

Norma de Distribuição Unificada

energisa

NDU - 006

Revisão 5.0 Agosto/2018

Apresentação

Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas, na classe de tensão até 34,5 kV, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica, nas concessionárias da Energisa, observando as exigências técnicas e de segurança recomendadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e em conformidade com as prescrições vigentes nos Procedimentos de Distribuição - PRODIST e nas Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta norma técnica é a **versão 5.0**, datada de **agosto de 2018.**

João Pessoa - PB, agosto de 2018.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta norma técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:



Equipe Técnica de Revisão da NDU 006 (versão 5.0)

Antonio Soares Junior

Energisa Tocantins

Aparecida de Cassia Carvalho Nunes

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Claudemir Cândido de Araújo

Grupo Energisa

Claudio Alberto Santos de Souza

Energisa Sul-Sudeste

Cristiano Saraiva Barbosa

Energisa Tocantins

Dian Cleiton de Brito

Energisa Mato Grosso do Sul

Filipe Henrique Ferreira Garcia

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Jefferson da Silva Santos

Energisa Paraíba Energisa Borborema

Joao Ricardo Costa Nascimento

Energisa Mato Grosso do Sul

Juliano Arantes Magesti

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Leonardo Soares Marra

Energisa Sergipe

Lucas de Souza Borges

Energisa Tocantins

Luiz Eduardo de Sousa Mendes

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Marcos Aurélio dos Santos Pereira

Energisa Mato Grosso do Sul

Marcos da Silva

Energisa Mato Grosso

Nelson Muniz dos Santos

Energisa Sul-Sudeste

Nevcton Soares de Lara

Energisa Mato Grosso

Paulo Henrique Cortez

Energisa Tocantins

Rildo Goncalves Barroso

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Stefany Alline Augusto de Araujo

Energisa Paraíba Energisa Borborema

Aprovação Técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Alessandro Brum

Energisa Tocantins

Amaury Antonio Damiance

Energisa Mato Grosso

Fernando Lima Costalonga

Energisa Minas Gerais Energisa Nova Friburgo

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba Energisa Borborema

Jose Adriano Mendes Silva

Energisa Sul-Sudeste

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul

Sumário

1. INTRODUÇAO	8
2. APLICAÇÃO	8
3. TENSÕES DE FORNECIMENTO	8
4. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	9
4.1.Normas técnicas brasileiras	9
4.2. Normas Técnicas e Procedimentos do Grupo Energisa	11
5. DEFINIÇÕES	12
5.1.Alimentador de Distribuição	12
5.2.Alimentador Exclusivo	12
5.3.Carga Instalada	12
5.4.Circuito Secundário de Distribuição	12
5.5.Condomínio	12
5.6.Condomínio Edificado	12
5.7.Condomínio Não Edificado	13
5.8.Concessionária ou Permissionária de Distribuição de Energia Elétrica	13
5.9.Consumidor Atendido	13
5.10.Demanda	13
5.11.Demanda Diversificada	13
5.12.Demanda Máxima	13
5.13.Derivação de Distribuição	14
5.14.Empreendimento Habitacional Urbano de Interesse Social	14
5.15.Fator de Agrupamento de Medidores	14
5.16.Fator de Carga	14
5.17.Fator de Coincidência	14
5.18.Fator de Demanda	15

7.1.Critérios Otimizados de Projetos	. 20
8. OBTENÇÃO DE DADOS PRELIMINARES	. 21
8.1.Mapas e Plantas	. 21
8.2.Levantamento da Carga e Determinação de Demandas	. 22
8.3. Determinação de Demanda Nas Unidades Consumidoras Já Ligadas	. 24
8.4.Determinação de Demandas para Novas Unidades Consumidoras9. LOCAÇÃO DE POSTES	
9.1.Marcação	. 27
9.2.Localização	. 27
9.3.Disposição	. 30
9.4. Vão	. 31
9.5.Outros Cuidados a Serem Observados Durante a Locação	. 31
9.6.Afastamentos Mínimos 10. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	
10.1.Rede Primária	. 32
10.2.Rede Secundária	. 50
10.3.Transformador de Distribuição	
11.1.Posteação	. 59
11.2.Estruturas	
12.1.Relação de Material	. 67
12.2.Mão-de-Obra	. 68
12.3.Projeto e Orçamento em Estrutura com Uso Mútuo	
13.1.Coexistência de Sistemas de Distribuição e Arborização	
14.1.Desenho	. 72

14.2.Relação de Material e Orçamento	. 74
14.3.ART - Anotação de Responsabilidade Técnica	. 74
14.4.Memorial Descritivo	. 74
14.5.Diagrama Unifilar	. 74
14.6.Autorização de Passagem	. 75
14.7.Travessias	. 75
14.8.Desenhos Especiais	. 75
15. PROJETOS DE RDU ELABORADOS POR TERCEIROS	. 76
16. NOTAS COMPLEMENTARES	. 77
17. HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	. 77
18. VIGÊNCIA	. 77
19. ANEXO I - PEDIDO DE APROVAÇÃO DE PROJETO (MODELO)	. 78
20. ANEXO II - FISCALIZAÇÃO E/OU CONCLUSÃO DE OBRA (MODELO)	. 80
21. ANEXO III - MEMORIAL DESCRITIVO (MODELO)	. 82
22. ANEXO IV - AUTORIZAÇÃO DE PASSAGEM (MODELO)	. 84
23. TABELAS	. 90
24. DESENHOS	145
25. APENDICE A - EXEMPLO DE ESTAI	157
26. APENDICE B - RECOMENDAÇÕES PARA DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE ATERRAMEN	ТО
DE EQUIPAMENTOS EM SOLOS DE ELEVADA RESISTIVIDADE ELÉTRICA	162
26.1.Recomendações Gerais	162
26.2.Padrão Construtivo Recomendado	163

1.INTRODUÇÃO

Essa norma tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas, na classe de tensão até 34,5 kV, em toda área de concessão da Energisa, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

2.APLICAÇÃO

Aplica-se aos projetos de redes novas, reformas/melhoramentos, extensões, e reforços de rede, apresentando 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. TENSÕES DE FORNECIMENTO

Esta padronização se aplicará em redes de distribuição tanto de características urbanas como rurais, para circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, nas tensões primárias e secundárias de acordo com as concessionárias de energia do grupo Energisa.

Tensão Primária									
TENSÃO (KV)		Empresa							
34,5 / 19,9			EMS	EMT				ESS	ETO
22,0 / 12,7		EMG							
13,8 / 7,96			EMS	EMT	EBO	EPB	ESE	ESS	ЕТО
11,4 / 6,58	ENF	EMG						ESS	

Tensão Secundária									
Tensão (V)		Empresa							
440 / 220									ETO
380 / 220	ENF				EBO	EPB			ETO
254 / 127			EMS	EMT					
220 / 127		EMG	EMS	EMT			ESE	ESS	

Legenda:

EBO - Energisa Borborema ESE - Energisa Sergipe

EMG - Energisa Minas Gerais ESS - Energisa Sul-Sudeste

EMS - Energisa Mato Grosso do Sul ETO - Energisa Tocantins

EMT - Energisa Mato Grosso

ENF - Energisa Nova Friburgo

EPB - Energisa Paraíba

4. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

4.1. Normas técnicas brasileiras

Os projetos para fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária, no que for aplicável, devem estar em conformidade com as Normas Técnicas da ABNT, em suas últimas revisões ou que vierem a ser publicadas, relacionadas abaixo:

NBR 5101 - Iluminação pública;

NBR 5118 - Fios de alumínio 1350 nus - de seção circular - para fins elétricos;

NBR 5434 - Redes de distribuição aérea urbana de energia elétrica;

NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência - Terminologia;

NBR 5472 - Isoladores e buchas para eletrotécnica;

NBR 5909 - Cordoalhas de fios de aço zincados - para estais - tirantes - cabos mensageiros e usos similares;

NBR 6535 - Sinalização de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica com vista à segurança da inspeção aérea;

- NBR 6547 Ferragem de linha aérea Terminologia;
- NBR 7276 Sinalização de advertência em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica Procedimento;
- NBR 8158 Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica Especificação;
- NBR 8159 Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica Padronização;
- NBR 8451 Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica Especificação;
- NBR 8452 Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica Padronização;
- NBR 8453 Cruzeta de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica Especificação;
- NBR 8454 Cruzeta de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica Dimensões;
- NBR 11873 Cabos cobertos com material polimérico para redes aéreas compactas de distribuição em tensões de 13,8 kV a 34,5 KV;
- NBR 14165 Via férrea Travessia elétrica Requisitos;
- NBR 15129 Luminárias para iluminação pública Requisitos particulares;
- NBR 15237 Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica Especificação;
- NBR 15238 Sistema de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica:
- NBR 15688 Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
- NBR 15992 Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV;
- NBR 16094 Acessórios poliméricos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica Especificação;
- NBR 16095 Acessórios poliméricos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica Padronização;
- NBR IEC 60598-1 Luminárias Parte 1: Requisitos gerais e ensaios;
- NBR IEC/TR 60815 Guia para seleção de isoladores sob condições de poluição;
- RTD CODI-2103 Metodologia para cálculo de engastamentos de postes.

4.2. Normas Técnicas e Procedimentos do Grupo Energisa

Além das Normas da ABNT, deverão ser observadas as Normas do Grupo Energisa, em suas últimas revisões ou que vierem a ser publicadas, relacionadas abaixo:

NDU 001 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades;

NDU 002 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária;

NDU 003 - Fornecimento de Energia Elétrica a Agrupamentos ou Edificações de Uso Coletivo acima de três (3) Unidades Consumidoras;

NDU 004.1 - Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição;

NDU 004.3 - Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição de Baixa Tensão Isolada Multiplexada;

NDU 005 - Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Rurais;

NDU 007 - Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais;

NDU 008 - Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição;

NDU 009 - Critérios para Compartilhamento de Infraestrutura da Rede Elétrica de Distribuição;

NDU 010 - Padrões e Especificações de Materiais da Distribuição;

NDU 011 - Homologação de Fornecedores de Equipamentos e Materiais;

NDU 018 - Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Construção de Redes Subterrâneas em Baixa e Média Tensão;

NDU 023 - Instalações Básicas para Equipamentos Especiais em Rede de Distribuição;

ETU 109 - Transformadores para Linhas Aéreas de Distribuição de Média Tensão.

5. DEFINIÇÕES

5.1. 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.

5.2. Alimentador Exclusivo

Alimentador de distribuição sem derivações ao longo de seu percurso que atende somente a um ponto de entrega.

5.3. Carga Instalada

Somatório das potências nominais de uma unidade consumidora, excluindose os equipamentos de reserva.

5.4. Circuito Secundário de Distribuição

Parte de uma rede secundária associada a um transformador de distribuição.

5.5. Condomínio

Edificações ou conjunto de edificações, de um ou mais pavimentos construídos sob a sob a forma de unidades isoladas entre si, destinadas a fins residenciais ou não residenciais, em loteamento com áreas de uso comuns e administração, regidas de acordo com a lei em vigor.

5.6. Condomínio Edificado

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

NOTA:

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

5.7. Condomínio Não Edificado

Condomínio somente com os serviços de infraestrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) construídos.

NOTA:

1. Nos condomínios não edificados são colocados à venda terrenos, sendo de responsabilidade dos compradores as futuras construções das residências e as ligações dos serviços de infraestrutura.

5.8. Concessionária ou Permissionária de Distribuição de Energia Elétrica

Agente titular de concessão ou permissão Federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, referenciada, doravante, apenas pelo termo: Concessionária

5.9. Consumidor Atendido

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

5.10. Demanda

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

5.11. 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.

5.12. Demanda Máxima

Maior demanda verificada durante um período de tempo especificado.

5.13. 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 entrega.

5.14. Empreendimento Habitacional Urbano de Interesse Social

- a) Empreendimentos 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:

1. Conforme Resolução Normativa ANEEL nº 414 de 09 de setembro de 2010.

5.15. 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.

5.16. Fator de Carga

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

5.17. Fator de Coincidência

É o inverso do fator de diversidade.

Fc = 1 / Fdi

5.18. Fator de Demanda

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

5.19. 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:

5.20. Fator de Potência

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

5.21. Fator de Utilização

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

5.22. Rede de Distribuição Para Iluminação Pública

Parte de uma rede de distribuição destinada a iluminação de avenidas, ruas, praças, etc., incluindo condutores (específicos para esse fim), comandos, braços, postes ornamentais, luminárias, lâmpadas, etc.

5.23.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.

5.24. Ramal de Alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que deriva diretamente do tronco do alimentador.

5.25. Ramal de Ligação

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

5.26. Rede de Distribuição

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

5.27. Rede de Distribuição Urbana - RDU

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

5.28. Rede Primária

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

5.29. Rede Secundária

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

5.30. 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.

5.31. Tensão Secundária de Distribuição

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

5.32. Tensão Primária de Distribuição

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

5.33. Tronco do Alimentador

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

- > Transporte do 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.

5.34. Vão

Distância horizontal entre dois suportes consecutivos de uma linha aérea.

5.35. Vão Básico do Gabarito

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

5.36. Vão Ancorado

Vão compreendido entre duas estruturas de ancoragem.

5.37. Vão Contínuo

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

5.38. 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.

6. TIPOS DE PROJETOS

Os projetos de RDU são executados para os seguintes tipos de obras:

6.1. Expansão:

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

- Extensão de redes: envolve o prolongamento da rede existente;
- Modificação: não envolve extensão, mas exige mudança de rede.

6.2. Reforma:

São considerados projetos de reforma os que envolvem 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).

6.3. 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.

6.4. Projetos em Loteamento e 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 entrega, não incluindo o sistema de iluminação pública ou de iluminação das vias internas, conforme resolução normativa ANEEL.

7. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O dimensionamento elétrico é definido sobre os parâmetros: perdas, queda de tensão, índice de desequilíbrio e o limite térmico dos condutores.

Os dimensionamentos dos circuitos das redes de distribuição de média tensão e baixa tensão deverão prever também o crescimento vegetativo para a região que os mesmos atendem.

Em bairros residenciais estáveis, onde a possibilidade de grandes alterações nos tipos de carga é pequena, pode-se reduzir ao mínimo o custo da instalação e da operação da rede de distribuição com o menor número possível de transformadores e menor extensão de rede primária, com o uso de circuitos secundários e seções maiores, respeitando-se os valores máximos de queda de tensão e o comprimento máximo radial de 200 m, para as tensões de 220/127 V ou 254/127 V e de 400 m para as tensões de 380/220 V.

Exceto em casos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios verticais), a potência dos transformadores instalados fica limitada a 75 kVA, visando minimizar os impactos nos indicadores de continuidade

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 um número maior de transformadores, postes com altura mínima de 11 m, e condutores da rede secundária com seções maiores. Isso fará com que se reduzam os ônus devido a não necessidade de substituição antes do término da sua vida útil, tornando-se a rede mais flexível para futuras alterações.

7.1. Critérios Otimizados de Projetos

- a) 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).

- b) 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.
- c) Para a adequação dos níveis de tensão deverão ser consideradas as seguintes possibilidades:
 - Promover a redivisão de circuitos;
 - Remanejamento de cargas para circuitos adjacentes;
 - 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;
 - Balanceamento dos circuitos em deseguilíbrio.
- d) 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.
- e) Durante a elaboração de projetos de extensão de redes 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. OBTENÇÃO DE DADOS PRELIMINARES

Consiste na obtenção de dados que irão subsidiar o projetista na escolha da melhor solução para cada caso, bem como possibilitar a confecção do mesmo.

Caso o projeto seja elaborado pela concessionária, esses dados poderão ser obtidos através do Sistema de Informação Geográfica.

8.1. 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 georeferenciada, 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 ela de BT e/ou 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.

8.2. Levantamento da Carga e Determinação de Demandas

8.2.1. Geral

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

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

8.2.2. Ligação de Novos Consumidores à Rede Existente

8.2.3. Rede de Baixa Tensão

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

Deverão ser diferenciados os consumidores do tipo residencial, comercial e industrial.

A Tabela 02 auxilia o usuário a realizar esta etapa do projeto.

8.2.4. Rede de Média Tensão

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

8.2.5. Redes Novas

8.2.6. Rede de Média Tensão

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

8.2.7. Rede de Baixa Tensão

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

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

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

a) Edifícios residenciais:

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

b) Prédios Comerciais

Os dados devem ser inseridos de forma semelhante aos dados de edifícios residenciais. O condomínio comercial deve ser indicado no espaço reservado a Consumidores Comerciais - Atividades não conhecidas. Para as demais unidades, o usuário deve procurar a atividade adequada. Caso a atividade não esteja disponível, classificar o consumidor como Consumidores Comerciais - Atividades não conhecidas.

c) Outros consumidores

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

8.3. Determinação de Demanda Nas Unidades Consumidoras Já Ligadas

8.3.1. 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.

8.3.2. 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 02, ou no caso da Concessionária através do Sistema de Informação Geográfica e Medições.

8.4. Determinação de Demandas para Novas Unidades Consumidoras

Os critérios serão conforme demanda e carga instalada do projeto, seguindose o estabelecido nesta norma e conforme as NDU 001, 002 e 003.

8.4.1. Rede Secundária

a) Consumidores Ligados a 4 Fios

As demandas máximas deverão ser determinadas individualmente, de acordo com os métodos constantes nas *Tabelas 01 e 02.*

A determinação do horário de ocorrência dessa demanda máxima (curva de carga) bem como valor da demanda do consumidor no horário de ponta do transformador, deve ser feita levando-se em conta as características de funcionamento da(s) carga(s) do consumidor(es).

b) Edificações de Uso Coletivo

As demandas máximas também serão determinadas individualmente.

c) Consumidores Ligados a 2 e 3 Fios

A determinação da demanda a ser considerada nos dimensionamentos elétricos das redes de distribuição e transformadores, para consumidores residenciais, será feita de acordo com a área dos lotes constantes no loteamento, conforme *Tabela 02*.

8.4.2. 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 45kVA no caso da Energisa Borborema e Energisa Paraíba:

1) Edificações de Uso Coletivo

Determinação da demanda conforme NDU 003.

2) 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:

Dmáx. = Cinst x FDmáx.

Onde:

Cinst = carga instalada em kVA

FDmáx. = 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:

DMD = DMM - DMC

9.LOCAÇÃO DE POSTES

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

9.1. 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 e 004.3.

 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.

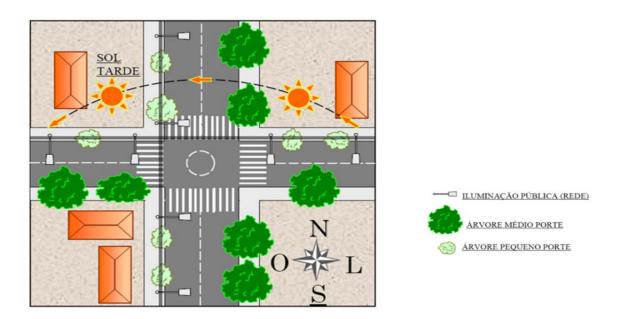
Aprovação da inspeção referente a redes de distribuição urbana (loteamentos/condomínios) está condicionada a execução do meio fio (guia).

9.2. Localização

A localização dos postes, ao longo das ruas e avenidas, deve ser escolhida levando-se em conta os seguintes aspectos:

a) O projetista deve sempre avaliar o efeito da rede proposta no meio ambiente onde será construída, procurando sempre minimizar ou eliminar os aspectos que possam interferir diretamente no desempenho do fornecimento de energia elétrica e evitando desmate de árvores e demais formas de vegetação. Os postes devem ficar do 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.

Quando possível, deverá realizar a posteação nas calçadas lado do sol poente, ficando reservadas as calçadas do lado oposto para futura arborização de porte médio. O desenho abaixo fornece as regras para localização dos postes e das árvores em função do seu porte.



b) Sempre locar na divisa dos lotes, verificar melhor posicionamento com relação à frente do terreno. Demais casos deverão ser analisados previamente pela Energisa.

NOTA:

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.

- c) Os postes deverão ser locados de tal forma que se garanta o comprimento do ramal de ligação de no máximo 40 (quarenta) metros nas redes secundárias.
- d) Procurar locar prevendo-se futuras extensões, para evitar remoções desnecessárias.

- e) Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, marquises, anúncios luminosos, etc. Não locar em frente a garagens;
- f) Evitar que a posteação passe do mesmo lado de praças, jardins, igrejas, templos e postos de gasolina que ocupam grande parte da quadra.
- g) Verificar junto aos órgãos municipais, planos futuros de urbanização, em especial a possibilidade de plantio de árvores.
- h) Verificar a possibilidade de arrancamento na estrutura, função do esforço dos condutores em relação ao perfil da rua.
- i) Tomar cuidado com as possíveis tubulações subterrâneas de água, esgoto, rede telefônica, galerias de águas pluviais, gás, etc. quando assinaladas em planta. Quando não assinalados tais locais devem ser evitados, na locação de campo.
- j) Quando não for possível a instalação de um único poste na esquina, conforme Desenhos 01 e 02, por razões de segurança, desalinhamento pronunciado da posteação ou impossibilidade de manter o menor espaçamento entre postes, utilizar "rodo" ou "cruzamento aéreo".
- 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.
 - 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 0,90 m e 1,20 m, para 15 kV, 24,2 kV ou 36,2kV. Postes de alinhamentos diferentes devem ter alturas diferentes. Quando os condutores do circuito superior do cruzamento forem 4/0 AWG ou 336,4 MCM, os condutores do circuito inferior do cruzamento devem ter seção mínima de 1/0 AWG até o ponto do equipamento de proteção (chave fusível, religador, etc.) ou final de circuito.
 Os jumpers devem ser da mesma seção do maior condutor.

• Cruzamento de redes de distribuição compacta protegida -Os postes do cruzamento devem ter a mesma altura. Excepcionalmente, as alturas dos postes de um mesmo alinhamento podem ser diferentes, desde que seja assegurado o nivelamento no ponto de conexão. Exemplos: H1 e H4 = 11m e H2 e H3 =12m. Devem ser utilizadas, obrigatoriamente, estruturas travadas, por exemplo, CE2, CE3 ou CE4 e separadores verticais no ponto de cruzamento. Não podem ser utilizadas estruturas com configuração dos condutores na horizontal para evitar torção no ponto de conexão. Ex.: CEJ1, CEJ2, etc.

A distância do eixo do poste ao meio fio é definida na NDU 004.1 e 004.3.

- l) Evitar, quando possível, posteação em rotatórias e em curvas de ruas e avenidas.
- m) Em lados de rua com arborização existente de grande porte, jardins ou praças públicas; quando a posteação tiver que ser colocada em calçadas com arvores, deve-se procurar locar pelo menos a 5 metros dos troncos das mesmas, especialmente se houver transformador ou outros equipamentos projetados.
- n) Avenidas com canteiro central, de um modo geral, receberão posteação bilateral, com rede primária apenas de um dos lados.

9.3. Disposição

A disposição pode ser unilateral ou bilateral, conforme Desenho 02.

- a) Em ruas com até 15 m de largura, incluindo-se o passeio, os postes deverão ser locados de um mesmo lado (disposição unilateral) observando-se a sequência da rede existente. A mudança de lado da posteação 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 ruas com largura superior a 15 m e até 20 m, a posteação deve ser em ziguezague (bilateral alternada).

- c) Em ruas com largura superior a 20 m, recomenda-se utilizar posteação bilateral simétrica (disposição bilateral).
- d) A disposição escolhida deve permitir atender aos requisitos de qualidade de iluminação pública e atender aos consumidores dentro das exigências previstas nas normas NDU 001, 002 e 003.

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:

Configuração	Vão Máximos (m)
MT (Nua) sem BT	80
MT (compacta) sem BT	60
MT (Nua) com BT	
MT (compacta) com BT	40
Somente BT	

Onde está configuração não for possível, é necessária uma análise prévia do projeto pela Concessionária.

9.5. 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 secundaria a ser usada.
- b) Afastamento mínimo da rede primária, secundária e comunicação, conforme *Tabela 14*.
- c) Desnível para conexões aéreas.
- d) Concretagem de poste.
- e) Saídas de ramais aéreos e subterrâneos.
- f) Derivações para consumidores a serem ligados no primário.
- g) Instalação de equipamentos em postes perto de janelas, sacadas, etc.
- h) Levantamento de travessias.

- i) Altura de linhas de comunicação nos cruzamentos com a rede.
- j) Localização do padrão de entrada de energia.
- k) Estado físico do arruamento.
- l) Pedidos de serviço/ligação.
- m) Interferência com arborização.
- n) Reparo de calçadas pavimentadas.
- 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.).

9.6. Afastamentos Mínimos

As distâncias entre a rede elétrica 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 secundárias isoladas e para redes primárias convencionais (condutores nus) ou compactas (condutores cobertos) conforme Tabelas 16 a 19 desta norma e previstas nas normas NDU 004.1 e 004.3.

10. 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.

10.1. Rede Primária

10.1.1. Definição Básica

O sistema de distribuição deve ser com neutro contínuo, multi e solidamente aterrado e interligado à malha da subestação para novos circuitos alimentadores. Na extensão/melhoria de redes de existentes que em sua concepção original não foi previsto o condutor neutro, será obrigatório o aterramento do neutro

(mensageiro), a partir do ponto da nova construção. Para o caso em que o inicio da extensão esteja a 100 metros da Subestação a interligação à malha da subestação do neutro (mensageiro) deverá ser executada.

10.1.2. Redes de Distribuição Protegidas

Esta modalidade de rede utiliza um cabo mensageiro de aço para sustentação dos espaçadores poliméricos, instalados em intervalos regulares de 7 a 12m.

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

A rede de distribuição com condutores protegidos (rede compacta) são utilizadas em todas as áreas de concessão da Energisa.

10.1.3. Níveis de Tensão

O nível de tensão na rede primária, de acordo com a legislação em vigor, admite uma variação no ponto de entrega, em relação à tensão nominal de + 5 % e - 7 %.

Em condições normais de operação, o sistema deverá operar na faixa adequada.

10.1.4. Configuração Básica, Trajeto e Faseamento

10.1.5. Configuração Básica

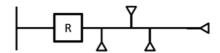
Os alimentadores deverão ser radiais, constituídos de um tronco principal que, partindo da subestação de distribuição, alimentará os diversos ramais.

O tronco do alimentador será sempre trifásico.

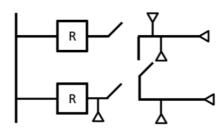
Verificar se existe algum critério de comprimento da rede para solicitação de análise de viabilidade.

Os sistemas radiais podem ser:

 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.



 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.).



Esse sistema caracteriza-se pelos seguintes aspectos:

- Existência de interligação, normalmente aberta, 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 chaves tripolares para operação em carga.

Notas:

- 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;
- 2. Cuidados especiais devem ser tomados de forma a evitar inversão de fases nas estruturas de interligação;
- 3. Deve ser prevista sinalização nas estruturas com inversão de fase no cadastro e no campo, identificando no próprio condutor as fases de ambos os lados da estrutura.

10.1.6. Trajeto

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

- O tronco do alimentador deverá passar o mais próximo possível do centro da carga.
- As avenidas ou ruas, escolhidas para o trajeto, deverão estar bem definidas.
- Os ramais derivados do tronco do alimentador, deverão ser projetados de tal maneira que sejam os menos carregados e extensos possível.
- Os trajetos dos ramais deverão ser planejados de forma a evitar voltas desnecessárias nos quarteirões.
- Evitar, sempre que possível, ruas de tráfego intenso.
- Podem ser empregados circuitos duplos, triplos e quádruplos em redes compactas primárias. Para esses casos, devem ser evitados ângulos acentuados devido à limitação mecânica dos postes;
- Prever-se interligação, entre alimentadores diferentes, para as contingências operativas do sistema.

- O caminhamento deve ser seguido, preferencialmente, do lado não arborizado das ruas ou avenidas (rede nua), observando-se o norte magnético e os desníveis do terreno.
- Manter, em relação a sacadas e marquises, a distância recomendada em norma.
- No caso de rede de distribuição atravessar áreas arborizadas ou de grande agressividade poluente o projeto deverá prever redes com condutores protegidos.

10.1.7. Faseamento

Rede primária com condutores protegidos (compacta)

 A sequência de fases na saída da subestação será, considerando-se o observador de costas para o pórtico de saída, a seguinte:

Placa Vermelha	Fase A (esquerda)
Placa Azul	Fase B (centro)
Placa Branca	Fase C (direita)

- A confirmação do faseamento, nas saídas dos alimentadores existentes, deve ser feita observando-se as placas indicativas instaladas no pórtico da Subestação. Os ramais monofásicos deverão ser planejados de modo a se conseguir o melhor equilíbrio possível entre as três fases, indicando-se no projeto as fases das quais deverão ser derivados os mesmos, após consulta ao setor competente da distribuidora.
- Em caso de interligação entre alimentadores deverá ser observada a sequência de fases dos mesmos, a qual deverá ser sempre indicada no projeto.

10.1.8. Condutores Utilizados

Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede primária serão de alumínio, cujas características básicas estão indicadas nas Tabelas 21 e 23.

Para rede compacta protegida:

```
> 50 mm<sup>2</sup> - 3 x 1 x 50 mm<sup>2</sup> + 9,5 mm<sup>2</sup>;
```

> 70 mm^{2*} - 3 x 1 x 70 mm² + 9,5 mm²

> 120 mm² - 3 x 1 x 120 mm² + 9,5 mm²

 \rightarrow 185 mm² - 3 x 1 x 185 mm² + 9,5 mm²

Nota

- 1. Para áreas litorâneas não é permitido o uso de condutor CAA, apenas CA.
- 2. O condutor protegido de 70 mm² é somente aplicado para a tensão de 34,5 kV.

10.1.9. Dimensionamento

Estão indicados a seguir os critérios de carregamento e dimensionamento da rede primária. Deve-se frisar que, no caso de reformas gerais ou construção de rede nova, a rede primária deve ser projetada de acordo com sua configuração para atendimento à carga prevista para o quinto ano subsequente.

A saída dos alimentadores deve ser com condutor mínimo de 120 mm² para redes compactas.

a) Número de alimentadores

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

b) Carregamento

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

- Máxima queda de tensão admissível.
- Ampacidade Cabos cobertos e isolados com XLPE:

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

c) Obras de Extensão de Rede

Em locais com circuitos existentes de média tensão (MT) trifásicos, a expansão da rede deve ser obrigatoriamente trifásica.

A extensão de redes monofásicas é permitida, a partir de redes monofásicas existentes, devendo ser verificado, no mínimo, a tensão de 0,97pu no primário do último transformador projetado.

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

d) Condomínios Urbanos

Em condomínios urbanos com a demanda total entre 301 kVA e 1 MVA, deve ser instalado um religador na entrada dos empreendimentos. Para os casos em que a demanda total estiver entre 1 MVA e 2,5 MVA, devem ser projetados dois alimentadores e dois religadores, a serem instalados na entrada dos empreendimentos.

Em condomínios 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.

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

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

10.1.10. Equilíbrio de Carga

a) 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.

10.1.11. Queda de Tensão e Correção dos Níveis de Tensão

a) Queda de tensão primária é a queda compreendida entre o barramento da Subestação e o ponto mais desfavorável onde se situa o último transformador de distribuição ou o último consumidor primário.

De acordo com a Legislação em vigor, a queda de tensão máxima no atendimento ao consumidor primário é de 5%, com relação à tensão nominal do sistema.

O cálculo desse segmento da rede deverá ser feito na planilha de cálculo de queda de tensão, com o auxílio dos coeficientes de queda de tensão e com base no traçado da rede primária e bitola do condutor, calcula-se a queda de tensão considerando a carga estimada no fim do horizonte de projeto.

b) Nos grandes projetos de reforma e extensão de rede, devem ser cuidadosamente analisados os critérios utilizados para correção ou regulação de tensão.

Caso o nível de tensão fique abaixo do nível adequado, devemos verificar se o problema pode ser resolvido com transferência de carga de um alimentador para

outro com simples operação de chave, ou revisão de ajustes de equipamentos de regulação existentes, ou equilíbrio de carga.

c) O limite máximo de queda de tensão para projeto é de 3%.

10.1.12.Interligação

Na definição de critérios de interligação, deve-se distinguir interligação, deve-se 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.

Carga em excesso de uma Subestação é a diferença entre sua demanda e a capacidade firme, no caso da perda, da maior unidade transformadora.

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

Os critérios para localização das chaves estão indicados no Desenho 03.

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

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

Durante as operações de transferência de carga, deverão ser observados os limites máximos de queda de tensão, o limite térmico dos condutores e os ajustes

dos equipamentos de proteção (Religador ou Disjuntor) dos alimentadores da subestação.

Além das interligações citadas acima, poderão ser previstas, também, interligações entre ramais que atendam consumidores especiais, de modo a transferir parte da carga de um ramal para outro em condições de manobra, quando então os dispositivos de proteção de ambos os ramais deverão suportar esta transferência.

10.1.13.Seccionamento

O seccionamento projetado deve prever a complementação dos recursos operativos necessários após a conclusão do projeto de proteção. Deve-se proceder a uma análise criteriosa da localização e dos tipos de chaves a serem utilizados, de modo a assegurar maior eficiência na continuidade e segurança no fornecimento de energia.

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 com condutores de bitolas 336,4 MCM ou 185 mm², 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 de emergência, bem como nos casos de transferência de carga de um alimentador para outro, nas interligações.

As chaves seccionadoras devem ser previstas onde não for possível a instalação de dispositivo de proteção (seja por problema de nível de curto-circuito ou de coordenação), nos troncos de alimentadores, nos pontos de interligação e ao longo dos mesmos, de tal forma a dividi-los, normalmente, em quatro ou seis

trechos, de cargas aproximadamente iguais. Devem-se instalar as chaves em locais de fácil acesso e identificação.

Na transição da Rede Nua para a Rede compacta 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.

Os critérios e o esquema básico de seccionamento e proteção estão mostrados nos Desenhos 04 e 05.

As chaves facas poderão ser instaladas a cada 3 km de rede construída, porém esse afastamento é flexível. Pode ser maior em alimentadores mais longos, limitando-se a instalação em intervalos de até 5 km, ou menor para alimentadores curtos e com alta concentração de cargas, limitando-se a instalação em intervalos de até 2 km, conforme critérios estabelecidos nos projetos de construção de redes e/ou estudos técnicos.

10.1.14. Proteção Contra Sobrecorrentes

As diretrizes detalhadas de proteção, incluindo critérios de instalação, dimensionamento, ajustes e coordenação de equipamentos de proteção, constam na Norma de Proteção da Distribuição - NDU 017. As principais diretrizes estão resumidas a seguir.

10.1.15. Critério de Instalação

Os critérios orientativos a seguir descritos estão indicados na Tabela 04:

a) Nos troncos de alimentadores:

Em troncos interligáveis normalmente não devem ser previstos dispositivos de proteção. Quando necessário devem ser usados:

 Seccionalizador ou religador: ao longo do alimentador, após cargas cuja continuidade de serviços seja desejada.

- b) Nos ramais e sub-ramais:
 - Seccionalizador: em redes 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: em ramais, os elos fusíveis instalados, em série, devem obedecer à coordenação, seletividade e sensibilidade do trecho.

Recomenda-se instalar chave-fusível nos seguintes pontos:

- Todas as derivações de alimentadores trifásicos;
- Em todos os pontos de transformação.
- Em locais de grande arborização ou grande incidência de pipas, etc.
- Após cargas, cuja importância recomende maior continuidade de serviço.
- Estrutura de entrada (tomada de corrente) de Loteamentos, condomínios, etc., com potência de transformação instalada até 1.000 kVA em 11,4 e 13,8 kV e 2.000 kVA em 22 ou 34,5 kV.

10.1.16. Escolha das Chaves-Fusíveis

As chaves fusíveis projetadas deverão estar de acordo com as chaves padronizadas pelas Empresas do Grupo Energisa na norma de Padrões de Materiais NDU 010, observando-se o seguinte aspecto:

 Deve ser seguido o mesmo critério na escolha da tensão nominal de isolamento que o utilizado para as chaves seccionalizadoras.

10.1.17.Dimensionamento e Ajustes

Para proteção de ramais com chaves fusíveis devem ser utilizados elos fusíveis, de acordo com a *Tabela 04* desta norma.

O elo fusível será determinado conforme indicado a seguir:

- a) Para ramais exclusivamente com transformadores de distribuição e/ou prédios residenciais ligados em MT, os elos serão determinados de acordo com a demanda (kVA).
- b) Ramal com transformadores trifásicos: conforme a *Tabela 04*, considerando:
 - Carga: IN (elo-fusível) > Icarga, considerar sempre que possível a evolução do sistema para 3 anos.
 - Coordenação: Os elos-fusíveis deverão estar coordenados entre si e para o valor da máxima corrente de curto circuito no ponto de instalação do elo fusível protetor.
 - Sensibilidade: A corrente nominal do elo fusível deve ser menor ou igual à quarta parte da corrente curto-circuito fase-terra mínimo no fim do trecho protegido pelo fusível.
 - O elo-fusível deverá suportar a corrente transitória de magnetização durante, pelo menos 0,1 s.
- c) Nas derivações para atendimento aos consumidores em média tensão, os elos são dimensionados a partir da demanda do consumidor, de acordo com a *Tabela 04*, exceto quando se tratar de alimentador exclusivo para um consumidor.
- d) Nos transformadores de distribuição os elos são dimensionados a partir da capacidade do transformador, de acordo com as Tabelas 05 e 06.

10.1.18. Proteção Contra Sobretensões

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

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

10.1.19. Aplicação de Para-Raios

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

10 kV para sistemas de 11,4 kV;

12 kV para sistemas de 13,8 kV;

18 kV para sistemas de 22,0 kV;

30 kV para sistemas de 34,5 kV.

Os para-raios devem ser instalados nos seguintes pontos:

- Na transição de rede de distribuição rural para rede de distribuição urbana ou vice-versa, instalados sempre do lado da rede rural.
- Na transição de rede aérea convencional para rede aérea protegida ou vice-versa;
- Na transição de rede aérea convencional para rede subterrânea ou viceversa;
- Em transformadores de distribuição;
- Em todas as três fases de um fim de rede trifásica, mesmo quando prossegue apenas uma das fases;
- Devem ser instalados para-raios, em média, a cada 5 (cinco) km de rede, e em estruturas sem equipamentos;

Obs. A distancia entre para-raios pode ser drasticamente reduzida, caso alguma região especifica tenha históricos e estudos de alta taxa de descargas atmosféricas.

- Em estruturas em final de circuito primário (tanto monofásico como trifásico), sem equipamentos;
- Em chaves normalmente abertas, neste caso, instalar nos dois circuitos;

- Nas estruturas antes e na depois de equipamentos (Religadores e Reguladores);
- Nas derivações de tronco (ramal trifásico).

10.1.20.Influência do NBI

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

10.1.21.Aterramento

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

- a) O condutor neutro deve ser aterrado a cada 200 metros aproximadamente de rede com o aterramento normal, conforme definido nas normas de instalações básicas.
- b) O condutor neutro deve ser conectado à malha de terra das subestações e não deve ser interrompido.
- c) O aterramento da blindagem metálica da rede isolada deve ser executado com, no mínimo, 3 hastes.
- d) Nos casos de rede compacta e rede isolada de média tensão, o mensageiro e o neutro devem ser interligados nos pontos onde houver aterramento.
- e) Em rede compacta deve ser prevista a instalação de alça estribo com conectores tipo cunha para aterramento temporário:
 - A cada 300 m de rede aproximadamente.
 - Em ambos os lados dos equipamentos de manobra e proteção contra sobrecorrente.
- f) Para os casos de aterramento temporário em estruturas CE3 e CE2 com pararaios, devem ser aproveitados os estribos de ligação destes, dispensando a instalação de pontos de aterramento temporário.
- g) Os para-raios de média tensão devem ser aterrados com, no mínimo, 3 hastes e a resistência do aterramento atingir os valores conforme NDU 007, conectados

- ao neutro, mensageiro e às carcaças de equipamentos conforme as instalações básicas, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1 e NDU 004.2.
- h) Deve ser previsto a utilização de massa de calafetar para vedar o buraco nos postes de concreto circular, utilizado para entrada do cabo terra com a finalidade de impedir a entrada de abelhas e outros insetos. A vedação deve ocorrer em locais onde houver a instalação de equipamentos de rede.
- i) Utilizar hastes de aterramento de aço cobreado de 2400 mm por 5/8" com condutor de aço cobreado de 3 x 9 AWG.
- j) É necessária a conexão do estai ao condutor neutro.

10.1.22.Reformas/Melhoramentos e Reforço

Ao elaborar projetos de reformas/melhoramentos e reforço, deve-se analisar uma área representativa, de forma a se otimizar o dimensionamento dos circuitos, mediante o aproveitamento da potência disponível em transformadores. Isso deve ser feito analisando não só os circuitos em questão, mas também os adjacentes, os adjacentes aos adjacentes e assim sucessivamente, até que mediante remanejamento de carga entre circuitos, troca e/ou deslocamento de transformadores e divisão de circuitos, se consiga atender toda uma área dentro dos critérios técnicos - econômicos mais adequados, conforme estabelecido nessa norma.

Em conversão de rede primária monofásica para trifásica, os transformadores monofásicos e suas respectivas redes secundárias podem ser mantidos. Avaliar a substituição dos transformadores monofásicos para trifásicos. No entanto, mantendo-se os transformadores monofásicos, suas ligações devem ser modificadas de forma a equilibrá-los entre as três fases.

10.1.23. Miscelânea

a) Isolador de Pino Polimérico

Terão sua utilização em redes compacta protegidas.

b) Isolador de ancoragem ou suspensão

Terão sua utilização nas estruturas de ancoragem em todos os tipos de redes.

c) Conexões

O conector tipo Cunha deverá ser aplicado com capa de proteção para GLV. Em todas as conexões nos condutores fases com condutor coberto, é necessário o restabelecimento da cobertura do condutor.

Nas conexões de neutro da rede serão utilizados os conectores de derivação tipo Cunha, aplicados com o uso de ferramenta própria e com cartucho adequado.

Onde houver necessidade de se instalar o grampo de linha viva deverá ser utilizado o conector estribo.

d) Tipos de amarração

Alças pré-formadas

São utilizadas alças pré-formadas de aço galvanizado para condutores de alumínio, com exceção da Energisa Sergipe, Energisa Borborema e Energisa Paraíba que devem ser de aço aluminizado.

• Grampo de ancoragem

São utilizados grampo de ancoragem para condutores cobertos protegidos.

Amarração para pino

Podem ser verificadas as amarrações para a rede protegida conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

e) Espaçadores

Losangular

Deverão ser utilizados espaçadores autotravantes.

Na instalação dos espaçadores em intervalos regulares ao longo do vão, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

Vertical

Deverão ser utilizados separadores autotravantes.

Terá sua utilização na rede compacta, com a finalidade de permitir a conexão de circuitos no meio de vãos, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

f) Emendas

Quando forem necessárias emendas nos condutores das redes de distribuição, deverá ser do tipo a compressão e deverá ser consultada a concessionaria local antes da sua utilização. Não é permitida a emenda de cabos multiplexados ao longo do vão, apenas as mostradas na NDU 004.3.

g) Cruzamentos aéreos (flying-tap)

Os cruzamentos aéreos (flying-tap) deverão ter uma distância mínima de 6 m e máxima de 15 m do ponto do poste de referência (esquina), conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

Em caso de bitolas diferentes o condutor de ligação será o de maior bitola.

• Rede compacta

No cruzamento entre redes compactas (condutores protegidos) as mesmas deverão passar em disposição vertical fazendo uso do separador e no mesmo nível, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

No cruzamento entre redes compactas (condutores protegidos), o condutor de menor bitola deverá sempre passar no nível superior ao condutor de maior bitola na rede.

• Rede compacta x Rede Convencional

No cruzamento entre redes convencionais (condutores nus) e redes compactas (condutores protegidos), esta última deverá sempre passar no nível superior.

As distancias entre os condutores deve ser de no mínimo 700 mm e no máximo de 1.500 mm.

NOTA:

1. Os cruzamentos com conexão aérea (flying-tap) devem ser evitados sempre que possível devido a dificuldade de manutenção.

10.2. Rede Secundária

O dimensionamento elétrico de um circuito de distribuição em Baixa Tensão é feito verificando-se os 02 (dois) parâmetros principais, a saber: queda de tensão e o limite térmico dos condutores. Os comprimentos usuais das redes secundárias fazem com que, na maioria dos casos, seja suficiente o cálculo de queda de tensão; no entanto, em casos especiais de circuitos muito curtos (cargas elevadas), é necessário fazer a verificação do limite térmico. Não são feitas restrições quanto às perdas nos projetos de redes secundárias, porque os limites de queda de tensão estabelecidos são suficientes para restringir as perdas a níveis aceitáveis.

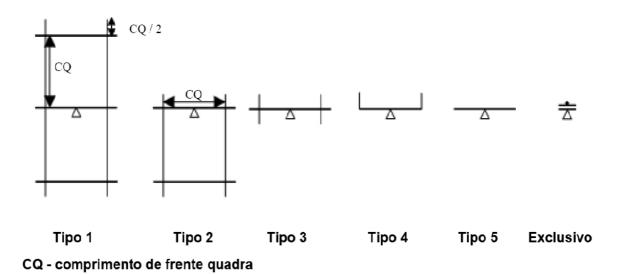
10.2.1. Definição

A rede de baixa tensão será trifásica a 4 fios, sendo o neutro multiaterrado e deverá ser alimentada por transformadores trifásicos, cuja potência deverá ser definida conforme item 10.3.1.

10.2.2. Configuração Básica

A configuração da rede secundária dependerá basicamente das condições de projeto em virtude do traçado das ruas e densidade de carga, buscando-se sempre a otimização técnico-econômica.

As configurações típicas mais frequentes estão mostradas na figura abaixo:



Os circuitos tipos 1 e 2 devem ser, sempre que possível, em anel.

10.2.3. Condutores Utilizados

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede secundária serão condutores de alumínio multiplexados, com condutores fase em alumínio isolados em polietileno (XLPE-90°C) para 0,6/ 1 kV e condutor mensageiro (neutro) nu em liga de alumínio, nas seguintes formações, cujas características básicas estão indicadas nas Tabelas 24 e 25.

- a) Circuitos trifásicos (4 fios)
 - $3 \times 1 \times 35 + 35 \text{ mm}^2$
 - $3 \times 1 \times 70 + 70 \text{ mm}^2$
 - 3 x 1 x 120 + 70 mm²

NOTA:

1. Obrigatório a utilização de condutor multiplex com neutro isolado de 35 (35), 70 (70) e 120 (70) mm2 e utilização de alça de aço aluminizado para as concessionárias com áreas litorâneas.

10.2.4. Formação

O condutor completo compreende:

- 3 condutores fase, constituídos por fios de alumínio, de seção circular, recobertos por uma camada isolante;
- Condutor neutro (mensageiro) será nu, formado por fios de liga de alumínio de seção circular ou neutro isolado em áreas litorâneas.

10.2.5. Identificação

Cada uma das fases dos condutores multiplexado deve ser diferenciada conforme tabela a seguir:

Condutor	Cores
Fase 1 (A)	Preta
Fase 2 (B)	Cinza
Fase 3 (C)	Vermelha
Neutro (quando isolado)	Azul-claro

10.2.6. Dimensionamento de Condutores

A rede secundária deverá ser dimensionada de tal forma a minimizar os custos de investimento inicial, ampliações e modificações dentro do horizonte de projeto, considerando a bitola mínima recomendada para o condutor tronco em função da ampacidade, de acordo com a *Tabela 08*.

Importante:

- I. Na elaboração do projeto, deve-se atentar para os critérios relativos à máxima queda de tensão admissível, levando-se em conta o crescimento vegetativo para o local.
- II. No dimensionamento elétrico deve-se considerar que o atendimento ao crescimento da carga será feito procurando-se esgotar a capacidade de corrente dos condutores e a máxima queda de tensão permitida.

10.2.7. Queda de Tensão

Queda de tensão secundária é a queda compreendida entre os bornes secundários do transformador de distribuição e o ponto de maior valor distância x corrente.

O valor das máximas quedas de tensão no final deste horizonte limita-se a 3% para as redes secundárias.

Para o cálculo de queda de tensão deve ser usado o formulário constante na *Tabela 30*. No cálculo de circuitos ou trechos em anel não é necessário que as quedas de tensão no ponto escolhido para abertura sejam iguais, bastando que ambas sejam inferiores aos máximos permitidos.

Os coeficientes de queda de tensão a serem empregados são os constantes nas *Tabelas 27 a 29*.

10.2.8. Reformas/Melhoramentos e Reforço

Ao elaborar projetos de reformas/melhoramentos e reforço, deve-se analisar uma área representativa, de forma a se otimizar o dimensionamento dos circuitos, mediante o aproveitamento da potência disponível em transformadores. Isso deve ser feito analisando não só os circuitos em questão, mas também os adjacentes, os adjacentes aos adjacentes e assim sucessivamente, até que mediante remanejamento de carga entre circuitos, troca e/ou deslocamento de transformadores e divisão de circuitos, se consiga atender toda uma área dentro dos critérios técnicos - econômicos mais adequados, conforme estabelecido nessa norma.

10.2.9. Equilíbrio de Fases

No processo de cálculo elétrico utilizado para fins de projeto de redes secundárias, a carga deve ser considerada como equilibrada.

Aplicável a qualquer tipo de projeto (reforma/ melhoramento, extensão ou rede nova), o estudo do balanceamento de fases no secundário de cada transformador deve ser efetuado, uma vez que o desequilíbrio sensível de cargas

provoca queda de tensão elevada na fase mais carregada e o aparecimento de altas correntes no neutro, sobrecarregando condutores e transformadores.

Para avaliar a influência do desequilíbrio de fases é utilizado como indicador, o índice de desequilíbrio determinado pela expressão:

$$I_{\mathrm{d}}\% = \left(\frac{I_{\mathrm{F}} - I_{\mathrm{M}}}{I_{\mathrm{M}}}\right) * 100$$

$$I_{M} = \frac{I_{A} + I_{B} + I_{C}}{3}$$

Onde:

IM = Corrente média das fases.

IF = Corrente da fase.

Id %= Índice de desequilíbrio por fase.

Se Id% de pelo menos uma das fases for maior que 15%, deverá ser feito estudo de remanejamento dos consumidores monofásicos ou bifásicos, bem como os ramais da rede de distribuição monofásicos ou bifásicos, procurando-se eliminar o desequilíbrio nos bornes secundários do transformador. Apesar de se procurar equilibrar as cargas entre as fases, os resultados desse balanceamento devem ser periodicamente aferidos através de medições posteriores dos circuitos.

10.2.10. Critérios de Projeto

Nos projetos de modificações, reformas/melhoramentos e reforço, quando o desequilíbrio verificado for superior ao valor máximo permissível, deve ser previsto o correspondente equilíbrio, discriminando-se as fases de cada ramal de ligação. Também devem ser seguidos os seguintes procedimentos:

• Remanejamento de cargas para circuitos adjacentes;

 Remanejamento de transformadores, substituindo os sobrecarregados pelos subcarregados, realizando isto, sempre que possível, dentro da mesma localidade.

Para os projetos de redes novas e extensões de rede, os eletricistas devem ser orientados para procurarem distribuir convenientemente as fases nas novas ligações.

Especificar as fases, nos dois trechos, quando derivar uma rede com número de fases menor que o da rede principal.

Preferencialmente deve-se projetar a posteação no lado oposto ao da arborização.

10.2.11.Iluminação Pública

A responsabilidade sobre a Iluminação Pública é sempre da Prefeitura Municipal. Para projetos elétricos e execuções deve-se consultar a concessionaria.

10.2.12. Iluminação Interna de Condomínios

Para projetos elétricos e execuções deve-se consultar a concessionaria.

10.2.13. Miscelânea

a) Conexões

Nas redes secundárias serão utilizados os conectores Tipo Perfuração para os condutores fase dos ramais de ligação e rede de BT e conector Tipo Cunha ou Tipo H para o condutor neutro dos ramais de ligação.

Nas saídas dos transformadores, as conexões à rede secundária serão feitas através de terminais de estrangulamento ligados diretamente às buchas do transformador, conforme os critérios previstos na norma NDU 004.3.

Deixar uma sobra nos condutores de saída do secundário do transformador para instalação de aparelhos de medição.

Com o objetivo de evitar a penetração de umidade, comprometendo a isolação do condutor, todos os pontos de conexão, onde o condutor isolado for aberto, deverão ter sua isolação recomposta com fita de auto fusão e fita isolante.

As conexões dos ramais de serviços deverão ser conforme a Tabela 10.

10.3. Transformador de Distribuição

Serão utilizados transformadores trifásicos conforme padronização da norma NDU 008.

10.3.1. Potências Padronizadas

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

Transformadores trifásicos: 15; 30; 45; 75; 112,5; 150; 225 e
 300 kVA.

Os transformadores trifásicos de 112,5, 150, 225 e 300 kVA devem ser utilizados em áreas tipicamente comerciais, industriais ou nos casos de atendimento a múltiplas unidades.

NOTA:

1. Na área de concessão da Energisa Sergipe, os transformadores com classe de 15 kV deverão possuir as buchas de média tensão classe 25 kV.

10.3.2. Dimensionamento

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

10.3.3. Carregamento

Em circuitos novos de 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 MT/BT deve de ser de 90% da capacidade nominal do equipamento. O carregamento máximo deve ser verificado no horário de ponta de carga do transformador. Os valores da queda de tensão interna dos transformadores de distribuição estão na *Tabela 07*.

Em circuitos de BT existentes, o carregamento máximo admitido para os transformadores MT/BT para a liberação de carga deve ser 120% da capacidade nominal para os transformadores em operação. O carregamento máximo deve ser verificado no horário de ponta de carga do transformador.

10.3.4. Localização

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

- a) Em locais com circuitos de MT trifásicos, o transformador deve ser obrigatoriamente trifásico.
- b) Os transformadores devem ser instalados o mais próximo possível do centro de carga do respectivo circuito secundário e também próximo às cargas concentradas, principalmente àquelas causadoras de *flicker* na rede (raio X, forno à arco, máquina de solda, motor de grande capacidade, etc.).
- c) Em função da possibilidade de ocorrência de flutuações de tensão deve ser dada especial atenção ao atendimento das seguintes cargas:
 - Motor monofásico com potência superior a 2CV, alimentado em tensão fase-neutro;
 - Máquina de solda a transformador com potência superior a 2kVA, alimentada em tensão fase-neutro;
 - Motor monofásico com potência superior a 5CV, alimentado em tensão fase-fase;
 - Motor de indução trifásico com potência superior a 30CV;
 - Máquina de solda tipo motor-gerador com potência superior a 30CV;
 - Máquina de solda a transformador, 220V 2 ou 3 fases, ligação V-V invertida com potência superior a 15kVA;

- Máquina de solda a transformador 220V 3 fases, com retificação com potência superior a 30kVA.
- d) Localizado de tal forma que as futuras relocações sejam minimizadas.
- e) Localizado em locais de fácil acesso, visando facilitar a operação e substituição.
- f) Não instalar em esquinas. Em casos específicos consultar a concessionária.

10.3.5. Proteção Contra Sobrecorrentes

A proteção de transformadores contra sobrecorrentes deve ser feita através da instalação de chaves fusíveis cujos elos fusíveis estão definidos nas Tabelas 05 e 06.

10.3.6. Proteção contra Sobretensões

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

Proteção de transformadores

Os para-raios de rede secundária devem ser instalados em todo transformador. Devem ser instalados entre fase e neutro, de forma que devem ser projetados dois para-raios para os transformadores monofásicos e três para os trifásicos.

• Proteção de consumidor reclamante:

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

NOTA:

1. 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. DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Dimensionamento de postes e tipos de estruturas, em função dos esforços a serem aplicados aos mesmos.

11.1.Posteação

11.1.1. Tipo

Os postes a serem usados são de concreto seção Duplo "T" ou seção circular. A *Tabela 09* apresenta os postes padronizados pela Energisa.

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

O poste circular deve ser usado preferencialmente nas redes localizadas na orla marítima e em locais onde forem exigidos grandes esforços mecânicos nos diversos sentidos e nas estruturas de ângulo da rede compacta.

11.1.2. Comprimento

O comprimento mínimo de poste a ser utilizado é de 10 m para redes exclusivamente de baixa tensão e de 11 m para redes de média tensão:

- a) Postes de 10 m
 - Utilizados apenas para redes de baixa tensão.
- b) Postes de 11 m
- Tronco de alimentador;
- Cruzamento aérea (flying-tap);
- Derivação de rede primária, desde que mantido os afastamentos mínimos de rede;
- Derivação para consumidor em MT (exceto entrada com mufla);
- c) Postes de 12 m

- Devem ser usados nos mesmos casos previstos para o poste de 11 m, porém em áreas com desnível acentuado, e ainda em casos especiais.
- Em redes compactas na instalação de transformadores, chave faca unipolar e chave fusível.
- Travessias.
- d) Postes com comprimento superior a 12 m
 - Usados para as mesmas situações do poste de 12 m, mas apenas quando a altura deste não for suficiente.

NOTA:

1. Nas áreas de concessão da Energisa Mato Grosso e Energisa Mato Grosso do Sul fica vetado a utilização de poste de 10 metros com a característica mínima inferior a 300 daN de resistência.

11.1.3. Determinação dos Esforços, Estaiamento e Engastamento

Considerando-se as curvas de vento máximo e temperatura mínima, as redes de distribuição, na área da Concessionária, serão dimensionadas para valores regionais das velocidades de ventos e temperaturas conforme descrito abaixo:

Velocidade Máxima dos Ventos (km/h)	ESE	ЕТО	EMG / ENF	EPB / EBO	EMS	EMT	ESS
	105	105	95	105	130	123	110

Temperatura Regional (°C)	ESE	ЕТО	EMG / ENF	EPB / EBO	EMS	EMT	ESS
Média	25	25	20	25	28	25	23
Máxima	60	60	60	60	50	50	55
C/ Vento Máximo Coincidente	20	20	15	20	40	20	10

11.1.4. Determinação dos Esforços, Estaiamento, Resistência e Engastamento

A determinação dos esforços nos postes será feita considerando-se as cargas devido às redes primárias, secundárias, ramais de ligação e outros condutores de uso mútuo.

A tração de projeto de cada condutor da rede primária, rede secundária, condutores e fios aluminizado é dada pelas Tabelas 35A a 35F.

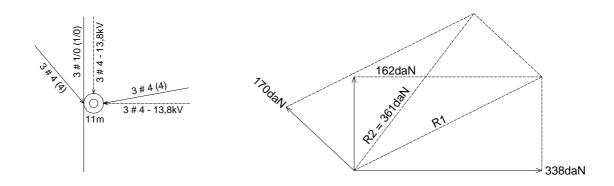
Os valores de trações de projeto para uso mútuo devem ser fornecidos pelo ocupante ou ocupantes da faixa.

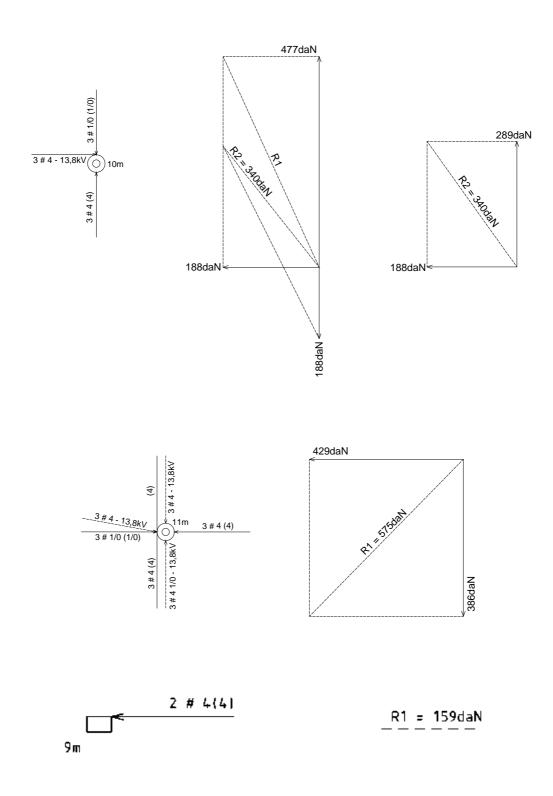
Os esforços exercidos por todos os condutores e condutores de uso mútuo devem ser referenciados a 0,20m do topo do poste, conforme *Tabela 34.*

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;
- 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.





11.1.5. Determinação dos Esforços de Cabos:

Calculado o esforço resultante no poste, devido a tração dos condutores e condutores do uso mútuo aplicados a 0,20m do topo (T), definem-se o tipo de

estaiamento necessário e a resistência nominal do poste, procurando-se otimizar o custo do conjunto postes/estais.

Os casos de dimensionamento do poste, engastamento e estai estão exemplificadas no Apêndice A.

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

- Cuidados especiais devem ser observados com relação aos postes de concreto DT, devido a sua assimetria na distribuição de esforços. O lado de menor resistência suporta apenas 50% de sua carga nominal.
- Para diversas situações de trabalho destes postes, a Tabela
 35 define os valores das resistências a serem consideradas num determinado ângulo.
- Quando o Postes de concreto de seção duplo T for de resistência igual a 150 daN, o lado de menor resistência (parte cavada) deve estar obrigatoriamente voltado para o eixo da rede, conforme figura abaixo:



Disposição de Poste Seção Duplo T de 150 daN

Não é permitida a ancoragem de condutores da rede de distribuição, mesmo em condição de resultante igual a zero, em postes com resistência de 150 daN

- Em postes de concreto duplo T, os transformadores devem ser instalados no lado de maior resistência do poste, observando-se também os padrões definidos nas normas de instalações básicas.
- O poste duplo T deve ser instalado com o lado de maior resistência voltado para a direção da bissetriz do ângulo formado pelos condutores. No caso de haver também

- derivação na estrutura de deflexão, o alinhamento do poste deve ser definido pelo melhor dimensionamento mecânico.
- Quando o valor da resultante no topo ultrapassar a 1.000 daN (utilizando o condutor 336,4 MCM ou 185mm²) e não for possível a transferência por estais, a tração deve ser adequadamente reduzida.
- Para transições e fim de rede com condutor 170 mm² (336,4MCM) ou 185mm², aplicar tração reduzida (70%) na rede de distribuição.
- Não se aplica tração reduzida em redes compactas e isoladas, inclusive de baixa tensão.
- Para a estrutura de transição entre rede convencional e compacta, utilizar o critério previstos na norma NDU 004.1.
- As estruturas de encabeçamento tipo M3, 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 M4, B4 e BE4, projetar o estai somente se houver diferença de bitola.
- Quando a diferença de tração na cruzeta for inferior a 75 daN, não é necessário o uso do estai cruzeta-poste.
- Quando da utilização de estruturas do primário, em ângulo de 90°, ou que requeira dois níveis de cruzeta, o estaiamento deve ser feito de cruzeta a cruzeta, desde que a configuração do primário o permita.
- Não é permitida a instalação de equipamentos (transformador, religador, seccionalizador, regulador, capacitor) em estruturas de ângulo ou em postes de esquinas. No caso de ângulo de deflexão menor ou igual a 30°, é permitido desde que seja realizada uma avaliação dos riscos de abalroamento.
- A transferência de esforços por meio de estai poste a poste pode ser realizada de 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.
- A tração aplicada no estai com condutor de aço de diâmetro
 9,5 mm deve ser igual a 75 daN.
- O vão regulador entre os trechos ancorados deverá ser calculado pela equação a seguir:

$$V_{r} = \sqrt{\frac{V_{1}^{3} + V_{2}^{3} + V_{3}^{3} + \dots + V_{n}^{3}}{V_{1} + V_{2} + V_{3} + \dots + V_{n}}}$$

- Nas saídas de Subestações, a estrutura do primeiro poste na rede deve ser, obrigatoriamente, ancorada.
- As estruturas de ancoragem de redes isoladas de média tensão devem ter resistências mínimas de 300 daN.

As condições técnicas que não permitem a instalação do transformador são: poste em mau estado de conservação, poste com capacidade de 150 daN e poste de comprimento igual a 10 m.

- Em longos trechos de alinhamento de rede é recomendável intercalar estruturas de ancoragem a cada 500 m para rede compacta e 600 m para redes convencionais de MT aproximadamente, visando assegurar maior confiabilidade ao projeto mecânico, além de facilitar a construção e eventual troca de condutores.
- Em estruturas de transição de rede convencional e para rede compacta em poste DT, o lado de maior resistência deve ficar voltado para a rua.
- Em estruturas de transição de rede convencional e para rede compacta, usar o estai no lado da rede convencional, se for o caso. Caso o mensageiro trabalhe também como estai

(absorver parte dos esforços da rede convencional - Ex.: condutor coberto 185 mm² de um lado e condutores 170 mm² CA/CAA do outro), a estrutura anterior à transição deve ser com o condutor mensageiro ancorado com alças pré-formadas no poste.

- As estruturas de transição não devem apresentar ângulos de deflexão horizontal e/ou vertical.
- É obrigatório o uso de dinamômetro no lançamento de condutores.

11.1.6. Engastamento

Adotar o tipo de engastamento conforme os critérios previstos nas normas NDU 004.1 e 004.3.

11.2. Estruturas

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

- a) Tipo de Rede:
- Rede Compacta Protegida de Média Tensão;
- Rede Isolada de Baixa Tensão.
- b) Largura do passeio;
- c) Bitola do condutor;
- d) Ângulo de deflexão horizontal e vertical da rede;

A definição da estrutura, no que concerne à bitola do condutor e ângulo do primário, deve ser feita conforme os critérios previstos na norma NDU 004.1.

A estrutura de rede em locais com problemas de afastamento de rede deve estar de acordo com as Tabelas 39A a 39C.

As estruturas com esforços verticais e horizontais devem estar de acordo com as Tabelas 40A a 40D.

12. RELAÇÃO DE MATERIAL E ORÇAMENTO

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

12.1. Relação de Material

12.1.1. Material Aplicado

Os materiais utilizados nas redes de distribuição das concessionárias serão os relacionados nas NDU 004.1 e 004.3 e padronizados na NDU 010 e deverão ser de fornecedores homologados pela Energisa, conforme NDU 011. Na solicitação de inspeção e vistoria, as notas fiscais e garantias dos fabricantes (caso ocorra defeito destes materiais) deverão ser apresentadas, sendo vedada a utilização de materiais ou equipamentos reformados ou reaproveitados.

Na elaboração da lista de materiais devemos observar os seguintes tópicos:

- a) Para os condutores isolados e protegidos, o projetista deverá acrescentar 2,5% do total do comprimento encontrado.
- b) Para os condutores nus o projetista, deverá acrescentar o valor de 2,5% no peso do condutor, conforme *Tabela 18* (no caso de se estar utilizando o programa SIAGO Energisa, o mesmo já prevê o citado acréscimo).
- c) Os materiais necessários para concretagem da base de postes e recomposição de passeios não devem ser relacionados.

12.1.2. 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 CA nu;
- Sucata de CA isolado;
- Sucata de CA protegido;
- Sucata de CAA;
- Sucata de cobre nu:
- Sucata de cobre isolado;
- Sucata de ferro (cinta, parafuso, armação, sela, etc.);
- Sucata de madeira (cruzeta, contra-poste, poste);
- Sucata de 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.

12.2.Mão-de-Obra

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

12.3. Projeto e Orçamento em Estrutura com Uso Mútuo

Na elaboração de projetos de reforço, reformas, modificações ou extensões de rede 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 e que impliquem na remoção/substituição de postes com uso mútuo, devem ser incluídos no orçamento, os custos referentes aos serviços na rede de utilização mútua. Para isso, devem ser pedidos os orçamentos a proprietária da mesma.
- Não devem ser previstas instalações de transformadores, chaves em geral e aterramento em postes nos quais já existam equipamentos existentes na rede de uso mútuo.

13.LEVANTAMENTO DE CAMPO

- a) Caso o projeto seja elaborado pela concessionária, o levantamento de campo só deverá ser inicializado após análise de viabilidade do mesmo no. Sistema de Cadastro Georreferenciado da Distribuidora e de Cálculo Elétrico
- b) Verificar em campo as redes primária 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 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) Verificar se a região do projeto não é uma área restrita de preservação ambiental.

13.1.Coexistência de Sistemas de Distribuição e Arborização

Como recomendação geral, na elaboração de projetos de redes deve ser considerado também, no seu planejamento, o aspecto ambiental, instalando-se as redes de energia elétrica em posição que não conflite frontalmente com a arborização, permitindo a ambas produzirem os resultados esperados.

Em áreas que ainda não possuam arborização, os postes devem ser locados na calçada adequada ficando reservados os locais e posições convenientes para a futura arborização, conforme orientação a seguir:

- a) Sempre que possível colocar a posteação do lado oeste na rua cujo eixo esteja na direção aproximada Norte-Sul, a fim de que as futuras árvores de médio porte possam ser plantadas do lado Leste, dando maior sombra, à tarde, sobre a frente das casas e as crianças.
- b) Para as ruas cujo eixo está na direção Leste-Oeste, o lado da posteação deve ser, sempre que possível, do lado Norte, para que as árvores de porte médio plantadas do lado Sul deem sobre a calçada.

Quando o local já possuir arborização, proceder da seguinte forma:

- a) Os postes devem ficar do lado da rua onde houver menos arborização.
- b) Os postes devem ser implantados sempre que possível do lado oposto da rua em relação às árvores de maior tamanho, no caso de arborização bilateral.
- c) Sempre que possível manter um afastamento dos postes 3 m a 4 m para árvores pequenas e 6 m a 7 m para árvores médias, especialmente se houver transformadores ou outros equipamentos projetados.
- d) Evitar a implantação de rede no lado da rua com arborização de grande porte.

14. 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 (D.N.I.T, D.E.R, Rede Ferroviária, Marinha, etc.) e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

A sequência das etapas acima descritas pode variar dependendo da característica do projeto.

Os seguintes documentos devem fazer parte de um projeto:

- Desenhos do projeto assinados pelo responsável técnico e pelo proprietário;
- Demonstrativo do levantamento do(s) circuito(s);
- Folha de cálculo de queda de tensão e corrente;
- Relação de material;
- ART do Projeto;
- Memorial Descritivo;
- Diagrama Unifilar;
- Levantamento de Carga Instalada (KW);
- Calculo de Demanda (kVA);
- Autorização de Passagem, quando for o caso;
- Desenhos e informações complementares, quando for o caso;
- Detalhes de Travessias;
- Desenhos especiais;
- Licença dos Órgãos Competentes para construções de redes em áreas de proteção ambiental ou que necessitem de autorização do mesmo.
- Projeto urbanístico aprovado pela prefeitura, contendo as larguras das vias e passeios, quando se tratar de loteamento ou condomínios fechados;
- Arquivo digital do projeto elétrico, em extensão DWG, georreferenciado, consultar a concessionária se necessário;
- Declaração da Prefeitura Municipal se responsabilizando pelo consumo de iluminação pública e que os ativos foram devidamente recebidos/transferidos, ou do proprietário/interessado para os casos de condomínios fechados, neste ultimo, obrigatório o Contrato de Fornecimento de Energia Elétrica Destinada à Iluminação.

 Demais autorizações e aprovações conforme legislação municipal e/ou estadual.

NOTA:

1. 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.

14.1.Desenho

14.1.1. Escala

Deve ser usada a escala 1:1000.

14.1.2. Formatos e Tipos de Papel

O desenho original do projeto deve ser feito nos formatos A1 ou A2 (o que comporte o projeto com o menor número de pranchas) em arquivo digital, e posteriormente apresentado em papel quando da aprovação do projeto.

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".

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).

14.1.3. Simbologia

Conforme Desenhos 09 a 14.

14.1.4. Detalhes que Devem Constar no Desenho

a) Dados Topográficos

Desenho do arruamento, unidades consumidoras e identificação das ruas.

NOTA:

1. Para Todos os detalhes topográficos já existentes e cadastrados no Sistema de Cadastro Georreferenciado da Distribuidora, serão a base do projeto (Projetos feitos pela concessionaria).

b) Rede de Distribuição

Devem constar no desenho do projeto todos os detalhes calculados nos itens 09 e 10 (Dimensionamento Elétrico e Dimensionamento Mecânico):

- Especificação das estruturas do primário/secundário;
- Indicação de afastadores;
- Especificação de estaiamento e/ou concretagens;
- Especificação de altura e esforços dos postes;
- Indicação de postes de uso mútuo;
- Número de fases e potência de transformadores;
- Número de fases, bitola/seção e tensão do primário e do secundário;
- Indicação de fase para ligar transformador monofásico em circuito trifásico;
- Especificação das fases, quando os circuitos não estiverem completos, tanto para o primário quanto para o secundário;
- Número de fases e bitolas do secundário e neutro;
- Relé fotoelétrico, discriminando a fase a ser ligada;
- Tipo de lâmpadas;
- Corrente nominal das chaves fusíveis de ramais;
- Especificação do elo fusível do ramal e dos transformadores;
- Corrente nominal de chaves seccionadoras e indicação de operação (NA e NF);
- Notas que se fizerem necessárias;
- Título e número do projeto, a ser definido pela
 Concessionária se apresentados por terceiros;
- Para-raios:
- Aterramentos:

- Nomes de ruas;
- Indicação do número das estruturas;
- Cotas dos vãos entre postes.

14.1.5. Folha de Cálculo de Queda de Tensão e Corrente

Deve ser preparada para todo projeto, no caso de rede 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.

14.2. 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 11, relacionando os materiais novos e os que devem ser devolvidos.

14.3.ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Deverá ser apresentada uma ART específica preparada e registrada pelo CREA para cada projeto.

NOTA:

1. Caso a ART apresentada na primeira etapa seja apenas do projeto, somente será aceita a solicitação de inspeção/vistoria e ligação, mediante apresentação da ART de execução.

14.4. Memorial Descritivo

Deverá ser apresentado contendo as informações conforme modelo Anexo 3.

14.5. Diagrama Unifilar

- Identificação do alimentador com número de fases e bitola dos condutores;
- Numeração das chaves de desligamento;

- Distâncias dos nós do diagrama;
- Potência com número de fases dos transformadores;
- Chaves e equipamentos.

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. 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 pelos mesmos.

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).

14.8. 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:

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

15. PROJETOS DE RDU ELABORADOS POR TERCEIROS

Essa situação decorre da negociação direta entre empreiteira/responsável técnico e consumidores, sem intervenção da Concessionária.

Para tanto, empreiteira/responsável técnico deverá ter conhecimento das normas de projeto e de construção de redes de distribuição e de demais especificações técnicas pertinentes a essas normas e serem habilitadas por órgãos competentes.

Os procedimentos a serem seguidos, depois de mantidos os entendimentos preliminares com os consumidores, deverão ser os descritos a seguir:

- a) A empreiteira/responsável técnico deverá elaborar o projeto da RDU, para atendimento aos consumidores, conforme os critérios estabelecidos nesta norma.
- b) Apresentar o projeto ao setor competente da Concessionária, para análise e aprovação. O projeto deve ser apresentado conforme disposto no item especifico dessa norma, em arquivos digitais, através de carta solicitando a Aprovação de Projeto em arquivo digital, mostrada no Anexo I.
- c) O setor competente da Concessionária terá o prazo de 30 (trinta) dias corridos para analisar e devolver o projeto à empreiteira/responsável técnico. Caso o projeto seja aprovado e haja necessidade de reforma, modificação e/ou instalação de equipamentos na rede existente, para absorver as novas cargas, sua execução fica condicionada ao atendimento dos prazos exigidos pela legislação vigente. Caso o projeto seja reprovado, o setor competente da Concessionária indicará os motivos da reprovação para providências da empreiteira, que deverá reapresentá-lo, depois de corrigido, conforme indicado no item "b" anterior.

NOTA:

1. A intervenção nas redes de distribuição das concessionarias deve ser realizada apenas pelas equipes próprias e/ou empresas terceirizadas devidamente credenciadas e homologadas pelo Grupo Energisa. Sendo proibida a intervenção em redes de distribuição das concessionárias por empresas terceiras sem o prévio conhecimento da Energisa. Consulte a concessionária local para informações sobre credenciamento de empresas terceiras.

16.NOTAS COMPLEMENTARES

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Norma poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido às modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Concessionária.

Os casos não previstos nesta norma, ou aqueles que pelas características exijam tratamento à parte, deverão ser previamente encaminhados à concessionária, através de seus escritórios locais, para apreciação conjunta da área de projetos / área de estudos.

17. 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 <i>Layout</i>

18. VIGÊNCIA

Esta Norma entra em vigor na data de 03/09/2018 e revoga as versões anteriores em 31/12/2018.

19.ANEXO I - PEDIDO DE APROVAÇÃO DE PROJETO (MODELO)

Pedido De Aprovação De Projeto

	_ de de 20
Ao sr.:	
Setor:	
Assunto: Pedido de Aprovação de Projeto	
Prezado Senhor:	
Vimos pelo presente solicitar a V para atender ao(s) consumidor(s	/. S.ª a aprovação do projeto referente)
Ramal Urbano: Trifásico	
Ramal Rural: Trifásico	
Projeto n.º	
Obra: Concessionária	Obra de Terceiros
N.º da ART :	
Localidade:	
Endereço do Empreendimento:	
Atenciosamente,	
Responsável Técnico	CREA N.°
Proprietário:	

CPF/CNPJ:
RG:
Endereço para correspondência
Rua:
Bairro:
Município:
CEP:
Telefone:
E-mail:

20.ANEXO II - FISCALIZAÇÃO E/OU CONCLUSÃO DE OBRA (MODELO)

Fiscalização E/Ou Conclusão de Obra

	de	de 20	
Ao sr.:			
Setor:			
Assunto: Fiscalização e/ou Conclusã Prezado Senhor:	ão de Obra		
Vimos pelo presente, solicita	ar a V. Sa. A fi	scalização dos serviços	referentes
ao projeto			
Responsável pela Obra:			
Solicitante da Obra:			
Local da Obra:			
N.º do Projeto:			
Descrição da Obra:			

N.º ART de Construção:		
Atenciosamente,		
Responsável Técnico	CREA N.°	

21.ANEXO III - MEMORIAL DESCRITIVO (MODELO)

MEMORIAL DESCRITIVO

Título do Projeto:		
Localidade:		

Responsável Técnico:

Data:

1 - FINALIDADE

2 - CIRCUITO PRIMÁRIO, em XXX kV

Extensão total da rede, em km:

Extensões 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, 380/220 V

Extensão total da rede, em km:

Extensões parciais da rede por sistema, tipo e bitolas dos condutores: (indicar as extensões de rede a serem removidas ou deslocadas, quando for o caso).

4 - TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO, 13,8 kV/ 380/220 V

Quantidade: n.º de Fases: Potência (kVA):

Potência total instalada (kVA):

(indicar os transformadores removidos ou deslocados, quando for o caso).

5 - PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

Instalação de Chaves Fusíveis, de 15 kV - 100 A, nas saídas dos ramais e na alimentação de transformadores (jogos):

6 - PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

Para-raios de 10 kV, ZnO, encapsulados em material polimérico, nos locais indicados no projeto (jogos):

7- EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Serão instalados religadores, seccionalizadores, banco de capacitores, etc., nos locais previstos no projeto.

(descrever as características dos equipamentos)

8 - POSTES

Discriminá-los 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.

11 - NÚMERO DE CONSUMIDORES

Quantidade de unidades consumidoras prontas para ligação:

Unidades de consumidores potenciais (lotes vagos):

22.ANEXO IV - AUTORIZAÇÃO DE PASSAGEM (MODELO)

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:
	, e seu cônjuge:
CPF:	,
RG:, ı	residentes e domiciliados:
	, proprietários do imóvel
denominado	situado no
município de	, fica
constituída, no referido imóvel a fav	or da citada empresa, uma servidão
administrativa numa faix	a de terreno com
	metros de comprimento por
() metros de largura,
perfazendo uma área de	
metros quadrados, confrontando em	uma extremidade com terrenos de
	e na outra com terrenos de
	e nas laterais com terrenos
remanescentes do OUTORGANTE, de	estinada à faixa de Segurança para
passagem de Rede de Distribuição	o Rural de Energia Elétrica, para
atendimento ao sr. (a)	·
metros quadrados, confrontando em remanescentes do OUTORGANTE, de passagem de Rede de Distribuição atendimento ao sr. (a)	uma extremidade com terrenos de e na outra com terrenos de e nas laterais com terrenos estinada à faixa de Segurança para o Rural de Energia Elétrica, para

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 possam atingir ou comprometer as instalações elétricas, inclusive cana-de-açúcar.
- II. 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. 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 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 Esta 20	ado, de de
ENERGISA:	Matrícula:
Nome do proprietário Testemunhas:	Nome do cônjuge
Testemunha 1	Testemunha 2
Nome:	Nome:
CPF.:	CPF.:

RG.:	RG.:	

Instrumento Particular de Constituição de Servidão Gratuita Para Pessoa Física

	Por este in	strumento	particular	de c	constitui	ção de	e servi	dão g	ratuito
como	outorgante	e, Sr. (a):							,
profis	são:					es	tado		civil:
		······································							CPF:
					, RG: _				, e
seu		cônjuge:			;			pro	fissão:
			_, CPF:						RG:
		,			e(s)				iado(s)
					, e co	mo ou	torgac	la, ENI	ERGISA
MINAS	GERAIS S.	A., conces	sionária d	e ser	viço púb	lico f	edera	de e	energia
elétri	ca, com sec	de na Praça	a Rui Barb	osa, r	n° 80, Ca	atagua	ases, A	Minas (Gerais,
CNPJ	n° XX.XXX.	XXX/XXXX-)	XX, dorava	nte c	hamada	ENER	GISA N	INAS (GERAIS
S.A.,	neste ato d	evidamente	e represen	tada _I	por seus	basta	ntes p	rocura	dores,
todos	com poder	es especiai	s para, ag	indo	em conj	unto d	ou sep	aradar	nente,
confo	rme procura	ıção lavrad	a no Servi	ço No	tarial do	X° O1	ício d	e Cata	guases
- MG.	, no livro XX	XX, fls. XX	X e XXX, fi	cam jı	usto e co	ntrata	ado:		
Cláusula Pri	meira: Oue	o (s) outo	rgante (s)	é (sã	o) propr	ietário) (s) e	legíti	mo (s)
possuidor	(es), ser		algum,						ninado
possaraor	(63), 361	11 01103	atgain,	do	situado			rea	rural
				_, do					
			_	uo		mun	icipio		marca
				<i>C.</i>	a daetra d		INCD		
				C	audsti dü	0 110	INCKA	4 200	0 11.
				_•					

utilizar parte do referido imóvel, constituída em servidão, para efeito de

Cláusula Segunda: Que, foi solicitado pela outorgada para que lhe permitisse

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
() metros 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 a rede de distribuição de 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 passivamente para os sucessores do(s) contratante(s) nos imóveis serviente e dominante, obrigando-se o(s) outorgante(s) a utilizar (em) a área acima de modo adequado, de forma a não turbar de modo algum a servidão ora constituída, devendo, ainda, abster-se de 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 imitida na posse da servidão, transmitindo-lhe, 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.

Cataguases - MG, de	de 20
Nome do proprietário	Nome do cônjuge
ENERGISA:	Matrícula:
Testemunha 1	Testemunha 2
Nome:	Nome:
CPF.:	CPF.:
RG.:	RG.:

23. TABELAS

- TABELA 01 Demanda máxima individual
- TABELA 02 Demanda diversificada residencial (kVA)
- TABELA 03 Fatores de demanda/carga típico
- TABELA 04 Dimensionamento dos elos-fusíveis para ramais
- TABELA 05 Elos-fusíveis para transformadores monofásicos
- TABELA 06 Elos-fusíveis para transformadores trifásicos
- TABELA 07 Queda de tensão em função do carregamento (%)
- TABELA 08 Bitola mínima do tronco secundário
- **TABELA 09 Postes padronizados**
- TABELA 10 Tipos de conexão do ramal de ligação à rede
- TABELA 11 Comprimento e resistência mínima de poste para instalação de equipamento
- TABELA 12 Tráfego motorizado
- TABELA 13 Tráfego para pedestres
- TABELA 14 Distâncias entre condutores de circuitos diferentes
- TABELA 15 Distâncias entre os condutores e o solo
- TABELA 16 Distâncias verticais mínimas entre condutores de um mesmo circuito
- TABELA 17 Distâncias mínimas das partes energizadas às fases ou terra em pontos fixos
- TABELA 18 Tabela de pesos de condutores

- TABELA 19 Características físico-elétricas dos condutores de alumínio com alma de aço CAA
- TABELA 20 Características físico-elétricas dos condutores de alumínio sem alma de aço CA
- TABELA 21 Características físico-elétricas dos condutores protegidos
- TABELA 22 Características elétricas dos condutores multiplexados CA/CAL isolados com neutro nu XLPE 0,6/1 kV
- TABELA 23 Características físicas dos condutores multiplexados

 CA/CAL isolados com neutro nu XLPE 0,6/1 kV
- TABELA 24 Coeficientes unitários de queda de tensão (% MVA x km) MT trifásico (condutores nus)
- TABELA 25 Coeficientes unitários de queda de tensão (% MVA x km) MT monofásico (condutores nus)
- TABELA 26 Coeficientes unitários de queda de tensão (% MVA x km) MT trifásico (Cabos Protegidos)
- TABELA 27 Coeficientes unitários de queda de tensão (% kVA x 100m)
 BT (220/127V)
- TABELA 28 Coeficientes unitários de queda de tensão (% kVA x 100m) BT (380/220V)
- TABELA 29 Coeficientes unitários de queda de tensão (% kVA x 100m)
 BT (230/115V)
- TABELA 30 Cálculo de queda de tensão e corrente
- TABELA 31 Fatores de potência
- TABELA 32 Determinação do Ângulo de Deflexão da Rede em Campo
- TABELA 33A Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica 15 kV

- TABELA 33B Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica 25 kV
- TABELA 33C Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica 36,2 kV
- TABELA 33D- Trações de Projeto da Rede Secundária Isolada Cabo Triplex
- TABELA 33E Trações de Projeto da Rede Secundária Isolada Cabo Quadruplex
- TABELA 34 Equivalência de Esforços a 20 cm do Topo do Poste Fator

 De Multiplicação
- TABELA 35 Carga de Utilização do Poste DT
- TABELA 36 Escolha de Estruturas em Função Dos Afastamentos Mínimos
- TABELA 37 Escolha de Estruturas em Função Dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Isolada De Baixa Tensão
- TABELA 38 Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos

 Horizontais Mínimos Rede Aérea Compacta 15 / 25 / 35

 kV
- TABELA 39 Escolha de Estruturas de Rede Compacta
- TABELA 40 Escolha de Estruturas de Rede Compacta com Braço J
- TABELA 41 Escolha de Estruturas Rede Isolada de Baixa Tensão Ângulos de Deflexão Horizontais

92

TABELA 01 - Demanda Máxima Individual

Item	Método	Fórmula	Observações
1	Medição de Carga	-	•
2	Estimativa a partir do consumo, extraído dos dados do faturamento	Dm = C / (FC.FP.730)	em kVA C - maior consumo mensal nos últimos três meses (kWh) FC - fator de carga típico, em função do ramo de atividade FP - 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
3	Estimativa a partir da carga instalada	Dm = CI . Fdmáx / FP	Dm - demanda máxima do cliente, em kVA CI - carga instalada, em kW Fdmáx - fator de demanda máximo em função do ramo de atividade.

TABELA 02 - Demanda Diversificada Residencial (KVA)

Loteamentos Residenciais				
Lotes até 250 m²	0,7 kVA por lote			
Lotes de 251 a 350 m²	1,0 kVA por lote			
Lotes de 351 a 450 m²	2,0 kVA por lote			
Lotes acima de 451 m²	3,0 kVA por lote			

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 >500	54 67	36 49	34 35
3	Extração de minérios de metais não ferrosos	>500	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
9	Fabricação de cal	>130	78 91	54 52	17
	Fabricação de telhas, tijolos e outros artigos	≤160	97	71	13
10	de barro cozido exclusive cerâmica	>160	91	60	30
11	Fabricação de material cerâmico - exclusive	≤100	96	76	10
	de barro cozido	>100	93	66	39
12	Fabricação de cimento		66	64	54
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

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
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 >150	50 80	33 55	19 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
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

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
	Fabricação de produtos de padaria,				
29	confeitaria e pastelaria (inclusive		82	74	28
	panificadoras e similares)				
30	Fabricação de massas alimentícias e biscoitos		61	54	57
	Refinação e preparação de óleos e gorduras				
31	vegetais, produção de manteiga de cacau e		89	38	39
	de gordura de origem animal, destinadas à		07		
	alimentação				
32	Fabricação de gelo		91	75	41
	Fabricação de rações balanceadas e de				
33	alimentos preparados para animais, inclusive		85	45	29
	farinha de carne, sangue, osso e peixe				
34	Indústria de bebidas		62	41	20
35	Fabricação de aguardentes, licores e outras		68	49	43
	bebidas alcoólicas				
36	Fabricação de cervejas, chopes e malte		50	27	27
37	Fabricação de bebidas não alcoólicas		57	47	69
38	Indústria de fumo		96	72	32
39	Fabricação de cigarros		43	39	59
40	Indústria de utilidade pública, irrigação,		95	84	51
40	água, esgoto e saneamento		75	0-1	31
41	Distribuição de gás		57	51	40
42	Tratamento e distribuição de água	≤100	100	92	30
72	Tratamento e distribuição de agua	>100	95	75	72
43	Indústria de construção		59	36	32
44	Construcão Civil	≤190	80	39	31
44	Construção Civil	>190	30	14	33
45	Pavimentação, terraplenagem e construção	≤200	90	65	21
45	de estradas	>200	79	52	41
46	Construção de obras de arte (viadutos,		14	11	32

	mirantes, etc.)				
COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
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
57	Transportes urbanos de passageiros - inclusive metroviários		78	26	41
58	Serviços de comunicação		81	43	46
FO	Tolografia tolofono o correiro	<150	78	40	45
59	Telegrafia, telefone e correios	>150	92	44	55
60	Radiodifusão 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		48	28	30

	animal, e para beneficiamento ou preparação de produtos agrícolas - peças e acessórios				
COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
67	Fabricação de cronômetros e relógios, elétricos ou não - inclusive a fabricação de peças		47	33	38
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 recondicionamento de pneumáticos		68	58	26

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
	Indústria de couros, peles e produtos				
79	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
87	Fabricação de adubos e fertilizantes e corretivos de solo		84	57	19
88	Indústria de produtos farmacêuticos e veterinários		68	39	24

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
	Indústria de perfumaria, sabões e velas				
89	fabricação de sabões, detergentes e		85	46	29
	glicerinas				
90	Indústria de produtos de matérias plásticas		85	41	48
	Fabricação de artigos de material plástico				
91	para usos - exclusive embalagem e		85	41	30
	acondicionamento				
92	Indústria têxtil		81	52	43
	Beneficiamento de fibras têxteis vegetais,				
	artificiais e de materiais têxteis de origem				
93	animal. Fabricação de estopa de materiais		60	44	36
	para estofados e recuperação de resíduos				
	têxteis				
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
100	Beneficiamento de café, cereais e produtos	≤130	97	56	20
100	afins	>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		55	48	12
103	óleos		33	40	12
	Beneficiamento, moagem. Torrefação e				
104	fabricação de produtos alimentares diversos		91	53	14
104	de origem vegetal, não especificados ou não		71	55	17
	classificados				

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
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 >200	85 80	72 53	52 43
107	Preparação de conservas de carne - inclusive subprodutos - processados em matadouros e	≤120	70	38	29
400	frigoríficos Preparação de conservas de carne e produtos	>120	62	48	71
108	de salsicharia, não processados em matadouros e frigoríficos	<80	90	82	28
109	Preparação de leite e fabricação de produtos de laticínios	>80 ≤300 >300	97 95	65 57	38
110	Fabricação de açúcar	>300	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
116 117	Serviços pessoais Serviços de higiene - barbearias, saunas,		62 58	43	32
117	berviços de inglene barbearias, sadilas,		30	10	30

	lavanderias, etc.				
COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
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
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

COD	Ramo de Atividade	Intervalo Carga Instalada (KW)	FD Max. (%)	FD Típico (%)	FC Típico (%)
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
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

TABELA 04 - Dimensionamento dos Elos-Fusíveis Para Ramais

ELOS DO TIPO K	CORRENTE NOMINAL (A)	CORRENTE MÁXIMA PERMANENTE ADMISSÍVEL (A)
10	10	15
15	15	22,5
25	25	37,5
40	40	60

TABELA 05 - Elos-Fusíveis Para Transformadores Monofásicos

POTÊNCI	ELO- FUSÍVEL							
A EM KVA	6,5	kV	7,9 kV		12,7 kV		19,9 kV	
7. 2.11 1.07.	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO
5	0,77	0,5 H	0,63	0,5 H	0,39	0,5 H	0,25	0,5 H
10	1,54	1 H	1,27	1 H	0,79	1 H	0,50	0,5 H
15	2,31	2 H	1,90	2 H	1,18	1 H	0,75	1 H
25	3,85	3 H	3,16	3 H	1,97	2 H	1,26	2 H

TABELA 06 - Elos-Fusíveis Para Transformadores Trifásicos

POTÊNCIA EM	ELO- FUSÍVEL							
kVA	11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
NVA	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO
15	0,76	1H	0,63	0,5H	0,39	0,5H	0,25	0,5H
30	1,52	2H	1,26	1H	0,79	1H	0,50	0,5H
45	2,28	2H	1,88	2H	1,18	1H	0,75	1H
75	3,80	3H	3,14	3H	1,97	2H	1,26	1H
112.5	5,70	5H	4,71	5H	2,95	3H	1,88	2H
150	7,60	8K	6,28	6K	3,94	5H	2,51	3H
225	11,40	12K	9,41	10K	5,90	5H	3,77	5H
300	15,19	15K	12,55	12K	7,87	8K	5,02	5H

TABELA 07 - Queda de Tensão em Função do Carregamento do Transformador (%)

CARREGAMENTO (%)	TRANSFORMADORES				
CARREGAMENTO (%)	MONOFÁSICO	TRIFÁSICO			
100	4,3	3			
75	3,2	2,6			
50	2,2	1,8			
25	1,1	0,9			
10	0,9	0,2			

NOTA:

1. Valores médios aproximados.

TABELA 08 - Bitola Mínima do Tronco Secundário

TRANSFORMADOR		DUTOR ONCO	O TRANSFORMADOR TRONCO				
MONOFÁSICO (KVA)	FASE (mm²)	NEUTRO (mm²)			NEUTRO (mm²)		
5			15				
10	35	25	30	70	70		
15		33	33	33	35	45	70
25			75				
			112,5	120	70		
			150	120	70		
		225					
		300		Exc	lusivo		

NOTA:

1. A seção do condutor indicada é a mínima, considerando a carga do circuito distribuída e o transformador localizado no centro de carga.

TABELA 09 - Postes Padronizados

	RESISTÊNCIA NOMINAL - daN				
COMPRIMENTO DO POSTE (m)	CONCRETO CIRCULAR	CONCRETO DUPLO T			
		Face A	Face B		
		75	150		
10	600	150	300		
		300	600		
11	600	150	300		
	800	300	600		
"	1.000	500	1.000		
	1.500	750	1.500		
	600	150	300		
12	000	300	600		
12	1.000	500	1.000		
	1.500	750	1.500		
	600	300	600		
13	1.000	500	1.000		
	1.500	750	1.500		

TABELA 10 - Tipos de Conexão do Ramal de Ligação à Rede

SEÇÃO DO RAMAL	RABICHO	DIRETO NA REDE
31 y 10 20 10 111 11 1	Até 25 mm²	35, 70 e 120 mm²

TABELA 11 - Comprimento e Resistência Mínima de Poste para Instalação de Equipamento

EQUIPAMENTO	TIPO / POTÊNCIA	COMPRIMENTO MÍNIMO	RESISTÊNCIA (daN)	
		MINIMO	C.C.	D.T.
Transformador Monofásico*	De 5 a 25 kVA	11	600	300
Transformador Trifásico	De 30 a 112,5kVA		600	600
	150 kVA	12	1.000	1.000
	≥ 225 kVA		1.500	1.500
Para-raios	Qualquer	11	600	300
Chave-Fusível	Qualquer	11	600	300
Chave-Faca Unipolar	Qualquer	11	600	300

^{*} Somente para redes existentes.

TABELA 12 - Tráfego Motorizado

TRÁFEGO MOTORIZADO				
CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DE TRÁFEGO (VEÍCULO) NOTURNO EM AMBAS AS DIREÇÕES			
TRÁFEGO LEVE	150 - 500			
TRÁFEGO MÉDIO	500 - 1200			
TRÁFEGO INTENSO	ACIMA DE 1200			

TABELA 13 - Tráfego para Pedestres

TRÁFEGO PARA PEDESTRES				
CLASSIFICAÇÃO	PEDESTRES CRUZANDO COM TRÁFEGO MOTORIZADO			
LEVE	NAS RUAS RESIDENCIAIS MÉDIAS			
MÉDIO	NAS RUAS COMERCIAIS SECUNDÁRIAS			
INTENSO	NAS RUAS COMERCIAIS PRINCIPAIS			

TABELA 14 - Distâncias Entre Condutores de Circuitos Diferentes

TENSÃO NOMINAL (V)	DISTÂNCIAS MÍNIMAS (mm)					
TENSÃO II (V) (circuito	TENSÃ	TENSÃO U (V) (circuito superior)				
TENSÃO U (V) (circuito inferior)	U ≤ 1.000	15.000 < U ≤ 36.200				
Comunicação	600	1500	1800			
U ≤ 1000	600	800	1000			
1000 < U ≤15.000	-	800	900			
15.000 < U ≤ 36.200	-	-	900			

TABELA 15 - Distâncias entre os Condutores e o Solo

	DISTÂNCIAS MÍNIMAS (mm) Tensão U (V)				
NATUREZA DO LOGRADOURO	CIRCUITO DE COMUNICAÇÃO E CABO DE ATERRADOS		1.000 < U ≤ 36.200		
Vias exclusivas de pedestres em áreas rurais	3000	4500	5500		
Vias exclusivas de pedestres em áreas urbanas	3000	3500	5500		
Locais Acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	4500	4500	6000		
Locais Acessíveis ao trânsito de maquinas e equipamentos em áreas rurais	6000	6000	6000		
Ruas e avenidas	5000	5500	6000		
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4500	4500	6000		
Rodovias federais	7000	7000	7000		
Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis	6000	6000	9000		

- 1. Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12m para tensões até 36,2 kV, conforme ABNT NBR 14165;
- 2. Para tensões superiores a 36,2 kV, consultar a ABNT NBR 5422;
- 3. 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 15.

TABELA 16 - Distâncias Verticais Mínimas entre Condutores de um Mesmo Circuito

TENSÃO NOMINAL U(V)	DISTÂNCIA VERTICAL MÍNIMA NA ESTRUTURA (mm)
U ≤ 1.000	200
1.000 < U ≤ 15.000	500
15.000 < U ≤ 36.200	600

TABELA 17 - Distâncias Mínimas das Partes Energizadas às Fases ou Terra em Pontos Fixos

TENSÃO U (kV)	TENSÃO SUPORTÁVEL NOMINAL SOB IMPULSO ATMOSFÉRICO	DISTÂNCIA MÍNIMA (mm)			
(KV)	(kV)	FASE -	FASE -		
		FASE	TERRA		
15	95	140	130		
	110	170	150		
24,2	125	190	170		
2 ¬, 2	150	230	200		
	150	230	200		
36,2	170	270	230		
	200	298	253		

TABELA 18 - Tabela de Pesos de Condutores

PESOS DOS CABOS								
Bitola	kg/km	2,50%	TOTAL					
	ALUMÍNIO CA		kg / km					
4 (*)	58,3	1,458	59,8					
2	92,7	2,318	95					
1/0	147,5	3,688	151,2					
4/0	295,6	7,39	303					
2/0(*)	185,9	4,648	190,5					
336,4	470	11,75	481,8					
477 (*)	666,4	16,66	683,1					
	ALUMÍNIO CAA		kg / km					
4 (*)	85,4	2,135	87,5					
2	135,9	3,398	139,3					
1/0	216,3	5,408	221,7					
2/0 (*)	272,3	6,808	279,1					
3/0(*)	343,8	8,595	352,39					
4/0	433,2	10,83	444					
266 (*)	546,8	13,67	560,5					
336,4	688,7	17,218	705,9					
	COBRE		kg / km					
6 (*)	118,2	2,955	121,2					
4 (*)	192	4,8	196,8					
2 (*)	305	7,625	312,6					
1/0 (*)	485	12,125	497,1					
2/0 (*)	612	15,3	627,3					
4/0 (*)	972	24,3	996,3					
6 (*)	51	1,275	52,3					
10 (*)	91	2,275	93,3					
16 (*)	144	3,6	147,6					
25 (*)	211	5,275	216,3					
35 (*)	311	7,775	318,8					
50 (*)	442	11,05	453,1					
70 (*)	608	15,2	623,2					
95 (*)	845	21,125	866,1					

1. Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 19 - Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio com Alma de Aço - CAA

	α.				ВО	4	⋖	RE	ATÂNCIA	INDUTIVA	A	U
	UTO		AL	T DO	CA	TUR	TRIC)		Ω/Ι	km		=30°C .EV.
CÓDIGO	BITOLA DO CONDUTOR	FORMAÇÃO	SEÇÃO NOMINAL	DIÂMETRO TOTAL CABO	PESO NOMINAL DO CABO	TRAÇÃO DE RUPTURA	RESISTÊNCIA ELÉTRICA 70°C (60 Hz)	CIRC. MONOFÁSICO e.e = 0,80 m	CIRC. BIFÁSICO 2 FIOS e.e = 2,20m	CIRC. BIFÁSICO 3 FIOS e.e = 1,693m	. CIRC. TRIFÁSICO e.e = 1,322M	AMPACIDADE T=30° AMB+40°C ELEV.
	AWG / MCM	FIOS	mm²	mm	kg / km	Da N	Ω/km	A. T. 0	A. T.	A. T.	A. T.	A
SWAN	4(*)	6/1	24,68	6,36	85,4	809	1,7121	0,4825	0,5587	0,539	0,5203	127
SPARROW	2	6/1	39,24	8,01	135,9	1229	1,1259	0,486	0,5622	0,5425	0,5238	171
RAVEN	1/0	6/1	62,43	10,11	216,3	1882	0,7461	0,4814	0,5576	0,5379	0,5192	230
QUAIL	2/0 (*)	6/1	78,68	11,35	272,3	2338	0,5962	0,4709	0,5472	0,5275	0,5088	267
PIGEON	3/0 (*)	6/1	99,2	12,75	343,6	2914	0,4816	0,4588	0,5351	0,5153	0,4967	309
PENGUIN	4/0	6/1	125,1	14,31	433,2	3677	0,3944	0,4355	0,5118	0,492	0,4734	358
LINNET	336,4	26/7	198,3	18,31	688,7	6200	0,2039	0,3528	0,429	0,4093	0,3906	488

1. Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

VERSÃO 5.0 NDU-006 AGOSTO/2018 111

TABELA 20 - Características Físico-Elétricas dos Condutores de Alumínio sem Alma de Aço - CA

							09)		REATÂNCIA	INDUTIVA		J.C
	OR			CABO	\BO	≴	ວຸດ		Ω/	km		B+4(
CÓDIGO	BITOLA DO CONDUTOR	FORMAÇÃO	SEÇÃO NOMINAL	DIÂMETRO TOTAL DO (PESO NOMINAL DO CABO	TRAÇÃO DE RUPTURA	RESISTÊNCIA ELÉTRICA 70°C (60 Hz)	T. CIRC. MONOFÁSICO e.e = 0,80 m	CIRC. BIFÁSICO 2 FIOS e.e = 2,20m	CIRC. BIFÁSICO 3 FIOS e.e = 1,693m	T. CIRC. TRIFÁSICO e.e = 1,322M	AMPACIDADE T=30°C AMB+40°C ELEV.
	AWG / MCM	FIOS	mm²	mm	kg / km	Da N	Ω/km	A.	A. T.	A. T.	A.	Α
ROSE	4 (*)	7	21,15	5,88	58,3	393	1,6118	0,4472	0,4853	0,3604	0,3436	125
IRIS	2	7	33,63	7,42	92,7	602	1,0145	0,4292	0,4679	0,343	0,3262	168
POPPY	1/0	7	53,51	9,36	147,5	883	0,6375	0,4122	0,4505	0,3256	0,3088	227
ASTER	2/0 (*)	7	67,44	10,51	185,9	1113	0,5062	0,4032	0,4417	0,3168	0,3	264
PHLOX	3/0 (*)	7	85,03	11,8	234,4	1369	0,4019	0,3942	0,4331	0,3082	0,2914	305
	3/0 ()	-	,	7 -	•							
OXLIP	4/0	7	107,2	13,25	295,6	1726	0,3184	0,3852	0,4237	0,2989	0,282	355

Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

NDU-006 VERSÃO 5.0 AGOSTO/2018

TABELA 21 - Características Físico-Elétricas dos Condutores Protegidos

Classe de	Seção Nominal	N° de	Diâmetro Nominal	Espessura Nominal	Diâmetro Externo	Carga de Ruptura	Peso Unitário	Resistencia Elétrica em CC a	Resister	Resistencia Elétrica em CA (Ohm/Km)		Ampacidade (A)
Tensão	(mm²)	fios	condutor (mm)	Cobertura (mm)	Aproximado (mm)	Mínima (kgf)	Aproximado (kg/km)	20°C (Ohm/km)	70°C	90°C	70°C	90°C
	50	7	9,8	3	14,7	663	235	0,641	0,77048	0,82227	181	225
15 kV	120	19	12,9	3	19,4	1591	500	0,253	0,30411	0,32455	330	401
	185	37	16,15	3	22,6	2452	695	0,164	0,19713	0,21038	438	525
	50	7	8,2	4	16,8	663	285	0,641	0,77048	0,82227	173	224
25 kV	120	19	12,9	4	21,5	1591	560	0,253	0,30411	0,32455	305	397
	185	37	16,15	4	24,8	2452	770	0,164	0,19713	0,21038	398	519
	70	12	9,8	7,6	25,8	910	620	0,443	0,77048	0,82227	245	299
36, kV	120	15	13	7,6	28,8	1560	830	0,253	0,30411	0,32455	345	421
	185	30	16	7,6	49,7	2405	1083	0,164	0,19713	0,21038	450	549

NDU-006 VERSÃO 5.0 AGOSTO/2018

TABELA 22 - Características Elétricas dos Condutores Multiplexados CA/CAL Isolados com Neutro Nu - XLPE 0,6/1 KV

Construção Fase/Neutro	Reatância Indutiva	Condutor Fase Condutor F		Mensageiı	o (CAL)
(CA/CAL)	(XLF)	Temperatura nominal 90°C	Resistência Elétrica 90°C	Corrente Admissível 90°C	Resistência Elétrica 90° C
mm²	W / km	Ampères	W / km	Α	W / km
1x1x25+25 (*)	0,1422	93	1,5387	61	1,5387
1x1x35+35 (*)	0,10579	118	1,1127	74	1,2506
2x1x25+25 (*)	0,1422	79	1,5387	61	1,5387
2x1x35+35 (*)	0,10579	97	1,1127	74	1,2506
3x1x35+35	0,10579	97	1,1127	62	1,2506
3x1x70+70	0,09662	154	0,571	98	0,632
3x1x120+70	0,07185	224	0,3414	140	0,632

- Os condutores assinalados com (*) constam na tabela 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.

TABELA 23 - Características Físicas dos Condutores Multiplexados CA/CAL Isolados Com Neutro Nu - XLPE 0,6/1 KV

	Condutor Fase			Mensag	geiro (Neutr	o)	Cabo Completo	
Construção Fase/Neutro (CA/CAL)	Diâmetr o do Condut or	Espessur a de isolação	Diâmetro do Condutor isolado	Formação/ Diâmetro dos fios	Diâmetro do mensagei ro	Carga de Ruptu ra - CAL	Diâmetro externo do Conjunto	Peso Unitár io (apro x.)
mm²	mm	mm	mm	mm	mm	daN	mm	kg/km
1x1x25+25 (*)	5,95	1,4	8,75	7 / 2,06	8,75	773	15,2	168
1x1x35+35 (*)	7,1	1,6	10,3	7 / 2,50	10,3	1122	18	235
2x1x25+25 (*)	5,95	1,4	8,75	7 / 2,06	8,75	773	19,2	286
2x1x35+35 (*)	7,1	1,6	10,3	7 / 2,50	10,3	1122	22,4	416
2x1x70+70 (*)	9,72	1,8	13,5	7 / 3,45	13,5	2169	30,2	758
3x1x35+35	7,1	1,6	10,3	7 / 2,50	10,3	1122	25,1	515
3x1x70+70	9,72	1,8	13,5	7 / 3,45	13,5	2169	32,7	818
3x1x120+70	12,86	2	16,9	7 / 3,45	13,5	2169	41,1	1449

- Os condutores assinalados com (*) constam na tabela 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.

TABELA 24 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% MVA X Km) - MT Trifásico (Condutores Nus)

SISTEMA TRIFÁSICO								
		V = 11,4 kV - e	. e. = 1,322 m					
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDUTOR CAA					
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8				
4 (*)	1,24	1,216	1,317	1,294				
2	0,781	0,841	0,866	0,935				
1/0	0,491	0,6	0,574	0,699				
4/0	0,245	0,392	0,303	0,461				
336,4	0,154	0,309	0,157	0,306				

SISTEMA TRIFÁSICO								
		V = 13,8 kV -	e. e. = 1,322 m					
CONDUTOR	CONDU	ITOR CA	CONDL	JTOR CAA				
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8				
4 (*)	0,846	0,83	0,899	0,883				
2	0,533	0,574	0,591	0,638				
1/0	0,335	0,41	0,392	0,477				
4/0	0,167	0,267	0,207	0,315				
336,4	0,105	0,211	0,107	0,209				

SISTEMA TRIFÁSICO								
		V = 22 kV - e	. e. = 1,322 m					
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDL	JTOR CAA				
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8				
4 (*)	0,333	0,327	0,354	0,348				
2	0,21	0,226	0,233	0,251				
1/0	0,132	0,161	0,154	0,188				
4/0	0,066	0,105	0,081	0,124				
336,4	0,041	0,083	0,042	0,082				

 Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 25 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% MVA X Km) - MT Monofásico (Condutores Nus)

SISTEMA MONOFÁSICO								
	'	/ = 6,58 kV - e	e. e. = 0,8 i	n				
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDUTOR CAA					
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8				
4 (*)	7,422	7,192	7,904	7,66				
2	6,062	6,063	6,551	6,582				

SISTEMA MONOFÁSICO						
	\	V = 7,93 kV - e. e. = 0,8 m				
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDUTOR CAA			
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8		
4 (*)	5,078	4,98	5,394	5,299		
2	3,198	3,444	3,547	3,828		

SISTEMA MONOFÁSICO					
V = 12,7 kV - e. e. = 0,8 m					
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDUTOR CAA		
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	
4 (*)	1,998	1,931	2,122	2,057	
2	1,628	1,628	1,759	1,767	

 Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 26 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% MVA X Km) - MT Trifásico (Cabos Protegidos)

SISTEMA TRIFÁSICO					
	V = 11,4 kV - e. e. = 1,322 m				
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDL	CONDUTOR CAA	
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	
50	0,593	0,584	-	-	
120	0,234	0,281	-	-	
150	0,152	0,207	-	-	

SISTEMA TRIFÁSICO					
V = 13,8 kV - e. e.				.2 m	
CONDUTOR	CONDUTOR CA CONDUTOR CAA				
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	
50	0,405	0,398	-	-	
120	0,16	0,192	-	-	
185	0,104	0,141	-	-	

SISTEMA TRIFÁSICO						
	V	V = 22 kV - e. e. = 1,322 m				
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDL	CONDUTOR CAA		
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8		
50	0,159	0,16	-	-		
120	0,063	0,078	-	-		
185	0,041	0,059	-	-		

TABELA 27 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% KVA X 100m) - BT (220/127V)

		V = 220/127 V			
CONDUTOR BITOLA	CONDUTOR CA		CONDUTOR CU		
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	
		3 FASES			
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	0,09	0,042	0,07	
3x1x35+35	0,231	0,198	-	-	
3x1x70+70	0,118	0,106	-	-	
3x1x120+70	0,071	0,068	-	-	
3x1x185+120	0,044	0,05	-	-	

	V = 220/127 V					
CONDUTOR BITOLA	CONDU	CONDUTOR CA		UTOR CU		
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8		
2 FASES						
2 # 4(4) (*)	0,765	0,678	-	-		
2 # 2(2)	0,579	0,528	-	-		
2 # 1/0(1/0)	0,386	0,37	-	•		
2x1x25+25 (*)	0,605	0,55	-	-		
2x1x35+35 (*)	0,462	0,396	-	-		
2x1x70+70 (*)	0,237	0,213	-	-		

	V = 220/127 V						
CONDUTOR BITOLA	CONDUTOR CA		CONDUTOR CU				
	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8			
	1 FASE						
1 # 4(4) (*)	1,78	1,649	-	-			
1 # 2(2)	1,398	1,338	-	-			
1 # 1/0(1/0)	0,875	0,908	-	-			

Obs.: Os dados referentes aos condutores de cobre servem como subsídio ao cálculo em redes existentes.

NOTA:

 Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 28 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% KVA X 100m) - BT (380/220V)

		V = 380 / 220 V			
CONDUTOR	CONDU	CONDUTOR CA		UTOR CU	
BITOLA	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	-	-	

	V = 380 / 220 V					
CONDUTOR BITOLA	CONDUTOR CA		CONDUTOR CU			
	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	-	-		

	V = 380 / 220 V			
CONDUTOR BITOLA	CONDUTOR CA		CONDUTOR CU	
	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	-	-

Obs.: Os dados referentes aos condutores de cobre servem como subsídio ao cálculo em redes existentes.

NOTA:

 Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 29 - Coeficientes Unitários de Queda de Tensão (% KVA X 100m) - BT (230/115V)

	V = 230 / 115 V					
CONDUTOR	CONDU	CONDUTOR CA		UTOR CU		
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8		
2 FASES						
2 # 4(4) (*)	0,613	0,569	-	-		
2 # 2(2)	0,385	0,401	-	-		
2 # 1/0(1/0)	0,242	0,264	-	-		
2x1x25+25 (*)	0,585	0,5	-	-		
2x1x35+35 (*)	0,422	0,362	-	-		
2x1x70+70 (*)	0,216	0,195	-	-		

	V = 230 / 115 V					
CONDUTOR	CONDU	TOR CA	CONDUTOR CU			
BITOLA	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8	COS Ø = 1	COS Ø = 0,8		
		1 FASE				
1 # 4(4) (*)	2,177	2,019	-	-		
1 # 2(2)	1,706	1,634	-	-		
1 # 1/0(1/0)	1,069	1,111	-	-		

 Os condutores assinalados com (*) constam na tabela apenas como referência para cálculo de redes existentes.

TABELA 30 - Cálculo de Queda de Tensão e Corrente

TITULO [OO PRO	JETO:								
NÚMERO)		PRIM.		SEC		F.F	·		
	,	insformador ou A	,							
					_ Projetistas					
Demanda					_Previsão KVA s	ā anos	10 anos	S		
	Monof	ásica	Ilum. Púl	olica						
т	RECHO	o		CARGA		CONDUTOR	QUE	DA DE TEN	ISÃO	CORRENTE E TENSÃO
DESIGNAÇÃ	.0	COMPRIMENTO	DISTRIBUÍDA NO TRECHO	ACUMULADA NO FIM DO TRECHO	TOTAL		UNITÁRIA	NO TRECHO	TOTAL	NO TRECHO
А		В	С	D	E=(C/2+D) * B	F	G	E x G = H	ı	J=[C+D)*1000]/(K*E)
PRIMÁRIA		Km	MVA	MVA	MVA x Km	Nº	%	%	%	A
SECUNDÁRI	Α	100M	kVA	kVA	KVA x 100m	AWG	%	%	%	A
				1						
					-					
					1					1
DEMANDA	NOTUF	RNA:		kV	'A	DEMANDA	DIURNA	:		kVA

TABELA 31 - Fatores de Potência

ITEM	RAMO DE NEGÓCIO	CARGA INSTALADA (kVA)	F.P.
4	PEDREIRA	> 500	0,72
1	PEDREIRA	< 500	0,61
2	EXTRAÇÃO DE MINERAIS	> 500	0,72
2	EXTRAÇÃO DE MINERAIS	< 500	0,63
3	CERÂMICA	> 1000	0,72
3	CENAMICA	< 1000	0,63
4	ARTEFATO DE CIMENTO	> 1000	0,89
•	ARTEI ATO DE CIMENTO	< 1000	0,73
5	METALÚRGICA	> 500	0,75
3	METALONGICA	< 500	0,65
6	LAMINAÇÃO DE METAIS	-	0,80
7	SERRALHARIA	-	0,84
8	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS	-	0,65
9	INDÚSTRIA DE FERRAMENTAS AGRÍCOLAS	> 1000	0,85
	INDUSTRIA DE L'ERRAMENTAS AGRICOLAS	< 1000	0,80
10	FÁBRICA DE MATERIAIS ELÉTRICOS E DE COMUNICAÇÃO	> 1000	0,85
10	TABRICA DE MATERIAIS ELETRICOS E DE COMORTICAÇÃO	< 1000	0,80
11	SERRARIA - CARPINTARIA	> 500	0,82
•	SERVARIA CARI INTARIA	< 500	0,78
12	FÁBRICA DE MÓVEIS	> 500	0,75
		< 500	0,68
13	FÁBRICA DE PAPEL	> 500	0,88
		< 500	0,80
14	USINA DE ASFALTO	> 300	0,65
		< 300	0,60
15	FÁBRICA DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS, ADUBOS E QUÍMICOS	> 1000	0,90
		< 1000	0,86
16	INDÚSTRIA DE PELES E COUROS - CURTUMES	> 500	0,89
		< 500	0,84
17	INDÚSTRIA DE PLÁSTICO	> 300	0,81
		< 300	0,74

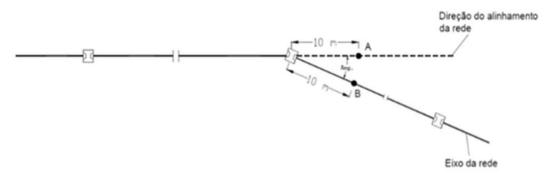
ITEM	RAMO DE NEGÓCIO	CARGA INSTALADA (kVA)	F.P.
18	BENEFICIAMENTO DE ALGODÃO	-	0,70
19	FÁBRICA DE TECIDOS	> 1000	0,85
19	PADRICA DE TECIDOS	< 1000	0,75
20	INDÚSTRIA DE VESTUÁRIO	> 500	0,84
20	INDUSTRIA DE VESTUARIO	< 500	0,78
21	INDÚSTRIA DE CALÇADOS	> 500	0,86
21	INDOSTRIA DE CAEÇADOS	< 500	0,88
22	BENEFICIAMENTO, TORRAGEM E MOAGEM DE CAFÉ	> 200	0,76
	DENEI ICIAMENTO, TORRAGEM E MOAGEM DE CALE	< 200	0,72
23	INDÚSTRIA DE ÓLEO VEGETAL	> 500	0,82
23	INDUSTRIA DE GELO VEGETAL	< 500	0,74
24	FECULARIA DE MILHO	> 1000	0,86
2-7	I ECOLANIA DE MILITO	< 1000	0,83
25	BENEFICIAMENTO DE AMENDOIM	> 300	0,86
23	DENEI ICIAMENTO DE AMENDOIM	< 300	0,83
26	BENEFICIAMENTO DE ARROZ	> 300	0,83
20	DENEITICIAMENTO DE ANNOE	< 300	0,70
27	INDÚSTRIA DE GELO	> 300	0,82
	INDUSTRIA DE GEEG	< 300	0,79
28	FÁBRICA DE FARINHA	> 150	0,88
20	TABINICA DE L'ANINTIA	< 150	0,85
29	INDÚSTRIAS DE MANDIOCA	> 300	0,75
_,		< 300	0,70
30	ABATE DE ANIMAIS	> 300	0,90
		< 300	0,75
31	INDUSTRIALIZAÇÃO DE PESCADO	> 300	0,82
		< 300	0,78
32	LATICÍNIOS	> 500	0,85
		< 500	0,80
33	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS	> 300	0,83
33	THE REST OF THE ONE THE PERSON OF THE PERSON	< 300	0,80
34	INDÚSTRIA DE BEBIDAS (CERVEJAS E REFRIGERANTES)	> 500	0,85

TIEM			< 500	0,82
35	ITEM	RAMO DE NEGÓCIO	CARGA INSTALADA (kVA)	F.P.
\$300 0,75	35	INDÚSTRIA DE AGUARDENTE	> 300	0,80
STATE STAT	33	INDUSTRIA DE AGUARDENTE	< 300	0,75
Sano	26	ENGADDAEAMENTO DE ÁGUA	> 300	0,80
STRAÇÃO DE SUCO CÍTRICO E DERIVADOS	30	ENGARRAF AMENTO DE AGUA	< 300	0,75
300 0,76 300 0,76 300 0,76 300 0,72 300 0,72 300 0,68 300 0,68 300 0,68 300 0,68 300 0,68 300 0,70 300 0,70 300 0,70 300	37	EYTPAÇÃO DE SUCO CÍTRICO E DEPIVADOS	> 300	0,81
SABRICA DE INSTRUMENTOS MUSICAIS	37	EXTRAÇÃO DE 3000 CITRICO E DERIVADOS	< 300	0,76
300 0,68 > 200 0,73	3.8	FÁRRICA DE INSTRUMENTOS MUSICAIS	> 300	0,72
CONSTRUTORAS - CANTEIRO DE OBRA	30	TABRICA DE INSTROMENTOS MOSICAIS	< 300	0,68
	30	CONSTRUTORAS - CANTEIRO DE ORRA	> 200	0,73
A	39	CONSTRUTORAS - CANTEIRO DE OBRA	< 200	0,70
Company Comp	40	DAVIMENTAÇÃO - TERRADI ENACEM - CONSTRUÇÃO DE ESTRADA	> 200	0,73
AGROPECUÁRIA STO SETAÇÃO EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA STO SETAÇÃO EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA STO SETAÇÃO SETAÇÃO DE OVOS STO SETAÇÃO DE OVOS SETAÇÃO	40	PAVIMENTAÇÃO - TERRAPELITAGEM - CONSTRUÇÃO DE ESTRADA	< 200	0,70
AGROPECUÁRIA	41	ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA	> 150	0,86
AGROPECUARIA 150 0,85	71	ESTAÇÃO EXI ERIMENTAL DE AGRICOLTORA	< 150	0,84
A S S S S S S S S S	42	AGROPECUÁRIA	> 150	0,87
A3	72	AGROF LEGARIA	< 150	0,85
Company	43	INCLIBAÇÃO DE OVOS	> 300	0,80
A4	43	INCODAÇÃO DE OVOS	< 300	0,70
Company	44	INCLIBAÇÃO DE OVOS	>300	0,78
FLORICULTURA E FLORICULTURA 45 FERROVIA 46 FERROVIA 47 HOTEL E MOTEL 48 RESTAURANTE 49 OFICINA MECÂNICA 150 0,84 < 150 0,84 < 150 0,88 < 150 0,88 < 150 0,88 < 150 0,87 < 150 0,87 < 150 0,87 < 150 0,87 < 150 0,87 < 150 0,85		INCODAÇÃO DE OVOS	<300	0,70
Company	45	FLORICUI TURA E EL ORICUI TURA	> 150	0,76
46 FERROVIA < 150 0,79 47 HOTEL E MOTEL	43	T LONGOL TOTAL T LONGOL TOTAL	< 150	0,72
47 HOTEL E MOTEL > 150 0,79 48 RESTAURANTE < 150	46	FFRROVIA	> 150	0,84
47 HOTEL E MOTEL 48 RESTAURANTE 49 OFICINA MECÂNICA Control of the property	10		< 150	0,79
48 RESTAURANTE > 150 0,80 48 > 150 0,88 < 150	47	HOTEL E MOTEL	> 150	0,84
48 RESTAURANTE < 150 0,84 49 OFICINA MECÂNICA	.,	TIOTEE E MOTEE	< 150	0,80
 < 150 0,84 > 150 0,87 < 150 0,87 < 150 0,85 	48	RESTALIRANTE	> 150	0,88
49 OFICINA MECÂNICA < 150 0,85	-10	TESTACION IL	< 150	0,84
< 150 0,85	49	ΟΕΙCΙΝΑ ΜΕΓÂΝΙΓΑ	> 150	0,87
50 HOSPITAL, AMBULATÓRIO, MATERNIDADE OU SANATÓRIO > 150 0,88	77	OF ICHA MECANICA	< 150	0,85
	50	HOSPITAL, AMBULATÓRIO, MATERNIDADE OU SANATÓRIO	> 150	0,88

		< 150	0,84
ITEM	RAMO DE NEGÓCIO	CARGA INSTALADA (kVA)	F.P.
51	ESCOLA DE 1º e 2º GRAUS	> 150	0,80
31	ESCOLA DE 1 E 2 GIAOS	< 150	0,73
52	FACULDADE	> 150	0,85
32	TACOLDADE	< 150	0,80
53	ESCOLA PROFISSIONALIZANTE	> 500	0,80
33	ESCOLA I NOI ISSIONALIZANTE	< 500	0,74
54	ARMAZÉNS GERAIS	> 150	0,84
٠.	AND THE RESERVE OF THE PROPERTY OF THE PROPERT	< 150	0,80
55	ESCRITÓRIOS	> 150	0,87
		< 150	0,84
56	ESTABELECIMENTO DE CRÉDITO	> 150	0,79
		< 150	0,73
57	COMÉRCIO VAREJISTA DE VEÍCULOS	> 150	0,77
· ·		< 150	0,73
58	POSTO DE GASOLINA	> 300	0,81
		< 300	0,76
59	SUPERMERCADO	> 150	0,83
		< 150	0,79
60	ENTIDADES BENFICENTES, RELIGIOSAS E ASSITENCIAIS	> 150	0,74
	,,	< 150	0,70
61	PRAÇAS DE ESPORTES, CLUBES, CAMPOS DE FUTEBOL	> 150	0,76
		< 150	0,71
62	SERVIÇO DE COMUNICAÇÕES	> 1000	0,79
		< 1000	0,74
63	TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	> 500	0,75
		< 500	0,72
64	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	> 150	0,76
	,	< 150	0,72
65	QUARTEL	> 150	0,79
		< 150	0,76
66	ADMINISTRAÇÃO DE PRÉDIOS DE APARTAMENTOS	> 300	0,76

TABELA 32 - Determinação do Ângulo de Deflexão da Rede em Campo

AB = 20xSen(Ang./2)



Ângulo Deflexão (°)	Distância AB (m)						
1	0,17	26	4,5	51	8,61	76	12,31
2	0,35	27	4,67	52	8,77	77	12,45
3	0,52	28	4,84	53	8,92	78	12,59
4	0,7	29	5,01	54	9,08	79	12,72
5	0,87	30	5,18	55	9,23	80	12,86
6	1,05	31	5,34	56	9,39	81	12,99
7	1,22	32	5,51	57	9,54	82	13,12
8	1,4	33	5,68	58	9,7	83	13,25
9	1,57	34	5,85	59	9,85	84	13,38
10	1,74	35	6,01	60	10	85	13,51
11	1,92	36	6,18	61	10,15	86	13,64
12	2,09	37	6,35	62	10,3	87	13,77
13	2,26	38	6,51	63	10,45	88	13,89
14	2,44	39	6,68	64	10,6	89	14,02
15	2,61	40	6,84	65	10,75	90	14,14
16	2,78	41	7	66	10,89		
17	2,96	42	7,17	67	11,04		
18	3,13	43	7,33	68	11,18		
19	3,3	44	7,49	69	11,33		
20	3,47	45	7,65	70	11,47		
21	3,64	46	7,81	71	11,61		
22	3,82	47	7,97	72	11,76		
23	3,99	48	8,13	73	11,9		
24	4,16	49	8,29	74	12,04		
25	4,33	50	8,45	75	12,18		

- I. Sempre que possível utilizar o método 1 por ser mais preciso;
- II. Os pontos A e B são obtidos medindo-se na direção de cada linha;
- III. Medindo-se a distância entre AB se obtém o ângulo.

TABELA 33A - Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica - 15 KV

Vão (m)	XLPE-50 mm ²	XLPE-120 mm²	XLPE-185 mm²		
	Tração (daN)	Tração (daN)	Tração (daN)		
4 a 20	392	441	490		
24	392	441	490		
28	392	441	490		
32	392	441	490		
36	392	444	495		
40	396	449	501		
44	402	454	506		
48	408	459	510		
52	412	463	513		
56	416	466	516		
60	419	469	518		

TABELA 33B - Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica - 25 KV

Vão (m)	XLPE-50 mm ²	XLPE-120 mm²	XLPE-185 mm²
	Tração (daN)	Tração (daN)	Tração (daN)
4 a 20	392	443	493
24	392	441	490
28	392	441	490
32	395	445	495
36	404	453	502
40	411	460	508
44	417	465	512
48	422	469	516
52	426	473	519
56	430	476	521
60	433	478	523

TABELA 33C - Trações de Projeto da Rede Compacta Trifásica - 36,2 KV

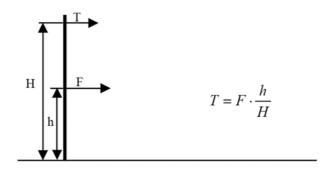
Vão (m)	XLPE-70 mm²	XLPE-120 mm²	XLPE-185 mm ²		
	Tração (daN)	Tração (daN)	Tração (daN)		
4 a 20	493	527	560		
24	498	533	567		
28	505	541	576		
32	511	547	583		
36	517	553	589		
40	522	558	594		
44	527	563	598		
48	531	567	602		
52	533	569	604		
56	535	571	607		
60	538	574	609		

TABELA 33D - Trações de Projeto da Rede Secundária Isolada - Cabo Quadriplex

Vão (m)	3x1x35+35	3x1x70+70	3x1x120+70
vao (III)	Tração (daN)	Tração (daN)	Tração (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

TABELA 34 - Equivalência de Esforços a 20 Cm do Topo do Poste - Fator de Multiplicação

Rede		e Prim	iária			Estai	poste a post	е		
Comprimento do poste	1°	2° nível	3° nível	Rede Secundária	Rede Telefônica	Acima do Secundário	Abaixo do Secundário	A 5 metros do solo	Estai de Cruzeta	Ramal de Ligação
10m	1	-	-	0,85	0,69	0,88	0,78	0,61	0,88	0,88
11m	1	0,94	-	0,77	0,62	0,79	0,7	0,55	0,79	0,79
12m	1	0,94	0,89	0,7	0,57	0,72	0,64	0,5	0,72	0,72
13m	1	0,94	0,89	0,63	0,52	0,66	0,59	0,46	0,66	0,66
15m	1	0,94	0,89	0,54	0,45	0,57	0,5	0,39	0,57	0,53



Onde:

F: é a força aplicada pelo condutor;

h : altura do solo em que F é aplicada

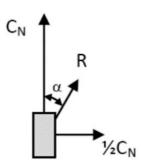
H: altura do solo onde F será referida

T: força F referida a altura H

h/H: fator de multiplicação

TABELA 35 - Carga de Utilização do Poste de Concreto Duplo T

α	ф		R (daN)	N)				
ŭ	Ψ	Cn=150	Cn=300	Cn=600				
0	-	150	300	600				
5	1	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:

CN - Resistência nominal do poste, na direção a face de maior resistência.

R - Carga de utilização do poste na direção especificada pelo ângulo α .

 α - ângulo que a carga nominal faz com a resistência nominal do poste.

φ - fator de determinação da carga de utilização.

NOTAS:

1. Para definição do poste, considere-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 36 - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Mínimos

	Obstáculo										Sa	aca	da																	Jan	حام				
Poste	Largura	Largura				0,5	0 r	n						1,0	0 r	n						1,5	0 r	n						Jui	ic iu				Parede
a	Passeio	Altura (m)	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1,00 m	PRIMÁRIO	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	1,00 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	1,50 m	PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
E	1,30 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
9	2,00 m	PRIMÁRIO	N	N	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	2,00 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
·	2,50 m	PRIMÁRIO	N	N	В	В	В	В	В	N	N	N	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	2,30 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	1,00 m	PRIMÁRIO	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	1,00 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	1,50 m	PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	-	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
E	1,50 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
=	2,00 m	PRIMÁRIO	N	N	N	N	В	В	В	В	В	N	N	В	В	В	В	В	В	N	N	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	2,00 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	2,50 m	PRIMÁRIO	N	N	N	N	В	В	В	В	N	N	N	В	В	В	В	В	N	N	N	В	В	В	В	В	N	N	N	В	В	В	В	В	N
	2,30 111	SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA

N - Normal

B - Beco S - Secundário SA - Secundário com Afastamento

Largura Altura (m) PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO SECUNDÁRIO	B S B S	В	5 B - B		7 B -		9 B	10 B	3 B	4 B	5 B	1,0 6			9	10	3	4	5	1,5	50 m			10		4	5	Jan 6	7	8	0	10	Parede
PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	B S B S	B S B							3 B	4 B	5 R	6	7	8	9	10	3	4	_					10		4	_	-	7		0.	10.	
SECUNDÁRIO PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	S B S N	S	B - B	В - В	B - B	B	В	В	В	В	B								D	6	7	8	9	10	3	4	3	0		ŏ	7	10	
PRIMÁRIO SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	B S N	В	- B	- В	- В	S	_				D	В	В	-	- [-	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	S		B -	В	В		3	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
PRIMÁRIO	N	S	-			В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	N	N		-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
SECUNDÁRIO	S		N	N	В	В	В	В	N	N	N	N	В	В	В	В	N	N	N	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
		S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
PRIMÁRIO	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	-	-	В	В	В	В	В	В	В	В	В
SECUNDÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
PRIMÁRIO	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	SA	SA	SA	S	S	S	SA
	SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO S	SECUNDÁRIO S S PRIMÁRIO B B SECUNDÁRIO S S	SECUNDÁRIO S S - PRIMÁRIO B B B SECUNDÁRIO S S -	SECUNDÁRIO S S PRIMÁRIO B B B B SECUNDÁRIO S S	SECUNDÁRIO S S PRIMÁRIO B B B B B SECUNDÁRIO S S	SECUNDÁRIO S S S PRIMÁRIO B B B B B B SECUNDÁRIO S S S	SECUNDÁRIO S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B SECUNDÁRIO S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B B B S SECUNDÁRIO S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B B B B B B B B B B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B B B B B B B B B B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S - PRIMÁRIO B B B B B B B B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B B B B B B B	SECUNDÁRIO S S - - - S S S S -	SECUNDÁRIO S S - - - S S S S - - - S PRIMÁRIO B	SECUNDÁRIO S S - - - S S S S - - - S S PRIMÁRIO B	SECUNDÁRIO S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S PRIMÁRIO B B B B B B B B B B B B B B B B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S S S B B B B	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S	SECUNDÁRIO S S S S S S S S S S S S S

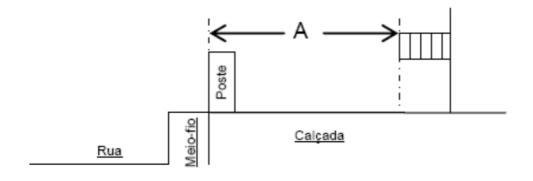
NDU-006 VERSÃO 5.0 AGOSTO/2018

TABELA 37 - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Isolada de Baixa Tensão

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
	A ≥ 0,3 m	SI1
Parede	A ≥ 0,4 m	SI1, SI3 ou SI4
	A ≥ 0,3 m	SI1 com afastador
	A ≥ 0,8 m	SI1
Sacada, Janela ou Andaime	A ≥ 0,9 m	SI1, SI3 ou SI4
	A ≥ 0,8 m	SI1 com afastador

Notas:

- I. Quando não forem atendidos os critérios desta tabela, exigem-se os afastamentos verticais mínimos definidos na NDU 004.3.
- II. A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede instalada do lado da rua.



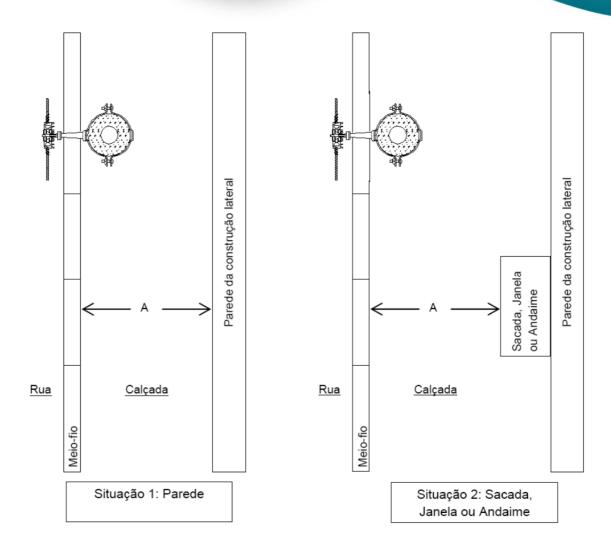


TABELA 38 - Escolha de Estruturas em Função dos Afastamentos Horizontais Mínimos - Rede Aérea Compacta 15 / 25 / 35 KV

Tipo de Obstáculo	Afastamento medido entre o obstáculo e o meio-fio	Estrutura a ser usada
	A ≥ 0,80 m	CE1, CE1A, CE2 ou CE4
Parede	A < 0,80 m	CEJ1 ou CEJ2
	A ≥ 1,75 m	CE1, CE1A, CE2, CE3 ou CE4
Sacada, Janela ou	A ≥ 1,30 m	CE1, CE1A, CE2 ou CE4
Andaime	A < 1,30 m	CEJ1 ou CEJ2
Tiridamic	A ≥ 2,25 m	CE1, CE1A, CE2, CE3 ou CE4

Notas:

 A seleção de estruturas foi feita considerando-se a rede instalada do lado da rua.

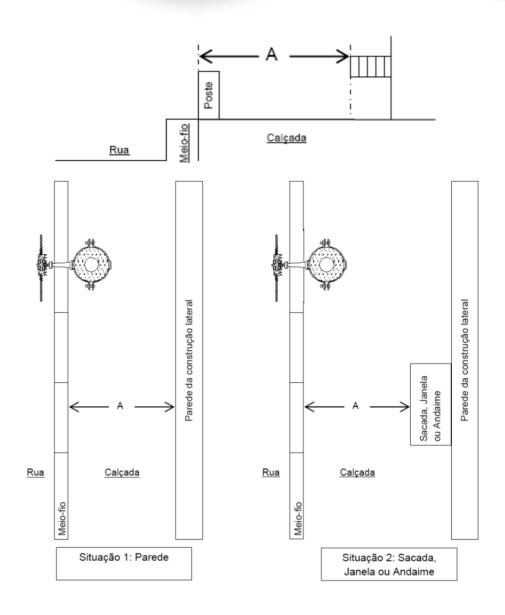
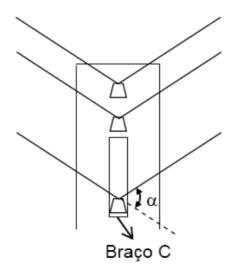
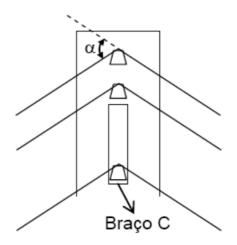


TABELA 39 - Escolha de Estruturas - Rede Compacta

Ângulos de Deflexão Verticais Admissíveis Esforços Verticais Em Estruturas Com C: CE2 E CE4

Classe de	Seção (mm²)	Arrancamer	ito (α graus)	Compressã	o (α graus)		
isolamento (kV)	Jeção (IIIII)	CE2	CE4	CE2	CE4		
15	50	0	90	150	150		
13	120 / 185		66	90	90		
24,2	50	0	90	150	150		
21,2	120 / 185		66	130	150		
36,2	70	0	66	150	150		
33,2	120 / 185			.30	130		





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

Classe de isolamento (kV)	Seção (mm²)	Arrancamento (α graus)	Compressão (α graus)
15	50	0	78
	120 / 185		58
24,2	50	0	74
,_	120 / 185		54
36,2	70	0	56
33,2	120 / 185	3	48

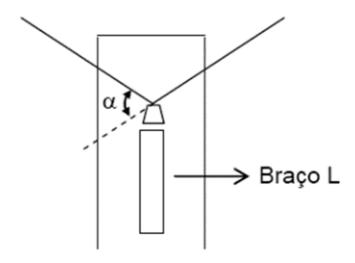
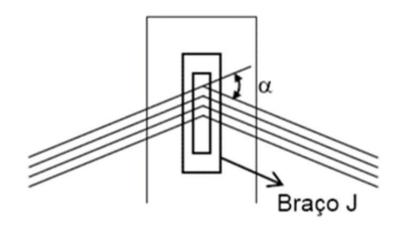


TABELA 40 - Escolha de Estruturas de Rede Compacta Com Braço J

Ângulos admissíveis (α em graus) para estruturas Com esforços de compressão CEJ1 e CEJ2

Classe de			Concreto o DT	Poste Concreto Tipo SC			
isolamento (kV)	Seção (mm²)	Resistên	cia (daN)	Resistência (daN)			
		300	≥ 600	≥ 600			
15	50	10°	20 °	20°			
13	120 / 185	10°	16°	16°			
24,2	50	10°	20 °	20 °			
21,2	120 / 185	10°	16°	16°			
36,2	70	10°	16°	16°			
33,2	120 / 185	5°	14°	14°			



NOTA:

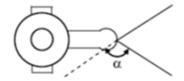
I. Não pode haver esforço de arrancamento nestas estruturas

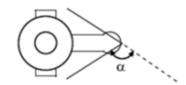
Ângulo de Deflexão Horizontal (α) em Graus

Classe de isolamento (kV)	Seção (mm²)	CE1 / CE1A / CEJ1	CE2 / CEJ2	CE4	CE3-CE3	
15	50	6°	90°	90°	α ≥ 90°	
	120 / 185		60°			
24,2	50	6°	90°	90°	α ≥ 90°	
,_	120 / 185		60°			
36,2	70	6°	90°	90°	α ≥ 90°	
33,2	120 / 185		60°		u 2 90	

Ângulo de Deflexão Externo







NOTA:

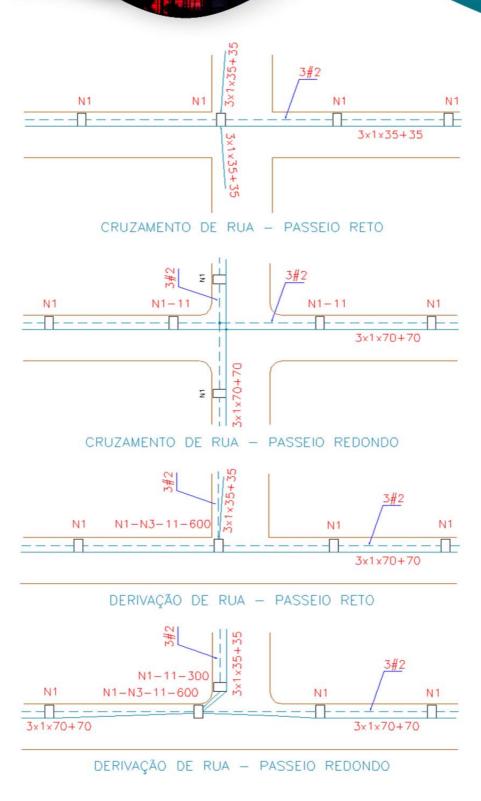
I. O ângulo α pode ser externo e interno.

TABELA 41 - Escolha de Estruturas - Rede Isolada de Baixa Tensão Ângulos de Deflexão Horizontais

Ângulo de Deflexão Horizontal (α) em graus - Estrutura Secundária índice 1

	Ângulo de Deflexão Interno	Ângulo de Deflexão Externo
Condutor	SI1	SI1
2x1x35+35		
3x1x35+35		
3x1x70+70	60°	60°
3×1×120+70		

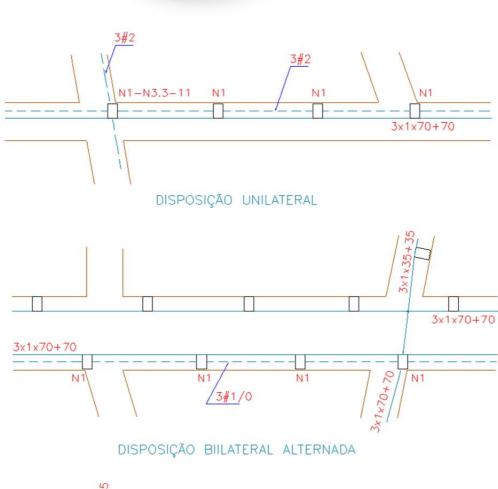
24. DESENHOS



NOTA:

I. Para ESS e ETO não é permitido instalação de poste em esquinas de passeios retos.

DESENHO 001 DISPOSIÇÃO DE POSTE

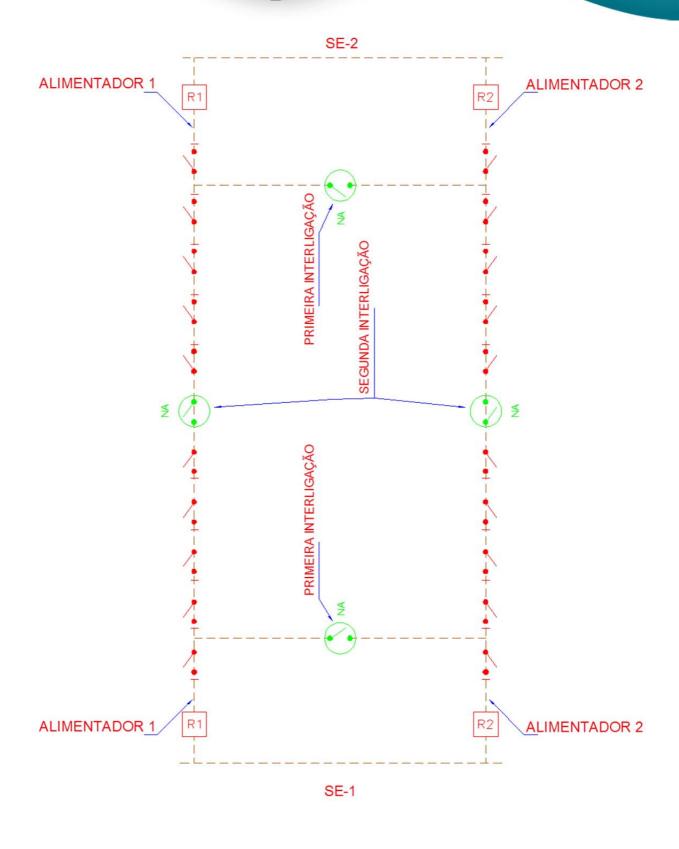


DISPOSIÇÃO BIILATERAL FRENTE A FRENTE

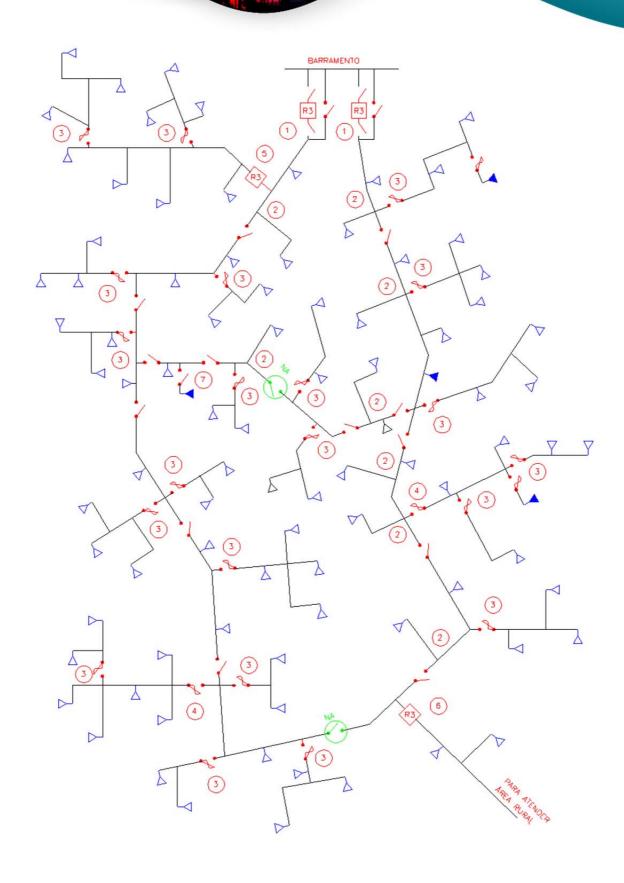
NOTA:

I. Para ESS e ETO não é permitido instalação de poste em esquinas de passeios retos.

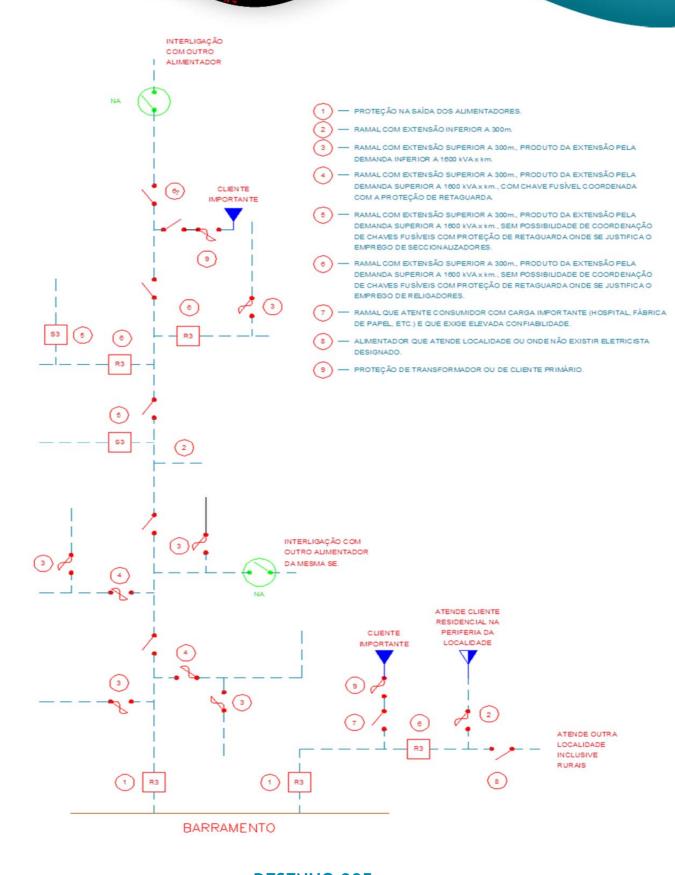
DESENHO 002 DISPOSIÇÃO DE POSTES



DESENHO 003 INTERLIGAÇÃO DE ALIMENTADORES

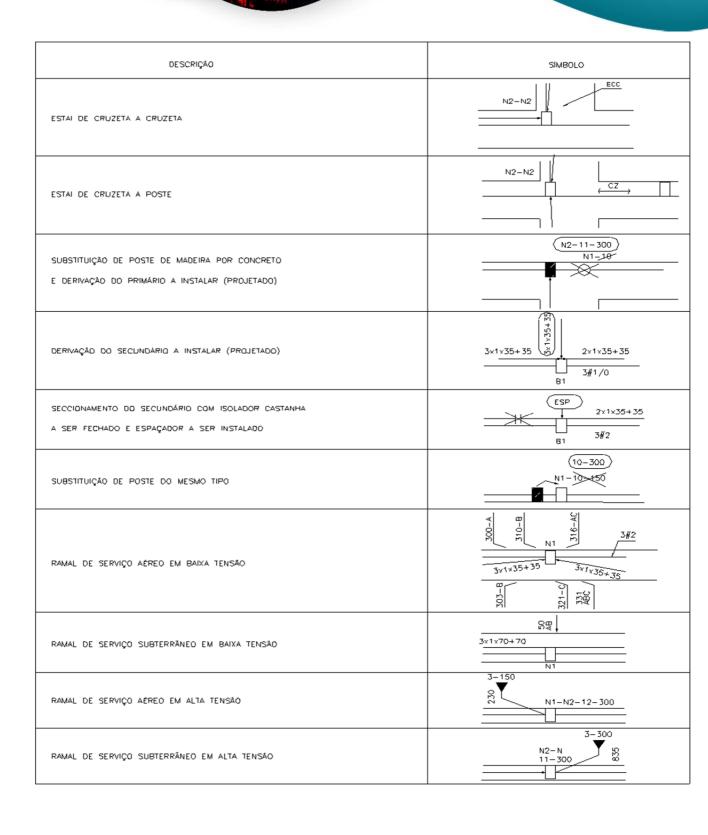


DESENHO 004 ESQUEMA BÁSICO DE PROTEÇÃO E SECCIONAMENTO (EXEMPLO)



DESENHO 005 CRITÉRIOS DE SECCIONAMENTO E PROTEÇÃO (EXEMPLO)

DESCRIÇÃO	SIMBOLO	
CONDUTORES PRIMÁRIOS (PLANTA SEMI-CADASTRAL)		
CONDUTORES SECUNDÁRIOS (PLANTA SEMI-CADASTRAL)		
CRUZAMENTO DE CONDUTORES SEM CONEXÃO ELÉTRICA	PRIMÁRIO	
CRUZAMENTO DE CONDUTORES COM CONEXÃO ELÉTRICA	SECUNDÁRIO PRIMÁRIO	
INDICAÇÃO DE MATERIAL E EQUIPAMENTO "A INSTALAR"		
INDICAÇÃO DE MATERIAL E EQUIPAMENTO "A RETIRAR"	\times	
ENCABEÇAMENTO UNILATERAL DE CIRCUITO PRIMÁRIO		
ENCABEÇAMENTO UNILATERAL DE CIRCUITO SECUNDÁRIO		
ALTA TENSÃO TRIFÁSICA – 3 CONDUTORES NÚMERO 2 AWG – CA	3#2	
BAIXA TENSÃO — 3 CONDUTORES FASE 70mm² — CA NEUTRO 70mm² CAL	3×1×70+70	
BAIXA TENSÃO — 3 CONDUTORES FASE — 35mm² — CA NEUTRO 35mm² CAL	3×1×35+35	
BAIXA TENSÃO — 2 CONDUTORES FASE A e C — 35mm² — CA NEUTRO 35mm² CAL	2×1×35+35 AC	
BAIXA TENSÃO — 1 CONDUTOR FASE B — 35mm² — CA NEUTRO 35mm² CAL	1×1×35+35 B	
BAIXA TENSÃO - NEUTRO 35mm² CAL		
MUDANÇA DE NÚMERO DE CONDUTORES SECUNDÁRIOS 2x1x35+35 3x1x35+35		
ENCABEÇAMENTO DO SECUNDARIO COM MUDANÇA DE BITOLA DOS CONDUTORES	3×1×70+70 - 3×1×35+35	
SECCIONAMENTO DE CIRCUITO SECUNDARIO POR ENCABEÇAMENTO (DIVISÃO DE CIRCUITO)	3×1×35+35	
SECCIONAMENTO DE CIRCUITO SECUNDARIO NEUTRO INTERLIGADO	35 2×1×35+35 BC	



	SIMBOLO	
DESCRIÇÃO	INSTALADO	A INSTALAR
TRANSFORMADOR DA ENERGIPE DE 45kVA	△ 3–45	\triangle
5032 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO	5032	(3-45)
TRANSFORMADOR PARTICULAR MONOFÁSICO DE 15kVA	1-15	1-15
RELIGADOR 6H BOBINA SÉRIE DE 100A, SEQUÊNCIA 1A + 2B 011001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	-R- 6H 100A, B21 011001	-R- (6H 100A, B21)
SECCIONALIZADOR GN3E BOBINA SÉRIE DE 70A. AJUSTAÇEM PARA 3 DPERAÇÕES	-[S]- GN3E-70A3	-5-
031002 É D NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	031002	(GN3E-70A3)
CHAVE A ÓLEO TRIPOLAR 061001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	- [03]- 400A 061001	-03- (400A.)
CHAVE A ÓLEO UNIPOLAR	-01-	-01-
136003 É D NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	400A 136003	400A
CHAVE FACA UNIPOLAR 056100 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	056100 400A.	400A.
CHAVE FACA BASCULANTE TRIPOLAR 056001 É D NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	056001 400A.	
CHAVE FACA BASCULANTE TRIPOLAR PARA ABERTURA EM CARCA 034001 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	034001 400A.	
CHAVE FUSIVEL 077006 É O NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO DISPOSITIVO	077006 100A./6k	
PÁRA-RAIOS DE MÉDIA TENSÃO		
REGULADOR / AUTO BOOSTER R - REGULADOR	3x100A, A	(3x100A.)
BANCO DE CAPACITORES FIXO		3×100 ±
ATERRAMENTO	——— III	<u> </u>
POSTE DE CONCRETO SEÇÃO CIRCULAR	©	③
POSTE DE MADEIRA	0	•
POSTE DE TRILHO SIMPLES	Φ	\oplus
POSTE DE TRILHO DUPLO	•	⊕
POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO T		
POSTE DRNAMENTAL (PROPRIEDADE DE PREFEITURAS)	Ø	
RELÉ FOTOELÉTRICO	⊗—	⊗ —
CHAVE MACNÉTICA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
PÁRA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO		

^{*} NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DE TRANSFORMADOR E DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO OU MANOBRA, E DEFINIDO NA NORMA PARA IDENTIFICAÇÃO E NUMERAÇÃO.

DESCRIÇÃO	SIMBOLO
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA INC. 100 W.	0
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA V.M. 80 W.	2
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA V.M. 125 W.	3
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA V.M. 250 W.	4
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 LÁMPADA V.M. 250 W.	5
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 LÂMPADA V.M. 400 W.	6
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA V.S. 210 W.	7
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 LÁMPADA V.S. 250 W.	8
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 LÁMPADA V.S. 400 W.	9
LUMINÁRIA ABERTA COM 1 LÁMPADA V.S. 360 W	10
LUMINÁRIA FECHADA COM 1 LÄMPADA V.S. 150 W.	11
LUMINÁRIA ABERTA V.S. 70 W.	12
LUMINÁRIA ABERTA V.S. 100 W.	13
LUMINÁRIA ABERTA V.S. 150 W.	14
LUMINÁRIA ABERTA V.S. 250 W.	15
LUMINÁRIA ABERTA V.S. 400 W.	16
TRANSFORMADOR COM CHAVE DESLOCADA	Y
TRANSFORMADOR CONCESSIONÁRIA DESCONECTADO DA BT.	\overline{Y}
иза митио	UT
USO MÚTUO COM PROPRIEDADE DE TERCEIROS	τυ
ESPAÇAMENTO DUPLO	ED
ESTAI DE CRUZETA A CRUZETA	ECC
ESTAL DE POSTE A POSTE	□←────□
ESTAL COM CONTRA POSTE	7m,

	POSTES	
	POSTE DUPLO T EXISTENTE	
×	POSTE DUPLO T PROJETADO	
0	POSTE TUBULAR DE CONCRETO EXISTENTE	
()	POSTE TUBULAR DE CONCRETO PROJETADO	
0	POSTE DE MADEIRA EXISTENTE	
	POSTE DE MADEIRA PROJETADO	
•	POSTE TUBULAR DE AÇO EXISTENTE	
	POSTE TUBULAR DE AÇO PROJETADO	
©	POSTE ORNAMENTAL EXISTENTE	
()	POSTE ORNAMENTAL PROJETADO	
I	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	
	PARARRAIO EXISTENTE	
	PARARRAIO PROJETADO	
+	MUFLA EXISTENTE	
→	MUFLA PROJETADO	
⊗	FLAY-TAP EXISTENTE	
瀬	FLAY-TAP PROJETADO	
II	SECCIONAMENTO AÉREO EXISTENTE	
0	SECCIONAMENTO AÉREO PROJETADO	
, Mr.	REGULADOR DE TENSÃO EXISTENTE	
1000	REGULADOR DE TENSÃO PROJETADO	
C00	RELIGADOR DE LINHA EXISTENTE	
.coo	RELIGADOR DE LINHA PROJETADO	

TEXTOS	
3X1X70+70MM2 127/220V	TEXTO, DESCRIÇÃO DE REDES E EQUIPAMENTOS EXISTENTES
3#2 CAA 13,8 kV	TEXTO, DESCRIÇÃO DE REDES E EQUIPAMENTOS PROJETADOS

SÍMBOLOS E CONVENÇÕES (Utilizadas na ETO/EMT/EMS/ESS)

	ESTAIS	
\longrightarrow	ESTAI DE ÂNCORA EXISTENTE	
)	ESTAI DE ÂNCORA PROJETADO	
()	ESTAI DE POSTE A POSTE EXISTENTE	
()	ESTAI 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	
8.	CHAVE FUSÍVEL EXISTENTE	
8.	CHAVE FUSÍVEL PROJETADA	
7.	CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR EXISTENTE	
\bigcirc	CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR PROJETADA	
8.	CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA EXISTENTE	
Ø ,	CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA PROJETADA	
У.	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR EXISTENTE	
∅.	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR PROJETADA	
	CHAVE A ÓLEO EXISTENTE	
	CHAVE A ÓLEO PROJETADA	

	ILUMINAÇÃO	
—⊗	RELÉ FOTOELÉTRICO EXISTENTE	
	RELÉ FOTOELÉTRICO PROJETADO	
	CHAVE DE COMANDO MAGNÉTICA EXISTENTE	
ω	CHAVE DE COMANDO MAGNÉTICA PROJETADA	
-\$\tau_{125\text{W}}	LUMINÁRIA EXISTENTE	
-TIPOW	LUMINÁRIA PROJETADA	

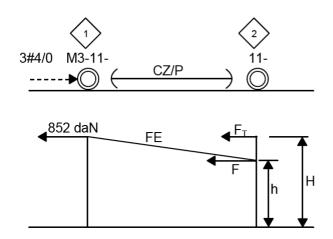
	TRANSFORMADORES	
	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXISTENTE	
-	TRANSFORMADOR DA EMPRESA PROJETADO	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR PROJETADO	
·	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXCLUSIVO EXISTENTE	
·	TRANSFORMADOR DA EMPRESA EXCLUSIVO PROJETADO	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINA EXISTENTE	
	TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINA PROJETADO	

SÍMBOLOS E CONVENÇÕES (Utilizadas na ETO/EMT/EMS/ESS)

25. APENDICE A - EXEMPLO DE ESTAI

ESTAI DE CRUZETA A POSTE

 $V\tilde{a}o = 40m$



FE = Força exercida no estai

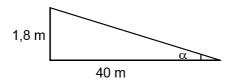
F = Força Horizontal no Nível do Estai

 F_T = Força Transferida para o Topo

h = Altura do Estai ao Solo

H = Altura de 20 cm do Topo ao Solo

1) Ângulo de Inclinação



$$\tan \alpha = \frac{1.8}{40} = 0.045 \rightarrow \alpha = 2.6^{\circ} < 10^{\circ}$$

2) Dimensionamento do Cabo de Aço

$$FE = \frac{852}{\cos 2.6^{\circ}} = 853 \text{ daN} > 700 \text{ daN} \rightarrow \text{Usar cabo de aço D}_{\text{n}} = 9.5 \text{ mm}$$

3) Dimensionamento do Poste

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 600daN, deve-se usar o poste 11-600 com engastamento simples.

Poste 2

F = 852 daN

$$F_T = 852 * \frac{h}{H} \rightarrow 852 * \frac{7,3}{9,1} = 683 \text{ daN} \rightarrow \text{Usar poste } 11/1.000 \text{ daN}$$

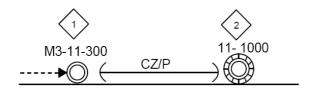
e engastamentos:

- Profundidade aumentada E = 2,3m
- Concretagem Circular Dn = 1,3m
- Concretagem retangular 0,7 x 2,2m

Obs.:

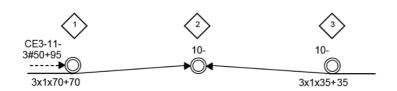
No caso de utilizar profundidade aumentada, analisar a necessidade de troca do poste por mais alto.

4) Resultado

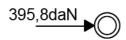


ESTAI DE POSTE A POSTE

Vão = 40m



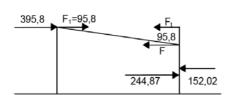
a) Sem estai



Conclusão



b) Utilizar poste 1 com 11-300 Engastamento Concretagem Circular Dn = 600 m e 1 estai de poste a poste

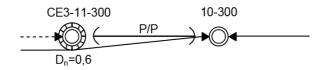


$$F_1 = F = 395.8 - 300 = 95.8 \text{ daN}$$

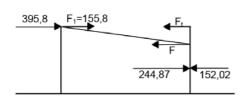
$$F_T = (244 - 152,02) * \frac{7}{8,2} + 95,8 * \frac{7,3}{8,2}$$

= 164,6 daN

Conclusão



c) Utilizar poste 1 com 11-300 Engastamento Simples e 1 Estai

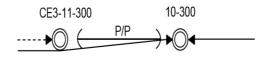


$$F_1 = F = 395.8 - 240 = 155.8 \text{ daN}$$

$$F_T = (244 - 152,02) * \frac{7}{8,2} + 155,8 * \frac{7,3}{8,2}$$

= 218 daN

Conclusão

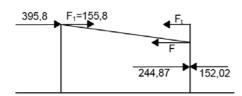


Obs.:

A solução "c" é mais barata que a solução "b".



• Poste 1 e Poste 2

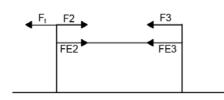


$$F_T = 218 \text{ daN}$$

OBS:

Ver solução "c".

• Poste 2 e Poste 3



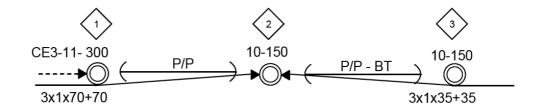
$$F_T = 218 - 150 = 68 \text{ daN}$$

$$FE2 = \left(\frac{68}{7.3/8.2}\right) = 76.4 \text{ daN}$$

FE = Força exercida no estai

 F_T = Força Transferida no poste 2 (Calculado acima)

Conclusão

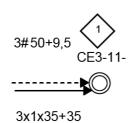


Obs.:

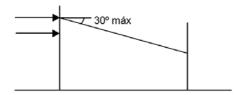
O projetista deve optar entre o caso "c" ou "d", o que for mais barato.

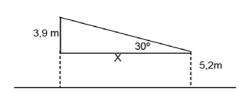
POSTE A CONTRA POSTE

 $V\tilde{a}o = 40m$



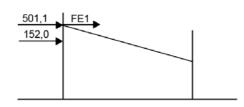
- a) Distância mínima o contra poste:
- O ângulo máximo do estai do poste é 30°





$$X = \frac{3.9}{\tan 30^{\circ}} = 6.8 \text{ m}$$

Logo o contra poste tem que estar no mínimo a 6,8m do poste 1



$$F_T = 501,1 + 152,02 * \frac{7,0}{9,1} = 618 \text{ daN}$$

 $FE1 = 618 - 600 = 18 \text{ daN}$

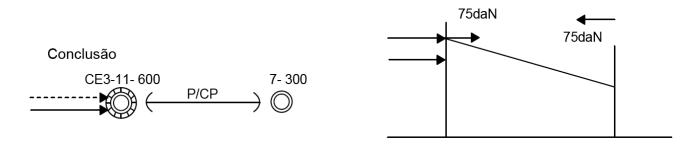
Como o esforço mínimo transferido por um estai deve ser 75 daN

Temos:

Poste 1

$$FT = 618 - 75 = 543 \text{ daN}$$

Conclusão



NOTA:

 Os cálculos apresentados são exemplos, pois algumas configurações de estruturas e esforços de postes podem não ser aceitos nas concessionárias da Energisa.

26.APENDICE B - RECOMENDAÇÕES PARA DEFINIÇÃO DO PADRÃO DE ATERRAMENTO DE EQUIPAMENTOS EM SOLOS DE ELEVADA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Este apêndice traz recomendações para a melhoria do aterramento elétrico em Transformadores, Religadores de Linhas, Reguladores de Tensão e demais equipamentos especiais em locais onde apresentem resistência de aterramento (Ω) maior que as informadas na NDU 007, em qualquer época do ano, devido resistividade do solo (Ω .m), direcionando as melhores práticas para obtenção de melhor custo/benefício na aplicação de aterramento nas áreas de concessão das concessionarias da Energisa.

26.1. Recomendações Gerais

- Realizar a estratificação do solo nas regiões identificadas com alta resistividade;
- Fazer o dimensionamento da malha de aterramento com a utilização de software especialista, que visa trazer previamente uma simulação dos valores de resistência equivalente, baseado na configuração da malha e valores de estratificações do solo, evitando método "tentativa/erro".

26.2. Padrão Construtivo Recomendado

Para áreas que apresentam patamatares de resistência de aterramento elevado a configuração recomendada é o método de poço profundo de 12 metros composto por 09 hastes de 5/8''(16 mm) Coperweld de comprimento 2400 mm, enquanto o ponto 09 destinado ao método é acoplado 9º haste verticalmente a uma profundidade de 12 metros envolta por 0,18 m³ de concreto interligada a malha de aterramento, segundo detalhado no ponto 09 representado, respectivamente nas Figuras B1, B2 e B3.

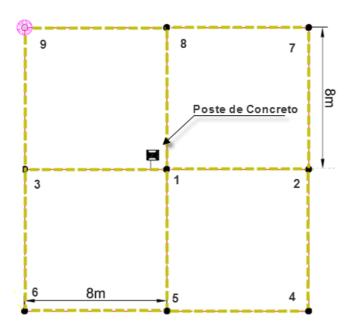


Figura B1. Configuração de Aterramento em 09 hastes.

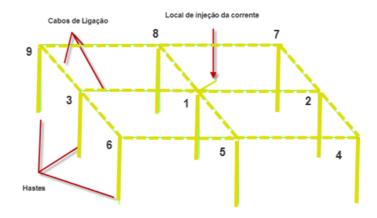


Figura B2. Configuração de Aterramento em 09 hastes (Vista superior).

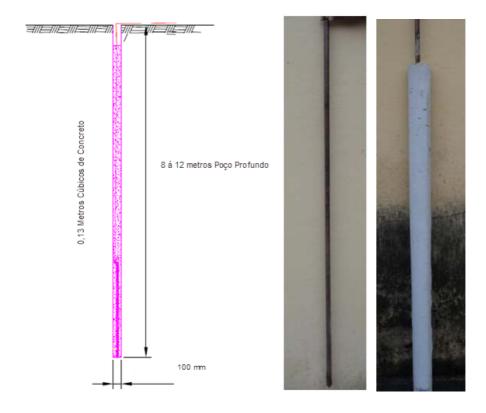


Figura B3. Desenho da haste Profunda envolta pelo concreto.

De modo geral, o espaçamento entre hastes é da ordem de uma ou duas vezes o comprimento da haste, a fim da otimização do espaçamento entre as mesmas, colocando-as fora de suas zonas de influência. A interligação de hastes em paralelo diminui consideravelmente o valor da resistência de terra.

Entretanto, o cálculo da resistência de hastes paralelas não segue a lei simples do paralelismo de resistências elétricas devido às interferências nas zonas de atuação das superfícies equipotenciais.

O aumento do espaçamento entre hastes faz com que a interferência diminua, porém, um aumento muito grande do espaçamento não é economicamente viável e necessita uma área de instalação muito maior.



