão simplificada:

### 3.5. Método de cálculo para 3 forças ou mais.

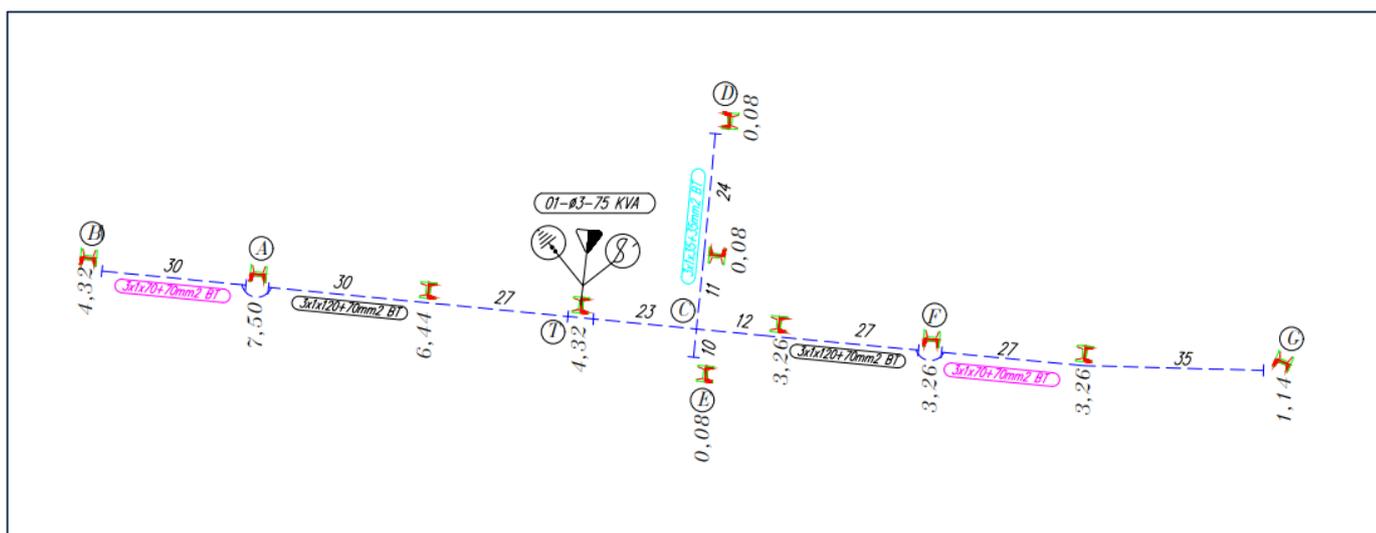
A solução para determinação de esforços resultantes para 3 forças ou mais deverá ser realizada considerando a transferência de esforços a 20 cm do topo, seguido da decomposição e composição vetorial, até a determinação da resultante.



## ANEXO B. Modelo de Cálculo de queda de Tensão (Continuação).



Trecho		Carga			Condutor	Queda de tensão			
DESIGNAÇÃO	COMPRIMENTO	DISTRIBUIDA NO TRECHO	ACUMULADA NO FIM DO TRECHO	TOTAL	CONDUTOR	UNITÁRIA	NO TRECHO	TOTAL	
A	B	C	D	$E=(C/2+D)*B$	F	G	$E \times G = H$	I	
SECUNDÁRIA	100 M	KVA	KVA	KVA X 100M	MM	%	%	%	
TR	A	0,57	6,440	11,820	8,573	3x1x120+70	0,068	0,5830	0,5830
A	B	0,3	0,000	4,320	1,296	3x1x70+70	0,106	0,1374	0,7203
TR	C	0,23	0,000	11,160	2,567	3x1x120+70	0,068	0,1745	0,1745
C	D	0,35	0,080	0,080	0,042	3x1x35+35	0,198	0,0083	0,1829
C	E	0,1	0,000	0,080	0,008	3x1x35+35	0,198	0,0016	0,1761
C	F	0,39	3,260	7,660	3,623	3x1x120+70	0,068	0,2464	0,4209
F	G	0,62	3,26	1,14	1,717	3x1x70+70	0,106	0,1820	0,6030
DEMANDA NOTURNA		43,60			DEMANDA DIURNA		42,72		



Croqui do projeto aplicado ao modelo de cálculo de queda de tensão.

#### NOTAS:

- I. O Exemplo acima apresenta valores meramente ilustrativos preenchidos para ilustrar a dinâmica do modelo de cálculo de tensão.
- II. Para redes monofásicas:  $K = 1$  E= F.N. Bifásico:  $K = 2$  E= F.N. ou  $K = 1$  E=F.F. Trifásico:  $K = 3$  E= F.N. ou  $K = \sqrt{3} = 1,73$ , E= F.F.

## ANEXO C. Travessia e Ocupação de Faixa de Domínio.

### 1. Rodovias

#### Dos Critérios Para Ocupação as Faixas De Domínio

1.1 Não serão permitidas ocupações nos acessos, acostamentos, interseções, obras de arte e nos refúgios das faixas de domínio, por linhas de transmissão ou redes de energia elétrica e seus acessórios.

a) Caso não exista alternativa, a solicitação para ocupação deverá ser tecnicamente justificada podendo ser permitida em caráter excepcional, a exclusivo critério do DNIT.

b) Não será permitido em qualquer hipótese, o aproveitamento dos elementos e estruturas de drenagem na faixa de domínio;

1.2 Poderá ser usado o canteiro central, quando houver e a sua largura for igual ou superior a 5,00 m (cinco metros), observando-se distâncias adequadas a partir do refúgio, de modo a não interferir com possíveis instalações, atuais ou futuras, de defensas metálicas, barreiras de concreto, postes de placas de sinalização, pórticos, drenagem e demais dispositivos;

1.3 As redes deverão ser localizadas, preferencialmente, de um só lado da rodovia;

1.4 Quando se tratar de ocupação aérea deverá ser observado os seguintes requisitos:

a) Os postes se situarão dentro da faixa de domínio, a uma distância da cerca limítrofe, igual a 1,50m (um metro e cinquenta centímetros);

b) Os postes deverão guardar, das pistas, acostamentos, sarjetas, taludes dos cortes, cristas dos cortes ou dos pés das saias de aterros, a distância mínima de 5,00 (cinco metros). Quanto aos postes existentes, as concessionárias deverão sofrer aditamento da concessão visando adequar-se à nova realidade dentro de prazo estabelecido por acordo mútuo;



c) Onde existir pista destinada ao tráfego local, com guardo de meios-fios elevados, os postes se situarão, no mínimo, a 0,50 cm (cinquenta centímetros) da face externa dos ditos meios-fios dos passeios;

d) As linhas ou redes deverão situar-se, tanto quanto possível, de um só lado da rodovia e de tal modo que suas projetantes verticais não incidam sobre a pista ou acostamento;

e) Para as linhas até 50.000 (cinquenta mil) volts de tensão entre fases e vãos até 100 (cem) metros, a altura livre mínima sobre qualquer ponto do terreno, nas condições mais desfavoráveis, será de 7 (sete) metros;

f) Para tensões e vãos maiores a altura livre mínima fixada será acrescida de 12,5mm (doze e meio milímetros) para cada aumento de 1.000 (mil) volts na tensão e 100 (cem) milímetros para cada aumento de 10 (dez) metros de vão;

g) Será permitido o uso de postes de madeira de lei ou outras convenientemente tratadas;

h) No caso de redes existentes as permissionárias farão as suas expensas após aprovado pelo DNIT, o remanejamento do posteamento para adequá-las ao disposto nas alíneas anteriores deste item.

## 2. Dos Critérios para Travessias das Rodovias e de seus Acessos

2.1. Nas travessias de faixas de domínio das rodovias federais, deverão ser respeitados os seguintes requisitos:

a) os suportes se situarão obrigatoriamente fora das faixas de domínio, salvo, a juízo do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT, observando o disposto na alínea a item 1.4;

b) a altura livre mínima das linhas ou redes sobre qualquer parte do terreno, no lance da travessia, para as tensões até 50.000 (cinquenta mil) volts entre fases e vão até 100 (cem) metros, será de 7m (sete metros) nas condições mais desfavoráveis;

c) para tensões e vãos maiores do que os fixados na alínea b a altura mínima será acrescida de 12,5 mm (doze e meio milímetros) para cada 1.000 (mil) volts de acréscimo na tensão de e de 100 mm (cem milímetros) para cada 10m (dez metros) de acréscimo de vão;

d) no lance da travessia e nos dois adjacentes, a linha será instalada com precauções especiais de segurança e estrutura de apoio reforçada.

2.2. O projeto de instalação ou travessia será apresentado ao DNIT em planta e perfil, devidamente cotados, e onde constem:

- tensão nominal;
- seção do fio ou seu número;
- material empregado;
- cargas de ruptura do fio;
- tensão mecânica no lance de travessia;
- flecha nas situações mais desfavoráveis;
- cotas do eixo da estrada, das cristas dos cortes e da linha correspondente a estes pontos nas situações mais desfavoráveis; e
- características elétricas da corrente.

2.3. Os trabalhos de assentamento, modificação ou conservação das linhas ou redes não poderão, de qualquer modo, interromper o trânsito na rodovia, salvo prévia autorização do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e notificação ao público.

2.4. Nos trechos arborizados das rodovias que interfiram com as linhas ou redes, as árvores poderão ser podadas, conforme as Normas da ABNT n°s 181 e 182, na forma que a Superintendência Regional no Estado competente determinar, ficando este serviço a cargo da empresa Permissionária.

2.5. As empresas interessadas na utilização das faixas de domínio das rodovias federais, ou outras sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, têm o direito de servidão limitado conforme abaixo se discrimina:

- Sempre que a segurança do trânsito, a critério do Departamento, exigir modificações na locação dos postes, serão elas realizadas por conta da Permissionária;
- Desde que o Departamento - por força de obras novas de melhoramentos, como alargamentos, pavimentação, construção de variantes e acessos - necessite renovar a posteação e alterar suas condições geométricas, a Permissionária tomará todas as medidas necessárias para tanto, correndo por sua conta as despesas decorrentes;
- Em qualquer caso, mediante simples notificação, e no prazo que o DNIT determinar, nunca menor de 30 (trinta) dias, a Permissionária cumprirá as providências indicadas em instrumento próprio, sob pena da responsabilidade dos danos causados ao trânsito ou transtornos ao progresso de obras planejadas;
- São aplicáveis às obras de construções as novas regras estabelecidas na alínea c deste artigo, cabendo ao DNIT apenas o encargo de indenizar a Permissionária das despesas efetivamente realizadas com a remoção de posteação ou outros serviços correlatos, na forma da notificação em tempo expedida pelo Superintendente Regional no Estado responsável.

Parágrafo único. As restrições deste artigo não inabilitam a Permissionária ao uso da nova faixa de domínio da rodovia desde que respeitadas as condições impostas nestas normas.

### 3. Dos Critérios para Travessia de Obras de Arte Especiais

- Quando for necessário ocupar transversalmente ou longitudinalmente, as Obras de Arte Especiais (Pontes, Viadutos, Túneis e Passarelas de Pedestres) e as Galerias para passagem de Pedestres e outros assemelhados, o projeto



será encaminhado à Divisão de Projetos para análise e parecer técnico conclusivo.

3.1. Sempre que possível, as Ocupações Transversais por dutos tipificados nos itens 3.1 a 3.5, do Manual de Procedimentos para a Permissão Especial de Uso das Faixas de Domínio de Vias de Transportes Federais e outros Bens Públicos sob jurisdição do DNIT, deverão ser por método não destrutivo.

4. Ângulo Em travessias projetar a rede de distribuição, preferencialmente, na direção perpendicular ao eixo da rodovia, devendo, na impossibilidade, ser observado o ângulo máximo de 30° com essa perpendicular, conforme DESENHO NDU 006.15.

#### 5. Apresentação do projeto

O projeto de ocupação longitudinal e transversal de faixa de domínio deve ser apresentado em planta baixa construtiva e de perfil, devidamente cotados (com cotas do eixo da rodovia, das cristas dos cortes e da rede correspondente a estes pontos, nas situações mais desfavoráveis).

##### a) Ocupação longitudinal

Para ocupação longitudinal de faixa de domínio, tanto a planta baixa construtiva como o perfil da rede, devem ser desenhados para toda a extensão de ocupação, na escala 1:1000 e apresentados no formato A3, constando ainda os seguintes elementos:

- Posição quilométrica exata (km + m) do início e do fim da ocupação, indicando o eixo da rodovia e a largura da faixa de domínio;
- Designação da rodovia com indicação das localidades adjacentes mais próximas;
- Nome do(s) município(s) onde se situa a ocupação da faixa de domínio;
- Plataformas, cristas de cortes e pés de aterros;



- A distância dos postes ao limite da faixa de domínio, quando situados a mais de 1,50 metros desse limite;

- Preenchimento do quadro de características técnicas.

b) Travessia

Para ocupação transversal, tanto a planta baixa como o perfil, devem ser desenhados na escala 1:50 e no formato A3. Travessias de Rodovias e contendo os elementos abaixo:

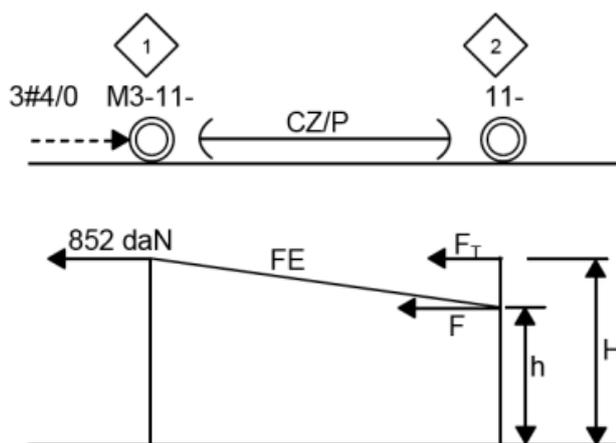
- posição quilométrica exata (km + m) do ponto de travessia, indicando o eixo da rodovia e a largura da faixa de domínio;
- designação da rodovia com indicação das localidades adjacentes mais próximas;
- nome do município onde se situa a travessia;
- ângulo entre os eixos da rede e da rodovia atravessada;
- todo o trecho que abrange a travessia com a posição dos postes;
- seccionamentos e aterramento das cercas;
- plataformas, cristas de cortes e pés de aterros;
- viadutos, trevos de acesso, pontes, edificações etc., existentes ou projetadas na área representada;
- outras ocupações de faixa de domínio na área representada;
- preenchimento do quadro de características técnicas.

## ANEXO D. Dimensionamento de Estai de Cruzeta a Poste.

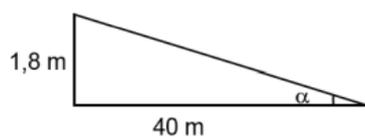
Considerando-se o vão de 40 metros, segundo figura a seguir.

Onde:

- FE = Força exercida no estai;
- F = Força horizontal no nível do estai;
- h = Altura do estai ao solo;
- H = Altura de 20 cm (0,20 m) do topo ao solo



### 1) Ângulo de Inclinação



$$\tan \alpha = \frac{1,8}{40} = 0,045 \rightarrow \alpha = 2,60^\circ < 10^\circ$$

## 2) Dimensionamento do Cabo de Aço

$$FE = \frac{852}{\cos \alpha} = \frac{852}{\cos 2,6^\circ} \rightarrow 853 \text{ daN} > 700 \text{ daN}$$

Deve-se utilizar cabo de aço  $D_n = 9,53 \text{ mm}$ .

## 3) Dimensionamento do Poste

O Poste 1 Como estai está na posição oposta a fase central, todo o esforço do primário vai para o estai. Como o padrão mínimo para o poste circular de 11m e 600 daN, deve-se usar o poste 11/600 com engastamento simples.

- Poste 2

$$F = 852 \text{ daN}$$

$$F_T = 852 \times \frac{h}{H} \rightarrow 683 \text{ daN}$$

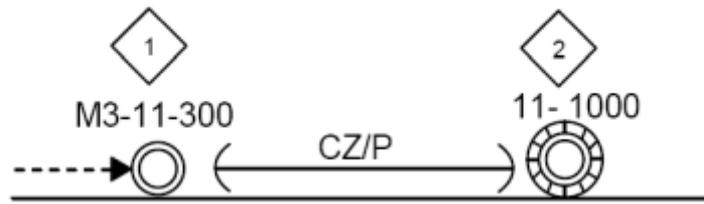
Deve-se utilizar o poste com comprimento e esforço mecânico de 11/1000 daN.

E engastamentos:

- Profundidade aumentada - E = 2,30 metros;
- Concretagem circular -  $D_n = 1,30$  metros;
- Concretagem retangular 0,70 x 2,20 metros.

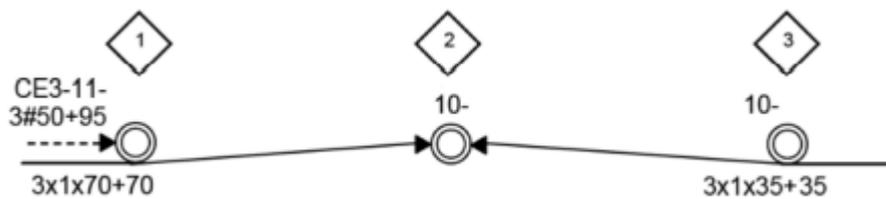
Observação: No caso de utilizar profundidade aumentada, analisar a necessidade de troca de poste pelo de maior comprimento.

#### 4) Resultado



- Estai de Poste a Poste

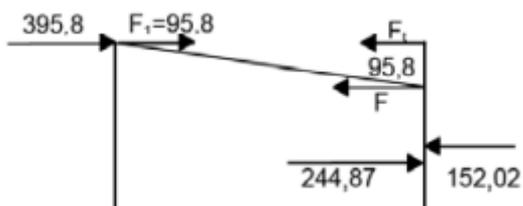
Também considerando-se o vão de 40 metros, segundo figura a seguir.



##### a) Sem estai



- b) Utilizar poste 1 com 11-300 Engastamento Concretagem Circular  $D_n = 600$  m e 1 estai de poste a poste.

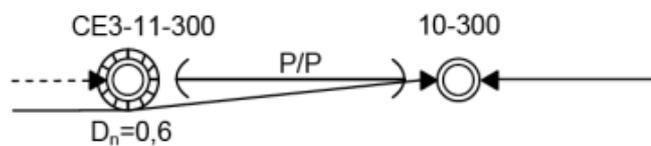


$$F_1 = F = 395,80 - 300 = 95,8 \text{ daN}$$

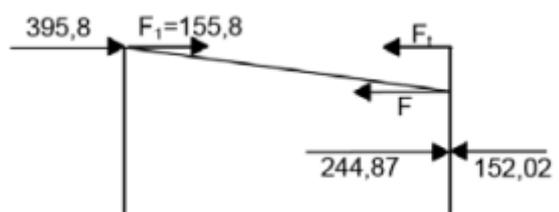
$$F_T = (244 - 152,02) \times \frac{7,0}{8,2} + 95,8 \times \frac{7,3}{8,2}$$

$$\rightarrow 165 \text{ daN}$$

Conclusão



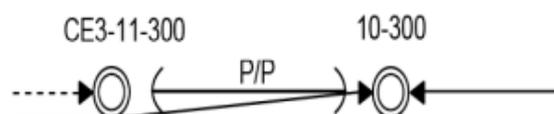
c) Utilizar poste 1 com 11/300 engastamento simples e 1 estai



$$F_1 = F = 395,80 - 240 = 155,8 \text{ daN}$$

$$F_T = (244 - 152,02) \times \frac{7,0}{8,2} + 155,8 \times \frac{7,3}{8,2} \rightarrow 218 \text{ daN}$$

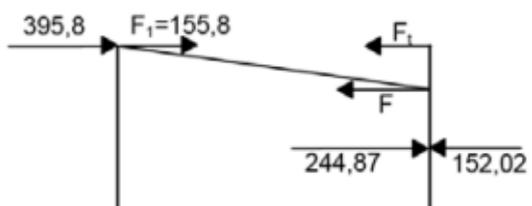
Conclusão



Observação.: A solução “c” é mais barata que a solução “b”.

e) Utilizar poste 1 com 2 Estais de poste a poste

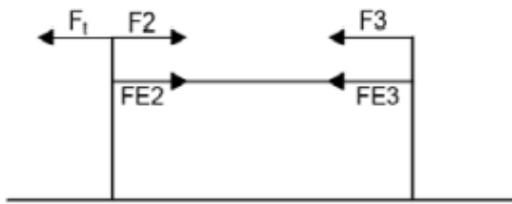
- Poste 1 e Poste 2



$$F_T = 218 \text{ daN}$$

Observação: Olhar cálculo da Letra c.

- Poste 2 e Poste 3



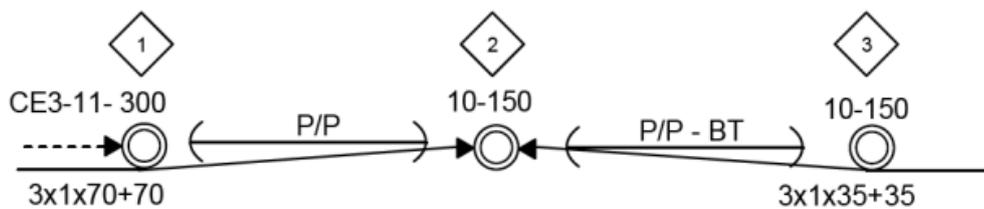
$$F_T = 218 - 150 = 68 \text{ daN}$$

$$F_{E2} = \left( \frac{68}{\frac{7,3}{8,2}} \right) = 76,4 \text{ daN}$$

FE = Força exercida n estai.

$F_T$  = Força transferida no poste 2 (Calculado acima).

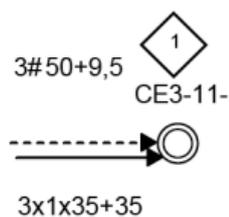
Conclusão



Observação.: O projetista deve optar entre o caso “c” ou “d”, o que for mais barato.

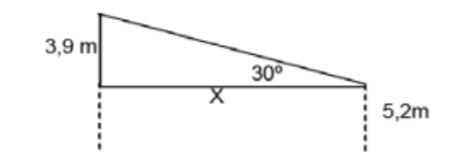
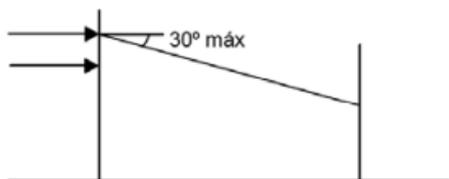
Poste a Contra Poste

Novamente considerando o vão de 40 metros temos:



a) Distância mínima o contra poste:

O ângulo máximo do estai do poste é 30°



$$X = \frac{3,90}{\tan 30^\circ} \rightarrow 6,80 \text{ metros}$$

Logo o contra poste tem que estar no mínimo 6,80 metros do poste.



$$F_T = 501,1 + 152,02 \times \left(\frac{7,0}{9,10}\right) = 618 \text{ daN}$$

$$F_E = 618 - 600 = 18 \text{ daN}$$

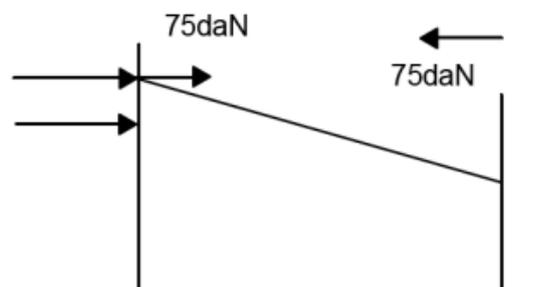
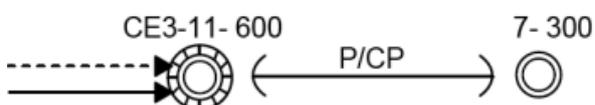
Como o esforço mínimo transferido por um estai deve ser 75 daN.

Temos:

Poste 1

$$F_E = 618 - 75 = 543 \text{ daN}$$

Conclusão



## ANEXO E. Procedimento de Ligação dos Transformadores de Distribuição.

Objetivo: Implementar e padronizar a instalação dos transformadores de distribuição, assim como as instalações das conexões, proteções e aterramento, em atendimento urbano e rural.

Referência: Normas Técnicas NDU004.3, NDU 005 e NDU 034.

### 1. Pontos de atenção:

#### 1.1. Ligações Primárias:

A ligação da chave fusível ao terminal do transformador (jumper) deve ser com cabo protegido simples, conforme ETU 110.1, de:

- 50 mm<sup>2</sup> para classe de tensão de 15 kV;
- 70 mm<sup>2</sup> para classe de tensão de 36,2 kV.

Os para-raios devem ser instalados, fisicamente, no suporte do transformador, e interligados através dos mesmos cabos acima citado, conforme figura abaixo:



#### NOTA:

Alternativamente, pode ser derivado diretamente do “jumper” do transformador através de conectores de derivação, do tipo perfurante MT, cunha (ETU 159.2) ou a compressão (ETU 172.1). No caso deste 2 (dois) últimos, deve ser obrigatório a reconstituição da proteção do cabo.



Após a (s) conexão (ões), os terminais primários dos equipamentos devem ser, obrigatoriamente, protegidos por coberturas conforme padrões do grupo:

- Transformador de distribuição: ETU 197.2;
- Para-raios de distribuição: ETU 197.3 (material já incluso no fornecimento do para-raios).

### **1.2. Aterramento dos Equipamentos:**

O cabo de aterramento dos equipamentos deve ser contínuo, ligado diretamente dos terminais de aterramento dos para-raios, passando pelo terminal de aterramento do transformador e seguindo diretamente até as hastes de aterramento.

O cabo de aterramento deve ser de aço revestido em cobre (aço-cobreado), conforme ETU 125.1, com seção nominal mínima de 25 mm<sup>2</sup>;

A haste de aterramento deve ser de aço revestido em cobre (aço-cobreado), conforme ETU 150.1, com seção nominal de 14,3 mm<sup>2</sup> (5/8”);

Os conectores de aterramento devem ser do tipo cunha ou cunha transversal (ASA) e a compressão, conforme ETU 174.1 e ETU 174.2, respectivamente;

Os conectores terminais utilizados na ligação dos terminais de aterramento dos para-raios devem ser a compressão, 01 furo, em liga de cobre, conforme ETU 159.2.

### **1.3. Ligações da Baixa Tensão (BT):**

#### **Transformadores trifásicos:**

O neutro contínuo da rede, quando existe, deve passar pelo terminal de aterramento do transformador e interligado ao terminal de neutro dele (X0). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Os cabos da rede de baixa tensão, devem ser ligados diretamente aos terminais de fase (X1, X2 e X3), conforme definições da NDU-006. Devem ser utilizados conectores



terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Deve ser instalado para-raios de baixa tensão, conforme ETU 124.1, sendo 1 por fase, através de conector derivação perfurante, conforme ETU 163.1;

Para os terminais de aterramento do para-raios de BT, devem ser conectados ao neutro através de cabo de 16 mm<sup>2</sup>, conforme ETU 184;

Deve ser utilizado conector terminal olhal, conforme ETU 188.3;

Para ligação entre o cabo de aterramento do para-raios e o cabo neutro, deve ser utilizado conector cunha ramal, conforme ETU 153.1.

Após todas as conexões devem ser instalados as capas de proteção para terminais de baixa tensão do transformador, conforme ETU 197.1.

Transformador monofásico para áreas urbanas:

O neutro contínuo da rede, quando existe, deve passar pelo terminal de aterramento do transformador e interligado ao terminal de neutro do transformador (X2). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Os cabos da rede de baixa tensão, devem ser ligados diretamente aos terminais de fase (X1 e X3). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Deve ser instalado para-raios de baixa tensão, conforme ETU 124.1, sendo 1 por fase, através de conector derivação perfurante, conforme ETU 163.1;

Para os terminais de aterramento do para-raios de baixa tensão, devem ser conectados ao neutro através de cabo de 16 mm<sup>2</sup>, conforme ETU 184;

Deve ser utilizado conector terminal olhal, conforme ETU 188.3;



Para ligação entre o cabo de aterramento do para-raios e o cabo neutro, deve ser utilizado conector cunha ramal, conforme ETU 153.1.

Após todas as conexões devem ser instalados as capas de proteção para terminais de baixa tensão do transformador, conforme ETU 197.1.

#### **Transformador Monofásico para Áreas Rural - Exceto MRT:**

O neutro contínuo da rede, quando existe, deve passar pelo terminal de aterramento do transformador e interligado ao terminal de neutro do transformador (X2). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Os cabos da rede de baixa tensão, devem ser ligados diretamente aos terminais de fase (X1 e X3). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Deve ser instalado para-raios de baixa tensão, conforme ETU 124.1, sendo 1 por fase, atreves de conector derivação perfurante, conforme ETU 163.1;

Para os terminais de aterramento do para-raios de baixa tensão, devem ser conectados ao neutro através de cabo de 16 mm<sup>2</sup>, conforme ETU 184;

Deve ser utilizado conector terminal olhal, conforme ETU 188.3;

Para ligação entre o cabo de aterramento do para-raios e o cabo neutro, deve ser utilizado conector cunha ramal, conforme ETU 153.1.

Após todas as conexões devem ser instalados as capas de proteção para terminais de baixa tensão do transformador, conforme ETU 197.1.

#### **Transformador monofásico MRT:**

Nos transformadores monofásicos de distribuição, devem ser removido o terminal auxiliar do neutro.



Os cabos da rede de baixa tensão, devem ser ligados diretamente aos terminais de fase (X1 e X3) e neutro (X2). Devem ser utilizados conectores terminais, do tipo compressão (ETU 159.1) e/ou estrangulamento (ETU 159.3), de 01 ou 02 furos;

Deve ser instalado para-raios de baixa tensão, conforme ETU 124.1, sendo 01 por fase, atreves de conector derivação perfurante, conforme ETU163.1;

Para os terminais de aterramento do para-raios de BT, devem ser conectados ao neutro através de cabo de 16 mm<sup>2</sup>, conforme ETU 184;

Deve ser utilizado conector terminal olhal, conforme ETU 188.3;

Para ligação entre o cabo de aterramento do para-raios e o cabo neutro, deve ser utilizado conector cunha ramal, conforme ETU 153.1.

Após todas as conexões devem ser instalados as capas de proteção para terminais de baixa tensão do transformador de distribuição, conforme ETU 197.1.

