

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	1 DE 114

NORMA TÉCNICA CHESP

NTD-004

**Crériterios de Projetos de Redes de Distribuição
Rural**

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	2 DE 114

Controle de Revisão			
Versão	Motivo da Revisão/Alteração	Data de Vigência	Situação
1.00	Versão aprovada para implantação.	Sem registro.	Obsoleta
1.01	Revisão geral	01/05/2016	Obsoleta
2	Revisão Geral conforme PAC 001/2022-DT Seq. 3	01/10/2022	Atual
ELABORADO POR: Phablo Sullyvan Gomides Engenheiro Eletricista		REVISADO POR: Glauber José Ribeiro Firmo Gerente Departamento Técnico	APROVADO POR: Rauflin Gonçalves de Souza Diretor Técnico Comercial

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	3 DE 114

SEÇÃO	ÍNDICE TÍTULO	PÁGINA
	INTRODUÇÃO	5
1.	OBJETIVO.....	6
2.	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	6
3.	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES.....	8
4.	CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO.....	10
4.1.	Regulamentação.....	10
4.2.	Tensão de Atendimento.....	11
4.3.	Limites de Fornecimento.....	11
5.	REQUISITOS MÍNIMOS PARA REQUERIMENTO E ACEITAÇÃO DO PROJETO.....	11
5.1.	Consulta Prévia.....	11
6.	TIPOS DE OBRA.....	12
6.1.	Projeto de Redes Novas.....	12
6.2.	Projeto de Reforma de Redes.....	12
6.3.	Projeto de Extensão de Redes.....	12
7.	CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO.....	12
7.1.	Características do Projeto.....	12
7.2.	Planejamento Básico.....	12
7.3.	Escolha do Traçado das Redes.....	13
7.4.	Trabalhos Topográficos.....	15
7.5.	Travessias.....	16
7.6.	Planta de Situação.....	16
7.7.	Planta Construtiva (Planta Baixa).....	17
7.8.	Desenho do Perfil.....	17
7.9.	Obtenção dos Dados de Carga.....	18
7.10.	Estimativa de Demanda.....	19
7.11.	Generalidades.....	21
7.12.	Dimensionamento Elétrico.....	23
7.13.	Proteção.....	30
7.14.	Dimensionamento Mecânico.....	35
8.	MEDIÇÃO.....	42
8.1.	Disposições Gerais.....	42
8.2.	Forma de Medição.....	44
9.	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	44
9.1.	Elementos que Deverão Fazer Parte do Projeto.....	45
9.2.	Generalidades.....	46
10.	ENTRADA DE SERVIÇO.....	48
10.1.	Materiais e Equipamentos Fornecidos pela CHESP.....	48
10.2.	Materiais e Equipamentos Fornecidos pelos Consumidores.....	48
10.3.	Execução da Entrada de Serviço.....	48
10.4.	Conservação da Entrada de Serviço.....	48
10.5.	Condições não Permitidas.....	48
10.6.	Oscilações.....	49

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	4 DE 114

10.7.	Acesso às Instalações Consumidoras.....	49
10.8.	Fator de Potência.....	50
10.9.	Posto de Transformação, Subestações, Cabines, etc.	50
10.10.	Segurança.....	50
11.	TABELAS	
TABELA 1	Carga mínima e fatores de demanda para instalações de iluminação e tomadas de uso geral.....	52
TABELA 2	Fatores de demanda para aparelhos resistivos.....	52
TABELA 3	Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela	53
TABELA 4	Demanda individual – motores monofásicos.....	54
TABELA 5	Demanda individual – motores trifásicos.....	55
TABELA 6	Condutores e proteção geral em baixa tensão Transformador trifásico....	56
TABELA 7	Condutores e proteção geral em baixa tensão Transformador monofásico	57
TABELA 8	Características de condutores de alumínio com alma de aço – CAA	58
TABELA 9	Coeficiente de queda de tensão – circuito monofásico	59
TABELA 10	Coeficiente de queda de tensão – circuito trifásico.....	60
TABELA 11	Escolha de elos fusíveis para transformador monofásico	61
TABELA 12	Escolha de elos fusíveis para transformador trifásico	61
TABELA 13	Escolha de elos fusíveis para bancos de capacitores em 13,8 Kv	62
TABELA 14	Características de cabo de aço zincado a quente	62
TABELA 15	Potência aproximada de aparelhos eletrodomésticos	63
TABELA 16	Conversão de cv em kVA.....	63
TABELA 17	Características dos transformadores trifásicos.....	64
TABELA 18	Características dos transformadores monofásicos.....	64
TABELA 19	Posto de transformação – estrutura singela.....	65
TABELA 20	Posto de transformação – estrutura tipo Plataforma	65
	ANEXOS	
ANEXO 1	Gráficos para escolha de estruturas	66 a 83
ANEXO 2	Tabelas de flechas e trações de montagem	84 a 97
ANEXO 3	Estaiamento – Casos Especiais	98
ANEXO 4	Posição do poste duplo “T”	99
ANEXO 5	Papel milimetrado para projeto de redes de distribuição rural	100
ANEXO 6	Utilização do gabarito	101
ANEXO 7	Sinalização de advertência em travessia sobre vale profundo	102
ANEXO 8	Ficha de levantamento cadastral rural	103
ANEXO 9	Planta construtiva	104
ANEXO 10	Cálculo de queda de tensão	105
ANEXO 11	Tabela de locação de estruturas	106
ANEXO 12	Tabela para vão regulador	107
ANEXO 13	Planta de situação	108
ANEXO 14	Memorial técnico descritivo da RDR	109
ANEXO 15	Autorização de passagem	110
ANEXO 16	Declaração para instalação do transformador	111
ANEXO 17	Limpeza de faixa	112 a 114

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	5 DE 114

INTRODUÇÃO

As instruções contidas nesta norma foram elaboradas observando as normas da ABNT.

Esta norma poderá ser parcialmente ou totalmente alterada, por razões de ordem técnica, sem prévia comunicação, motivo pelo qual os interessados deverão periodicamente consultar a CHESP quanto as eventuais modificações.

As prescrições desta norma destinam-se a prestar orientações para o projeto de redes aéreas de Distribuição Rural (RDR), não implicando em qualquer responsabilidade da CHESP com relação à qualidade da execução e dos materiais empregados.

A aceitação da ligação não implica em qualquer responsabilidade da CHESP com relação às condições técnicas das instalações consumidoras, após o (s) medidor (es).

Esta norma aplica-se às condições normais de fornecimento, através de RDR novas, a reformar e/ou extensões.

Os casos omissos e outros de características excepcionais também deverão ser previamente submetidos a apreciação da CHESP.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	6 DE 114

1. OBJETIVO

A presente norma estabelece os critérios básicos e as exigências técnicas mínimas que devem ser obedecidas quando da elaboração de Projetos de Redes Aéreas de Distribuição Rural de Energia Elétrica, nas tensões primárias trifásicas de 13,8 kV, 34,5 kV e monofásicas 7,96 kV e 19,91 kV, para execução nas áreas de concessão de CHESP.

[Esta norma poderá ser parcialmente ou totalmente alterada, por razões de ordem técnica, sem prévia comunicação, motivo pelo qual os interessados deverão periodicamente consultar a CHESP quanto às eventuais modificações.](#)

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma aplica-se aos Projetos de Redes Aéreas de Distribuição Rural novas, reformas, melhorias, extensões, travessias sobre rios navegáveis, estradas de ferro, rodagens e cruzamentos com linhas de transmissão, distribuição, telefônicas e telegráficas.

Na aplicação desta norma, deverão ser observadas as seguintes 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;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	7 DE 114

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 8456 - Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação;

NBR 8457 - Postes de eucalipto preservado 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.

NORMAS CHESP

NTD-001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição

NTD-002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição

NTD-012- Postes de Concreto Armado para Rede de Distribuição – Especificação e Padronização

NTD-006 – Estruturas para Redes de Distribuição Aéreas Rurais – Classes 15 e 36,2 kV.

NTD-013 – Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição – Classes 15 e 36,2 kV – Especificação e Padronização

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	8 DE 114

3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

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

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

Aterramento: Ligação elétrica intencional com a terra.

Carga Instalada: Soma das potências nominais dos equipamentos de uma unidade consumidora que, depois de concluídos os trabalhos de instalação, estão em condições de entrar em funcionamento.

Consumidor: Entende-se por consumidor a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), segundo disposto nas normas e nos contratos.

Coordenação da Proteção: Relacionamento adequado entre as características e os tempos de operação dos dispositivos de proteção de um sistema ou parte de um sistema elétrico.

Coordenação de Isolamento: Relacionamento adequado entre dois níveis de isolamento de várias partes de um sistema elétrico, entre si e com os dispositivos de proteção contra sobretensão.

Demanda: Média das potências elétricas instantâneas de cada unidade consumidora solicitadas durante um período especificado.

Demanda Diversificada: Demanda resultante de carga, tomada em conjunto, de um grupo de consumidores ligados em um mesmo circuito.

Demanda Máxima: Maior demanda verificada durante um intervalo de tempo especificado.

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

Demanda não Coincidente: Soma das demandas individuais, referentes a instantes ou intervalos de medição não coincidentes ao longo de um determinado intervalo de tempo.

Demanda Simultânea: Soma das demandas verificadas no mesmo intervalo de tempo especificado.

Demanda Simultânea Máxima: Maior das demandas simultâneas, registradas durante um intervalo de tempo especificado.

Entrada de Serviço: Conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados a partir da rede de distribuição abrangendo ramal de ligação, ramal de entrada, proteção e medição.

Fator de Carga: Razão da demanda média para a demanda máxima ocorrida no intervalo de tempo especificado.

Fator de Demanda: Razão da demanda máxima num intervalo de tempo especificado, para a carga instalada total.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	9 DE 114

Fator de Diversidade: Razão da soma das demandas máximas individuais de um conjunto de equipamentos ou instalações elétricas para a demanda simultânea máxima ocorrida no intervalo de tempo especificado.

Fator de Simultaneidade: Razão da demanda simultânea máxima de um conjunto de equipamentos ou instalações elétricas para a soma das demandas máximas individuais ocorridas no intervalo de tempo especificado.

Flecha: Maior distância, em um vão de uma linha aérea, entre um condutor ou cabo Pára-raios e a reta que passa por seus pontos de fixação, medida em condições especificadas.

Linha Aérea: Linha elétrica em que os condutores geralmente nus ficam elevados em relação ao solo e afastados de outras superfícies, que não os respectivos suportes.

Linha Elétrica: Instalação elétrica que transporta energia elétrica.

Malha de Aterramento: Eletrodo de aterramento constituído por um conjunto de condutores nus interligados e enterrado no solo.

Posto de Transformação: Subestação cujos equipamentos estão montados em poste ou em plataforma.

Queda de Tensão: Diferença entre as tensões elétricas existentes em dois pontos de um circuito elétrico, observada no mesmo instante.

Ramal de Entrada: Conjunto de condutores e acessórios que liga uma rede de distribuição a uma ou mais unidades de consumo.

Rede de Distribuição: Conjunto de linhas elétricas, com os equipamentos e materiais diretamente associados, destinados à distribuição de energia elétrica.

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

Rede Rural: Rede de distribuição situada fora do perímetro urbano de cidades, vilas e povoados.

Rede Secundária: Parte de uma rede de distribuição alimentada pelos secundários dos transformadores de distribuição.

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

Rede de Aterramento: Conjunto de todos os condutores e peças condutoras com as quais é constituído um aterramento num dado local.

Sistema de Distribuição: Parte de um sistema de potência destinado à distribuição de energia elétrica.

Subestação de Consumidor: Subestação abaixadora (instalação), abrigada ou não, destinada à transformação de energia elétrica no ponto de consumo.

Subestação de Distribuição: Subestação abaixadora que alimenta um sistema de distribuição.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	10 DE 114

Suporte de Linha Aérea: Estrutura que suporta os condutores e/ou outros componentes de uma linha aérea.

Tensão de Atendimento: Tensão nominal na qual operam os condutores de interligação da rede da CHESP com o consumidor.

Tramo: Conjunto de dois ou mais vãos compreendidos entre duas ancoragens consecutivas e apoiadas em pontos intermediários.

Tronco de Alimentador: Parte de um alimentador de distribuição que transporta a parcela principal de carga total.

Unidade Consumidora: Instalação de um único consumidor, caracterizada pela entrega de energia elétrica em um só ponto, com medição individual.

Vão: Distância horizontal entre dois suportes consecutivos de uma linha aérea.

Vãos Ancorados: Vão compreendidos entre duas estruturas de ancoragem.

Vãos Básicos de Gabarito: Vão adotados na elaboração da tabela de flechas, a partir de tração horizontal correspondente, para a construção de gabarito.

Vãos Contínuos: Série de dois ou mais vãos compreendidos entre estruturas de ancoragem.

Vão Gravante de uma Estrutura: Vão fictícios que multiplicado pelo peso unitário dos condutores indica o valor da força vertical que um cabo transmite à estrutura que o suporta.

Vão Médio: Média aritméticas dos vãos adjacentes às estruturas.

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.

4. CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

4.1. Regulamentação

- a) A ligação pela CHESP das obras executadas por terceiros ficará condicionada ao cumprimento das disposições desta norma e das normas complementares, aplicáveis, da ABNT e da CHESP.
- b) A aprovação de projeto pela CHESP para a execução, bem como o atendimento ao pedido de ligação e as vistorias efetuadas na rede e/ou entrada das instalações, não transferem a responsabilidade técnica à CHESP quanto ao projeto e sua execução.
- c) O projeto, a especificação dos materiais/equipamentos e a construção das instalações internas dos consumidores deverão obedecer às normas da ABNT. A CHESP poderá também sempre que se fizer necessário, vistoriar as instalações elétricas internas e, conseqüentemente, suspender e/ou não atender o fornecimento de energia elétrica casos estas normas não sejam atendidas.
- d) Todos os materiais e equipamentos utilizados na construção das Redes de Distribuição deverão ser especificados, recebidos e instalados de acordo com as Normas da CHESP e/ou ABNT.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	11 DE 114

e) As vistorias porventura efetuadas pela CHESP, nas instalações internas da unidade consumidora, não implicarão responsabilidade desta por danos que sobrevierem à pessoas ou bens, resultantes de seu uso.

f) As instalações existentes internas ou externas que estiverem em desacordo com as normas da ABNT e que ofereçam riscos a segurança deverão ser reformuladas ou substituídas dentro do prazo estabelecido pela CHESP sob pena de suspensão do fornecimento.

4.2. Tensão de Atendimento

As tensões nominais de atendimento são:

- 13,8 kV e 34,5 kV para sistema trifásico
- 7,96 kV e 19,91 kV para sistema monofásico

Tensões secundárias para transformador particular:

- 440/220 V para transformador monofásico
- 380/220 V para transformador trifásico
- 220/127 V para transformador trifásico

4.3. Limites de Fornecimento

O fornecimento deverá ser efetuado em tensão primária de distribuição se a demanda contratada ou estimada pela CHESP for inferior ou igual a 2.500 kW. Os fornecimentos monofásicos ficam limitados a uma potência de transformação máxima de 37,5 KVA. Potências superiores a esses limites poderão ser atendidas, em tensão primária de distribuição, em caráter excepcional, a critério da CHESP, desde que seja definida a viabilidade deste atendimento com base em estudo técnico-econômico. Entretanto, a adoção de limites diferentes dependerá de autorização específica da ANEEL.

5. REQUISITOS MÍNIMOS PARA REQUERIMENTO E ACEITAÇÃO DO PROJETO

5.1. Consulta Prévia

Antes de qualquer providência o consumidor deverá apresentar à CHESP, por escrito, para análise e orientações que se fizerem necessárias, os seguintes dados:

- Planta de situação e locação (croqui);
- Previsão da carga a ser instalada;
- Demanda provável;
- Nome do pretendente a ligação;
- Endereço para contato;
- Pedido para liberação de carga.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	12 DE 114

5.1.1. As plantas de situação e locação deverão conter no mínimo os seguintes elementos:

- Orientação NORTE-SUL, rede da CHESP mais próxima indicando a bitola do condutor, indicação de um ou mais pontos de referência existente na rede (numeração de chaves e/ou postos de transformação), juntamente com as coordenadas UTM (GPS).
- Deverá ser indicada a propriedade da rede existente, ou seja, se a rede é de propriedade da CHESP ou se é rede de propriedade particular.

6. TIPOS DE OBRAS

Os projetos para os diversos tipos de obras de redes de distribuição Rural (RDR) são basicamente os seguintes:

6.1. Projeto de Redes Novas

São aqueles que visam a implantação de rede de distribuição rural necessária ao fornecimento de energia elétrica a uma determinada área (ver item 7.9.1.1).

6.2. Projeto de Reforma de Redes

São aqueles que visam promover alterações em uma rede existente, seja para adequá-la a novas situações de carga, seja por motivo de segurança, obsolescência, melhoria nas condições de fornecimento ou adequação das instalações ao meio ambiente (ver item 7.9.1.2).

6.3. Projeto de Extensão de Redes

São aqueles destinados a atender novos consumidores que implicam no prolongamento da rede de distribuição existente (ver item 7.9.1.1).

7. CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO

7.1. Características do Projeto

Consiste na determinação do tipo de projeto a ser desenvolvido a partir das causas da origem e/ou finalidade, de conformidade com o tipo de obra estabelecido no item 6.

7.2. Planejamento Básico

A elaboração do projeto deverá ser precedida de uma análise das condições locais, de um levantamento de dados característicos do sistema elétrico disponível e da obtenção de elementos básicos tais como:

- Planta de acesso e situação atualizada;
- Traçado;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	13 DE 114

- Levantamento cadastral e de carga;
- Previsão de demanda;
- Definição de tensão primária;
- Redes rurais existentes;
- Identificação de propriedade de rede;
- Obediência às diretrizes do planejamento dos sistemas de distribuição.

7.3. Escolha do Traçado das Redes

A escolha do traçado das redes é uma das fases mais importantes do projeto. É nesta fase que todas as condições existentes do projeto e do terreno devem ser avaliadas, inclusive a condição futura, de modo a possibilitar a escolha da melhor solução mecânica, elétrica e econômica. De posse da relação dos nomes das propriedades rurais interessadas em energia e na localização em planta de distribuição rural, deve-se escolher o melhor traçado para construção da RDR, atendendo-se os seguintes itens:

- a) Deve ser desenvolvido em local de fácil acesso, próximo a estradas, visando maior facilidade de construção, manutenção e operação, levando-se em conta, principalmente, os fatores técnico-econômicos.
- b) Sempre que possível devem ser evitadas áreas montanhosas, onde há maior possibilidade de surgirem esforços excessivos nas estruturas devido ao vento e maiores incidências de descargas atmosféricas.
- c) Não serão permitidas quaisquer edificações dentro da faixa de servidão da rede.
- d) Caso o traçado tenha que atravessar forçosamente um loteamento, deve-se aproveitar o arruamento existente ou projetado, devendo-se manter, neste caso, as características de rede de distribuição urbana.
- e) Caso o traçado tenha que se aproximar de aeródromos, deverão ser observados a NTD-009 e as normas de proteção ao voo.
- f) O traçado deve ser o mais reto possível, evitando-se ângulos muito acentuados (compreendidos entre 60° e 90°) que necessitem de estruturas especiais.
- g) Caso haja necessidade de ângulos, estes devem ser previstos, sempre que possível, em pontos elevados do perfil e nunca em depressões acentuadas.
- h) No caso de cruzamento com linhas e redes em geral, o traçado deve ser escolhido de modo a permitir que a rede de tensão mais elevada fique sempre em cota superior a de tensão mais baixa, satisfazendo as distâncias mínimas de segurança estabelecida no item 7.14.7.4 e na NBR-5422. Caso a linha ou rede transposta tenha cabo muito leve (telefônica, telegráfica, etc.) deve ser considerada a possibilidade de inversão de flecha ocasionada pelo vento.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	14 DE 114

i) O lançamento do traçado deve permitir uma faixa de servidão obedecendo ao estipulado na NTD-009.

j) Evitar sempre que possível o paralelismo ou aproximação da RDR a ser projetada com linhas de telecomunicação ou transmissão.

k) No caso de paralelismo com linhas de transmissão existentes deverá ser previsto um afastamento mínimo de 10m entre o eixo da RDR e o limite da faixa de servidão da L.T, observando ainda o disposto na NBR-5422.

l) No caso de paralelismo com linhas de comunicação (L.C's), não blindadas, deverá ser previsto um afastamento entre eixos de:

- 50 m para RDR em 13,8 kV
- 75 m para RDR em 34,5 kV

m) Procurar manter uma distância suficiente para segurança de rede com relação a pedreiras, fornos de cal, usinas de produtos químicos, etc; conforme NTD-009.

n) No caso de rodovias e ferrovias serem tomadas como diretriz do traçado, este deverá em princípio, desenvolver-se totalmente fora das faixas de domínio.

Nestes casos deverão ser obedecidas as normas próprias de ocupação dos órgãos responsáveis pelas faixas (DNIT, AGETOP, RFFSA, PREFEIRUTAS MUNICIPAIS, etc.) e atender as exigências para travessias sobre rodovias e ferrovias.

o) No caso de a diretriz ser uma rodovia, o traçado poderá cruzá-la a fim de cortar curvas ou desviar de obstáculos, cuidando-se para que estas travessias se restrinjam ao mínimo possível.

p) Sempre que necessário o traçado poderá afastar-se da diretriz escolhida, procurando-se manter este afastamento dentro de uma faixa de modo a facilitar o acesso à RDR.

q) A exploração das alternativas no campo deve ser conduzida no sentido de evitar traçado nas seguintes condições:

- Locais impróprios para fundação (brejo, terrenos alagadiços, etc.);
- Com grande extensão de rocha compacta;
- Locais sujeitos a erosão;
- Em encostas sujeitas ao desprendimento de parte do solo, a escorregamento superficial ou profundo;
- Terreno com inclinação transversal superior a 50%;
- Em locais com mata densa ou áreas reflorestadas ou com culturas agrícolas de grande porte;
- Nascentes de água;
- Travessias de edificações e benfeitorias;
- Locais onde normalmente são detonados explosivos;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	15 DE 114

- Aeródromos;
 - Loteamentos e terrenos muito valorizados;
 - Picos e regiões muito elevadas, a fim de evitar esforços excessivos de ventos e descargas atmosféricas;
 - Outros não mencionados, mas que a critério do topógrafo e/ou projetista, houver conveniência em serem contornados;
- r) Em áreas canavieiras procurar prever o traçado junto às estradas ou nos corredores, onde o controle das queimadas é mais fácil.

7.4. Trabalhos Topográficos

Os trabalhos topográficos deverão ser executados de conformidade com as Normas CHESP.

Devem ser entregues os seguintes documentos:

- a) Caderneta de campo com cópias em todas as vias do projeto, em arquivo digital;
- b) Planta definitiva do traçado, inclusive detalhes planialtimétricos da interconexão às Subestações e/ ou redes de Distribuição Urbana e das construções ou benfeitorias na faixa, em arquivo digital (CAD);
- c) Desenho de Planta e Perfil do levantamento da faixa, inclusive detalhes planialtimétricos das travessias e acidentes mais importantes, em arquivo digital (CAD);
- d) Desenho de dados técnicos para elaboração de projetos de travessia (Anexo 15);
- e) Eventuais levantamentos especiais em separado, na escala 1:100, em arquivo digital (CAD).

NOTA:

I. Nos serviços topográficos contratados pela Energisa, as entregas parciais de desenho de planta e perfil devem ser acompanhadas de 02 (duas) cópias em papel ou meio digital, conforme definido pela concessionária, formato A1, do desenho de Planta do Traçado, atualizadas com os lançamentos dos ramais já levantados.

II. Após a conclusão de todas as etapas do levantamento, deve ser enviado em meio digital, a área responsável, um dossiê completo dos trabalhos topográficos efetuados.

III. Para aprovação do levantamento topográfico, a Empreiteira deve encaminhar 02 (duas) cópias em papel, dos desenhos. A Energisa, após análise, deve devolver uma das cópias, com as ressalvas ou observações, se necessárias. Feitas as correções, se houver, a Empreiteira deve encaminhar os originais para aprovação em definitivo.

Para projetos particulares, a critério da Energisa, pode ser verificada no campo, a veracidade de correlação de dados topográficos da Caderneta de campo e terreno natural. Caso os valores obtidos extrapolem os erros máximos admitidos, devem ser cobrados da Empreiteira todos os gastos concernentes ao deslocamento, homem hora etc., e reexecução do levantamento pela Empreiteira.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	16 DE 114

7.5. Travessias

O projeto de travessias deverá ser rigorosamente elaborado conforme normas da ABNT e próprias dos órgãos responsáveis pela rodovia ou ferrovia, etc. (DNIT, AGETOP, RFFSA) devendo também constar os seguintes elementos:

- a) [Levantamento topográfico conforme Normas CHESP](#);
- b) Posicionamento das estruturas do vão da travessia;
- c) Indicação da catenária (flecha máxima) crítica do condutor, nas condições mais favoráveis, as distâncias críticas do condutor ao obstáculo atravessado e o eixo das estruturas do vão da travessia e demais informações exigidas pelo órgão envolvido (DNIT, AGETOP, RFFSA);
- d) Detalhes esquemáticos dos suportes utilizados, com indicação do tipo, dimensões principais, comprimento e carga nominal;
- e) Detalhe em escala 1:20 da fixação dos condutores às estruturas da travessia, tipos e características principais dos isoladores;
- f) Características mecânicas dos condutores utilizados;
- g) Características elétricas da rede projetada;
- h) Características dos estais e/ou fundações especiais;
- i) Obedecer às exigências do órgão responsável pela via atravessada;
- j) Tabelas de flechas e tensões de lançamento.

7.5.1. Exigências adicionais para travessias sobre Rodovias e Ferrovias

- a) As estruturas devem ser colocadas fora da faixa de domínio;
- b) No caso de estruturas estaiadas, os estais também devem ficar fora da faixa de domínio;
- c) Havendo possibilidade de choque de veículos com os postes, suas bases deverão ser convenientemente protegidas;
- d) A distância mínima de segurança deve ser observada ao longo do vão e da faixa de domínio da via a ser atravessada, com referência ao nível da pista existente ou ao boleto dos trilhos, conforme for o caso (ver item 7.14.7.1).

7.5.2. Travessias sobre rios navegáveis e não navegáveis, ver item 7.14.7.2

7.6. Planta de Situação

A planta de situação deverá ser desenhada na escala 1:25.000 a partir das plantas do IBGE e tem por objetivo mostrar o posicionamento da rede projetada em relação a rede existente, aos acidentes geográficos e as divisas de municípios e/ou distritos próximos ou cortados pela rede projetada, [obedecendo o estabelecimento na Normas CHESP](#) e anexo 13.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	17 DE 114

7.7. Planta Construtiva (Planta Baixa)

Poderá ser desenhada com tinta nanquim ou pelo AutoCad, na parte inferior do formato conforme anexo 9, obedecendo a escala horizontal 1:5.000 e caso haja aglomerados urbanos, fazer detalhe a parte, onde deverá ser utilizada a escala 1:1.000. Deve [ainda atender o estabelecimento na NTD-009](#) e constar [também](#) os seguintes elementos:

- a) Comprimento dos vãos, inclusive os estais com contra-poste e ângulos de deflexões;
- b) Número de fases, bitolas, tipos dos condutores e tensão nominal;
- c) Tipos dos postes (madeira ou concreto duplo “T”), constando, comprimento e resistência nominais, tipo das estruturas de A.T; B.T. e estais;
- d) Ramais de ligação;
- e) Transformadores indicando número de fases e potências;
- f) Chaves, pára-raios e aterramentos, inclusive aterramentos de cercas e de outros obstáculos metálicos ao alcance da rede;
- g) Ponto de alimentação com indicação de pelo menos dois vãos da rede de cada lado da derivação, com seus comprimentos, tipos de estruturas, número de fases, seção e tipo dos condutores, tensão nominal de operação, classe de isolamento, ângulo de derivação e distância da estrutura de derivação à sustentação ou localidade mais próxima, numeração dos equipamentos anteriores, posteriores e nome dos consumidores adjacentes, coordenadas UTM (GPS);
- h) Localização dos consumidores;
- i) Linhas elétricas ou de telecomunicações existentes;
- j) Cercas de arame (liso e/ou farpado) ou quaisquer outros obstáculos ao alcance da rede;
- k) Ferrovias, rodovias federais e estaduais, estradas municipais e particulares, devidamente identificadas;
- l) Indicar número da chave que desenergiza o ponto de derivação do novo ramal, juntamente com a coordenada UTM;
- m) Legenda e simbologia.

7.8. Desenho do Perfil

O perfil deverá ser desenhado em Auto-Cad observando as escalas horizontal 1:5.000, vertical 1:500, em traço cheio, [obedecendo ainda o estabelecido na NTD-009](#) e anexo 9, tendo cópia em papel impresso e também deverá disponibilizar o mesmo em arquivo digital.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	18 DE 114

7.9. Obtenção dos Dados de Carga

7.9.1. Levantamento de Carga

Esta etapa consiste no levantamento da carga e determinação das demandas atuais e futuras, de tal modo a possibilitar o dimensionamento elétrico da RDR. A carga a ser considerada em projetos de RDR está associada geralmente à necessidade de atendimento a uma área com carga aleatoriamente distribuída ao longo do traçado.

Assim, é conveniente o tratamento do assunto sob aspecto de tronco e ramais. Por outro lado, se o projeto é totalmente novo, o enfoque de carga será baseado na previsão das necessidades atuais expandidas ao horizonte esperado. Se o projeto é endereçado também a algum tipo de melhoria de sistema já existente, com previsão de novos consumidores, a carga será composta de uma parte real e sua previsão de crescimento, mais uma parte planejada em função das novas necessidades da região. A definição das cargas para efeito de dimensionamento de uma RDR, pelas considerações acima, deve, pois, abranger todo tipo de análise para avaliação de carga. Somente um planejamento criterioso poderá fornecer dados de carga para um projeto econômico.

Os procedimentos para esta etapa serão feitos diferentemente, de acordo com o tipo de projeto e ordenados conforme apresentados a seguir:

7.9.1.1. Projeto de Extensão ou Redes Novas

Todos os dados necessários à definição da carga instalada serão baseados em estimativas. É importante o grau de confiabilidade do cadastramento das propriedades existentes.

Deverá ser pesquisado o tipo de habitação das áreas de interesse, o tipo provável de ocupação e perspectiva de crescimento.

Todo projeto de eletrificação rural deverá visar o atendimento ao maior número possível de consumidores. Portanto é imperioso que todas as cargas potenciais devam ser consideradas por ocasião do dimensionamento elétrico.

Para efeito de dimensionamento da carga poderão ser resumidas nas seguintes, as situações passíveis de ocorrer:

- a) Cargas individualizadas por propriedades isoladas, distribuídas ao longo do caminhamento, dentro da faixa de influência da RDR;
- b) Núcleos populacionais ou aglomerações de propriedades;
- c) Cargas especiais

As cargas a considerar, nestes casos, serão fundamentadas no cadastramento das propriedades, que deverá ser realizado de modo a avaliar a real necessidade da carga a ser instalada. Este levantamento deverá ser lançado em formulário próprio conforme Anexo 8 e nele constarão os seguintes dados:

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	19 DE 114

- Indicação do nome do consumidor e seu respectivo número em planta, município e distrito onde está localizado, nome da obra a qual deverá ser ligado, a descrição da atividade principal da propriedade em relação ao uso de energia elétrica.
- Deverão ser registrados os dados das cargas a serem ligadas indicando-se a quantidade de aparelhos de um mesmo tipo, número de fases necessárias à sua ligação, a potência de cada equipamento e o seu regime de funcionamento (indicando os horários de utilização) e a possibilidade de aumento de carga.
- Deverá ser anotada a existência de aparelhos que possam ocasionar oscilações de tensão ou qualquer outro tipo de influência considerada anormal.

7.9.1.2. Projeto de Reforma de Rede

Neste caso deverão ser levantados os dados da rede existente e das cargas instaladas, levantando-se em conta a existência de projetos para sua reforma, projetos de atendimento a consumidores grandes ou especiais, atendendo ainda o seguinte:

a) Consumidores ligados em B.T.

- Localizar os consumidores residenciais e não residenciais ligados em B.T, anotando na planta o tipo de ligação (monofásico, bifásico ou trifásico) indicando-se a carga total instalada em cada unidade consumidora e seu horário de funcionamento.

b) Consumidores ligados em A.T.

Localizar em planta todos os consumidores ligados em A.T. com os seguintes dados:

- Natureza da atividade;
- Horário de funcionamento, indicando período de carga máxima e sazonalidade, caso haja;
- Carga total, caso não haja medição de demanda e capacidade instalada;
- Possibilidade de novas ligações em A.T. ou acréscimo de cargas na área do projeto.

c) Consumidores Especiais

Anotar a carga instalada, horário de funcionamento, indicando o período de carga máxima e sazonalidade, observando-se ainda, a existência de aparelhos que possam ocasionar oscilações de tensão na rede.

7.10. Estimativa de Demanda

Os procedimentos para determinação dos valores de demanda estão descritos em função das várias situações possíveis de projetos, sendo analisados os casos em que existem ou não condições de se efetuar medições.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	20 DE 114

7.10.1. Determinação da Classe do Consumidor

a) Os consumidores com carga exclusivamente residencial serão classificados nas classes A, B ou C, sendo:

- Consumidor Classe “A”: É aquele que possui previsão para instalação de iluminação e diversos eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico, bombas até $\frac{3}{4}$ cv, denotando, pelo porte e aparência de sua resistência, um alto potencial de utilização futura de energia elétrica.

- Consumidor Classe “B”: É aquele que possui previsão para instalação de alguns eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico e/ou bomba d’água até $\frac{3}{4}$ cv, denotando pelo porte e aparência de sua residência, um potencial médio de utilização futura de energia elétrica.

- Consumidor Classe “C”: É aquele que possui previsão para instalação apenas de iluminação e tomadas, podendo-se prever uma baixa utilização futura de energia elétrica devido ao baixo poder aquisitivo.

b) Os consumidores com carga não residencial serão classificados como consumidores classe “D”.

7.10.2. Estimativa de Demanda para Projetos

Nos projetos de atendimento de novas localidades, a determinação da demanda máxima será feita pelo processo estimativo, conforme segue:

a) A estimativa da demanda máxima será feita em função da demanda de transformadores de distribuição de áreas similares já atendidas, considerando-se a influência de demandas individuais de consumidores de A.T. Deverá ser aplicado o fator de demanda conhecido, de consumidores similares (observando-se ainda o estabelecimento na NTD-002). Em área rural, a demanda será obtida através do fator de carga e do kwh/consumidor a ser determinado através do faturamento dos consumidores rurais característicos da região;

b) A demanda máxima inicial poderá ser obtida aplicando-se um fator de demanda, a ser pesquisado em âmbito regional, sobre o valor total dos kVA nominais dos transformadores previstos. Quando existirem cargas especiais determinar separadamente a demanda máxima, utilizando um fator de demanda adequado ao regime de funcionamento.

7.10.3. Cálculo de Demanda da Unidade Consumidora

A demanda da unidade consumidora deverá ser determinada pela expressão:

$D = a + (b1 + b2 + b3 + b4 + b5 + b6 + b7) + c + d + e$, onde:

D = Demanda total em kVA

a = Demanda de iluminação e tomadas, calculada conforme.

b1 = Demanda de chuveiros elétricos, calculada conforme tabela 2

b2 = Demanda de torneiras elétricas, calculada conforme tabela 2

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	21 DE 114

b3 = Demanda de máquinas de lavar louça, calculada conforme tabela 2

b4 = Demanda de aquecedores de acumulação, calculada conforme tabela 2

b5 = Demanda de aparelhos de aquecimento central de água (individual), calculada conforme tabela 2.

b6 = Demanda de fogões elétricos, calculada conforme tabela 2

b7 = Demanda de máquinas de secar roupa, calculada conforme tabela 2

c = Demanda de aparelhos de ar condicionado tipo janela, calculada conforme tabela 3

d = Demanda de força (motores, bombas e máquinas de solda tipo motor/gerador)

e = Demanda individual das máquinas de solda a transformador conforme indicado a seguir:

- 100% da potência do maior aparelho, mais
- 70% da potência do 2.º maior aparelho, mais
- 40% da potência do 3.º maior aparelho, mais
- 30% da potência dos demais aparelhos.

Para o caso geral de cargas individuais relativamente pequenas (demanda até 10 kVA) em que não se tenha condições de definir o fator de demanda para instalações de motores, como sugestão, as tabelas 4 e 5 indicam a demanda individual dos motores.

Para o caso anterior, quando não se conhecem os fatores de demanda, a potência do transformador, pode também ser calculada de maneira a seguir, desde que seja levado em conta o estabelecimento na NBR-5410 para as instalações internas, no que se refere a potências mínimas.

Utilizando a ficha de levantamento cadastral, determinar a carga instalada em kVA e multiplicar pelo fator 0,6.

$D = \text{Carga instalada (kVA)} \times 0,6$

De posse da demanda em kVA, determinar a capacidade do transformador em kVA, adotando-se a potência padronizada conforme NTD-008 (Padronização de Transformadores de Distribuição).

Para fins de irrigação e outros com motor(es) de potência(s) bastante significativa(s) em relação à capacidade do transformador (acima de 50%) e mesmo em casos de motores menores que funcionem mais de 4 horas seguidas em plena carga, deve-se definir o fator de demanda ideal para cada caso e determinar a demanda dos motores. De posse da demanda dos motores, somá-la com a demanda dos demais tipos de cargas, conforme estipulado na equação da demanda, dada anteriormente.

7.11. Generalidades

7.11.1. Derivações de Redes de Distribuição Rural

a) Independentemente do nível de tensão do ramal a ser implantado deverão ser fornecidos pelo interessado à CHESP, os seguintes dados:

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	22 DE 114

- Nome da RDR (origem e destino);
- Tipo de carga nominal e comprimento do poste da estrutura da qual partirá a derivação;
- Nome da subestação na qual se origina a RDR;
- Distância da estrutura de derivação aos consumidores adjacentes com respectiva numeração das chaves fusíveis.

b) Não será permitido derivação de ramal em estruturas com mais de um poste, estrutura tipo TE e de transformadores. Os casos especiais deverão ser previamente submetidos a apreciação da CHESP.

c) Não será permitida mais de uma derivação por estrutura.

d) Todo ramal deverá sair de uma estrutura da rede e, com relação ao estaiamento da estrutura de derivação, deve-se observar o disposto no sub-item 7.14.3.

e) Quando a derivação tiver origem em estrutura do tipo U1, U2, N1 ou N2 observar os seguintes limites para implantação da primeira estrutura do ramal:

- 175 metros para estrutura simples (U1, U2, N1 e N2).
- 250 metros para estrutura de ancoragem.

Nestes casos a estrutura de derivação deverá ser obrigatoriamente estaiada com:

- 1 estai no sentido oposto ao caminhamento do ramal, para vãos até 175 m;
- 3 estais, sendo 2 estais no sentido longitudinal da rede existente ou projetada e 1 estai no sentido oposto ao caminhamento do ramal, para vãos até 250 metros, observando-se ainda a estabilidade mecânica da estrutura de derivação.

Quando a derivação tiver origem em estrutura de ancoragem é necessário a implantação de uma estrutura tipo U2-3 ou N2-3 a 30 m no máximo, da estrutura de derivação, onde deverão ser instaladas as chaves fusíveis de proteção do ramal, quando for o caso.

Pode-se dispensar esta exigência, a critério da CHESP, quando o ramal for de apenas um vão.

f) Para facilitar a identificação carga-fonte, recomenda-se que as cruzetas e/ou pino de topo nas estruturas U1 e N1, sejam instalados do lado da fonte, quando o sistema for radial.

7.11.2. Derivações/Saídas de Ramais de Redes Alimentadoras de Cidades e/ou Consumidores Especiais.

- a) O primeiro vão deverá ter no máximo 30m (vão frouxo).
- b) A estrutura do primeiro vão deverá ser U2-3 ou N2-3.

Nota: Nenhuma derivação poderá ter ângulo menor do que 60° e maior que 120°.

7.11.3. Posto de Transformação

a) Quando o posto de transformação for instalado em estrutura singela, localizado até 30m da estrutura de derivação, deve-se utilizar estai de sub-solo, para vãos superiores utilizar estai a âncora.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	23 DE 114

- b) O vão que antecede a estrutura do transformador não poderá ser superior a 250m.
- c) Os postes deverão ser de concreto armado e estar de acordo com a norma NTD-012.
- d) Para a classe de tensão 15kv, os transformadores com potência até 225 kVA poderão ser instalados em estrutura singela (um poste), sendo que para 300 kVA exige-se a instalação em estrutura tipo plataforma (dois postes), conforme tabela 19. Acima de 300 kVA os transformadores deverão ser instalados em base de concreto.
- e) Para a classe de 36,2 kV, os transformadores até 150 kVA poderão ser instalados em estruturas singelas (um poste), sendo que para 225 e 300 kVA exige-se a instalação em estrutura tipo plataforma (dois postes), conforme a tabela 20. Transformadores acima de 300 kVA deverão ser instalados em base de concreto. Todos os casos deverão obedecer aos desenhos estabelecidos pela CHESP.
- f) A resistência mínima dos postes para instalação de transformadores deverá ser de 300 daN.
- g) A potência dos transformadores monofásicos para classes 15 kV e 36,2 kV fica limitada em 37,5 kVA.
- h) Os transformadores também deverão obedecer às especificações técnicas da CHESP (NTD-013 – Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição Classes 15 e 36,2 kV Especificação e Padronização).
- i) É imprescindível que os transformadores rurais fiquem localizados distante no mínimo 20m das edificações que abriguem pessoas ou animais. Distâncias menores que as citadas, aumentam os riscos e exposições a tensões perigosas de toque ou de passo, durante a ocorrência de surtos atmosféricos e curto-circuito.
- j) Devem ser conectados ao mesmo condutor de descida do aterramento do para-raios, a carcaça do transformador, o neutro, o(s) estai(s) e caixa(s) de medidor(es).
- k) Não será permitida a instalação de transformador sob a rede em tangente a não ser excepcionalmente no caso de ramal particular de um único proprietário sem possibilidade de prolongamento.

7.12. Dimensionamento Elétrico

Tem por finalidade determinar as características dos equipamentos e materiais elétricos a serem utilizados nas redes aéreas de distribuição rural, sendo realizado após se definir o traçado da rede.

Antes de iniciar o projeto elétrico de uma rede tronco rural, o projetista deve obter uma visão global da área para determinar como a rede em pauta irá se inserir na rede de distribuição rural, no futuro.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	24 DE 114

Assim, se a rede em projeto tem grandes possibilidades futuras de se estender consideravelmente, as folgas em termos de corrente admissível e de queda de tensão devem ser levadas em conta a fim de atender esse objetivo.

É importante também, que o projetista avalie a possibilidade de crescimento da área como um todo, a fim de estabelecer qual será o índice de crescimento a ser considerado ou qual será a demanda futura prevista.

7.12.1. Dimensionamento dos Condutores

Para o correto dimensionamento dos condutores devem ser observados os seguintes itens:

- Capacidade de condução de corrente elétrica do condutor;
- Queda de tensão máxima permitida;
- Custo global mínimo, incluindo a análise dos custos de instalação e perdas.

Notas:

- a) Na configuração radial, o carregamento deverá ser compatível com o limite térmico do condutor.
- b) Quando houver previsão de interligação com outras RDR's, deverão ser consideradas as cargas sujeitas à transferência.

7.12.1.1. Tipos e Bitola dos Condutores

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede primária serão em cabo de alumínio com alma de aço - CAA conforme tabela abaixo:

Seção mm ²	21,15	33,62	53,49	67,43	85,01	107,20
BITOLA AWG/MCM	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0

7.12.1.2. Cálculos de Queda de Tensão

Entende-se como queda de tensão máxima a queda compreendida entre o barramento da S/E de distribuição e o ponto de entrega ou o ponto mais desfavorável que apresentar menor valor de tensão.

Os projetos deverão apresentar o cálculo da queda de tensão a partir do ponto de derivação da rede.

A queda de tensão máxima deverá ser determinada em função do perfil de tensão obtido através de cálculo ou medições registradas. Este cálculo usualmente é feito pelo método da impedância, cuja formulação é apresentada no anexo 10.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	25 DE 114

Nas tabelas 8, 9 e 10 são apresentadas características elétricas dos condutores e os coeficientes unitários de queda de tensão percentual.

7.12.2. Níveis de Tensão

Os limites de variação de tensão primária de fornecimento no ponto de entrega de energia, durante os ciclos de carga diária ou durante as variações anuais de carga devem atender o Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – **PRODIST – MÓDULO 8** – Qualidade da Energia Elétrica Revisão 5 Resolução Normativa nº 602/2014. (devendo sempre observar a sua versão mais atual).

Tensão Nominal (Volts)	Limites de Variação (Volts)	
	Mínimo	Máximo
220	202	231
380	350	399
440	405	462

7.12.3. Perfil de Tensão

Para estabelecer os critérios de dimensionamento da RDR deve-se determinar e adotar o perfil de tensão mais adequado às condições da rede e subestações de distribuição.

Os fatores que influenciam na determinação do perfil são:

- Comprimento da RDR;
- Conductor;
- Regime de variação de tensão na barra da subestação;
- Queda de tensão na rede, no transformador de distribuição e na derivação do consumidor, até o ponto de entrega;
- Cargas a serem supridas.

7.12.4. Escolha da Tensão e Sistema de Fornecimento

Para atendimento a pequenas localidades e propriedades rurais, deve-se adotar a eletrificação através das redes disponíveis nas proximidades, tanto na classe de 15kV quanto na de 36,2 kV, considerando-se a disponibilidade de energia e o aspecto técnico-econômico da região.

Na elaboração de projetos que envolvam grandes consumidores, para escolha da tensão de alimentação, faz-se necessário um estudo minucioso da região, observando-se o planejamento global do sistema de distribuição.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	26 DE 114

7.12.5. Controle de Tensão

Juntamente com o dimensionamento do condutor deverão ser analisadas técnicas e economicamente alternativas que atendam sob o aspecto técnico, a máxima queda de tensão permitida e o máximo carregamento, dentro do horizonte de projeto.

- Troca de Tap's nos transformadores;
- Troca de condutores;
- Troca de condutores instalados no ano inicial;
- Troca de classe de tensão (desde que analisados todos os custos envolvidos com os consumidores);
- Instalação de reguladores de tensão;
- Instalação de bancos de capacitores.
- Remanejamento de carga;
- Sob o aspecto técnico o plano deve atender: Queda de tensão máxima permitida; Máximo carregamento permitido.

Do ponto de vista econômico, deve ainda considerar:

a) Custos de investimento para construção da rede, caracterizando-se pela bitola do condutor, instalação de equipamentos de regulação de tensão e/ ou compensação de reativos (não necessariamente realizados no ano inicial);

b) Custos das perdas de energia associados a cada alternativa.

7.12.5.1. Correção dos Níveis de Tensão

O condutor de uma rede de distribuição deverá efetuar o transporte de energia até o local de utilização mais afastado da fonte sem que haja a necessidade de investimentos iniciais em reguladores de tensão.

Quando os níveis de tensão predeterminados no perfil adotado não puderem ser mantidos deverão ser analisadas as alternativas seguintes, sob o ponto de vista técnico e econômico em função da situação específica do projeto:

a) Instalação de regulador de tensão tipo Auto-Booster

Poderão ser instalados em redes com regulação de tensão na retaguarda (na SE através de reguladores de tensão ou LTC) ou em redes com variação de tensão em um único sentido, mesmo sem regulação de retaguarda.

b) Instalação de regulador de tensão

Deverão ser previstos em alimentadores cujos níveis de tensão forem inferiores aos permitidos, cuja correção não for técnica e economicamente recomendável com a utilização de capacitadores.

A faixa de regulação deverá ser de mais ou menos 10%.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	27 DE 114

A elevação ou redução de tensão é feita através de 32 degraus “Tap’s” de 5/8% cada um. A potência dos reguladores deve ser compatível com a demanda máxima do circuito no ponto de instalação.

- **Locação:**

Deverá ser determinada através do perfil de tensão da rede no ponto onde está tensão em carga máxima não atinja o limite inferior da faixa de variação da tensão. Para o caso de rede muito longa, às vezes torna-se necessário a instalação de até 3 bancos reguladores, sendo este limite, o máximo recomendado.

- **Instalação:**

Serão instalados preferencialmente em bancos trifásicos, porém poderá ser feita aplicação de uma ou duas unidades.

- Em sistemas trifásicos a 4 fios serão utilizados 3 reguladores monofásicos de tensão nominal igual a tensão fase-neutro do sistema, ligados em estrela. Em ramais monofásicos também poderão ser instalados reguladores monofásicos deste tipo.
- Nos sistemas trifásicos a 3 fios serão utilizados reguladores monofásicos de tensão igual a tensão de fase do sistema.
- Para a ligação de reguladores monofásicos em estrela, deve-se efetuar um aterramento específico de maneira a obter uma resistência máxima de 20 ohms. Caso isto não seja feito poderá ocorrer o deslocamento do neutro, provocando danos à isolação além de interferir no funcionamento do mesmo. Este tipo de ligação permite a cada regulador trabalhar independentemente.

c) **Instalação de Banco de Capacitores**

Com a finalidade principal de regulação de tensão e/ou compensação de reativos, deverão ser previstos a instalação de banco de capacitores na RDR.

Em qualquer dos dois casos devem ser observados os seguintes critérios:

- Os bancos poderão ser fixos ou automáticos.
- Deverão ser utilizados somente em redes trifásicas, conectadas em estrela aterrada.
- A potência dos bancos deverá ser de 300, 600, 900 e 1200 kVAR, constituídos por unidades monofásicas de 100 e/ou 200 kVAR.
- A máxima variação de tensão com a entrada ou saída de um banco de capacitores automáticos será de 2,5%;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	28 DE 114

- A máxima elevação de tensão com a utilização de banco de capacitores não deverá exceder a 7,5%;
- A máxima compensação de reativos resultante deverá ser limitada pelo fator de potência igual a 1 no início do alimentador em condições de carga máxima;
- A distância mínima entre bancos de capacitores deve ser de 500 m, medidos através da rede primária.
- Quando a finalidade básica da instalação for a melhoria dos níveis de tensão, deverão ser observados os critérios abaixo:
 - 1) Deverá ser calculada a elevação percentual de tensão no ponto de instalação do banco de capacitores, provocada pela circulação da corrente capacitiva do banco na rede primária.
 - 2) Com bancos fixos

Em princípio serão locados e dimensionados de tal modo a enquadrar os níveis de tensão ao longo do alimentador, em condições de carga mínima, dentro das faixas estabelecidas, procurando-se, sempre minimizar a circulação de reativos ao longo do alimentador.
 - 3) Com bancos automáticos

Deverão ser locados e dimensionados de tal modo a enquadrar os níveis de tensão ao longo do alimentador, em condições de carga máxima, dentro das faixas estabelecidas, observando-se os capacitores fixos existentes. Procurar sempre minimizar a circulação de reativos ao longo do alimentador.

Nota:

Os bancos de capacitores quando instalados na rede de distribuição causam uma elevação na tensão, não servindo, no entanto, como regulador, eles apenas diminuem a queda de tensão na rede e/ou corrigem o fator de potência. Caso o banco seja controlado por comando automático, ele possibilitará também a regulação da tensão.

7.12.6. Seccionamento

As chaves utilizadas para seccionamento são:

- Chaves tripolares para abertura sob carga, chaves a óleo e chaves faca unipolares com dispositivo para abertura sob carga, mediante equipamento apropriado.

A localização dessas chaves deve permitir a minimização do tempo de interrupção das áreas afetadas durante serviços de manutenção ou situações de emergência, bem como nos casos de transferência de cargas de uma rede a outra mediante interrupções.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	29 DE 114

7.12.6.1. Critérios para Dimensionamento

- A tensão nominal das chaves deve ser adequada a classe de tensão do sistema;
- O nível básico de isolamento (N.B.I.) das chaves deve ser compatível com o N.B.I. do sistema;
- A corrente nominal deve ser maior ou igual a máxima corrente de carga no ponto de instalação, incluindo manobras usuais.

7.12.6.2. Localização

A localização dos equipamentos de seccionamento e manobra deverá ser feita conforme indicado a seguir. As chaves deverão ser instaladas em pontos de fácil acesso, para maior facilidade de operação.

a) Chaves tripolares para abertura sob carga

- Pontos próximos ao início de concentração de cargas;
- Em pontos de entrada de consumidores importantes, onde justificar técnica e economicamente a abertura sob carga;
- Ao longo dos alimentadores rurais, na entrada de localidades principais;
- Nas interligações de alimentadores rurais, na condição normalmente aberta, nos pontos de separação de seus circuitos.

b) Chaves facas unipolares com dispositivos para abertura sob carga

- A partir de 10 km, deverão ser instaladas de 6 em 6 km aproximadamente, facilitando assim, as manobras da RDR;
- Pontos de instalação de religadores, seccionalizadores, devendo ser previstas antes e depois deles;
- Pontos de instalação de reguladores de tensão, devendo ser previstas na mesma estrutura, antes, depois e by-pass;
- Em entradas de grandes consumidores e outros pontos onde não for possível a utilização de dispositivos de proteção por problemas de coordenação ou curto-circuito;
- A corrente nominal mínima deverá ser de 200 A.

Nota:

Não deve ser projetada chave faca unipolar, onde existir a possibilidade de sua operação causar um desequilíbrio da corrente tal que atuem os disjuntores ou religadores de retaguarda, portanto, sendo necessário a operação frequente da chave, deve ser prevista a instalação de chave tripolar para abertura em carga.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	30 DE 114

- c) Chaves a óleo
 - Em banco de capacitores, juntamente com chaves fusíveis.

7.13. Proteção

Os equipamentos de proteção devem atender as seguintes condições:

- Mesma classe de tensão da rede;
- O nível de isolamento do equipamento deve ser compatível com a classe de tensão da rede;
- A capacidade de interrupção dos equipamentos associada ao valor de X/R do circuito no ponto de instalação, deve ser no mínimo igual a máxima corrente assimétrica de defeito.

7.13.1. Chaves Fusíveis e Elos Fusíveis

Instalar Chaves fusíveis base “C” nos seguintes casos:

- a) Derivação de redes que alimentam cidades, povoados e consumidores especiais:
 - a.1 – Instalar chaves fusíveis na derivação do ramal e no primeiro poste que antecede a estrutura do transformador;
 - a.2 – Nos casos de ramais até 250 m ou em vão único, é permitida a instalação de chave fusível apenas na derivação do ramal.
- b) Ramais que derivam de ramais
 - b.1 – Instalar chaves fusíveis apenas no primeiro poste que antecede a estrutura do transformador;
 - b.2 – No caso de projetos com grandes extensões da CHESP deverão ser instaladas chaves fusíveis também na derivação.
- c) Nas estruturas de bancos de capacitores

Deverão ser instaladas chaves fusíveis, com elo dimensionado de acordo com a tabela 13.

Nota:

Todas as derivações e chaves fusíveis de ramais deverão ser com grampos de linha viva.

7.13.1.1. Elos Fusíveis

- Todos os transformadores serão protegidos com elos fusíveis dimensionados de acordo com as **tabelas 11 e 12**.
- Os elos fusíveis deverão suportar continuamente a sobrecarga suportável pelo transformador sem prejuízo a sua vida útil.
- A escolha dos elos fusíveis deve ser feita de modo a garantir a coordenação ou seletividade entre os diversos dispositivos instalados nos trechos da rede, garantindo também segurança e proteção a condutores e equipamentos.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	31 DE 114

7.13.2. Religadores Automáticos

Serão instalados de acordo com os seguintes critérios:

a) Localização

- Saídas de alimentadores das subestações, quando justificar técnica e economicamente sua utilização;
- Em pontos de circuitos longos onde o curto-circuito mínimo não é suficiente para sensibilizar o dispositivo de retaguarda;
- Antes de cargas cuja continuidade de serviço seja de grande importância;
- Em caso de bifurcação da rede tronco pode-se instalar religadores automáticos no tronco ou em ambos ramos dependendo da situação da rede.

b) Dimensionamento e Ajuste

A capacidade de interrupção deve ser superior ao máximo curto-circuito no ponto de instalação.

- Bobina Série

A corrente nominal da bobina ser maior ou igual a máxima corrente de carga no ponto de instalação, incluindo manobras e crescimento de carga, observando-se os requisitos de coordenação da proteção. A sequência de operação deverá ser de tal modo a permitir coordenação com os dispositivos de proteção instalados a montante e a jusante.

- Disparo da Terra

Deverá ser ajustado para a corrente de curto-circuito fase-terra mínima observando-se o máximo desequilíbrio permitido pelo sistema. Em ramos monofásicos deve ser feito um estudo a parte para dimensionar o disparo de terra.

- Ajuste

São estabelecidos para cada caso analisando-se todos os aspectos de coordenação, bem como os critérios de segurança e proteção de equipamentos e condutores.

7.13.3. Seccionalizador

a) Localização

Quando justificável deverão ser instalados de acordo com os seguintes critérios:

- Em série e na retaguarda de dispositivos de religamento automático;
- Após cargas cuja continuidade de serviço seja considerada importante, mas aceite interrupções de pequena duração;
- Em bifurcações de um tronco poderá ser instalado no mesmo ou em ambos os ramos, dependendo da situação da rede;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	32 DE 114

- Nos casos em que é impossível ou impraticável a coordenação com o dispositivo de proteção de retaguarda.
- b) Dimensionamento e Ajuste
 - Deverá ser dimensionada de acordo com a corrente máxima no ponto de instalação, incluindo manobras e crescimento de carga;
 - Disparo de Terra
 - Deverá ser sensibilizado pela corrente de curto-circuito fase-terra mínima no trecho protegido e ser compatível com a proteção de retaguarda;
 - Tempo de Memória
 - Deverá permitir coordenação com o tempo de religamento do equipamento de retaguarda;
 - Ajuste
 - O número de contagem do seccionizador será o número de operações do equipamento de retaguarda menos 1, se ligados em série.

7.13.4. Proteção Contra Sobretensão

A proteção contra sobretensão será feita por para-raios adequadamente dimensionados e localizados de modo a se obter a máxima proteção possível e de características compatíveis com a rede.

Os para-raios a serem utilizados 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.

A corrente nominal de descarga dos para-raios deve ser de 10 kA.

7.13.4.1. Localização dos para-raios

- Deverão ser instalados para-raios em todas as estruturas que contenham transformadores, reguladores de tensão, banco de capacitores, seccionizadores, religadores e chaves a óleo.
- Para religadores, seccionizadores, reguladores de tensão e chaves a óleo, deverão ser instalados dois jogos de para-raios, sendo um do lado da fonte e um do lado da carga.
- Deverão ser instalados para-raios em todo fim de linha.
- Se após um fim de linha trifásico ou bifásico seguir uma fase, deve-se prever para-raios em todas as fases dos fins de linhas trifásicas ou bifásicas.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	33 DE 114

- Quando a rede não possuir equipamentos para os quais a proteção é obrigatória, instalar um conjunto de pára-raios em pontos considerados estratégicos.
- Devem ser instalados para-raios, em média, a cada 5 (cinco) km de rede, e em estruturas sem equipamentos;
Obs. A distância entre para-raios pode ser drasticamente reduzida, caso alguma região específica tenha históricos e estudos de alta taxa de descargas atmosféricas.
- 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;
- Em chaves normalmente abertas, neste caso, instalar nos dois circuitos.

7.13.4.2. Critérios para Seleção de Para-raios

- Os para-raios deverão ser do tipo válvula, equipada com dispositivos para desligamento automático;
- A tensão nominal dos para-raios deve ser 12 kV e 30 kV respectivamente e para redes de 13,8 kV e 34,5 kV;
- **A corrente nominal de descarga deverá ser de 10 kA;**
- O nível de proteção para impulso dos para-raios deve coordenar com o nível básico de isolamento (N.B.I) dos equipamentos por eles protegidos, observando a faixa de segurança de 20% para o limite de coordenação.

7.13.5. Aterramento

a) Considerações Gerais

- Deverão ser aterrados e conectados ao condutor neutro todos os equipamentos elétricos incluindo carcaças e ferragens.
- A CHESP efetuará vistorias também nas ligações à terra, medindo o valor da resistência de aterramento para verificar se ela está dentro do valor máximo permitido.
- Os condutores de aterramento devem ser contínuos e não devem ter em série nenhuma parte metálica de equipamentos elétricos ou ferragens.
- A interligação dos equipamentos elétricos à malha de terra deverá ser feita através de um único condutor de aterramento.
- Deverão ser utilizadas preferencialmente hastes cobreadas de diâmetro e comprimento mínimo de 16 mm e 2.400 mm, e de alta camada respectivamente.
- A distância mínima da haste de aterramento mais próxima do poste a este deverá ser de 1 m.
- O condutor de aterramento deverá ser bem fixado ao poste e se possível, instalado internamente a ele.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	34 DE 114

- b) Aterramento de Transformadores, Religadores, Seccionalizadores, Banco de Capacitores e Reguladores de tensão.
- A bitola mínima do condutor de aterramento deverá ser de 25 mm², de cobre, podendo-se utilizar outros materiais, desde que respeitada a condição mínima de rigidez mecânica e condutibilidade elétrica compatíveis com os cabos de cobre.
 - O condutor de aterramento deve ser protegido mecanicamente até uma altura mínima de 3 m ou se possível, instalado internamente ao poste.
 - Deverão ser utilizados no mínimo 3 hastes para aterramento, de preferência cobreadas de diâmetro e comprimento mínimo de 16 mm e 2.400 mm, respectivamente, ou haste para aterramento, tipo cantoneira galvanizada a fogo de 5x25x25x2.400 mm.
 - Em todos os casos o valor da resistência de aterramento, não poderá exceder a **20 ohms**, em qualquer época do ano.
 - A distância mínima entre as hastes de aterramento é o seu comprimento.

Tratando-se de aterramento de equipamentos da rede primária, quando o sistema de terra for executado por terceiro (particulares, contratados), as cabeças das hastes deverão ficar a vista para serem examinadas pelo técnico da CHESP.

Por motivo de segurança, as valetas deverão ser fechadas e socadas, e os buracos sobre as hastes deverão ser tampados com tábuas ou chapas a fim de aguardar a inspeção, para posterior fechamento.

c) Aterramento de Redes

- Deverá ser aterrada no máximo a cada 400 m de extensão e todo fim de rede.
- O condutor de aterramento deverá ser de cabo de aço 6,5 mm (1/4") e conectado a uma haste para aterramento, tipo cantoneira galvanizada a fogo de dimensões 5x25x25x2.400 mm.
- O condutor de aterramento deverá ser prolongado e fixado nos parafusos que prendem o pino de topo.

d) Aterramento de Cercas

1) Cercas transversais às RDR"s

Deverão ser seccionadas nos limites da largura da faixa de servidão ou em limites tais que, quando do rompimento de um condutor, este não toque nas seções de cerca fora dos limites anteriores;

2) Cercas paralelas às RDR"s

- As cercas deverão ser seccionadas e aterradas a cada 250 m ao longo de todo o trecho, enquanto houver paralelismo situado até 30m do eixo da RDR.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	35 DE 114

Notas:

- 1) *Em ambos os casos o condutor de aterramento deverá ser o mesmo empregado no aterramento da rede;*
 - 2) *O aterramento dever ser feito com hastes para aterramento, tipo cantoneira galvanizadas a fogo com dimensões de 5x25x25x2.400 mm.*
 - 3) *Observar desenho na NTD-004.*
- e) Aterramento de Estai
- Quando a rede possuir o condutor neutro, este deverá ser conectado aos estais;
 - Caso o neutro não seja disponível, os estais deverão ser efetivamente aterrados ou isolados;
 - O estai deve ser aterrado da mesma maneira que a rede.

7.14. Dimensionamento Mecânico

Este dimensionamento tem por objetivo determinar o esforço mecânico resultante sobre uma determinada estrutura para que se possa verificar sua condição de estabilidade.

Uma vez definido o traçado, deverão ser locadas nos desenhos do perfil as estruturas necessárias ao suporte da rede.

Na planta baixa além dos dados topográficos solicitados na NTD-011, deverão ser indicadas as estruturas conforme modelo do anexo 9.

A fim de que, durante a construção, não surjam motivos que obriguem a modificação nas posições das estruturas, o que refletiria no custo final da obra, esta locação deverá ser feita atendendo aos possíveis fatores restritivos, que estarão presentes, na locação dos postes no terreno.

Alguns desses fatores já identificados na exploração preliminar são, por exemplo:

- A locação de estações transformadoras atendendo ao centro de carga, ponto de derivação de ramais, locais de difícil acesso, cruzamentos de rodovias, ferrovias, linhas, etc.
- A estrutura é considerada como o conjunto dos seguintes elementos básicos, ou suas combinações: postes, cruzetas, isoladores, ferragens, equipamentos e acessórios.
- A composição dos elementos numa estrutura deve ser feita de modo a atender as configurações mais frequentes de montagem dos circuitos e/ou dos equipamentos, conforme NTD-007.
- Para que uma estrutura permaneça em equilíbrio o esforço mecânico deverá ser equilibrado por sua resistência e, se necessário com o auxílio de estais.

7.14.1. Aspectos a Serem Considerados para o Dimensionamento das Estruturas.

- Tração de projeto dos condutores;
- Ação do vento sobre os condutores e estruturas;
- Peso da estrutura e condutores;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	36 DE 114

- Resistência mecânica do solo, poste, cruzeta, ferragens armações, isoladores e estais;
- Espaçamento e tensão elétrica entre condutores;
- Ângulo de deflexão da rede;
- Espaçamento entre estruturas.

7.14.2. Classificação das Redes Aéreas de Distribuição de Acordo com a Velocidade do Vento da Área à Temperatura Máxima de 15° C

- Leves: Vento até 80 km/h.
- Média: Vento até 100 km/h.
- Pesada: Vento até 130 km/h.

Para regiões onde se verificarem maiores velocidades do vento deverá ser feito um estudo específico.

7.14.3. Estais

A resultante dos esforços, transferência a 200 mm do topo para postes circulares e a 150 mm face "A" e 100 mm face "B" para postes duplo "T", deverá ser comparada com sua resistência nominal.

Todos os esforços excedentes à resistência nominal do poste ou do engastamento deverão ser absorvidos por meio de estais de âncora.

Geralmente esta situação ocorre em postes que sustentam estruturas de ancoragem, estruturas em ângulos e estruturas em derivações.

Assim, recomenda-se projetar:

- Estais Longitudinais: em estruturas de ancoragem a cada 2 km no máximo, de trecho tangente, para cabos 4 AWG e 1,5 Km para cabo 2 até 2/0 AWG. Para condutores de maior bitola este trecho deverá ser menor, devido a dificuldade de seu tensionamento.
- Em estruturas que, devido a sua posição no perfil, e que estejam sujeitas a esforços provocados por obstáculos que exijam medidas especiais de segurança e em estruturas de final de trecho.
- Estais Laterais: devem ser previstos, quando necessários, nos seguintes casos:
 - Nas estruturas em ângulos e de ancoragem.
 - Nas estruturas de travessias de obstáculos que exijam medidas especiais de segurança.
 - Nas estruturas de derivações e no máximo a cada quilômetro de trecho em tangente prevenindo a ação do vento lateral.

Nos casos de campo aberto recomenda-se estais laterais em lances menores, observando-se ainda, o diâmetro do condutor e a velocidade do vento na região.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	37 DE 114

Nos terrenos onde é impraticável o estabelecimento especial (Fundação em pântano – NTD-007). Neste caso reduzir o tamanho dos vãos e a tração nos condutores.

Os estais longitudinais deverão ser calculados considerando-se inicialmente o encabeçamento dos condutores apenas de um lado da estrutura, procurando assim, garantir a sua estabilidade mesmo na hipótese de rompimento destes condutores.

Para estais laterais considera-se o esforço provocado por ventos atuando sobre a estrutura e condutores, e a tração de projeto do condutor calculada para o vento máximo ocorrendo a 15° C.

7.14.4. Resistência do Solo

Na elaboração do projeto deve-se levar em conta o momento resistente oferecido pelo solo ao tombamento da estrutura, que depende basicamente dos seguintes aspectos:

- Profundidade de esgastamento;
- Dimensões da base do poste;
- Características do terreno.

7.14.5. Estabilidade das Estruturas

Na elaboração do projeto deve ser levado em conta as características que definem a estabilidade das estruturas tais como:

- Resistência mecânica do poste aos esforços de compressão que, atuando na direção de seu comprimento, provocarão um esforço de compressão ou flambagem;
- Resistência mecânica do solo aos esforços de compressão;
- Resistência mecânica da cruzeta à flexão, sendo considerados os esforços verticais e horizontais que poderão atuar sobre a mesma;
- A carga nominal da cruzeta será igual a 50% de sua carga de ruptura;
- Resistência mecânica do estai;
- Resistência mecânica dos pinos.

7.14.6. Considerações sobre a Montagem

O desenho do perfil do cabo deve representar tão fielmente quanto possível a sua posição na condição de flecha máxima. Para que o projeto represente a construção, a montagem dos cabos deve ser realizada nas condições de projeto, ou seja, a montagem deve ser feita com a tração correta em função dos vãos e temperatura ambiente, de acordo com as tabelas do anexo 2.

7.14.6.1. Vão Regulador

- a) As tabelas de flechas e trações foram calculadas para vasos nivelados e ancorados em ambas as extremidades.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	38 DE 114

Para se aplicar estas tabelas a vãos contínuos, de apoio ou suspensão, ou seja, vãos de trecho nivelados, ancorados nas extremidades, porém apoiados em diversos pontos intermediários, deve-se antes calcular o vão regulador ou equivalente do trecho.

$$a_{reg} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{2}$$

Onde:

a_{reg} = Comprimento em metros do vão regulador;

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ = São os comprimentos individuais dos vãos de apoio ou suspensão do referido trecho, nivelado e ancorado nos extremos em metros

b) Vãos Uniformes

Quando a distribuição dos vãos for razoavelmente uniforme, isto é, os vãos existentes no trecho considerado possuírem comprimentos semelhantes, o vão regulador poderá ser calculado a partir da seguinte expressão:

$$V_{reg} = V_{méd} + 2/3 (V_{máx} - V_{méd})$$

Onde:

V_{reg} => Vão regulador (m).

$V_{méd}$ => Vão médio, correspondendo a média aritmética dos vãos existentes no trecho considerado (m).

$V_{máx}$ => Vão máximo, correspondendo ao maior vão existente no trecho considerado (m).

OBS: Esta expressão deve ser utilizada apenas quando o vão máximo e o vão médio obedecerem a seguinte relação:

$$\frac{V_{máx}}{V_{méd}} < ou = 1.3$$

7.14.6.2. Locação de Estruturas

A locação de estruturas no perfil deve ser realizada com a utilização dos gabaritos para vãos contínuos e gabaritos para vãos ancorados, obedecendo-se as limitações das estruturas em ângulos e tangentes. Para que, durante a construção, não surjam motivos que obriguem a modificações nas posições e dimensionamento das estruturas, essa locação deve ser feita considerando-se todos os fatores que afetarão a implantação do poste no terreno, já identificados na exploração do traçado.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	39 DE 114

Esta representação deverá ser desenhada a lápis sobre o perfil que deverá ser desenhado a nanquim.

Para vãos isolados com valores iguais ou superiores a 3,5 vezes o vão básico, o lançamento deverá ser feito com gabarito elaborado para os casos específicos, bem como deverá ser anexado ao projeto a memória de cálculos relativos, inclusive os dos esforços que as estruturas serão submetidas.

7.14.6.3. Escolha de Estruturas

As estruturas a serem utilizadas são aquelas contidas na NTD-007.

a) Determinação das estruturas

Para escolha das estruturas poderão ser utilizados gráficos que determinem para as situações de tangência e ângulos, a limitação máxima de cada estrutura, de acordo com a bitola e o ângulo de deflexão dos condutores, modelo no anexo 1.

Notas:

- 1) *Podem ocorrer situações em que mais de um tipo de estrutura é viável, devendo-se neste caso optar pelo tipo de construção mais econômica;*
- 2) *É recomendável evitar grandes variações no tamanho dos vãos, procurando mantê-los próximo ao vão básico, escolhido para a construção do gabarito. Sendo inevitável o emprego de vãos ou ângulos superiores aos previstos nos gráficos, deverá ser especificada uma estrutura especial, cujo desenho e memória de cálculo deve fazer parte do projeto constando de preferência na própria folha do perfil.*
- 3) *No caso de utilização de métodos de otimização para determinação de estruturas, as quais forem divergentes das encontradas nesta norma, as respectivas memórias de cálculo e as tabelas deverão ser devidamente assinadas pelo RT e anexadas ao projeto, podendo ou não ser aceitas pela CHESP.*

b) Disposição dos condutores

Nos circuitos trifásicos, os condutores serão dispostos num mesmo plano horizontal ou na disposição triangular e nos circuitos monofásicos (F-N) na disposição vertical.

c) Nas estruturas N1 e N2 consecutivas é obrigatório a alternância da posição dos isoladores centrais em relação aos postes (Zig-Zag).

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	40 DE 114

7.14.7. Afastamento Mínimos

7.14.7.1. Distâncias Mínimas dos Condutores Fase ao Solo ou Obstáculos, em Condições de Flecha Máxima.

NATUREZA	Dist.(em mm)
Locais acessíveis exclusivamente a pedestres	5.500
Locais acessíveis a trânsito de veículos, travessias sobre estradas particulares.	6.000
Rodovias	*
Ferrovias não eletrificadas	*
Suporte de linha pertencente à ferrovia	*
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação.	*

* Deverão ser atendidas as exigências do órgão ([DENIT](#), [AGETOP](#), [RFFSA](#)).

7.14.7.2. Distâncias Mínimas dos Condutores a Superfície da Água

- Águas navegáveis, na condição de flecha máxima, a altura será dada por:

$$D = H + 2m$$

Sendo:

D = A distância mínima acima do nível máximo da água atingida pela maior enchente.

H = Corresponde a altura do maior mastro de embarcação, informada pela autoridade responsável pela navegação da via considerada.

- Águas não navegáveis: distância mínima de 6 m acima do nível máximo da água atingida pela maior enchente.

7.14.7.3. Distâncias Verticais Mínimas na Estrutura Entre os Condutores de um Mesmo Circuito

Tensão Nominal (kV)	Distância (mm)
0,6 < V < 15	500
15 < V < 35	700

7.14.7.4. Distâncias Verticais Mínimas entre os Condutores nos Cruzamentos

As distâncias mínimas verticais dos condutores de circuitos diferentes, verificados nas condições mais favoráveis de aproximação, serão dadas:

$$D = a + 0,01 (Du/1,732 - 50)$$

Sendo:

D = Distância mínima entre os condutores em metros;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	41 DE 114

Du= Distância, em metros, numericamente igual a tensão em kV, mais elevada das duas linhas consideradas;

a= Distância básica, conforme valores abaixo (em metros)

- Linha de Energia Elétrica => 1,2
- Linha de Telecomunicações => 1,8

Notas:

1) *Para tensões menores ou iguais a 87 kV deve ser considerada apenas a primeira parcela, isto é $D = a$.*

Para altitudes superiores a 1.000 m em relação ao nível do mar, o valor da segunda parcela de "D" deverá ser acrescida de 3% para cada 300 m de altitude acima de 1.000 m.

2) *A linha de maior tensão deve ficar acima da de menor tensão, satisfazendo as distâncias mínimas de segurança e, caso a linha ou rede a ser transposta tenha cabo muito leve (telefônico, telegráfico, etc.), deve ser considerada a possibilidade de inversão de flecha ocasionada pelo vento.*

7.14.8. Emprego de Gabaritos

7.14.8.1. Deverão ser utilizados gabaritos distintos para vãos ancorados e para vãos contínuos.

7.14.8.2. Para vãos contínuos deve-se verificar se há esforço de arrancamento nas estruturas através das linhas de arrancamento a 0° C.

7.14.8.3. Deve ser verificado a existência de esforços de arrancamento em todas as estruturas que estiverem em cota inferior a média das cotas das estruturas adjacentes, conforme anexo 6.

7.14.8.4. Caso haja esforço de arrancamento, uma das alternativas a seguir deve ser adotada, sendo que, se mais de uma das alternativas for viável, deve ser adotada a mais econômica.

- a) No sentido longitudinal da rede, deslocar a estrutura a ré ou avante, ou
- b) Aumentar a altura do poste, ou
- c) Utilizar uma estrutura de ancoragem.

No caso de adoção das alternativas a) e b), deve ser verificado se os esforços de arrancamento foram eliminados, não sendo necessário a verificação no caso de adoção da alternativa c).

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	42 DE 114

7.14.8.5. Na utilização do gabarito, este deve sempre trabalhar rigorosamente na posição vertical qualquer que seja o perfil do terreno.

7.14.9. Exemplo de Utilização de Gabaritos

7.14.9.1. Determinação de uma Série de Estruturas em Poste de 10m conforme Anexo 6.

- a) Utilizando-se o gabarito para vãos contínuos na última estrutura projetada fazer coincidir a linha do condutor à 50° C no ponto de apoio do condutor “A” e a linha do pé do poste no ponto “B” (pé do poste).
- b) Deslocando o gabarito sempre na vertical, mantendo os pontos “A” e “B” nas respectivas curvas, tangenciar a linha de terra com o perfil do terreno, ponto “C”.
- c) A interseção da linha do pé do poste com o perfil do terreno, ponto “D” mostra a localização da estrutura seguinte N1 ou N2, poste de 10 m.

7.14.9.2. Verificação de Arrancamento, conforme Anexo 6.

- a) Verificar se a cota da estrutura “E2” é inferior a média das cotas das estruturas adjacentes (E1 e E3).
- b) Caso a cota seja inferior a média das cotas das estruturas adjacentes, deve ser verificado a existência de esforços de arrancamento em E2, caso contrário esta verificação não é necessária.
- c) Para verificação da existência de esforços de arrancamento em “E2”, sempre com o gabarito na vertical, fazer a linha de arrancamento (0° C) coincidir com os pontos de apoio dos condutores “A” e “C” nas duas estruturas adjacentes “E1” e “E3”.
- d) Caso a linha de arrancamento nas condições descritas em “C” passar acima do ponto de apoio do condutor “B” em “E2”, existem esforços de arrancamento nesta estrutura. Neste caso uma das alternativas descritas em 7.14.8.4, deve ser adotada. Se a linha de arrancamento passar abaixo ou tangenciando o ponto de apoio dos condutores “B” na estrutura “E2”, não existirão esforços de arrancamento nesta estrutura.

8. MEDIÇÃO

8.1. Disposições Gerais

- a) A medição de energia de energia deve estar situada dentro da propriedade do consumidor, em local de fácil acesso. Toda medição em B.T. deve ser localizada junto ao poste do transformador de distribuição.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	43 DE 114

- b) Nas instalações de transformadores em base de concreto a medição deve situar-se os desenhos da NTD-001.
- c) Os medidores deverão ser instalados o mais próximo possível dos transformadores para medição, cuja localização também deverá ser previamente aprovada pela CHESP.
- d) No caso de medição em tensão secundária, os condutores de B.T. devem ficar inacessíveis para o consumidor, desde os terminais secundários do transformador até a saída dos TC's. Os terminais secundários do transformador deverão possuir caixa de blindagem com dispositivo para lacre excetuando-se as montagens em poste ou plataforma.
- e) Toda caixa por onde passam condutores transportando energia não medida, deve ser lacrada pela CHESP, sendo o consumidor responsável por sua inviolabilidade. Nestas caixas não poderão passar condutores transportando energia já medida. Quando a caixa de medição for presa diretamente ao poste, deve ser aplicada massa plástica de vedação nas junções do eletroduto com a caixa.
- f) Na hipótese de modificação na construção, tornando o local de sua medição insatisfatório, o consumidor deve propor uma nova instalação, em local previamente aprovado pela CHESP.
- g) Nas subestações, postos, cabines ou compartimentos, os aparelhos de medição devem ser instalados em caixas fabricadas de acordo com as características estabelecidas pela norma, Quando ocorrer medição em tensão primária de distribuição os TP's devem ser fixados em suportes apropriados cujos desenhos devem também ser previamente aprovados pela CHESP.
- h) A face superior da(s) caixa(s) para medidor(es) deve(m) ficar a uma altura de 1,65 mais ou menos 0,05 m, em relação ao piso acabado.
- i) Estando a caixa do medidor embutida em muro ou parede, estas deverão estar arrematadas por ocasião da ligação, deixando a caixa com uma saliência de 2,5 mais ou menos 0,5 cm.
- j) Nas subestações abrigadas a medição será instalada na sua parte externa, na parede, devidamente protegida. Quando a subestação for blindada a medição será instalada no seu corpo, em compartimento apropriado.
- k) Os eletrodutos devem ser de PVC rígido, rosqueável, conforme NBR-6150 ou metálico rígido, pesado, pintado, de diâmetro interno adequado. Quando forem sujeitos a ação corrosiva, os eletrodutos metálicos devem ser zincados por imersão a quente conforme NBR-6323.
- l) Em casos especiais a medição poderá ser feita em tensão primária, a critério da CHESP, para valores de potência iguais ou inferiores aos citados em 8.2.2.
- m) Ficará a critério da CHESP, a instalação da medição que julgar necessária, bem como sua substituição.
- n) Nas medições em tensão primária, os condutores que derivam dos TC's e TP's devem ficar inacessíveis ao consumidor até os medidores.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	44 DE 114

8.2. Forma de Medição

8.2.1 Medição em Tensão Secundária

A medição será feita em tensão secundária de distribuição para potência igual ou inferior a 600 kVA com tensão de 380/220 V.

Notas:

- 1) Quando houver previsão de aumento de carga pelo consumidor, a CHESP poderá efetuar a medição em tensão primária.
- 2) Quando a capacidade de transformação for igual ou inferior aos limites estipulados acima e o consumidor possuir transformador com tensões secundárias diferentes das padronizadas pela CHESP, a medição será feita em A.T; devendo o consumidor arcar com todo o ônus de instalação.

8.2.2. Medição em Tensão Primária

No caso de potências de transformação superiores as citadas em 8.2.1, a medição deve ser feita em tensão primária de distribuição.

9. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Os seguintes elementos deverão compor, basicamente, os projetos que serão apresentados nos formatos padronizados pela CHESP (NTD-011) e ABNT (NBR-5984), observando-se ainda as seguintes disposições:

- a) Todo projeto deverá vir acompanhado da tabela de locação de estruturas, conforme modelo no anexo 11, obedecendo o estipulado abaixo:

Com base no projeto deve ser elaborada a tabela de locação contendo:

- A numeração das estruturas em ordem sequencial, conforme projeto;
- Tipo das estruturas projetadas, utilizando a nomenclatura definida na NTD-007;
- Tipo, resistência nominal e comprimento dos postes;
- Amarrações das estruturas às estacas mais próximas do levantamento topográfico;
- Ângulos complementares ou suplementares;
- Quantidade de estais longitudinais e laterais, por estrutura, quando for o caso;
- Distancias entre estruturas;
- Tipos de seccionamento e proteção.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	45 DE 114

- b) Os projetos que possuem travessias sobre rodovias (BR's, GO's), rios navegáveis ou ferrovias também deverão vir necessariamente acompanhados da caderneta de campo do trecho da travessia devidamente calculada, bem como da respectiva planta com os detalhes e informações sobre a mesma. Além disso, observar as demais exigências para travessias.
- c) Deve-se indicar uma ou mais pontos na RDR existente que possam servir de referência de modo a possibilitar a identificação da saída do ramal (ex.: chave numerada, saídas de ramais existentes, etc.) devendo constar ainda, na planta baixa, todas as estruturas existentes entre um ponto de referência e a estrutura de saída do novo ramal. Indicar ainda os seguintes dados relativos ao primeiro consumidor existente antes e após o novo ramal:
- Nome da propriedade;
 - Nome do proprietário;
 - Numeração das respectivas chaves de saída de ramal ou posto de transformação;
 - Distância entre estruturas adjacentes.
- d) Quando o projeto for atender mais de um consumidor, partindo do mesmo ponto de derivação, deverá constar nele o nome de todos os interessados.
- e) Sempre que possível deverá ser indicado no projeto as coordenadas do início e das deflexões do ramal, bem como do poste do posto de transformação.

9.1. Elementos que Deverão Fazer Parte do Projeto

Os seguintes elementos deverão compor basicamente o projeto:

- Memorial descritivo, constando nome do proprietário, localização, município e fim a que se destina, apresentando justificativa técnica do projeto.
- Cálculo de demanda, conforme item 7.10.3.
- Cálculo de queda de tensão.
- Tabela para vão regulador.
- Planta de Situação.
- Autorização de passagem.
- Declaração para instalação de transformador.
- Listagem e especificação dos materiais e equipamentos, em separado, rede e subestação/transformador.
- Desenho do perfil e a planimetria do terreno com a rede projetada e nome dos proprietários, conforme NTD-009.
- O lançamento da rede no perfil deve mostrar claramente seu caminhamento tipos de estruturas, distâncias e deflexões.
- Planta baixa do caminhamento conforme NTD-011, e Anexo 9, constando:

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	46 DE 114

- Ponto de derivação, rede ou subestação existentes e suas características, condutores e tensão de operação, localização dos equipamentos de proteção e manobra, assinalar os consumidores previstos e/ou prováveis, denominar a localidade ou grupo de consumidores a serem atendidos.
- Tabela de locação de estruturas, conforme modelo no Anexo 11.
- Detalhes das travessias.
- Ficha de levantamento cadastral rural, conforme modelo no Anexo 8.
- Quadro de Carga.
- Projeto específico da subestação ou posto de transformação conforme as normas da CHESP.
- Laudo técnico de equipamentos (transformador, chave fusível e para-raios).
- Formulários e/ou documentos complementares conforme exigências administrativas do setor de eletrificação rural da CHESP.
- Todos os casos especiais citados nesta norma deverão ser acompanhados de memória de cálculo, diagrama de esforços, quando for o caso, e justificativa devidamente assinadas pelo RT do projeto.

9.2. Generalidades

- O projeto elaborado a partir de mapas e plantas da área abrangida pela RDR, será composto de um mapa chave (onde será lançado o traçado da rede), planta do perfil do caminhamento com sua correspondente projeção vertical (planta baixa) e desenhos de detalhes, conforme NTD-009.
- Os projetos deverão ser apresentados em 05 (cinco) vias, das quais uma ficará a disposição do interessado.
- Todas as plantas deverão ser numeradas sendo que o número correspondente deverá vir mostrando em destaque, assim como seus elementos descritivos essenciais à identificação da planta.
- Todos os desenhos, mapas, plantas, gráficos, orçamentos, cronogramas, pareceres e os anexos deverão ser assinados pelo engenheiro responsável, devidamente habilitado pelo CREA-GO, acompanhados da respectiva ART, respeitadas as exigências desse conselho.
- Os desenhos, mapas, plantas e gráficos deverão ser apresentados de tal forma que permita identificar claramente todos os seus elementos, em todas as folhas e cópias.
- Não serão aceitas cópias malfeitas ou rasuradas.
- Não serão aceitas reduções ou ampliações cujas escalas não tenham sido modificadas de forma a se compatibilizarem com os desenhos, mapas, plantas e gráficos apresentados.
- Todo desenho deverá possuir legenda conforme modelo apresentado na NTD-009.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	47 DE 114

- No projeto deverá ser indicada a propriedade da rede existente, ou seja, se é rede de propriedade da CHESP ou se é rede particular.
- O projeto deverá ser assinado também pelo(s) proprietário(s).
- Todos os desenhos deverão ser plotados.
- Os demais componentes deverão ser digitados.
- Quando necessário, a CHESP através de seus setores técnicos específicos, prestará a profissionais devidamente habilitados informações técnicas quanto a aplicação de suas normas técnicas, bem como aos casos especiais não abrangidos pelas mesmas.
- Nos projetos elaborados por terceiros a especificação dos materiais e equipamentos também serão de responsabilidade do RT pelo projeto que deverá atender as exigências da Padronização da CHESP e ABNT.
- O controle de qualidade dos materiais e equipamentos a serem utilizados em redes de distribuição, entradas consumidoras e instalações internas também serão de responsabilidade do RT da obra que deverá atender as exigências da padronização da CHESP e ABNT.
- A CHESP a seu critério e quando julgar conveniente, em qualquer época de construção poderá também fazer o controle de qualidade dos materiais e equipamentos utilizados, realizando testes e/ou ensaios podendo inclusive rejeitar os que estiverem em desacordo com as suas normas técnicas.
A realização dos testes/ensaios em nenhuma hipótese transfere a responsabilidade à CHESP quanto às especificações técnicas dos materiais/equipamentos e construção, não eximindo, portanto, a responsabilidade dos RT's do projeto e da obra.
- O responsável pela fiscalização de redes rurais fará a verificação do atendimento das exigências das normas técnicas da CHESP e ABNT, tanto no que se refere a execução do projeto devidamente aprovado, quanto na aplicação dos materiais/equipamentos e qualidade dos serviços executados na construção da rede, entradas consumidoras e instalações internas do consumidor.
A fiscalização por parte da CHESP não transfere a ela a responsabilidade técnica, não eximindo, portanto, em nenhuma hipótese, a responsabilidade dos RT's do projeto e da obra.
- Os casos especiais e os que não constam nas normas técnicas, especificações e padronizações da CHESP deverão ser previamente consultados e submetidos à aprovação do Departamento Técnico.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	48 DE 114

10. ENTRADA DE SERVIÇO

10.1. Materiais e Equipamentos Fornecidos pela CHESP

Os equipamentos de medição (medidores, transformadores de corrente, de potencial e chaves de aferição) serão fornecidos pela CHESP.

10.2. Materiais e Equipamentos Fornecidos pelos Consumidores

Os materiais constituintes da entrada de serviço deverão ser providenciados e instalados pelos consumidores de acordo com a padronização da CHESP e estarão sujeitos a aprovação por ela.

10.3. Execução da Entrada de Serviço

A execução da entrada de serviço ficará a cargo do consumidor, devendo, para tanto, ter o projeto previamente aprovado pela CHESP.

10.4. Conservação da Entrada de Serviço

O consumidor é obrigado a manter em bom estado de conservação todos os materiais e equipamentos da entrada de serviço.

Sempre que for constatada deficiência técnica ou de segurança, o consumidor será notificado por escrito das irregularidades existentes, sendo que será prefixado um prazo pela CHESP durante o qual o consumidor deverá providenciar os reparos necessários.

Caso os reparos não sejam providenciados será suspenso o fornecimento, observando ainda que o consumidor será responsável por todos os danos eventuais causados aos materiais e equipamentos de propriedade da CHESP.

10.5. Condições não permitidas

- a) Não será permitido o paralelismo de geradores de propriedade do consumidor com o sistema CHESP. Para evitar qualquer possibilidade desse paralelismo, o projeto das instalações elétricas deverá apresentar uma das seguintes soluções:
 - Instalação de uma chave reversível de acionamento manual ou elétrico, com intertravamento elétrico ou mecânico, separando os circuitos alimentados pelo sistema CHESP, do quadro particular, de modo a reverter o fornecimento. Esta chave deverá possibilitar o seccionamento das fases e do neutro e ser provida de dispositivo para lacre, mantendo-se somente o seu comando acessível;
 - Construção de um circuito de emergência, alimentado pelo gerador particular, independente do circuito normal. Será vedada a interligação do circuito de emergência com o circuito alimentado pelo sistema CHESP.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	49 DE 114

Notas:

- 1) *A CHESP não se responsabilizará quanto a danos causados por manobras inadequadas e/ou defeitos nos equipamentos de transferência da fonte de energia, ficando o consumidor responsável por quaisquer danos que porventura venham a ser causados em suas redes e/ou equipamentos, funcionários, bem como a terceiros.*
 - 2) *Casos de co-geração deverão ser submetidos a análise prévia por parte da CHESP.*
- b) Não será permitido ao consumidor a utilização dos transformadores de medição, de propriedade da CHESP, para acionamento de proteção ou quaisquer outros fins.
 - c) Não será permitido o acesso de pessoas não credenciadas aos equipamentos, assim como violar lacres colocados pela CHESP, sob pena de suspensão de fornecimento, sem prejuízo das demais sanções previstas pela ANEEL.
 - d) Não será permitido aos consumidores qualquer aumento de carga, além do limite correspondente ao tipo de fornecimento em que se enquadram, sem prévia autorização da CHESP. Em caso de inobservância por parte do consumidor do disposto neste item, a CHESP ficará desobrigada de garantir a qualidade do fornecimento, podendo inclusive suspendê-lo se vier a prejudicar o atendimento a outras unidades consumidoras.

10.6. Oscilações

Caso haja, na unidade consumidora, carga susceptível de provocar distúrbios no sistema elétrico da CHESP, tais como desequilíbrio de tensão e corrente, flutuação de tensão ou frequência, distorção da forma de onda de tensão ou corrente ou qualquer combinação desses efeitos, com valores que ultrapassem os índices estabelecidos pela ANEEL, é facultado à CHESP exigir desse consumidor o cumprimento de uma das seguintes obrigações:

- a) A instalação de equipamentos corretivos na unidade consumidora;
- b) Pagamento do valor das obras necessárias no sistema elétrico da CHESP, para eliminação dos efeitos desses distúrbios.

10.7. Acesso às Instalações Consumidoras

O consumidor deverá permitir, em qualquer tempo, o livre acesso dos funcionários da CHESP, devidamente credenciados, às instalações elétricas de sua propriedade, para fins de levantamento de dados, controle e aferição dos medidores, etc; e fornecer a eles todas as informações solicitadas sobre o funcionamento dos seus aparelhos e instalações.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	50 DE 114

10.8. Fator de Potência

- a) Os consumidores deverão manter o fator de potência indutivo de suas instalações o mais próximo possível da unidade. Caso seja constatado com base em medição apropriada, fator de potência inferior ao limite estabelecido pelo ANEEL, será efetuado o ajuste de faturamento previsto na legislação em vigor.
- b) No caso de instalação de capacitores para correção do fator de potência, os projetos deverão mostrar como a correção será feita, inclusive demonstrando os cálculos, sistemas de comando e proteção dos capacitores a serem instalados.

10.9. Postos de Transformação, Subestações, Cabines, etc.

Para potência de transformação igual ou superior a **45 KVA** deverá ser apresentado previamente à CHESP para aprovação, o projeto específico do posto de transformação, cabine e/ou subestação, de conformidade com as normas técnicas da CHESP para cada classe de tensão.

10.9.1. Os postes a serem utilizados nos postos de transformação constam das tabelas 19 e 20.

10.10. Segurança

Recomendam-se os seguintes procedimentos a fim de resguardar a segurança do pessoal e dos equipamentos.

10.10.1. Execução de Manobras Elétricas

- a) Toda e qualquer manobra somente poderá ser feita por pessoa capacitada e devidamente autorizada;
- b) Quando for autorizada a execução de uma manobra, a ordem deve ser transmitida com clareza e precisão.
Deve-se certificar que a pessoa encarregada da manobra entendeu corretamente a ordem dada;
- c) Antes de executar qualquer manobra deve-se planejá-la e concentrar-se com atenção sobre o que vai fazer, agindo calmamente e com segurança. Deve-se certificar de que não há perigo de acidentes;
- d) Todas as manobras devem ser efetuadas usando luvas de borracha com isolamento adequada à tensão de serviço;
- e) Antes de usar os equipamentos de segurança (bastão de manobra, capacetes, cintos, luvas de borracha, etc.) deve-se verificar o estado em que se encontram e se são apropriados para o serviço a executar;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	51 DE 114

- f) Nunca se deve desligar as chaves seccionadoras ou chaves fusíveis destinadas a abertura sem carga, quando houver carga ligada nos circuitos dessas chaves;
- g) Quando for o caso, deverá existir uma placa de advertência indicando a necessidade de se aterrar os capacitores, após a abertura do dispositivo de interrupção do circuito de alimentação deles.

10.10.2. Serviços de Manutenção e Reparos

- a) Antes de se iniciar qualquer trabalho de manutenção ou reparo num circuito deve-se desligar os equipamentos de manobra correspondente;
- b) Evitar os riscos de acidentes por corrente de retorno aterrando a instalação desligada, antes e depois do trecho onde se irá trabalhar;
- c) Para se trabalhar em aparelhos ligados no circuito deve-se desligá-lo sempre através dos equipamentos de manobra e se eles estiverem distanciados do ponto em que será realizada a manutenção ou reparo, deverão ser feitas sinalizações convenientes;
- d) Deve-se periodicamente verificar as resistências de aterramento e observar o estado das conexões de ligação à terra;
- e) Os equipamentos de proteção e os materiais de operação tais como escadas, alicates isolados, varas de manobras, etc.; devem ser conservados limpos e em condições de uso;
- f) As luvas de borracha devem ser mantidas em lugar seco, polvilhadas de talco e dentro de caixas apropriadas, devidamente testadas.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	52 DE 114

TABELA – 1

CARGA MÍNIMA E FATORES DE DEMANDA PARA INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL

DESCRIÇÃO	CARGA MÍNIMA W/m ²	FATOR DE DEMANDA (%)
RESIDÊNCIAS	30	$0 < P \leq 1$ _____ 86 $1 < P \leq 2$ _____ 75 $2 < P \leq 3$ _____ 66 $3 < P \leq 4$ _____ 59 $4 < P \leq 5$ _____ 52 $5 < P \leq 6$ _____ 45 $6 < P \leq 7$ _____ 40 $7 < P \leq 8$ _____ 35 $8 < P \leq 9$ _____ 31 $9 < P \leq 10$ _____ 27 $10 < P$ _____ 24 *
HOTÉIS E SEMELHANTES	20	50 PARA OS PRIMEIROS 20 KW 40 PARA OS SEGUINTE 80 KW 30 PARA OS QUE EXCEDER DE 100 KW
IGREJAS E SEMELHANTES	15	100
RESTAURANTES E SEMELHANTES	20	100
ESCOLAS E SEMELHANTES	30	100 PARA OS PRIMEIROS 12 KW 50 PARA O QUE EXCEDER DE 12 KW

Nota:

1) Instalações em que, por sua natureza, a carga seja utilizada simultaneamente, deverão ser considerados fator de demanda de 100%

* Potência em kW.

TABELA – 2

FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS RESISTIVOS

N.º DE APARELHOS	TIPO DE APARELHO				
	CHUVEIRO ELÉTRICO (%)	TORNEIRA ELÉTRICA, MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA E QUECEDOR DE ACUMULAÇÃO (%)	AQUECEDOR CENTRAL (%)	FOGÃO ELÉTRICO (%)	MÁQUINA DE SECAR ROUPA (%)
01	100	100	100	100	100
02	68	72	71	60	95
03	56	62	64	48	90

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	53 DE 114

04	48	57	60	40	85
05	43	54	57	37	80
06	39	52	54	35	70
07	36	50	53	33	62
08	33	49	51	32	60
09	31	48	50	31	54
10 a 11	30	46	50	30	50
12 a 15	29	44	50	28	46
16 a 20	28	42	47	26	40
21 a 25	27	40	46	26	36
26 a 35	26	38	45	25	32
36 a 40	26	36	45	25	26
41 a 45	25	35	45	24	25
46 a 55	25	34	45	24	25
56 a 65	24	33	45	23	25
MAIS DE 65	23	32	45	24	25

TABELA – 3

FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS DE AR CONDICIONADO – TIPO JANELA

N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	
	COMERCIAL	RESIDENCIAL
1 a 10	100	100
11 a 20	90	86
21 a 30	82	80
31 a 40	80	78
41 a 50	77	75
51 a 75	75	75
76 a 100	75	65
Acima de 100	75	60

OBS.: Quando se tratar de unidades central de condicionamento de ar, deve-se tomar o fator de demanda igual a 100%

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	54 DE 114

TABELA – 4

DEMANDA INDIVIDUAL – MOTORES MONOFÁSICOS

VALORES NOMINAIS DO MOTOR						DEMANDA INDIVIDUAL ABSORVIDA DA REDE KVA			
POTÊNCIA		COS Ø	N	CORRENTE		1 MOTOR	2 MOTORES	3 a 5 MOTORES	MAIS DE 5 MOTORES
EIXO CV	ABSORVIDA REDE kW			(220V) A	(440V) A				
1/4	0,39	0,63	0,47	2,8	1,4	0,62	0,50	0,43	0,37
1/3	0,52	0,71	0,47	3,3	1,6	0,73	0,58	0,51	0,44
1/2	0,66	0,72	0,56	4,2	2,1	0,92	0,74	0,64	0,55
3/4	0,89	0,72	0,62	5,6	2,8	1,24	0,99	0,87	0,74
1,0	1,10	0,74	0,67	6,8	3,4	1,49	1,19	1,04	0,89
1,5	1,58	0,82	,70	8,8	4,4	1,93	1,54	1,35	1,16
2,0	2,07	0,85	0,71	11	5,5	2,44	1,95	1,71	1,46
3,0	3,07	0,96	0,72	15	7,5	3,20	2,56	2,24	1,92
4,0	3,98	0,96	0,74	19	9,5	4,15	3,32	2,91	2,49
5,0	4,91	0,94	0,75	24	12	5,22	4,18	3,65	3,13
7,5	7,46	0,94	0,74	36	18	7,94	6,35	5,56	4,76
10,0	9,44	0,94	0,78	46	23	10,04	8,03	7,03	6,02
12,5	12,10	0,93	0,76	59	29,5	13,01	10,41	9,11	7,81

Notas:

1) O fator de potência e rendimento são valores médios, referidos a 3.000 RPM

2) Exemplo de aplicação da Tabela:

2 Motores de 1,0 cv	_____	$2 \times 0,89 = 1,78$
3 Motores de ½ cv	_____	$3 \times 0,55 = 1,65$
1 Motor de 2,0 cv	_____	$1 \times 1,46 = 1,46$
6 Total de Motores		TOTAL = 4,89 kVA

3) No caso de existirem motores monofásicos e trifásicos na relação de carga do consumidor, a demanda individual deve ser computada considerando a quantidade de total de motores.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	55 DE 114

TABELA – 5

DEMANDA INDIVIDUAL – MOTORES TRIFÁSICOS

VALORES NOMINAIS DO MOTOR						DEMANDA INDIVIDUAL ABSORVIDA DA REDE kVA			
POTÊNCIA		COS Ø	N	CORRENTE		1 MOTOR	2 MOTORES	3 a 5 MOTORES	MAIS DE 5 MOTORES
EIXO CV	ABSORVIDA REDE kW			(220V) A	(380V) A				
1/6	0,25	0,67	0,49	0,9	0,52	0,37	0,30	0,26	0,22
1/4	0,33	0,69	0,55	1,2	0,69	0,48	0,38	0,34	0,29
1/3	0,41	0,74	0,60	1,5	0,86	0,56	0,45	0,39	0,34
1/2	0,57	0,79	0,65	1,9	1,10	0,72	0,58	0,50	0,43
3/4	0,82	0,76	0,67	2,8	1,61	1,08	0,86	0,76	0,65
1,0	1,13	0,82	0,65	3,7	2,13	1,38	1,10	0,97	0,83
1,5	1,58	0,78	0,70	5,3	3,06	2,03	1,62	1,42	1,22
2,0	1,94	0,81	0,76	6,3	3,63	2,40	1,92	1,68	1,44
3,0	2,91	0,80	0,76	9,5	5,48	3,64	2,91	2,55	2,18
4,0	3,82	0,77	0,77	13	7,50	4,96	3,97	3,47	2,98
5,0	4,78	0,85	0,77	15	8,65	5,62	4,50	3,93	3,37
6,0	5,45	0,84	0,81	17	9,81	6,49	5,19	4,54	3,89
7,5	6,90	0,85	0,80	21	12,12	8,12	6,50	5,68	4,87
10	9,68	0,90	0,76	26	15,00	10,76	8,61	7,53	6,46
12,5	11,79	0,89	0,78	35	20,19	13,25	10,60	9,28	7,95
15	13,63	0,91	0,81	39	22,50	14,98	11,98	10,49	8,99
20	18,40	0,89	0,80	54	31,16	20,67	16,54	14,47	12,40
25	22,44	0,91	0,82	65	37,50	24,66	19,73	17,26	14,80
30	26,93	0,91	0,82	78	45,01	29,59	23,67	20,71	17,76
50	44,34	0,90	0,83	125	72,12	49,27	-	-	-
60	51,35	0,89	0,86	145	83,66	57,70	-	-	-
75	62,73	0,89	0,88	180	103,56	70,48	-	-	-

Notas:

1) O fator de potência e rendimento são valores médios, referidos a 3.600 RPM.

2) Exemplo de aplicação da Tabela:

3 Motores de 5 cv _____ $3 \times 3,93 = 11,79$
 1 Motor de 3 cv _____ $1 \times 2,55 = 2,55$
 1 Motor de 2 cv _____ $1 \times 1,68 = 1,68$
 5 Total de Motores _____ **TOTAL = 16,02 kVA**

3) No caso de existirem motores monofásicos e trifásicos na relação de carga do consumidor, a demanda individual deve ser computada considerando a quantidade de total de motores.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	56 DE 114

TABELA – 6

**CONDUTORES E PROTEÇÃO GERAL EM BAIXA TENSÃO
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO**

TENSÃO SECUNDÁRIA	POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	PROTEÇÃO GERAL			CONDUTORES DE COBRE (mm ²)		Ø ELETRODUTOS			
		DISJUNTOR (A)	CHAVE SECCION. ABERTURA SOB CARGA (A)	FUSÍVEL NH (A)	EMBUTIDO SUBTERRÂNEO		TAMANHO NOMINAL PARA CONDUTORES			
					PVC 70°	EPR / XLPE	PVC 70°		XLPE / EPR	
							mm	POL.	mm	POL.
380 – 220 V	15	30	---	---	6	---	27	3/4	27	3/4"
	30	50	---	---	10	10	48	1½"	48	1½"
	45	70	---	---	25	16	48	1½"	48	1½"
	75	125	160	125	50	35	60	2"	48	1½"
	112,5	200	250	200	95	70	73	2½"	60	2"
	150	250	400	250	150	95	89	3"	73	2x2½"
					2x70	2x50	2x60	2x2	2x60	2x2"
	225	350	400	355	300	185	114	4"	114	4"
					2x95	2x70	2x114	2x4"	2x89	2x3"
300	500	600	425	2x150	2x95	2x114	2x4"	2x114	2x4"	

Notas:

1 – Os dispositivos de comando e proteção devem possuir capacidade de interrupção compatível com o nível de curto-circuito no ponto da instalação.

2 – A especificação dos condutores de baixa tensão, deverá também obedecer o estabelecido na NTD-02 e NBR-5410.

3 – O condutor neutro deverá ser isolado, ter a mesma bitola dos condutores fase e ser identificado de acordo com a NBR e NTD-002. Nas instalações de transformadores ao tempo, com saída de baixa tensão aérea, o condutor neutro que alimenta a medição poderá ser de seção igual a 4 mm², desde que o mesmo seja interligado da bucha do transformador até a carga, com a mesma seção dos condutores fase.

4 – A Bitola indicada para os condutores e eletrodutos é o valor mínimo admissível, devendo cada caso ser definido pelo projetista.

5 – A utilização de dois ou mais condutores por fase, deve obedecer ao estabelecido na NBR-5410 e permitir a instalação adequada dos transformadores de corrente para a medição.

6 – Em substituição aos 3 eletrodutos previstos na tabela 6, pode-se utilizar menor número, desde que estes e os condutores sejam dimensionados adequadamente e atendam ao estabelecido na NBR-5410.

7 – Para potência superiores a 300 kVA os condutores e proteção geral deverão ser definidos exclusivamente pelo projetista, mediante aprovação da CHESP.

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	57 DE 114

8 – Caso sejam empregados disjuntores em instalações com elevados níveis de curto-circuito, poderão ser utilizados fusíveis NH, em série e a montante destes, de modo a viabilizar a redução da capacidade de interrupção dos disjuntores.

9 – Todos os condutores em seção igual ou superior a 10 mm² deverão ser cabos.

10 – O condutor neutro poderá nas instalações subterrâneas possuir apenas isolação.

11 – Nos casos específicos de alimentação de motores trifásicos o condutor neutro poderá ter a sua seção reduzida desde que atenda as exigências da NBR 5410.

TABELA – 7

CONDUTORES E PROTEÇÃO GERAL EM BAIXA TENSÃO TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

TRANSFORMADOR (kVA)	MEDIDOR 2 ELEMENTOS (A)	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR (A)	CONDUTOR PVC 70° C (mm ²)		ELETRODUTO TAM. NOMINAL	
			EMBUT	AÉREO	mm	POL.
5	15	15	10	4	48	1 ½"
10	15	30	10	6		
15	15	50	10	10		
25	15	70	16	10		
37,5	15	100	25	16		

Notas:

1 – Na utilização de condutores isolados em redes aéreas o espaçamento dos suportes deve ser igual ou inferior a 30 m (vão máximo).

2 – Não é permitida a utilização de 2 (dois) disjuntores unipolares em substituição ao bipolar.

3 – O condutor neutro deverá ter a mesma seção dos condutores fase e ser identificado conforme NTD-002.

4 – A Bitola indicada para os condutores é o valor mínimo admissível.

5 – Para o dimensionamento dos condutores após a medição deve-se levar também em consideração a queda de tensão.

6 – As instalações após a medição deverão estar de acordo com a NBR-5410.

7 – No caso de substituição dos transformadores, redimensionar os condutores.

TABELA – 8

CARACTERÍSTICAS DE CONDUTORES DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO – CAA

CÓDIGO	CONDU- TOR AWG OU MCM	FORMA- ÇÃO N.º DE FIOS	DIÂME- TRO TOTAL (mm)	SEÇÃO NOMINAL (mm ²)			PESO NOMINAL (kg/km)	COEF. TÉRMICO		CARGA DE RUPTUR A MÍNIMA (kgf)	MÓD. DE ELAST.		RESISTÊNCIA (Ω / km)			* CAPACIDADE DE COND. DE CORRENTE C/ VENTO E C/ SOL (A)
				ALUMÍ- NIO	AÇO	TOTAL		INICIAL (10 ⁻⁶ X ⁰⁻¹ C)	FINAL (10 ⁻⁶ X ⁰⁻¹ C)		INICIAL I (kgf / mm ²)	FINAL I (kgf / mm ²)	TEMPERATURA °C			
													20 °C	50 °C	75 °C	
SWAN	4	6/1	6,35	21,15	3,53	24,68	85,40	18,38	19,10	809	6.820	8.075	1,3570	1,5972	1,7172	125
SPARROW	2	6/1	8,01	33,62	5,60	39,24	135,92	18,38	19,10	1.229	6.820	8.075	0,8524	1,0503	1,1081	160
RAVEN	1/0	6/1	10,11	53,49	8,92	62,43	216,10	18,38	19,10	1.882	6.820	8.075	0,5357	0,6960	0,7165	220
QUAIL	2/0	6/1	11,35	67,43	11,22	78,68	272,60	18,38	19,10	2.338	6.820	8.075	0,4256	0,5562	0,5804	250
PIGEON	3/0	6/1	12,74	85,01	14,19	99,20	343,60	18,38	19,10	2.914	6.830	8.075	0,3375	0,4493	0,4704	290
PENGUIN	4/0	6/1	14,31	107,20	17,87	125,10	433,30	18,38	19,10	3.677	6.820	8.075	0,2675	0,3679	0,3834	330
PARTRIDGE	266,8	26/7	16,30	135,18	21,99	157,23	546,30	18,00	18,90	4,965	6,117	7,734	0,2143	0,2393	0,2612	365
LINNET	336,4	26/7	18,23	170,50	27,83	198,30	689,20	18,00	18,90	6,200	6,117	7,734	0,1701	0,1902	0,2072	421

* Velocidade do vento 2,2 k

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	59 DE 114

TABELA – 9

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO

CIRCUITO MONOFÁSICO

CONDUTOR CAA

BITOLA AWG OU MCM	K (%) VALORES EM % PARA 1 MVA x Km	
	$V_n = 13,8 \overline{7} / \sqrt{3} \text{ kV}$	
	FASE E NEUTRO – Deq. = 1,35 m	
	COS Ø = 1,00	COS Ø = 0,8
1 # 4 (4)	4,4031	4,3858
1 # 2 (4)	3,5416	3,6999
1 # 1/0 (2)	2,3373	2,7340
1 # 2/0 (1/0)	1,6985	2,2100
	$V_n = 34,5 \overline{7} / \sqrt{3} \text{ kV}$	
	FASE E NEUTRO – Deq. = 1,35 m	
	COS Ø = 1,00	COS Ø = 0,8
	1 # 4 (4)	0,7045
1 # 2 (4)	0,5667	0,5920
1 # 1/0 (2)	0,3740	0,4374
1 # 2/0 (1/0)	0,2718	0,3536

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	60 DE 114

TABELA – 10

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO

CIRCUITO TRIFÁSICO

CONDUTOR CAA

BITOLA AWG OU MCM	K (%) VALORES EM % PARA 1 MVA x Km	
	Vn = 13,8 kV	
	3 FASES	– Deq. = 1,35 m
	COS Ø = 1,00	COS Ø = 0,8
4	0,8387	0,8349
2	0,5515	0,6062
1/0	0,3655	0,4560
2/0	0,2921	0,3940
3/0	0,2359	0,3452
4/0	0,1932	0,3037
266,8	0,1256	0,2264
336,4	0,0999	0,2030
397,5	0,0845	0,1887
	Vn = 34,5 kV	
	3 FASES	– Deq. = 1,35 m
4	0,1342	0,1336
2	0,0882	0,0970
1/0	0,0585	0,0730
2/0	0,0467	0,0630
3/0	0,0377	0,0552
4/0	0,0309	0,0486
266,8	0,0201	0,0362
336,4	0,0160	0,0325
397,5	0,0135	0,0302

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	61 DE 114

TABELA – 11

ESCOLHA DE ELOS FUSÍVEIS PARA TRANSFORMADOR

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO		
POTÊNCIA kVA	ELO FUSÍVEL	
	13,8 kV	34,5 kV
15	1 H	0,5 H
30	2 H	0,5 H
45	2 H	1 H
75	5 H	2 H
112,5	6 K	2 H
150	8 K	3 H
225	10 K	5 H
300	12 K	6 K

TABELA – 12

ESCOLHA DE ELOS FUSÍVEIS PARA TRANSFORMADOR

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO		
POTÊNCIA kVA	ELO FUSÍVEL	
	FASE - NEUTRO	
	$\overline{13,8} \sqrt{3}$ kV	$\overline{34,5} \sqrt{3}$ kV
5	1 H	0,5 H
10	2 H	0,5 H
15	2 H	1 H
25	5 H	2 H
37,5	5 K	2 H

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	62 DE 114

TABELA – 13

ESCOLHA DE ELOS FUSÍVEIS PARA BANCO DE CAPACITORES EM 13,8 kV

POTÊNCIA DO BANCO kVar	ELO FUSÍVEL	
	LIGAÇÃO ESTRELA	
	ATERRADO	ISOLADO
300	12T/15K	12T ou K
600	25T/30K	25T ou K
900	40T/50K	40T ou K
1200	50T/60K	50T ou K

TABELA – 14

CARACTERÍSTICAS DE CABO DE AÇO ZINCADO A QUENTE

CABOS DE AÇO SIEMENS – MARTIN (S.M) ZINCADO A QUENTE					
DIÂMETRO		FORMAÇÃO	CARGA DE RUPTURA kgf	CARGA DE UTILIZAÇÃO (COEF.SEG.2,4)	PESO APROXIMADO Kg/km
POLEG.	mm	FIOS	S.M.	S.M.	
1/4	6,5	7	1.430	595	180
5/16	7,94	7	2.430	1012	305
3/8	9,53	7	3.160	1316	407
7/16	11,11	7	4250	1770	594

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	63 DE 114

TABELA – 15

POTÊNCIA APROXIMADA DE APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS

APARELHO		POTÊNCIA (W)	APARELHO	POTÊNCIA (W)
Aquecedor de água por acumulação	Até 100 litros	1.500	Geladeira duplex	75
	De 100 a 150 litros	2.500	Geladeira simples	60
	De 200 a 400 litros	4.000	Grill	1.200
Aquecedor de água por passagem		6.000	Impressora a laser	450
Aquecedor de ambiente		1.000	Impressora a jato de tinta	70
Aspirador de pó		1.200	Liquidificador	350
Batedeira		180	Máquina de costura	150
Cafeteira		600	Máquina de lavar louças	2.200
Chuveiro		4.400	Máquina de lavar roupas	550
Conjunto de som		100	Máquina de secar roupas	2.000
Enceradeira		300	Microcomputador	600
Espregador de frutas		100	Rádio gravador	50
Exaustor		240	Secador de cabelos	1.000
Ferro de passar roupa		1.000	Tanquinho de lavar roupas	200
Fogão		1.500 por boca	Televisor	120
Forno a resistência		2.400	Torneira	3.000
Forno microondas		1.000	Torradeira	1.000
Freezer horizontal		500	Ventilador	45
Freezer vertical		300		

TABELA – 16

CONVERSÃO DE CV EM kVA

MOTORES TRIFÁSICOS				MOTORES MONOFÁSICOS			
CV	kVA	CV	kVA	CV	kVA	CV	kVA
1	1,20	7,5	7,38	1/3	0,53	2	2,53
2	2,20	10	9,66	1/2	0,75	3	3,78
3	3,20	15	14,16	3/4	1,04	5	5,52
5	5,06	20	18,57	1	1,35	7,5	7,66
				1,5	1,94	10	10,08

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	64 DE 114

Notas:

- 1) Com motores trifásicos a tabela é válida para motores de indução, operação a 75% de sua carga nominal.
- 2) A conversão deverá ser feita para cada motor e não para a soma total em cv.
- 3) Para motores que não constem na tabela, pode-se determinar um resultado aproximado por interpolação.

TABELA – 17

CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

DESCRIÇÃO	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO	
CLASSE DE TENSÃO (kV)	15	36,2
TENSÃO NOMINAL (V)	13.800	34..500
ENROL. PRIMÁRIO (V)	13.800/13.200/12.600/12.000	34.500/33.000/31.500/30.000
EMROL. SECUNDÁRIO (V)	380 / 220	
POTÊNCIA (kVA)	15 / 30 / 45 / 75 / 112,5 / 150 / 225 / 300	
TIPO DE LIGAÇÃO	ESTRELA COM NEUTRO ATERRADO	

TABELA – 18

CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

DESCRIÇÃO	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO	
CLASSE DE TENSÃO (kV)	15	36,2
TENSÃO NOMINAL (V)	7.967	19.919
ENROL. PRIMÁRIO (V)	7.967/7.627/7.275/6.929	19.919/19.053/18.187/17.321
EMROL. SECUNDÁRIO (V)	220 / 440	
POTÊNCIA (kVA)	15 / 30 / 45 / 75 / 112,5 / 150 / 225 / 300	
TIPO DE LIGAÇÃO	TAP CENTRAL A 3 CONDUTORES	

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	65 DE 114

TABELA – 19

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO
ESTRUTURA SINGELA
POSTE DE CONCRETO CIRCULAR OU DUPLO T

POTÊNCIA (kVA)	CLASSE DE TENSÃO			
	15 kV		36,2 kV	
	COMPRIMENTO / RESISTÊNCIA			
30	10/300	11/300	10/300	11/300
45	10/300	11/300	10/300	11/300
75	10/300	11/300	10/300(*)	11/300(*)
			10/600	11/600
112,5	10/300(*)	11/300(*)	10/300(*)	11/300(*)
	10/600	11/600	10/600	11/600
150	10/600	11/600	10/600	11/600
225	10/600	11/600	---XX---	---XX---

* Estrutura com estai âncora.

TABELA – 20

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO
ESTRUTURA TIPO PLATAFORMA
POSTE DE CONCRETO CIRCULAR OU DUPLO T

POTÊNCIA (kVA)	CLASSE DE TENSÃO (kV)			
	15 kV		36,2 kV	
	Resistência Nominal Mínima (daN)			
	COMPRIMENTO / RESISTÊNCIA			
	Poste CC	Poste DT	Poste CC	Poste DT
225	2 X 10/300	2 X 11/300	2 X 10/600	2 X 11/600
300	2 X 10/300	2 X 11/300	2 X 10/600	2 X 11/600

Notas:

1) Condições de cálculo:

- cabo coberto 50 mm² para rede compacta e 2 CA para convencional;

- velocidade do vento: 60 km/h;

	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	66 DE 114

- vão: 40 m.

2) Devem ser concretadas as bases dos postes com resistência nominal igual ou superior a 600 daN.

3) A massa do transformador para plataforma não deve exceder 1500 kg; enquanto que, a altura mínima dos postes a serem utilizados é de 10 m.

4) Para os postos de transformação localizados em áreas rurais, que não possuam chaves fusíveis na estrutura, poderão ser empregados postes com altura 9 m, desde que obedecidos os afastamentos mínimos dos condutores e transformador em relação ao solo.

ANEXO 1

GRÁFICO PARA ESCOLHA DE ESTRUTURAS

NOTAS GERAIS

1. O poste duplo “T” deverá ser instalado com o lado de menor resistência (parte cavada) voltado para a direção da rede, quando não houver ângulo de deflexão. Quando houver ângulo de deflexão menor que 60 graus, o poste deverá ser instalado com o lado de maior resistência voltado para a direção da bissetriz do ângulo formado pelos condutores.
2. Para RDR's construídas com condutores 2/0 AWG a 336,4 MCM, as estruturas de encabeçamento deverão ser apenas do tipo HT e HTE, sendo a resistência nominal (mínima) do poste igual a 300 daN.
3. Para a confecção dos gráficos observaram-se os seguintes aspectos:
 - Resistência do solo, postes, ferragens, isoladores e cabos de aço;
 - Tração de projeto dos condutores;
 - Vão máximo devido ao balanço dos condutores;
 - Ação do vento sobre a superfície dos condutores e postes;
 - A velocidade de vento, para efeito de projeto foi calculada considerando-se um período de ocorrência de 50 anos, sendo adotado desta forma o valor médio de 80 Km/h para RDR leve e de 100 Km/h para RDR média.
4. Para cálculo dos estais foram adotados os seguintes critérios:
 - Estais Laterais:
 - Determinados a partir do esforço resultante atuando lateralmente sobre a estrutura calculado para a condição de vento máximo;
 - Estais longitudinais;
 - Determinados a partir do esforço resultante calculado, considerando-se as cargas de projetos máximas nos condutores (condição de 0°C sem vento, ou 15°C com vento máximo).

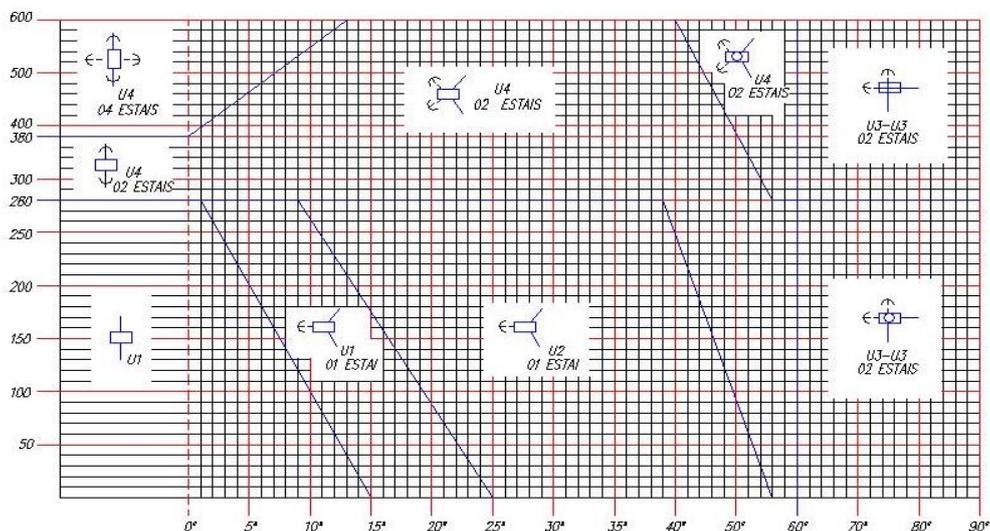
	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	67 DE 114

5. O vão indicado no gráfico de utilização de estruturas refere-se a vão médio, ou seja, a média aritmética dos vãos adjacentes a estrutura.
6. Nos locais de difícil instalação dos estais ou onde os mesmos possam oferecer algum risco, como por exemplo em terrenos de cultura com trânsito de máquinas agrícolas, poderão ser reduzidos o número de estais, devendo, portanto, as estruturas serem dimensionadas para suportar os esforços sem os estais. Neste caso deverá também ser anexado ao projeto a memória de cálculo.
7. Para escolha dos postes adequados, em função das estruturas, dos condutores utilizados e do estaiamento, foram adotados os seguintes critérios para a definição dos gráficos de escolha de estruturas:

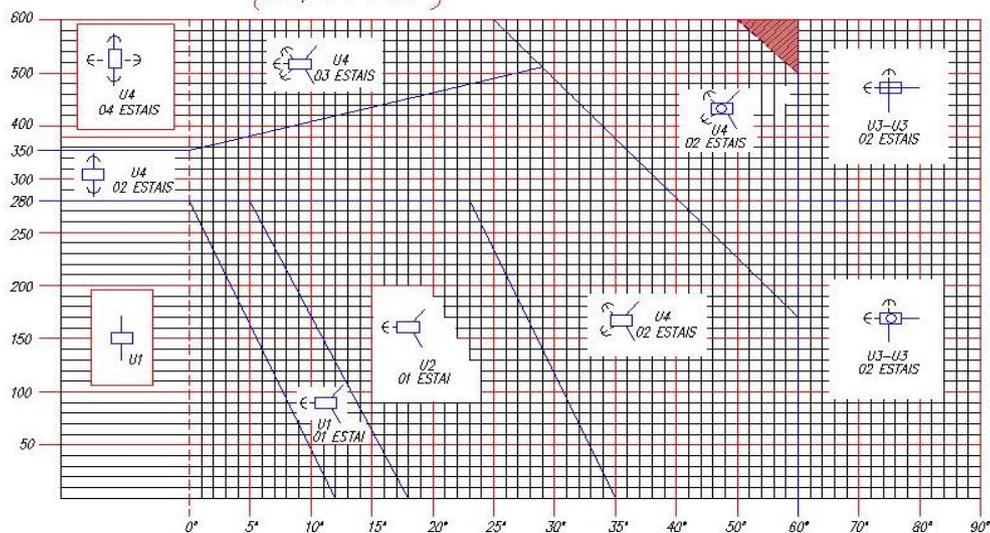
CONDUTOR	ESTRUTURAS	RESISTÊNCIA MÍNIMA DO POSTE (daN)
4 AWG	U1, U2, U4 N1, N2,	150
	U3-U3 N4, TE	300
	N3-N3	600
2 AWG	U1, U2, U4 N1, N2	150
	U3,-U3 N4, TE	300
	N3-N3	600
1/0 AWG	U1, U2, U4 N1, N2	150
	U3-U3 N4, TE	300
	N3-N3	600
2/0 AWG	N1, N2	150
	N4, TE, HT	300
3/0 AWG	N1	150
	N2, HT	300
4/0 AWG	N1, N2, HT	300

8. O lado de menor resistência do poste duplo “T” apresenta capacidade de 50 % da nominal. Os cuidados e critérios necessários a construção de redes devem ser observados tanto no caso de estruturas com estais, como nos casos de estruturas sem estais laterais.

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	68 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - { 13,8 / V 3 kV } - 1 # 4(4) CAA
 { 34,5 / V 3 kV }

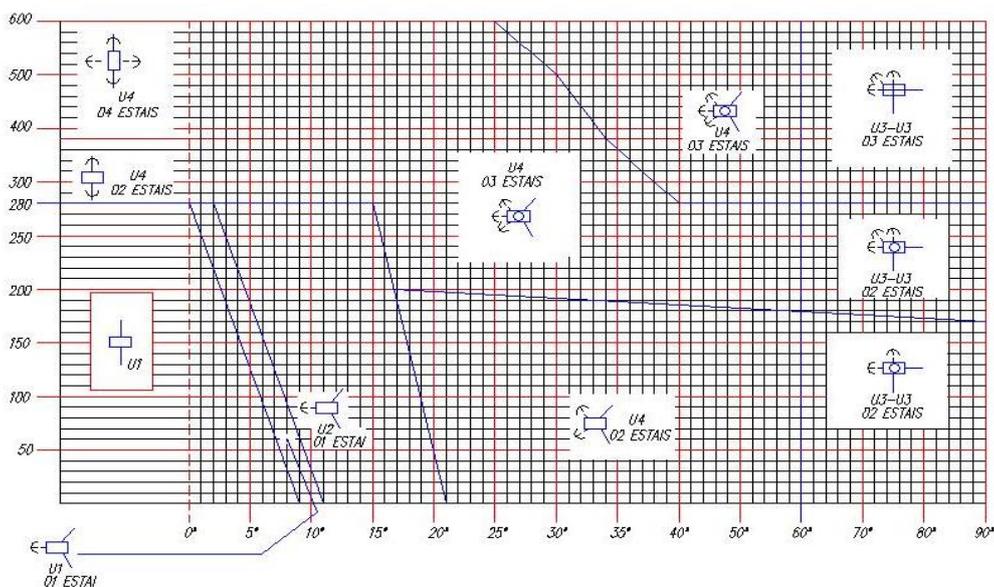


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE LEVE - { 13,8 / V 3 kV } - 1 # 2(4) CAA
 { 34,5 / V 3 kV }

LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N
---	---	---

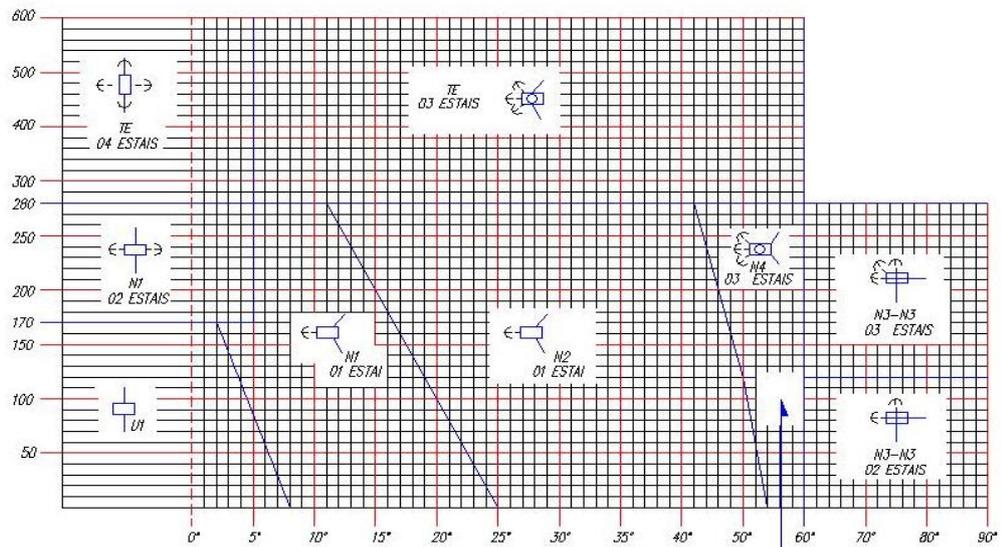


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

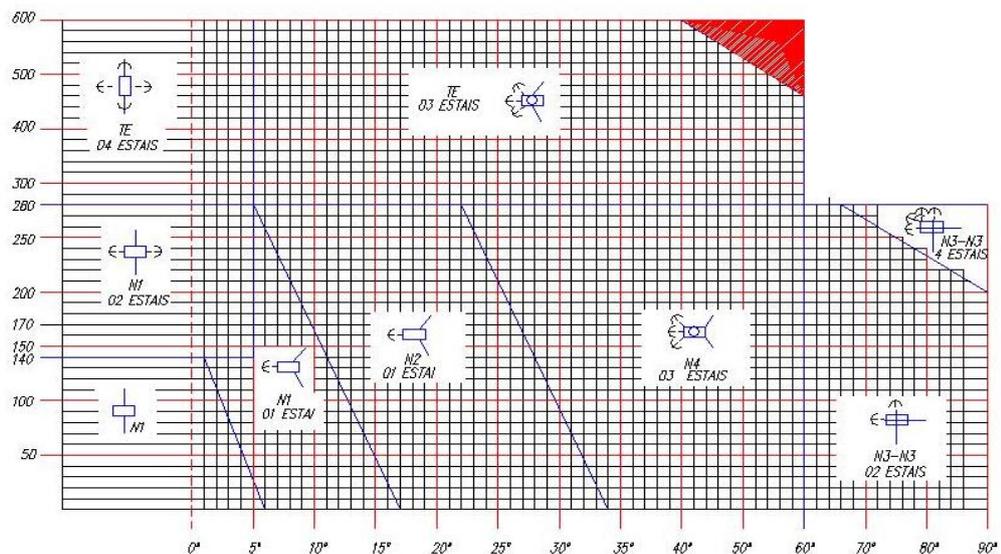
REDE LEVE - $\left. \begin{matrix} 13,8 / V 3 \text{ KV} \\ 34,5 / V 3 \text{ KV} \end{matrix} \right\} - 1 \# 1/0 (2) \text{ CAA}$

LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N
---	---	---



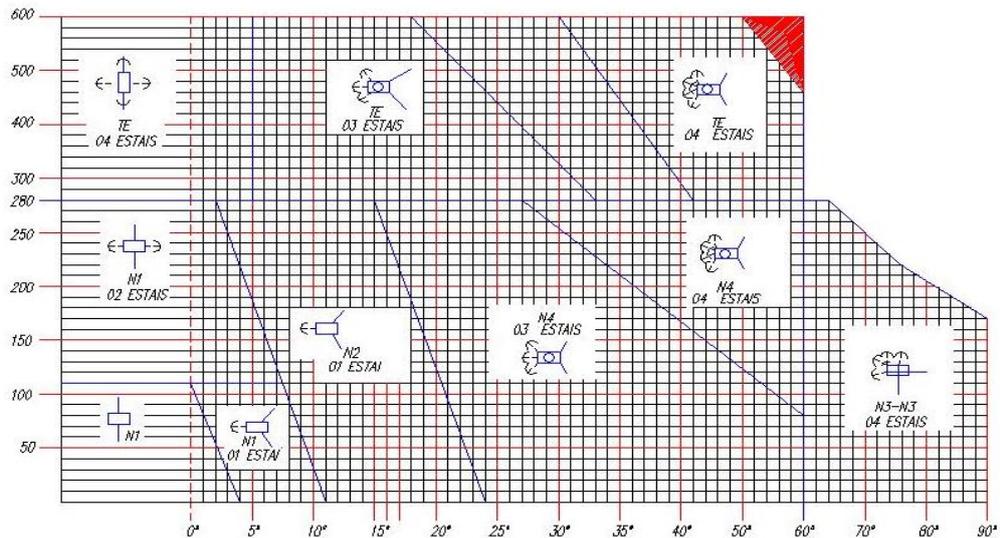
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 4(4) - CAA



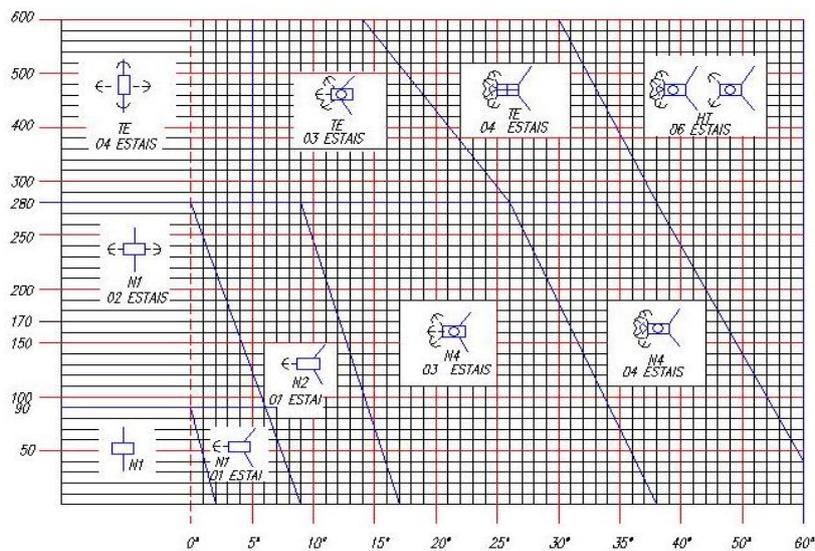
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 2(4) - CAA

LEGENDA			
	- POSTE BÁSICO 150 da N		- POSTE BÁSICO 300 da N
	- POSTE BÁSICO 600 da N		- ÂNGULO ENTRE ESTAIS

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	71 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 1/0 (2) - CAA

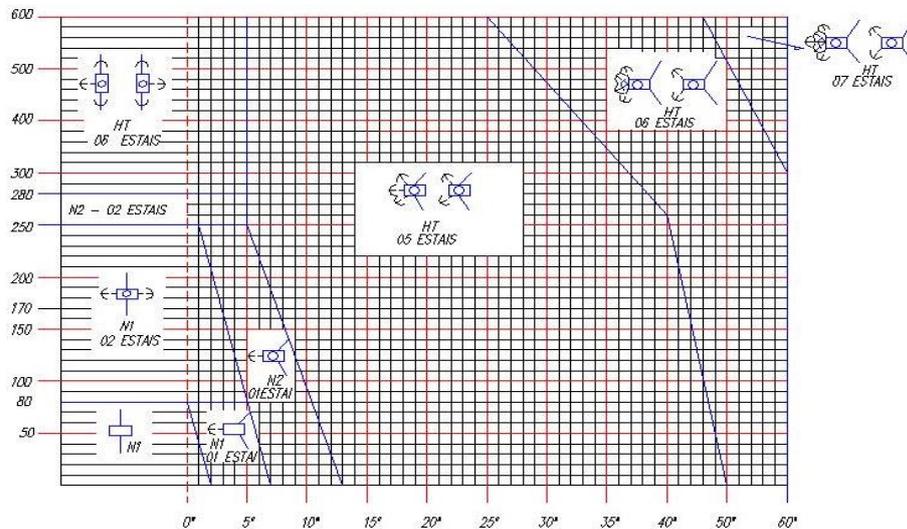


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 2/0 (1/0) - CAA

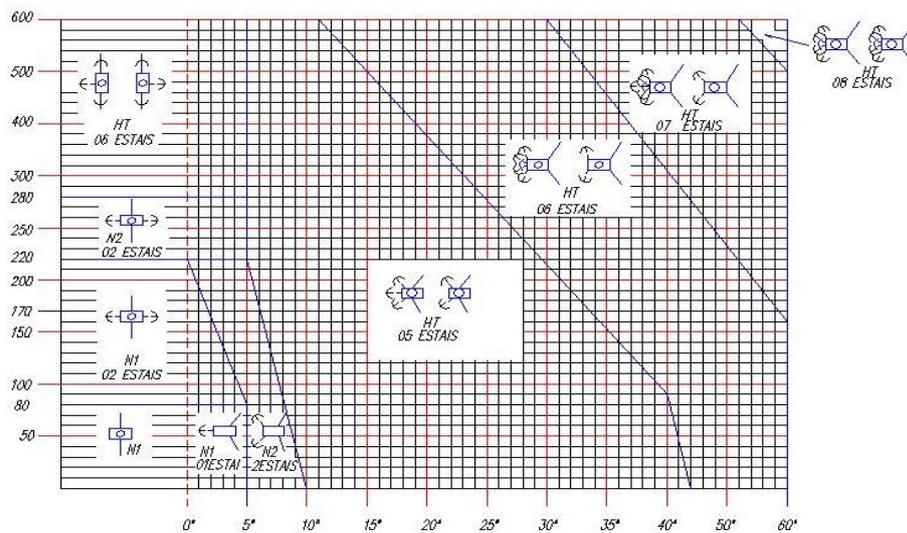
LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 $\leq 30^\circ$ - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---	---	---	--

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	72 DE 114

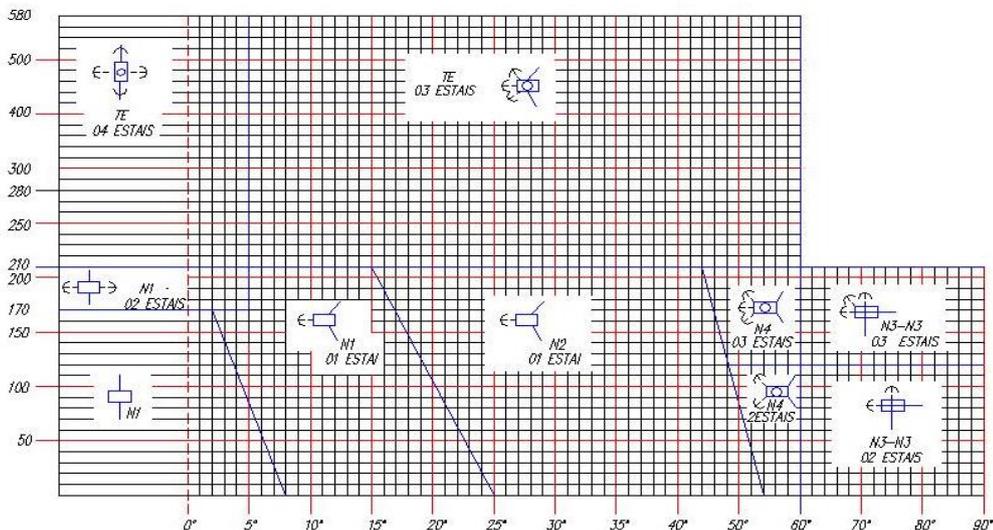


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 3/0 (1/0) - CAA

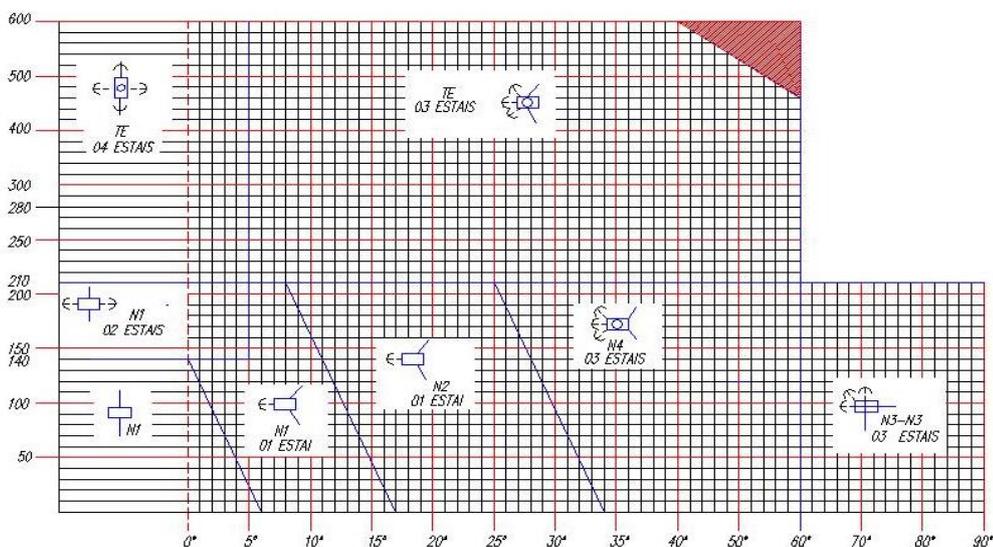


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 4/0 (1/0) - CAA

LEGENDA			
□	◻	▣	∠30°
- POSTE BÁSICO 150 da N	- POSTE BÁSICO 300 da N	- POSTE BÁSICO 600 da N	- ÂNGULO ENTRE ESTAIS



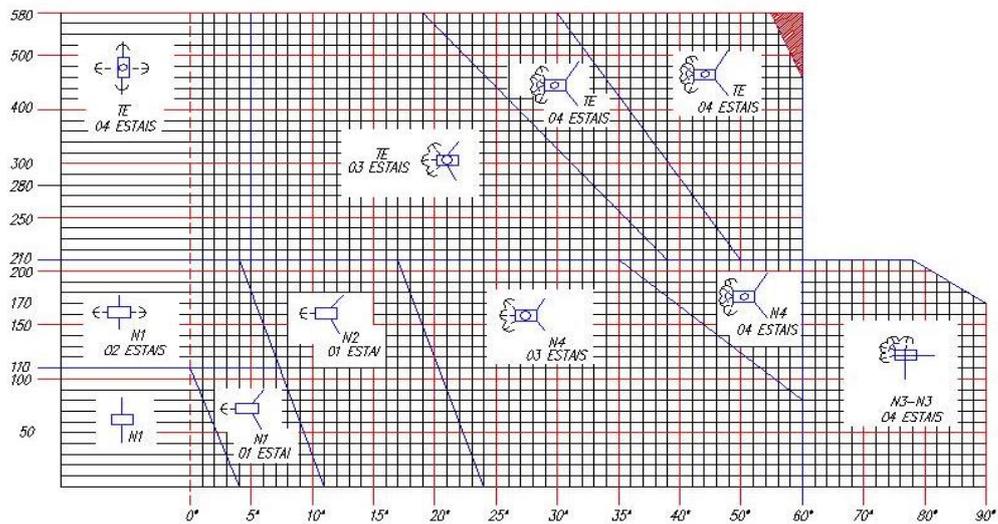
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 34,5 kV - 3 # 4 - CAA



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 34,5 kV - 3 # 2 - CAA

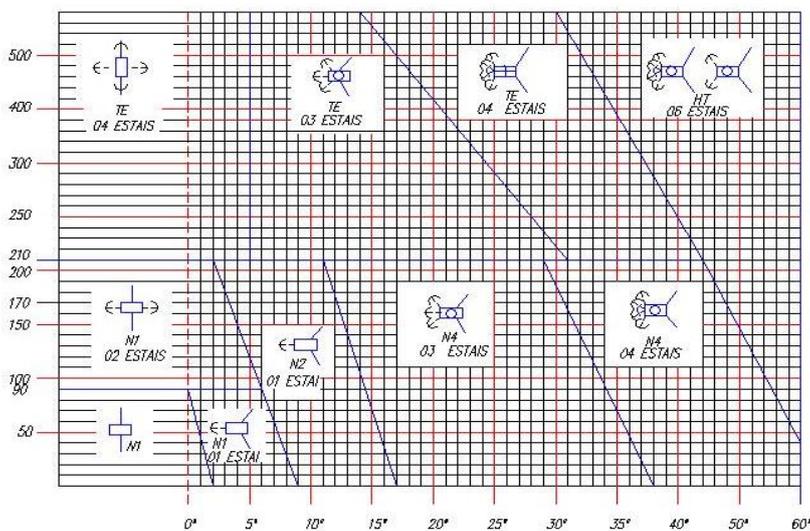
LEGENDA			
	- POSTE BÁSICO 150 da N		- POSTE BÁSICO 300 da N
	- POSTE BÁSICO 600 da N		- ÂNGULO ENTRE ESTAIS

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	74 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE LEVE - 34,5 kV - 3#1/0 - CAA

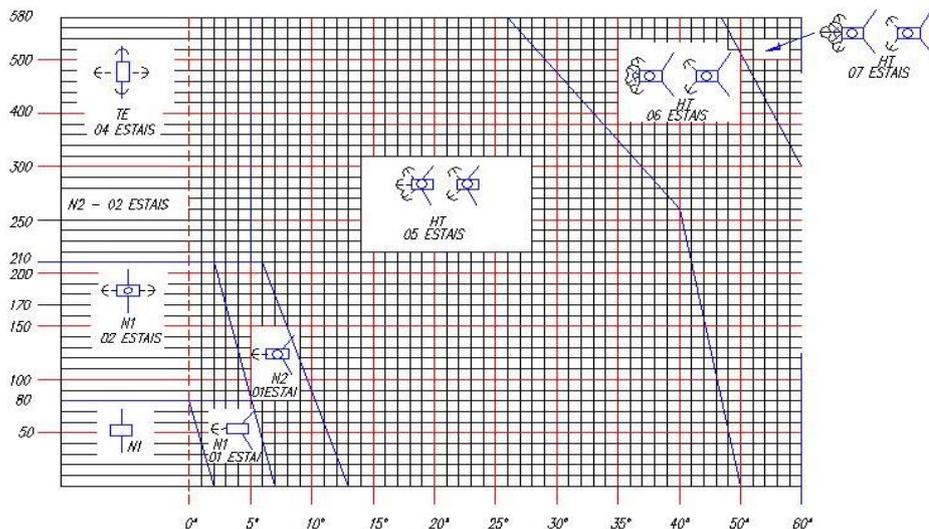


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE LEVE - 34,5 kV - 3# 2/0 - CAA

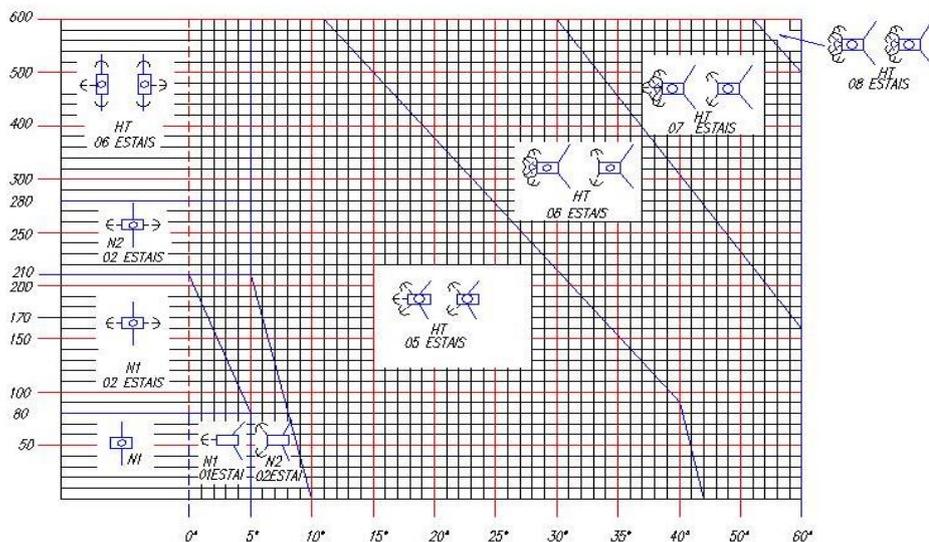
LEGENDA

□ - POSTE BÁSICO 150 da N	◻ - POSTE BÁSICO 300 da N	◻ - POSTE BÁSICO 600 da N	∠30° - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 3/0 - CAA

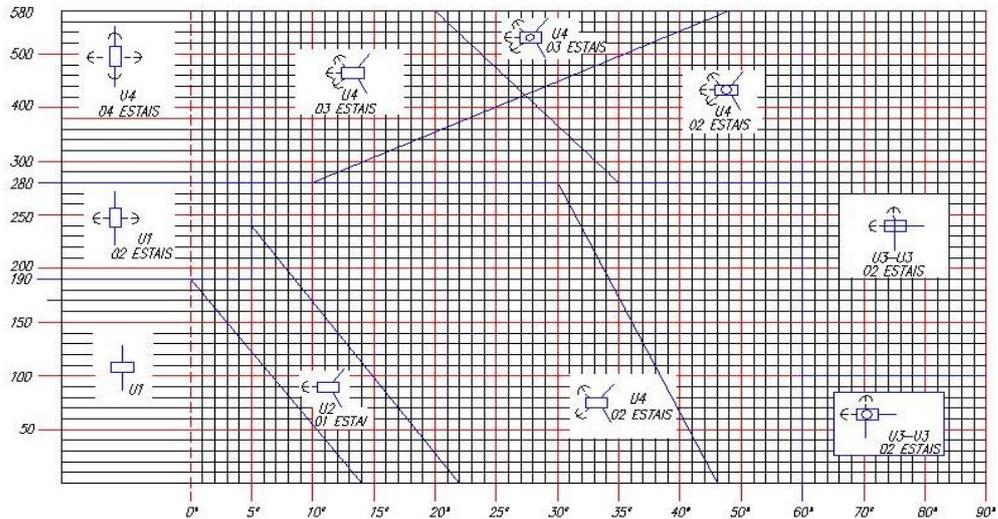


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE LEVE - 34,5 kV - 3 # 4/0 - CAA

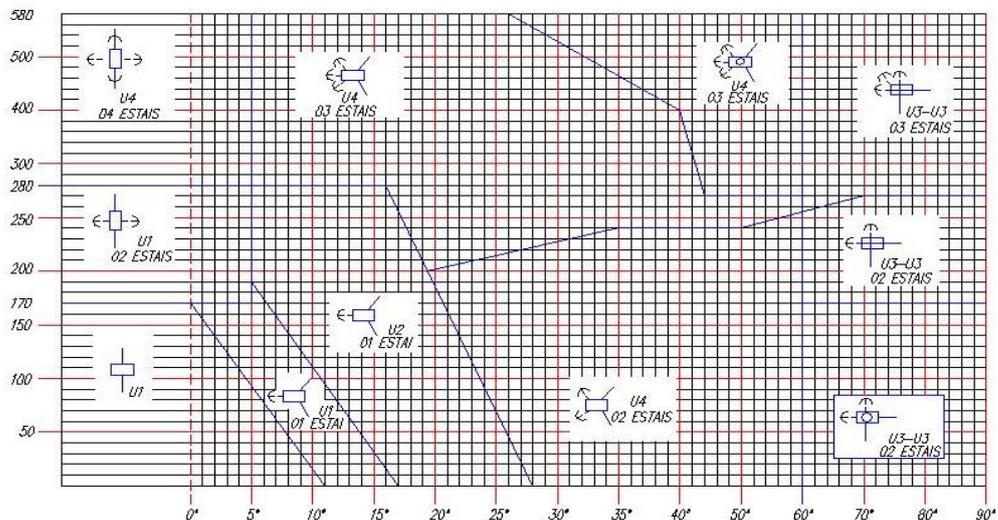
LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---	---	---	---



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE MÉDIA $\left. \begin{matrix} 13,8 / \sqrt{3} \text{ kV} \\ 34,5 / \sqrt{3} \text{ kV} \end{matrix} \right\} - 1 \# 4(4) \text{ CAA}$

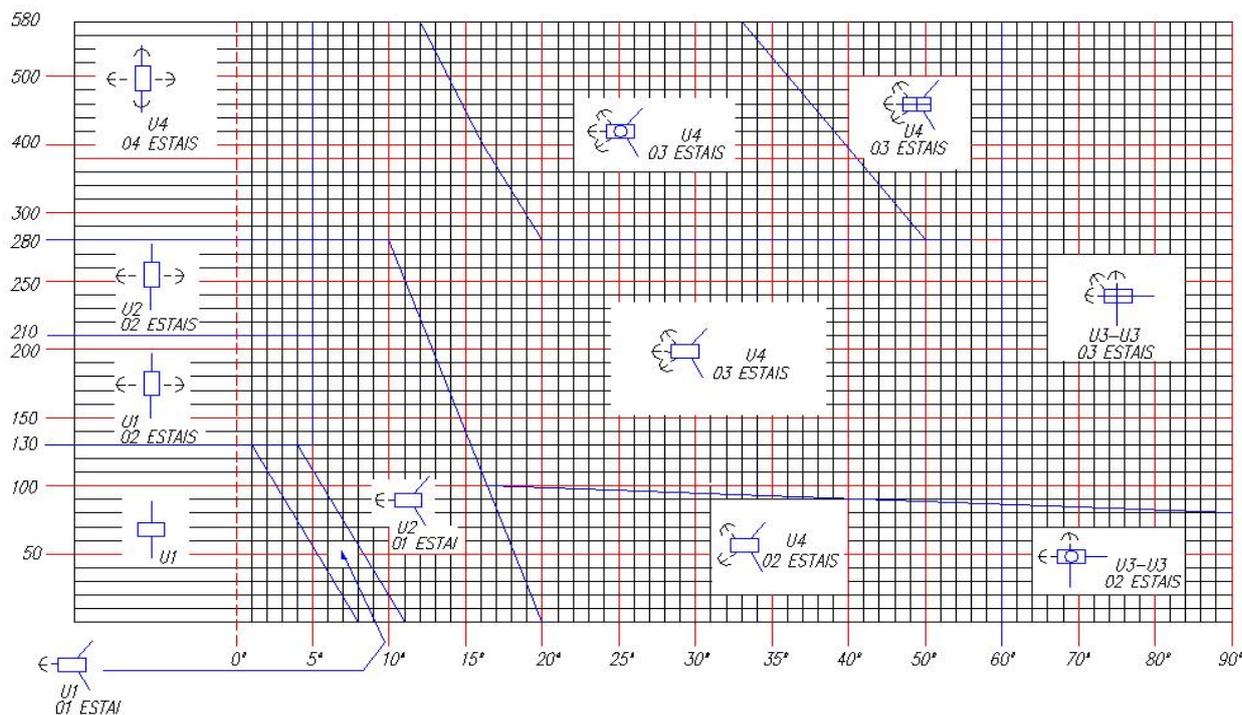


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE MÉDIA $\left. \begin{matrix} 13,8 / \sqrt{3} \text{ kV} \\ 34,5 / \sqrt{3} \text{ kV} \end{matrix} \right\} - 1 \# 2 (4) \text{ CAA}$

LEGENDA

- | | | |
|---|---|---|
|  - POSTE BÁSICO 150 da N |  - POSTE BÁSICO 300 da N |  - POSTE BÁSICO 600 da N |
|---|---|---|



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")

REDE MÉDIA { 13,8 / √3 kV } - 1 # 1/0 (2) CAA
 { 34,5 / √3 kV }

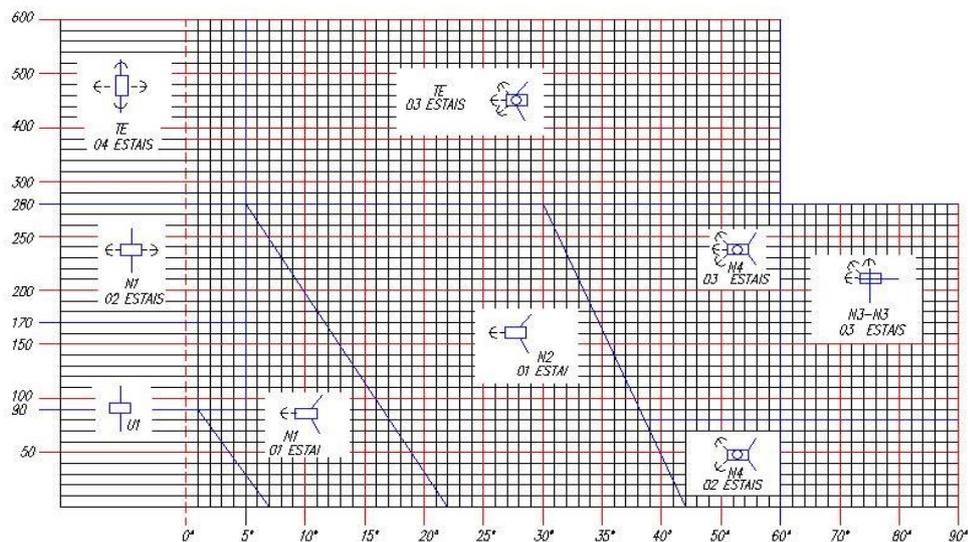
LEGENDA

□ - POSTE BÁSICO 150 da N

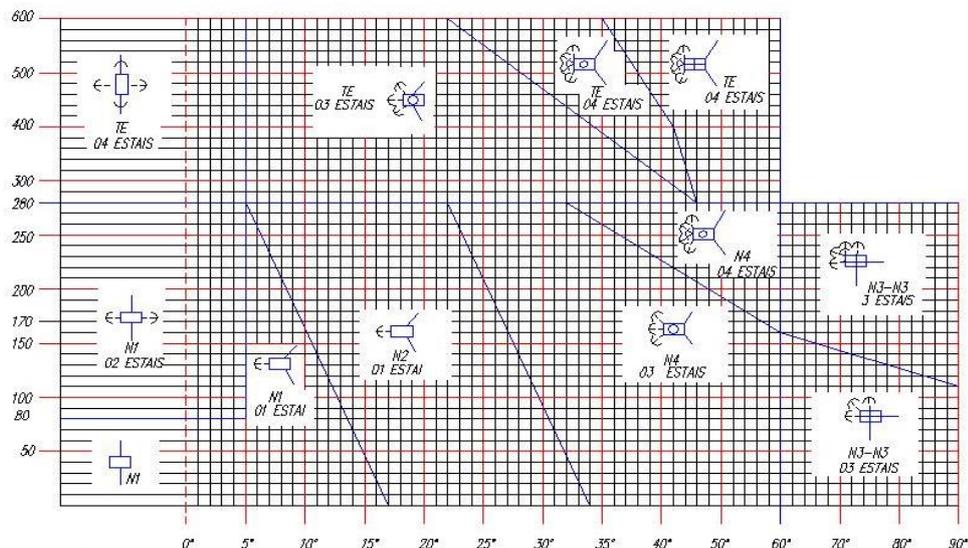
□ - POSTE BÁSICO 300 da N

□ - POSTE BÁSICO 600 da N

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	78 DE 114



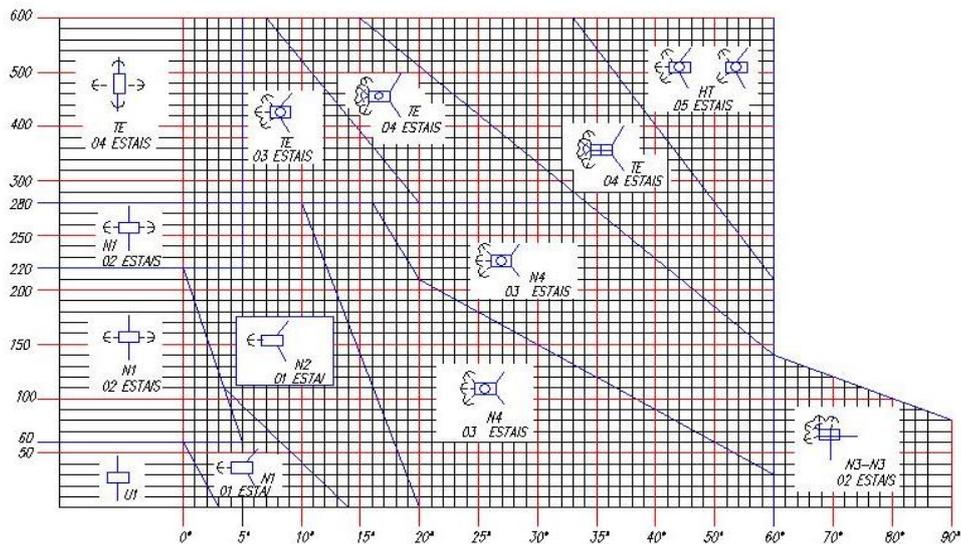
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 13,8 kV - 3 # 4(4) - CAA



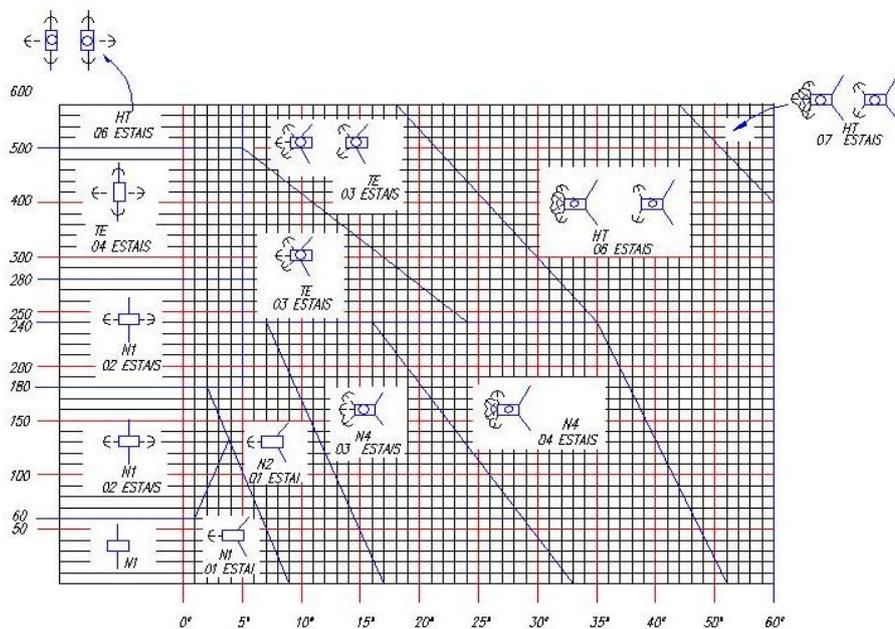
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 2(4) - CAA

LEGENDA			
 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 30° - ÂNGULO ENTRE ESTAIS

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	79 DE 114



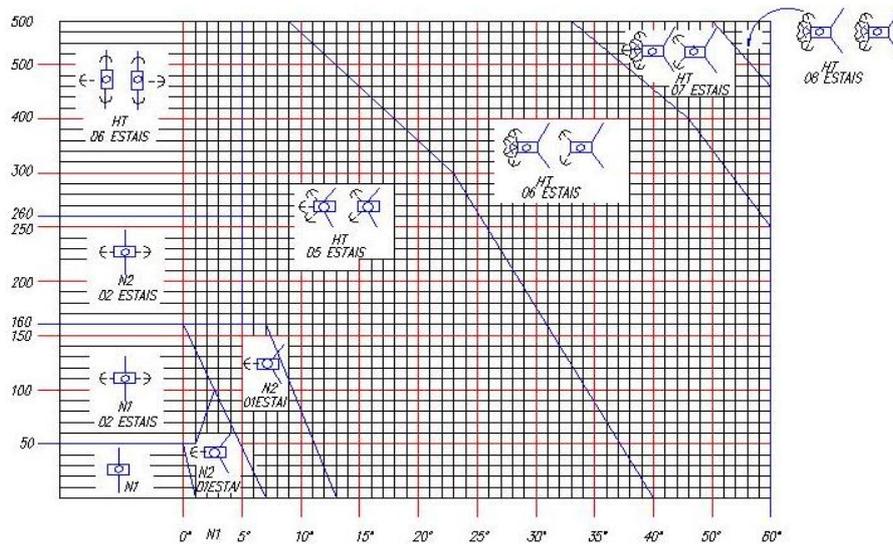
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 13,8 kV - 3 # 1/0 (2) - CAA



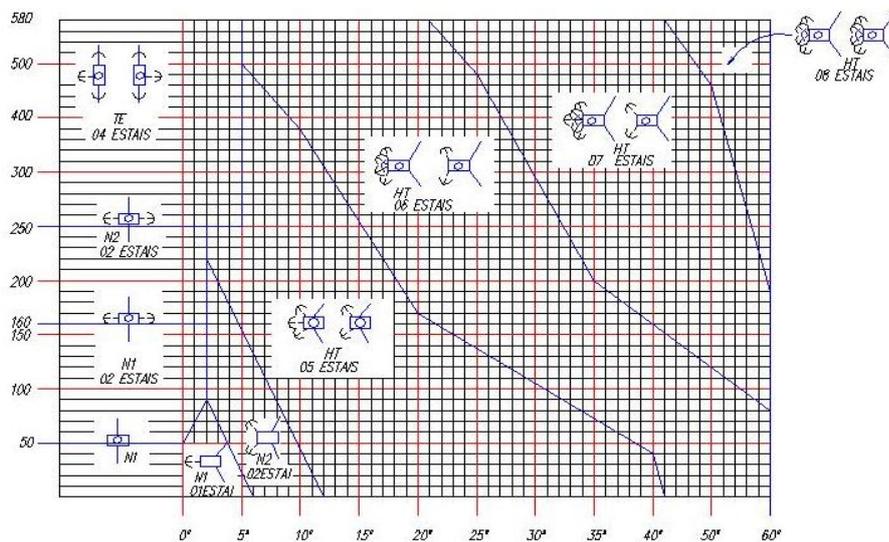
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE LEVE - 13,8 kV - 3 # 2/0 (1/0) - CAA

LEGENDA			
 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 - 30° - ÂNGULO ENTRE ESTAIS

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	80 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 13,8 kV - 3 # 3/0 (1/0) - CAA

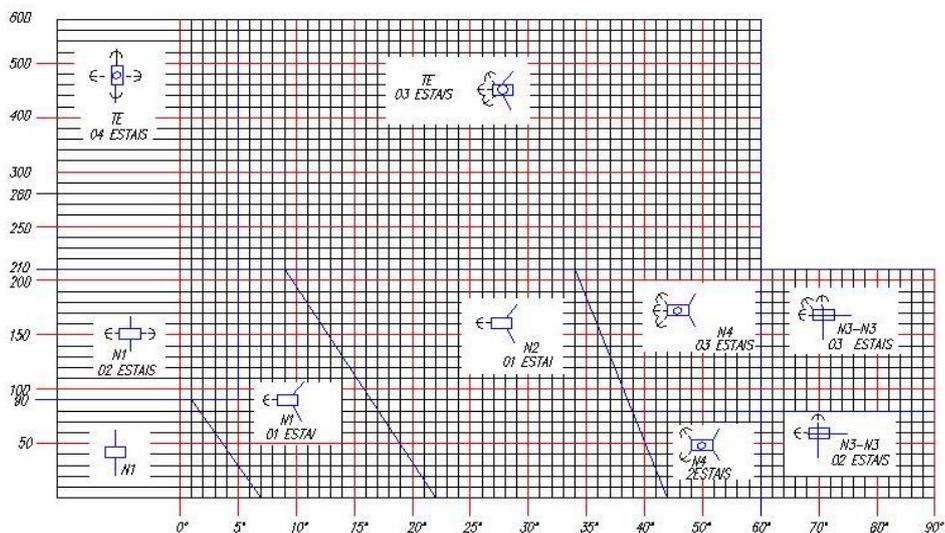


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 13,8 kV - 3 # 4/0 (1/0) - CAA

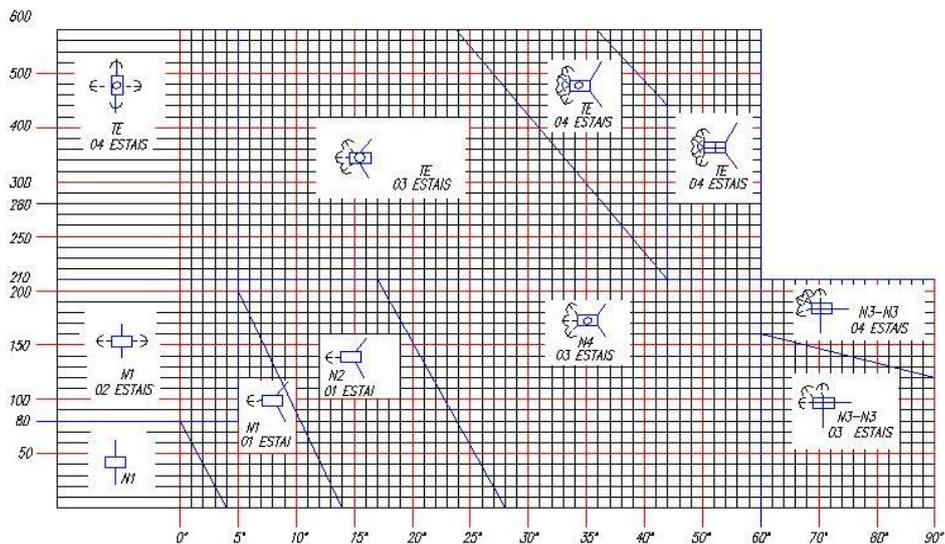
LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 $\leq 30^\circ$ - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---	---	---	--

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	81 DE 114



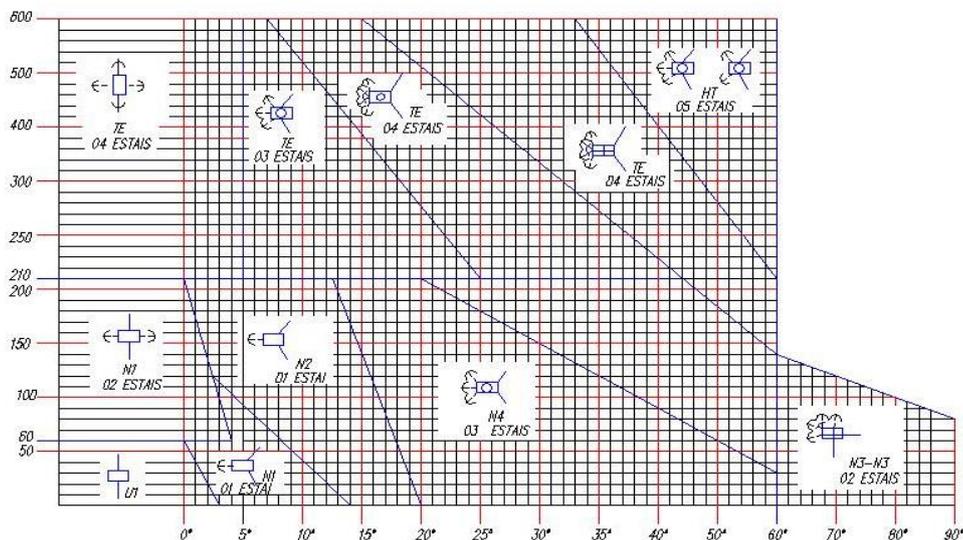
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 4 - CAA



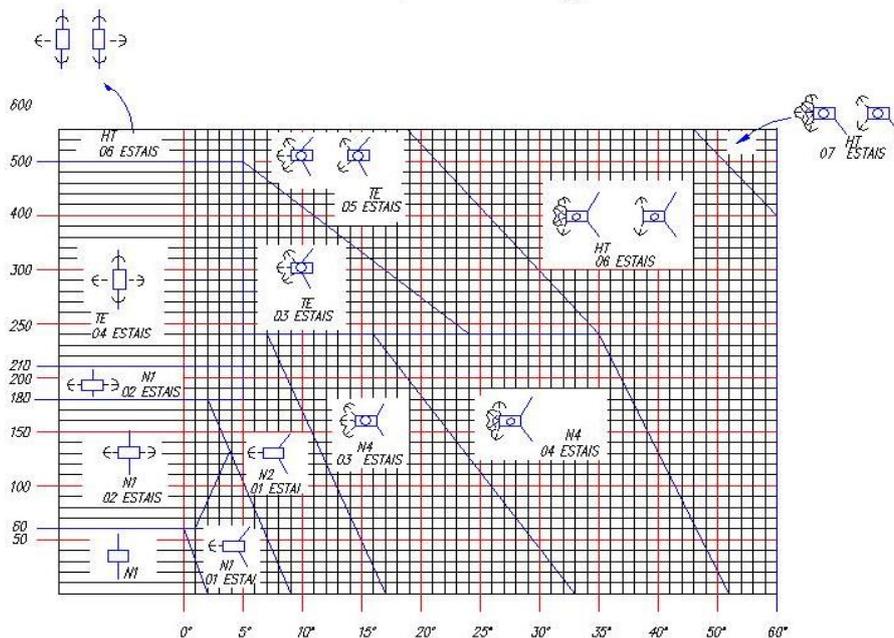
OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 2 - CAA

LEGENDA			
	- POSTE BÁSICO 150 da N		- POSTE BÁSICO 300 da N
	- POSTE BÁSICO 600 da N		- 30° - ÂNGULO ENTRE ESTAIS

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	82 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 1/0 (2) - CAA

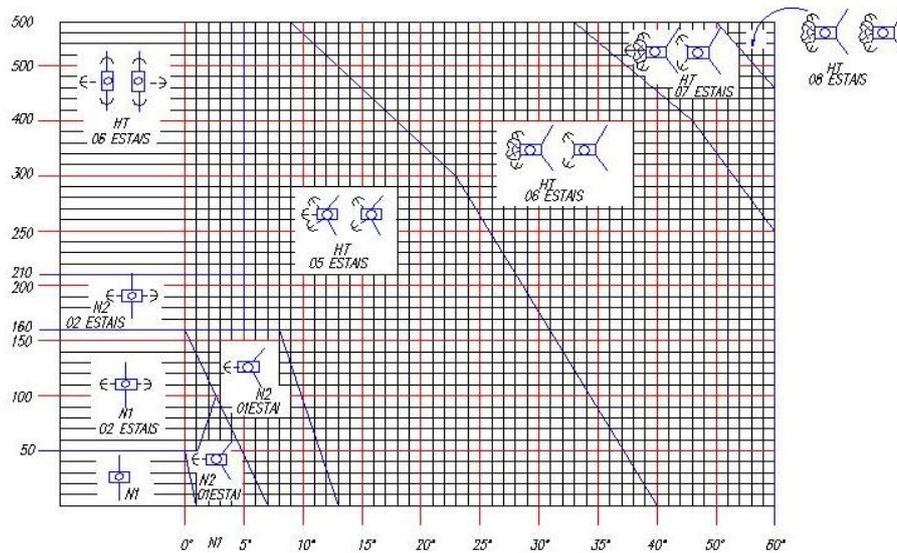


OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 2/0 (1/0) - CAA

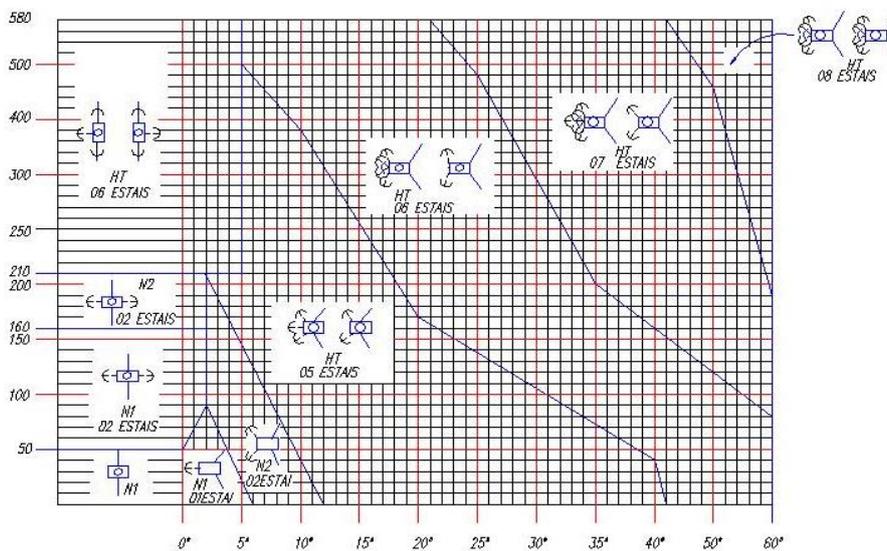
LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---	---	---	---

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	83 DE 114



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 3/0 (1/0) - CAA



OBS: Estais com cabo de aço SM - 9,5 mm (3/8")
 REDE MÉDIA - 34,5 kV - 3 # 4/0 (1/0) - CAA

LEGENDA

 - POSTE BÁSICO 150 da N	 - POSTE BÁSICO 300 da N	 - POSTE BÁSICO 600 da N	 30° - ÂNGULO ENTRE ESTAIS
---	---	---	---



**CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE
DISTRIBUIÇÃO RURAL**

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	84 DE 114

**ANEXO 2 - TABELA 1 – TABELAS DE FLECHAS DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 4 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TABELA DE FLECHAS DO CABO BÁSICO --- SEM VENTO --- METROS

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	0.02	0.08	0.17	0.31	0.50	0.73	1.00	1.33	1.72	2.16	2.66	3.21	3.83	4.50	5.23
5°	0.02	0.08	0.19	0.34	0.53	0.77	1.07	1.41	1.82	2.27	2.79	3.35	3.98	4.66	5.40
10°	0.02	0.09	0.20	0.36	0.57	0.83	1.14	1.50	1.92	2.39	2.92	3.50	4.14	4.83	5.58
15°	0.02	0.10	0.22	0.39	0.61	0.89	1.21	1.59	2.03	2.51	3.05	3.65	4.30	5.00	5.76
20°	0.03	0.11	0.24	0.42	0.66	0.95	1.29	1.69	2.14	2.64	3.19	3.80	4.46	5.17	5.94
25°	0.03	0.12	0.26	0.46	0.71	1.02	1.38	1.79	2.25	2.77	3.34	3.95	4.62	5.35	6.12
30°	0.03	0.13	0.29	0.50	0.77	1.10	1.47	1.90	2.37	2.90	3.48	4.11	4.79	5.52	6.30
35°	0.04	0.14	0.32	0.55	0.84	1.18	1.57	2.01	2.50	3.04	3.62	4.26	4.95	5.69	6.48
40°	0.04	0.16	0.35	0.60	0.91	1.26	1.67	2.12	2.62	3.17	3.77	4.42	5.11	5.86	6.65
45°	0.05	0.19	0.40	0.66	0.98	1.35	1.77	2.24	2.75	3.31	3.91	4.57	5.27	6.03	6.83
50°	0.06	0.22	0.44	0.73	1.06	1.45	1.88	2.35	2.88	3.45	4.06	4.72	5.44	6.19	7.00

TABELA DE FLECHAS DO CABO BÁSICO --- SEM VENTO --- METROS

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	6.01	6.86	7.75	8.71	9.72	10.79	11.91	13.09	14.32	15.60	16.94	18.34	19.79	21.29	22.84
5°	6.20	7.05	7.96	8.92	9.93	11.01	12.13	13.31	14.55	15.83	17.18	18.57	20.02	21.53	23.09
10°	6.39	7.24	8.16	9.13	10.15	11.22	12.35	13.54	14.77	16.06	17.41	18.81	20.26	21.77	23.33
15°	6.57	7.44	8.36	9.33	10.36	11.44	12.57	13.76	15.00	16.29	17.64	19.04	20.49	22.00	23.56
20°	6.76	7.63	8.56	9.53	10.57	11.65	12.79	13.98	15.22	16.52	17.87	19.27	20.73	22.24	23.80
25°	6.95	7.82	8.75	9.74	10.77	11.86	13.00	14.20	15.44	16.74	18.09	19.50	20.96	22.47	24.04
30°	7.13	8.01	8.95	9.94	10.98	12.07	13.21	14.41	15.66	16.96	18.32	19.73	21.19	22.70	24.27
35°	7.31	8.20	9.15	10.14	11.18	12.28	13.43	14.63	15.88	17.19	18.54	19.95	21.42	22.93	24.50
40°	7.50	8.39	9.34	10.34	11.38	12.49	13.64	14.84	16.10	17.40	18.76	20.18	21.64	23.16	24.73
45°	7.68	8.58	9.53	10.53	11.58	12.69	13.84	15.05	16.31	17.62	18.89	20.40	21.87	23.39	24.96
50°	7.86	8.77	9.72	10.73	11.79	12.89	14.05	15.26	16.52	17.84	19.20	20.62	22.09	23.61	25.19



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	85 DE 114

**ANEXO 2 – TABELA 2 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 4 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.0854 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 24.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	223.	222.	220.	218.	215.	212.	208.	205.	201.	198.	195.	191.	189.	186.	184.
5°	208.	207.	205.	204.	201.	199.	196.	193.	191.	188.	186.	183.	181.	179.	178.
10°	192.	192.	191.	189.	188.	186.	184.	182.	180.	179.	177.	176.	174.	173.	172.
15°	177.	177.	176.	175.	175.	174.	173.	172.	171.	170.	169.	168.	168.	167.	167.
20°	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.
25°	147.	147.	148.	149.	150.	151.	152.	153.	153.	154.	155.	156.	156.	157.	157.
30°	131.	133.	134.	136.	138.	140.	142.	144.	146.	147.	149.	150.	151.	152.	153.
35°	116.	118.	121.	124.	127.	131.	133.	136.	139.	141.	143.	144.	146.	147.	148.
40°	101.	104.	109.	113.	118.	122.	125.	129.	132.	135.	137.	139.	141.	143.	145.
45°	87.	91.	97.	103.	109.	114.	118.	122.	126.	129.	132.	135.	137.	139.	141.
50°	72.	79.	87.	94.	100.	106.	111.	116.	120.	124.	127.	130.	133.	135	137.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.0854 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 24.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	182.	180.	179.	177.	176.	175.	174.	173.	172.	171.	171.	170.	169.	169.	169.
5°	176.	175.	174.	173.	172.	171.	171.	170.	169.	169.	168.	168.	167.	167.	167.
10°	171.	170.	170.	169.	168.	168.	167.	167.	167.	166.	166.	166.	166.	165.	165.
15°	166.	166.	166.	165.	165.	165.	165.	164.	164.	164.	164.	164.	164.	164.	163.
20°	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.
25°	157.	158.	158.	158.	159.	159.	159.	159.	159.	160.	160.	160.	160.	160.	160.
30°	153.	154.	155.	155.	156.	156.	157.	157.	157.	158.	158.	158.	158.	159.	159.
35°	150.	151.	151.	152.	153.	154.	154.	155.	155.	156.	156.	156.	157.	157.	157.
40°	146.	147.	148.	149.	150.	151.	152.	152.	153.	154.	154.	155.	155.	155.	156.
45°	142.	144.	145.	147.	148.	149.	149.	150.	151.	152.	152.	153.	153.	154.	154.
50°	139.	141.	142.	144.	145.	146.	147.	148.	149	150.	151	151.	152.	152.	153.



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	86 DE 114

**ANEXO 2 - TABELA 3 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 4 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.1360 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 39.240 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	356.	354.	351.	347.	343.	337.	332.	326.	321.	315.	310.	305.	301.	297.	293.
5°	331.	330.	327.	324.	321.	316.	312.	308.	303.	299.	295.	292.	289.	286.	283.
10°	307.	305.	304.	302.	299.	296.	293.	290.	287.	285.	282.	280.	278.	276.	274.
15°	282.	281.	281.	279.	278.	276.	275.	273.	272.	271.	269.	268.	267.	266.	266.
20°	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.
25°	233.	234.	235.	237.	238.	240.	242.	243.	244.	246.	247.	248.	249.	249.	250.
30°	209.	211.	214.	217.	220.	223.	227.	229.	232.	234.	237.	239.	240.	242.	243.
35°	185.	188.	193.	198.	203.	208.	213.	217.	221.	224.	227.	230.	232.	234.	236.
40°	161.	166.	173.	180.	187.	194.	200.	205.	210.	214.	218.	222.	225.	228.	230.
45°	138.	145.	155.	164.	173.	181.	188.	195.	200.	206.	210.	214.	218.	221.	224.
50°	115.	126.	138.	149.	160.	169.	178.	185.	192.	197.	203.	207.	212.	215.	219.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.1360 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 39.240 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	290.	287.	284.	282.	280.	278.	277.	275.	274.	273.	272.	271.	270.	269.	268.
5°	281.	279.	277.	275.	274.	273.	272.	271.	270.	269.	268.	267.	267.	266.	266.
10°	273.	271.	270.	269.	268.	267.	267.	266.	265.	265.	264.	264.	264.	263.	263.
15°	265.	264.	264.	263.	263.	262.	262.	262.	261.	261.	261.	261.	261.	260.	260.
20°	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.
25°	251.	251.	252.	252.	253.	253.	253.	254.	254.	254.	254.	255.	255.	255.	255.
30°	244.	245.	246.	247.	248.	249.	249.	250.	250.	251.	251.	252.	252.	252.	253.
35°	238.	240.	241.	242.	243.	244.	245.	246.	247.	248.	248.	249.	249.	250.	250.
40°	232.	234.	236.	238.	239.	240.	242.	243.	244.	245.	245.	246.	247.	247.	248.
45°	227.	229.	231.	233.	235.	237.	238.	239.	241.	242.	243.	243.	244.	245.	246.
50°	222.	224.	227.	229.	231.	233.	235.	236.	237.	239.	240.	241.	242.	243.	244.



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	87 DE 114

**ANEXO 2 - TABELA 4 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 1/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2160 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 62.430 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	565.	562.	557.	551.	544.	536.	527.	518.	509.	500.	492.	484.	477.	471.	465.
5°	526.	523.	520.	515.	509.	503.	496.	489.	482.	475.	469.	464.	459.	454.	450.
10°	487.	485.	482.	479.	475.	470.	465.	461.	456.	452.	448.	444.	441.	438.	435.
15°	448.	447.	446.	444.	441.	439.	437.	434.	432.	430.	428.	426.	425.	423.	422.
20°	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.
25°	371.	372.	374.	376.	379.	381.	384.	386.	388.	390.	392.	393.	395.	396.	397.
30°	332.	335.	339.	344.	350.	355.	360.	364.	369.	372.	376.	379.	382.	384.	386.
35°	294.	299.	306.	314.	322.	330.	338.	344.	350.	356.	361.	365.	369.	372.	375.
40°	256.	264.	275.	286.	297.	308.	317.	326.	334.	341.	347.	352.	357.	362.	366.
45°	219.	231.	246.	261.	274.	287.	299.	309.	318.	327.	234.	340.	346.	352.	356.
50°	183.	200.	219.	237.	254.	269.	282.	294.	304.	314.	322.	329.	336.	342.	347

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2160 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 62.430 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	460.	456.	452.	448.	445.	442.	439.	437.	435.	433.	432.	430.	429.	427.	426.
5°	446.	443.	440.	437.	435.	433.	431.	430.	428.	427.	426.	425.	424.	423.	422.
10°	433.	431.	429.	428.	426.	425.	424.	423.	422.	421.	420.	419.	419.	418.	418.
15°	421.	420.	419.	418.	417.	417.	416.	416.	415.	415.	415.	414.	414.	414.	413.
20°	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.
25°	398.	399.	400.	401.	401.	402.	403.	403.	403.	404.	404.	404.	405.	405.	405.
30°	388.	390.	391.	393.	394.	395.	396.	397.	398.	399.	399.	400.	400.	401.	401.
35°	378.	381.	383.	385.	387.	388.	390.	391.	392.	393.	394.	395.	396.	397.	398.
40°	369.	372.	375.	378.	380.	382.	384.	386.	387.	388.	390.	391.	392.	393.	394.
45°	360.	364.	368.	371.	373.	376.	378.	380.	382.	384.	385.	387.	388.	389.	390.
50°	352.	356.	360.	364.	367.	370.	372.	375.	377.	379.	381.	383.	384.	385.	387.

**ANEXO 2 - TABELA 5 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 2/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2726 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 78.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	758.	753.	745.	735.	723.	710.	695.	680.	665.	651.	638.	626.	614.	605.	597.
5°	697.	693.	687.	679.	669.	658.	647.	635.	624.	614.	604.	595.	588.	581.	575.
10°	637.	634.	629.	623.	616.	608.	601.	593.	586.	579.	573.	567.	562.	558.	555.
15°	577.	575.	572.	569.	565.	561.	557.	553.	550.	547.	544.	541.	539.	537.	536.
20°	516.	517.	517.	517.	517.	517.	517.	517.	517.	517.	517.	518.	518.	518.	518.
25°	457.	459.	663.	467.	471.	475.	480.	483.	487.	490.	493.	496.	598.	500.	502.
30°	397.	403.	411.	420.	429.	438.	446.	453.	460.	465.	471.	475.	480.	483.	487.
35°	339.	349.	362.	376.	390.	403.	415.	425.	435.	443.	450.	457.	463.	468.	472.
40°	281.	298.	318.	338.	356.	373.	387.	401.	412.	423.	432.	440.	447.	453.	459.
45°	226.	252.	278.	303.	326.	345.	363.	378.	392.	404.	415.	424.	432.	440.	447.
50°	175.	211.	245.	274.	299.	322.	341.	358.	374.	387.	399.	409.	419.	428.	437.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2726 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 78.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	589.	583.	569.	552.	537.	526.	516.	507.	500.	494.	488.	484.	480.	476.	473.
5°	570.	565.	553.	538.	526.	516.	507.	499.	493.	487.	483.	479.	475.	572.	469.
10°	551.	549.	539.	526.	515.	506.	498.	492.	486.	481.	477.	474.	470.	468.	466.
15°	534.	533.	525.	514.	505.	497.	490.	485.	480.	476.	472.	469.	466.	464.	462.
20°	518.	519.	512.	503.	495.	488.	482.	478.	473.	470.	467.	464.	462.	460.	458.
25°	503.	505.	500.	492.	486.	480.	475.	471.	467.	464.	461.	460.	458.	456.	455.
30°	489.	492.	489.	482.	477.	472.	468.	464.	462.	459.	457.	455.	454.	452.	451.
35°	477.	480.	478.	473.	468.	464.	461.	458.	456.	454.	452.	451.	450.	449.	448.
40°	464.	469.	468.	464.	460.	457.	455.	452.	451.	449.	448.	447.	446.	445.	444.
45°	453.	458.	458.	455.	452.	450.	448.	447.	445.	444.	443.	442.	442.	441.	442.
50°	442.	448.	449.	447.	445.	443.	442.	441.	440.	440.	439.	438.	438.	438.	438.

**ANEXO 2 - TABELA 6 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM
REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 3/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG**

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.3436 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 99.200 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	955.	949.	940.	927.	911.	894.	876.	857.	838.	820.	803.	788.	774.	761.	750.
5°	878.	874.	866.	855.	843.	829.	815.	800.	786.	773.	750.	749.	739.	731.	723.
10°	803.	799.	793.	785.	776.	767.	757.	747.	738.	729.	721.	714.	708.	702.	567.
15°	727.	725.	721.	717.	712.	707.	702.	697.	692.	688.	685.	681.	678.	676.	673.
20°	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.
25°	576.	579.	583.	588.	593.	599.	604.	609.	613.	617.	620.	623.	626.	628.	630.
30°	501.	508.	518.	529.	540.	551.	561.	570.	578.	586.	592.	598.	603.	607.	611.
35°	427.	440.	456.	474.	492.	508.	522.	536.	547.	557.	566.	574.	681.	588.	593.
40°	354.	375.	400.	425.	448.	469.	488.	504.	519.	531.	543.	553.	562.	569.	576.
45°	285.	317.	351.	382.	410.	435.	457.	476.	493.	508.	521.	533.	543.	552.	561.
50°	221.	266.	308.	345.	377.	405.	429.	451.	470.	487.	501.	514.	526.	537.	546.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.3436 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 99.200 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	741.	732.	714.	692.	674.	659.	645.	634.	625.	616.	609.	603.	597.	592.	588.
5°	716.	710.	695.	675.	659.	646.	634.	624.	616.	608.	602.	596.	591.	587.	583.
10°	693.	689.	676.	659.	646.	634.	624.	615.	607.	601.	595.	590.	585.	581.	578.
15°	671.	669.	659.	644.	632.	622.	613.	606.	599.	593.	588.	584.	580.	576.	573.
20°	651.	651.	643.	630.	620.	611.	603.	597.	591.	586.	581.	578.	574.	571.	568.
25°	632.	634.	627.	617.	608.	601.	594.	588.	583.	579.	575.	572.	569.	566.	563.
30°	615.	618.	613.	604.	597.	590.	585.	580.	576.	572.	569.	566.	563.	561.	559.
35°	598.	602.	599.	592.	586.	581.	576.	572.	569.	566.	563.	560.	558.	556.	555.
40°	582.	588.	586.	581.	576.	572.	568.	565.	562.	559.	557.	555.	553.	552.	550.
45°	568.	574.	574.	570.	566.	563.	560.	557.	555.	553.	551.	550.	548.	547.	546.
50°	554.	562.	562.	559.	557.	554.	552.	550.	549.	547.	546.	545.	544.	543.	542.



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	90 DE 114

ANEXO 2 - TABELA 7 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS LEVES - CONDUTOR 4/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.4330 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 125.100 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	1132.	1126.	1117.	1105.	1091.	1074.	1057.	1039.	1020.	1003.	986.	971.	957.	944.	933.
5°	1054.	1049.	1042.	1032.	1020.	1007.	994.	980.	966.	953.	941.	930.	919.	910.	902.
10°	976.	972.	967.	960.	952.	943.	933.	924.	914.	906.	898.	891.	884.	878.	873.
15°	898.	896.	893.	889.	885.	880.	875.	870.	866.	862.	858.	854.	851.	848.	846.
20°	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.
25°	743.	746.	749.	754.	759.	764.	769.	774.	778.	782.	786.	789.	792.	794.	796.
30°	666.	672.	680.	690.	701.	711.	721.	730.	739.	746.	753.	759.	765.	770.	774.
35°	589.	599.	613.	630.	646.	662.	677.	690.	702.	713.	723.	732.	740.	746.	753.
40°	513.	529.	551.	574.	596.	617.	636.	653.	669.	683.	695.	706.	716.	725.	733.
45°	439.	463.	492.	522.	550.	576.	599.	620.	638.	655.	669.	683.	694.	705.	714.
50°	366.	401.	439.	476.	509.	539.	565.	589.	610.	629.	645.	660.	674.	686.	696.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.4330 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 125.100 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	992.	913.	905.	898.	892.	886.	881.	876.	872.	868.	865.	862.	859.	857.	855.
5°	895.	888.	882.	877.	872.	868.	865.	861.	858.	856.	853.	851.	849.	847.	846.
10°	868.	864.	860.	857.	854.	852.	849.	847.	845.	843.	842.	841.	839.	838.	837.
15°	844.	842.	840.	838.	837.	836.	834.	833.	833.	832.	831.	830.	830.	829.	829.
20°	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.
25°	799.	800.	802.	803.	805.	806.	807.	808.	809.	809.	810.	811.	811.	812.	812.
30°	778.	781.	784.	787.	790.	792.	794.	796.	797.	799.	800.	801.	803.	804.	805.
35°	758.	763.	768.	772.	775.	778.	781.	784.	786.	789.	791.	792.	794.	796.	797.
40°	740.	746.	752.	757.	761.	766.	769.	773.	776.	779.	781.	784.	786.	786.	790.
45°	722.	730.	737.	743.	748.	753.	758.	762.	766.	769.	772.	775.	778.	780.	782.
50°	706.	714.	722.	729.	736.	741.	747.	751.	756.	760.	763.	767.	770.	773.	775.



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	91 DE 114

ANEXO 2 - TABELA 8 - TABELA DE FLECHAS DE MONTAGEM REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL
TABELA DE FLECHAS DO CABO BÁSICO --- SEM VENTO --- METROS

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	0.02	0.08	0.17	0.31	0.50	0.73	1.00	1.33	1.72	2.16	2.66	3.21	3.96	4.93	6.00
5°	0.02	0.08	0.19	0.34	0.53	0.77	1.07	1.41	1.82	2.27	2.79	3.35	4.12	5.10	6.18
10°	0.02	0.09	0.20	0.36	0.57	0.83	1.14	1.50	1.92	2.39	2.92	3.50	4.28	5.27	6.36
15°	0.02	0.10	0.22	0.39	0.61	0.89	1.21	1.59	2.03	2.51	3.05	3.65	4.44	5.44	6.53
20°	0.03	0.11	0.24	0.42	0.66	0.95	1.29	1.69	2.14	2.64	3.19	3.80	4.61	5.61	6.71
25°	0.03	0.12	0.26	0.46	0.71	1.02	1.38	1.79	2.25	2.77	3.34	3.95	4.77	5.78	6.88
30°	0.03	0.13	0.29	0.50	0.77	1.10	1.47	1.90	2.37	2.90	3.48	4.11	4.93	5.95	7.06
35°	0.04	0.14	0.32	0.55	0.84	1.18	1.57	2.01	2.50	3.04	3.62	4.26	5.09	6.12	7.23
40°	0.04	0.16	0.35	0.60	0.91	1.26	1.67	2.12	2.62	3.17	3.77	4.42	5.26	6.29	7.40
45°	0.05	0.19	0.40	0.66	0.98	1.35	1.77	2.24	2.75	3.31	3.91	4.57	5.42	6.45	7.57
50°	0.06	0.22	0.44	0.73	1.06	1.45	1.88	2.35	2.88	3.45	4.06	4.72	5.58	6.62	7.74

TABELA DE FLECHAS DO CABO BÁSICO --- SEM VENTO --- METROS

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	7.17	8.44	9.80	11.24	12.77	14.38	16.06	17.84	19.69	21.62	23.63	25.73	27.90	30.16	32.49
5°	7.36	8.63	9.99	11.43	12.96	14.56	16.25	18.03	19.88	21.81	23.82	25.91	28.09	30.34	32.68
10°	7.54	8.81	10.17	11.62	13.14	14.75	16.44	18.21	20.06	21.99	24.01	26.10	28.27	30.53	32.86
15°	7.72	9.00	10.36	11.80	13.33	14.94	16.63	18.40	20.25	22.18	24.19	26.28	28.46	30.71	33.04
20°	7.90	9.18	10.54	11.98	13.51	15.12	16.81	18.58	20.43	22.36	24.37	26.47	28.64	30.89	33.23
25°	8.08	9.36	10.72	12.17	13.69	15.30	16.99	18.76	20.61	22.54	24.55	26.65	28.82	31.07	33.41
30°	8.26	9.54	10.90	12.35	13.87	15.48	17.17	18.94	20.79	22.73	24.74	26.83	29.00	31.26	33.59
35°	8.43	9.71	11.08	12.52	14.05	15.66	17.35	19.12	20.97	22.90	24.92	27.01	29.18	31.44	33.77
40°	8.60	9.39	11.25	12.70	14.23	15.84	17.53	19.30	21.15	23.08	25.09	27.19	29.36	31.61	33.95
45°	8.77	10.06	11.43	12.88	14.41	16.02	17.71	19.48	21.33	23.26	25.27	27.37	29.54	31.79	34.13
50°	8.94	10.23	11.60	13.05	14.58	16.19	17.88	19.65	21.51	23.44	25.45	27.54	29.72	31.97	34.31

ANEXO 2 - TABELA 9 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 4 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.0854 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 24.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	223.	222.	220.	218.	215.	212.	208.	205.	201.	198.	195.	191.	182.	170.	160.
5°	208.	207.	205.	204.	201.	199.	196.	193.	191.	188.	186.	183.	175.	164.	156.
10°	192.	192.	191.	189.	188.	186.	184.	182.	180.	179.	177.	176.	169.	159.	151.
15°	177.	177.	176.	175.	175.	174.	173.	172.	171.	170.	169.	168.	162.	154.	147.
20°	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	162.	157.	149.	143.
25°	147.	147.	148.	149.	150.	151.	152.	153.	153.	154.	155.	156.	151.	145.	140.
30°	131.	133.	134.	136.	138.	140.	142.	144.	146.	147.	149.	150.	146.	141.	136.
35°	116.	118.	121.	124.	127.	131.	133.	136.	139.	141.	143.	144.	142.	137.	133.
40°	101.	104.	109.	113.	118.	122.	125.	129.	132.	135.	137.	139.	137.	133.	130.
45°	87.	91.	97.	103.	109.	114.	118.	122.	126.	129.	132.	135.	133.	130.	127.
50°	72.	79.	87.	94.	100.	106.	111.	116.	120.	124.	127.	130.	129.	127.	124.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.0854 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 24.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	152.	146.	141.	137.	134.	131.	129.	127.	125.	124.	122.	121.	120.	120.	119.
5°	149.	143.	139.	135.	132.	130.	127.	126.	124.	123.	122.	120.	120.	119.	118.
10°	145.	140.	136.	133.	130.	128.	126.	124.	123.	122.	121.	120.	119.	118.	117.
15°	142.	137.	134.	131.	128.	126.	125.	123.	122.	121.	120.	119.	118.	117.	117.
20°	138.	135.	131.	129.	127.	125.	123.	122.	121.	120.	119.	118.	117.	117.	116.
25°	135.	132.	129.	127.	125.	123.	122.	121.	120.	119.	118.	117.	117.	116.	116.
30°	133.	130.	127.	125.	123.	122.	121.	120.	119.	118.	117.	116.	116.	115.	115.
35°	130.	127.	125.	123.	122.	120.	119.	118.	118.	117.	116.	116.	115.	115.	114.
40°	127.	125.	123.	122.	120.	119.	118.	117.	117.	116.	115.	115.	114.	114.	114.
45°	125.	123.	121.	120.	119.	118.	117.	116.	116.	115.	115.	114.	114.	113.	113.
50°	122.	121.	119.	118.	117.	117.	116.	115.	115.	114.	114.	113.	113.	113.	113.



**CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE
DISTRIBUIÇÃO RURAL**

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	93 DE 114

ANEXO 2 - TABELA 10 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 2 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.1360 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 39.240 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	356.	354.	351.	347.	343.	337.	332.	326.	321.	315.	310.	305.	290.	271.	255.
5°	331.	330.	327.	324.	321.	316.	312.	308.	303.	299.	295.	292.	279.	262.	248.
10°	307.	305.	304.	302.	299.	296.	293.	290.	287.	285.	282.	280.	268.	253.	241.
15°	282.	281.	281.	279.	278.	276.	275.	273.	272.	271.	269.	268.	259.	245.	234.
20°	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	258.	250.	238.	228.
25°	233.	234.	235.	237.	238.	240.	242.	243.	244.	246.	247.	248.	241.	231.	222.
30°	209.	211.	214.	217.	220.	223.	227.	229.	232.	234.	237.	239.	233.	224.	217.
35°	185.	188.	193.	198.	203.	208.	213.	217.	221.	224.	227.	230.	226.	218.	212.
40°	161.	166.	173.	180.	187.	194.	200.	205.	210.	214.	218.	222.	219.	212.	207.
45°	138.	145.	155.	164.	173.	181.	188.	195.	200.	206.	210.	214.	212.	207.	202.
50°	115.	126.	138.	149.	160.	169.	178.	185.	192.	197.	203.	207.	206.	202.	198.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.1360 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 39.240 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	243.	233.	225.	219.	213.	209.	205.	202.	199.	197.	195.	193.	192.	190.	189.
5°	237.	228.	221.	215.	210.	206.	203.	200.	198.	195.	194.	192.	190.	189.	188.
10°	231.	223.	217.	212.	207.	204.	201.	198.	196.	194.	192.	191.	189.	188.	187.
15°	226.	219.	213.	208.	204.	201.	198.	196.	194.	192.	191.	189.	188.	187.	186.
20°	221.	214.	209.	205.	202.	199.	196.	194.	192.	191.	189.	188.	187.	186.	185.
25°	216.	210.	206.	202.	199.	196.	194.	192.	190.	189.	188.	187.	186.	185.	184.
30°	211.	206.	202.	199.	196.	194.	192.	190.	189.	188.	186.	185.	184.	184.	183.
35°	207.	203.	199.	196.	194.	192.	190.	189.	187.	186.	185.	184.	183.	183.	182.
40°	203.	199.	196.	194.	191.	190.	188.	187.	186.	185.	184.	183.	182.	182.	181.
45°	199.	196.	193.	191.	189.	188.	186.	185.	184.	183.	182.	182.	181.	181.	180.
50°	195.	192.	190.	188.	187.	186.	184.	183.	183.	182.	181.	181.	180.	180.	179.

ANEXO 2 - TABELA 11 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 1/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2160 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 62.430 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	565.	562.	557.	551.	544.	536.	527.	518.	509.	500.	492.	484.	461.	430.	405.
5°	526.	523.	520.	515.	509.	503.	496.	489.	482.	475.	469.	464.	443.	415.	393.
10°	487.	485.	482.	479.	475.	470.	465.	461.	456.	452.	448.	444.	426.	402.	382.
15°	448.	447.	446.	444.	441.	439.	437.	434.	432.	430.	428.	426.	411.	389.	372.
20°	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	409.	396.	377.	362.
25°	371.	372.	374.	376.	379.	381.	384.	386.	388.	390.	392.	393.	383.	366.	353.
30°	332.	335.	339.	344.	350.	355.	360.	364.	369.	372.	376.	379.	370.	356.	344.
35°	294.	299.	306.	314.	322.	330.	338.	344.	350.	356.	361.	365.	358.	346.	336.
40°	256.	264.	275.	286.	297.	308.	317.	326.	334.	341.	347.	352.	347.	337.	329.
45°	219.	231.	246.	261.	274.	287.	299.	309.	318.	327.	334.	340.	337.	328.	321.
50°	183.	200.	219.	237.	254.	269.	282.	294.	304.	314.	322.	329.	327.	320.	314.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2160 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 62.430 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	386.	370.	357.	347.	339.	332.	326.	321.	317.	313.	310.	307.	304.	302.	300.
5°	376.	362.	351.	342.	334.	328.	322.	318.	314.	310.	307.	305.	302.	300.	299.
10°	367.	354.	344.	336.	329.	323.	319.	314.	311.	308.	305.	303.	300.	299.	297.
15°	358.	347.	338.	331.	325.	319.	315.	311.	308.	305.	303.	300.	299.	297.	295.
20°	350.	340.	332.	326.	320.	316.	312.	308.	305.	303.	300.	298.	297.	295.	294.
25°	343.	334.	327.	321.	316.	312.	308.	305.	303.	300.	298.	296.	295.	293.	292.
30°	335.	328.	321.	316.	312.	308.	305.	302.	300.	298.	296.	294.	293.	292.	291.
35°	328.	322.	316.	312.	308.	305.	302.	299.	297.	296.	294.	292.	291.	290.	289.
40°	322.	316.	311.	307.	304.	301.	299.	297.	295.	293.	292.	291.	289.	288.	288.
45°	315.	311.	307.	303.	300.	298.	296.	294.	292.	291.	290.	289.	288.	287.	286.
50°	309.	305.	302.	299.	297.	295.	293.	291.	290.	289.	288.	287.	286.	285.	285.



CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	95 DE 114

ANEXO 2 - TABELA 12 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 2/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2726 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 78.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	712.	709.	703.	695.	686.	676.	665.	653.	641.	563.	500.	454.	420.	394.	376.
5°	663.	660.	655.	649.	642.	634.	625.	616.	607.	535.	479.	438.	408.	385.	369.
10°	614.	612.	608.	604.	599.	593.	567.	581.	575.	510.	460.	423.	397.	377.	362.
15°	565.	564.	562.	559.	557.	554.	550.	547.	544.	486.	442.	410.	386.	368.	355.
20°	516.	516.	516.	516.	516.	516.	516.	516.	516.	464.	426.	397.	376.	361.	349.
25°	467.	469.	471.	474.	477.	481.	484.	487.	489.	444.	410.	385.	367.	353.	343.
30°	419.	423.	428.	434.	441.	447.	454.	459.	464.	425.	396.	374.	358.	346.	337.
35°	370.	377.	386.	396.	406.	416.	425.	434.	441.	407.	383.	364.	350.	340.	331.
40°	323.	333.	346.	361.	375.	388.	400.	411.	420.	391.	370.	354.	343.	333.	326.
45°	276.	291.	310.	328.	346.	362.	377.	390.	401.	377.	359.	345.	335.	327.	321.
50°	230.	252.	276.	299.	320.	339.	355.	370.	383.	363.	348.	337.	328.	322.	316.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.2726 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 78.680 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	361.	350.	342.	334.	328.	324.	319.	316.	313.	310.	308.	306.	304.	303.	301.
5°	356.	345.	337.	331.	325.	321.	317.	314.	311.	309.	307.	305.	303.	302.	300.
10°	350.	341.	333.	327.	322.	318.	315.	312.	309.	307.	305.	303.	302.	300.	299.
15°	344.	336.	330.	324.	320.	316.	313.	310.	307.	305.	303.	302.	300.	299.	298.
20°	339.	332.	326.	321.	317.	313.	310.	308.	306.	304.	302.	301.	299.	298.	297.
25°	334.	328.	322.	318.	314.	311.	308.	306.	304.	302.	301.	299.	298.	297.	296.
30°	329.	323.	319.	315.	311.	308.	306.	304.	302.	300.	299.	298.	297.	296.	295.
35°	325.	320.	315.	312.	309.	306.	304.	302.	300.	299.	298.	297.	296.	295.	294.
40°	320.	316.	312.	309.	306.	304.	302.	300.	299.	297.	296.	295.	294.	294.	293.
45°	316.	312.	309.	306.	304.	302.	300.	298.	297.	296.	295.	294.	293.	292.	292.
50°	312.	308.	306.	303.	301.	299.	298.	297.	295.	294.	293.	293.	292.	291.	291.

ANEXO 2 - TABELA 13 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 3/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.3436 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 99.200 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	898.	894.	886.	877.	867.	853.	838.	824.	809.	710.	631.	572.	529.	498.	474.
5°	836.	833.	827.	819.	810.	799.	789.	777.	766.	675.	605.	553.	514.	486.	465.
10°	774.	772.	767.	762.	755.	748.	740.	733.	725.	643.	580.	534.	500.	475.	456.
15°	713.	711.	709.	706.	702.	698.	694.	691.	687.	613.	558.	517.	487.	465.	448.
20°	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	651.	686.	537.	501.	475.	455.	440.
25°	590.	592.	595.	598.	602.	606.	610.	614.	617.	560.	517.	486.	463.	446.	433.
30°	529.	533.	540.	548.	556.	564.	572.	680.	586.	536.	499.	473.	452.	437.	425.
35°	467.	476.	487.	500.	513.	525.	537.	548.	557.	514.	483.	460.	442.	429.	418.
40°	407.	420.	437.	455.	473.	489.	505.	518.	531.	494.	467.	447.	432.	421.	412.
45°	348.	368.	391.	414.	437.	457.	475.	492.	506.	475.	453.	436.	423.	413.	405.
50°	291.	318.	348.	377.	404.	427.	448.	467.	484.	458.	439.	425.	414.	406.	399.

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.3436 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 99.200 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	456.	442.	431.	422.	415.	409.	403.	399.	395.	392.	389.	386.	384.	382.	380.
5°	449.	436.	423.	418.	411.	405.	400.	396.	393.	390.	387.	385.	383.	381.	379.
10°	442.	430.	421.	413.	407.	402.	397.	394.	390.	388.	385.	383.	381.	379.	378.
15°	435.	424.	416.	409.	403.	399.	395.	391.	388.	385.	383.	381.	379.	378.	376.
20°	428.	418.	411.	405.	400.	395.	392.	389.	386.	383.	381.	379.	378.	376.	375.
25°	422.	414.	407.	401.	396.	392.	389.	386.	384.	381.	379.	378.	376.	375.	374.
30°	416.	409.	403.	397.	393.	389.	386.	384.	381.	379.	378.	376.	375.	373.	372.
35°	410.	408.	408.	393.	390.	386.	384.	381.	379.	377.	376.	374.	373.	372.	371.
40°	405.	399.	394.	390.	386.	384.	381.	379.	377.	375.	374.	373.	372.	371.	370.
45°	399.	394.	390.	386.	383.	381.	379.	377.	375.	374.	372.	371.	370.	369.	368.
50°	393.	389.	386.	383.	380.	378.	376.	374.	373.	372.	371.	370.	369.	368.	367.



**CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE
DISTRIBUIÇÃO RURAL**

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	97 DE 114

ANEXO 2 - TABELA 14 - TABELA DE TRAÇÕES DE MONTAGEM

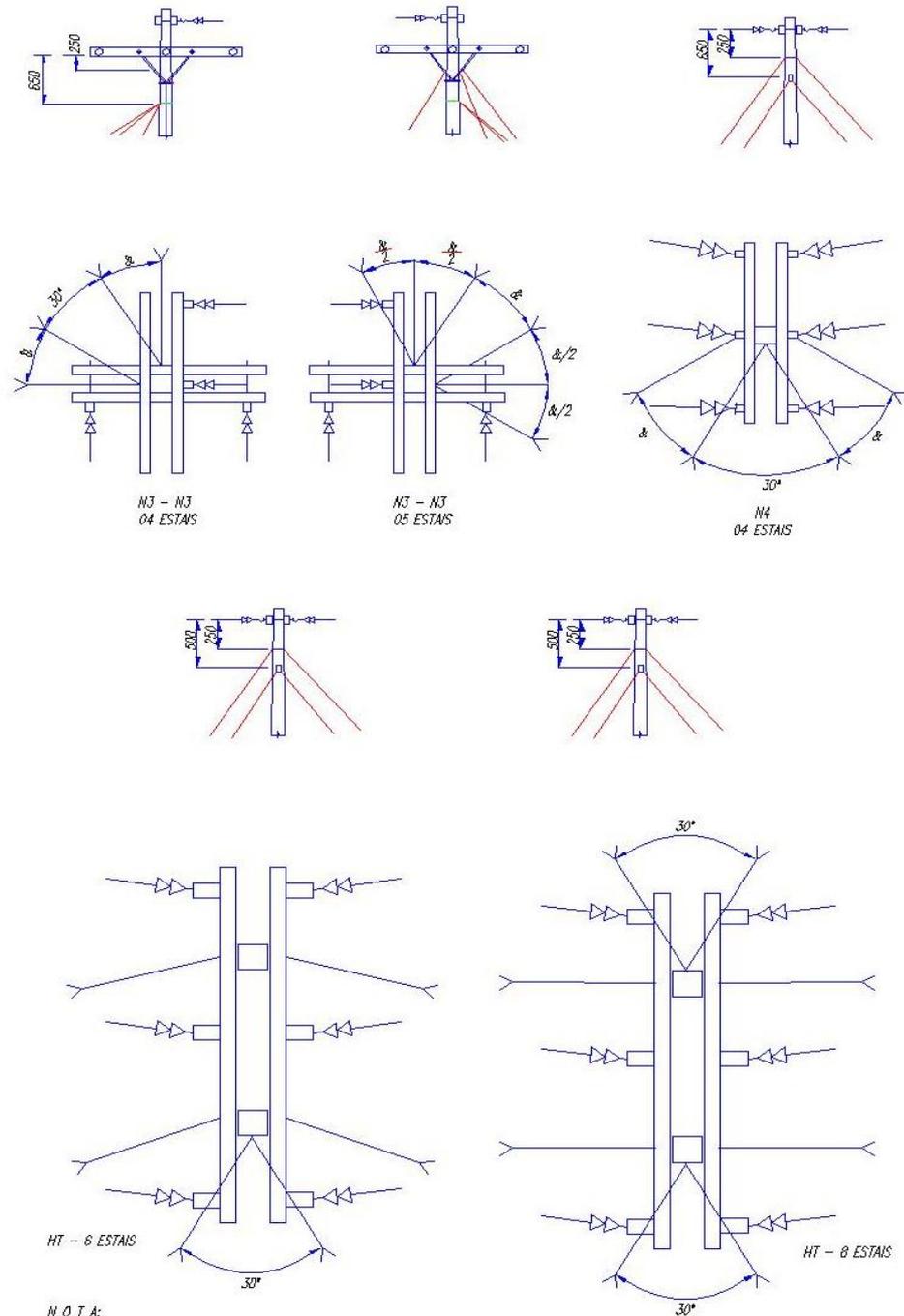
REDES RURAIS MÉDIAS - CONDUTOR 4/0 AWG CAA - CABO BÁSICO 4 AWG - MOD. INICIAL

TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.4330 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 125.100 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.
0°	1132.	1126.	1117.	1105.	1091.	1074.	1057.	1039.	1020.	1003.	986.	971.	923.	861.	812.
5°	1054.	1049.	1042.	1032.	1020.	1007.	994.	980.	966.	953.	941.	930.	888.	833.	789.
10°	976.	972.	967.	960.	952.	943.	933.	924.	914.	906.	898.	891.	855.	806.	767.
15°	898.	896.	893.	889.	885.	880.	875.	870.	866.	862.	958.	854.	824.	780.	746.
20°	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	820.	795.	757.	726.
25°	743.	746.	749.	754.	759.	764.	769.	774.	778.	782.	786.	789.	768.	734.	708.
30°	666.	672.	680.	690.	701.	711.	721.	730.	739.	746.	753.	759.	742.	713.	691.
35°	589.	599.	613.	630.	646.	662.	677.	690.	702.	713.	723.	732.	719.	694.	674.
40°	513.	529.	551.	574.	596.	617.	636.	653.	669.	683.	695.	706.	697.	676.	659.
45°	439.	463.	492.	522.	550.	576.	599.	620.	638.	655.	669.	683.	676.	658.	644.
50°	366.	401.	439.	476.	509.	539.	565.	589.	610.	629.	645.	660.	656.	642.	630.

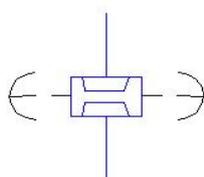
TRAÇÕES HORIZONTAIS DE MONTAGEM EM daN -- PESO PRÓPRIO DO CABO = 0.4330 daN/m -- ÁREA SECÇÃO = 125.100 mm²

Temperatura Graus °C	VÃOS (M)														
	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	500.	520.	540.	560.	580.	600.
0°	773.	742.	717.	696.	679.	665.	653.	643.	635.	627.	621.	615.	610.	606.	602.
5°	754.	726.	703.	685.	669.	657.	646.	637.	629.	622.	616.	611.	606.	602.	599.
10°	736.	711.	690.	674.	660.	648.	639.	630.	623.	617.	611.	607.	602.	599.	595.
15°	718.	696.	678.	663.	651.	640.	631.	624.	617.	612.	607.	602.	599.	595.	592.
20°	702.	682.	666.	653.	642.	633.	625.	618.	612.	607.	602.	598.	595.	592.	589.
25°	687.	669.	655.	643.	633.	625.	618.	612.	606.	602.	598.	594.	591.	588.	586.
30°	672.	657.	644.	634.	625.	618.	611.	606.	601.	597.	593.	590.	587.	585.	582.
35°	658.	645.	634.	625.	617.	611.	605.	600.	596.	592.	589.	586.	584.	581.	579.
40°	645.	634.	624.	616.	610.	604.	599.	595.	591.	588.	585.	582.	580.	578.	576.
45°	632.	623.	615.	608.	602.	597.	593.	589.	586.	583.	581.	579.	577.	575.	573.
50°	620.	612.	606.	600.	595.	591.	587.	584.	581.	579.	577.	575.	573.	572.	570.

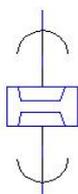


N O T A:

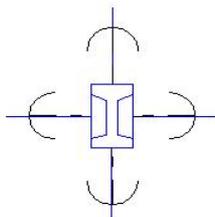
OS DESENHOS DAS ESTRUTURAS INDICAM A POSIÇÃO DOS ESTAIS NORMAIS. O PRESENTE DESENHO, TRATA APENAS DOS CASOS ESPECIAIS INDICADOS NOS GRÁFICOS PARA ESCOLHA DE ESTRUTURAS.



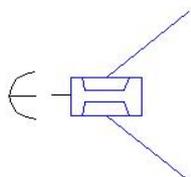
EM ALINHAMENTO AO LONGO DA REDE, COM OU SEM ESTAIS LATERAIS (U1, U2, N1 E N2)



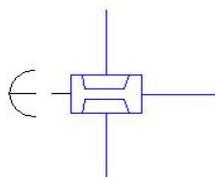
EM ALINHAMENTO AO LONGO DA REDE, COM ESTAIS LONGITUDINAIS (U4)



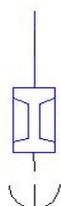
EM ALINHAMENTO AO LONGO DA REDE, COM ESTAIS LONGITUDINAIS E LATERAIS (U4, N4 E TE)



EM ÂNGULO ATÉ 60°, COM OU SEM ESTAIS



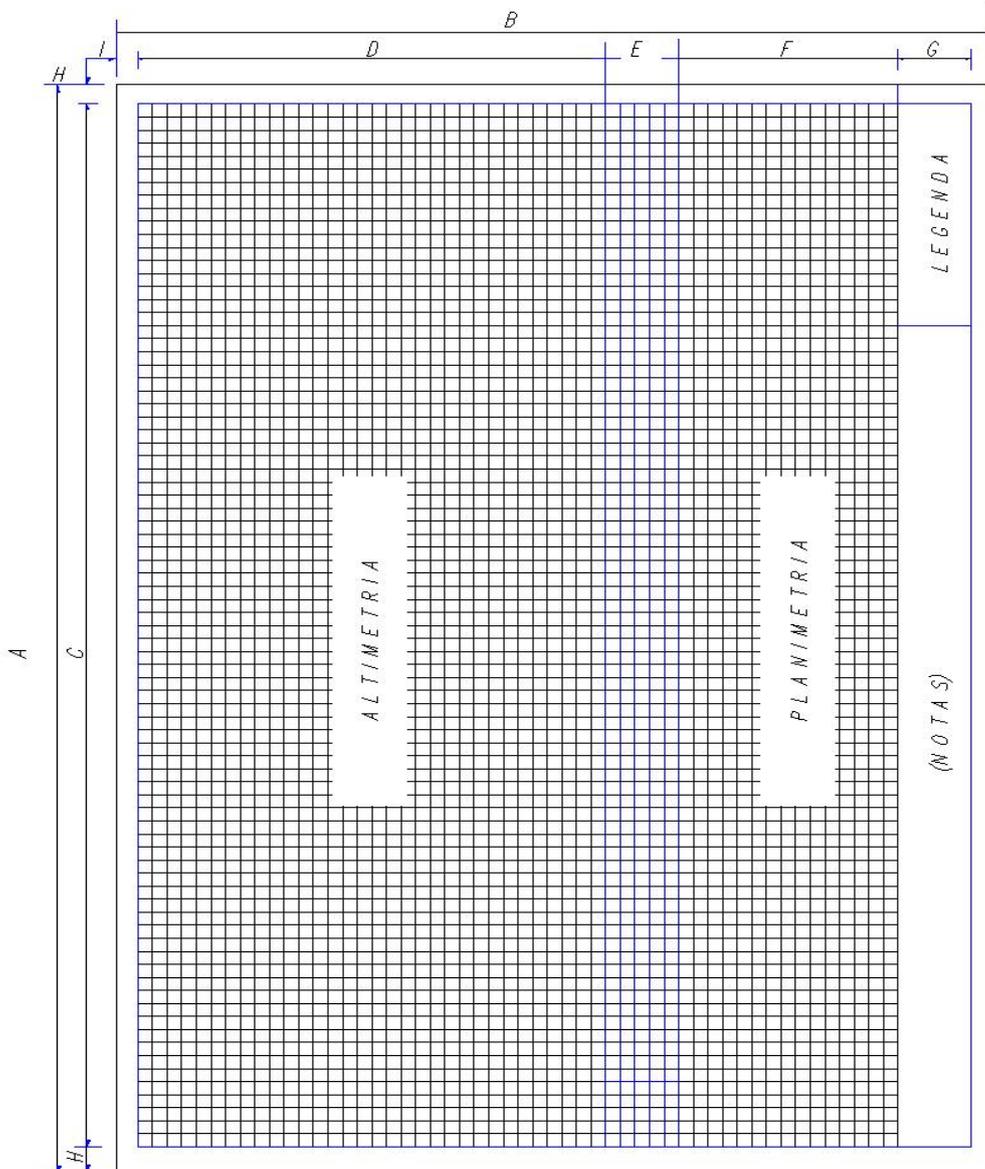
COM DERIVAÇÃO, COM OU SEM ESTAIS



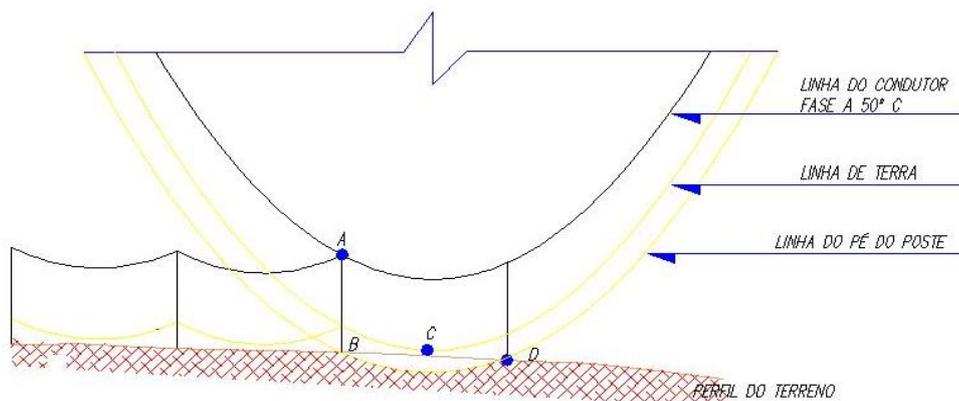
FIM DE REDE, COM OU SEM ESTAI

- 1 Estai longitudinal para vão até 175 m
- 3 Estais, sendo 2 laterais e 1 longitudinal para vão até 250 m

OBS.: Nas Estruturas U3-U3, N3-N3 e TE em alinhamento, o lado de maior resistência do poste deverá ficar voltado para o 1º (primeiro) nível do condutor.

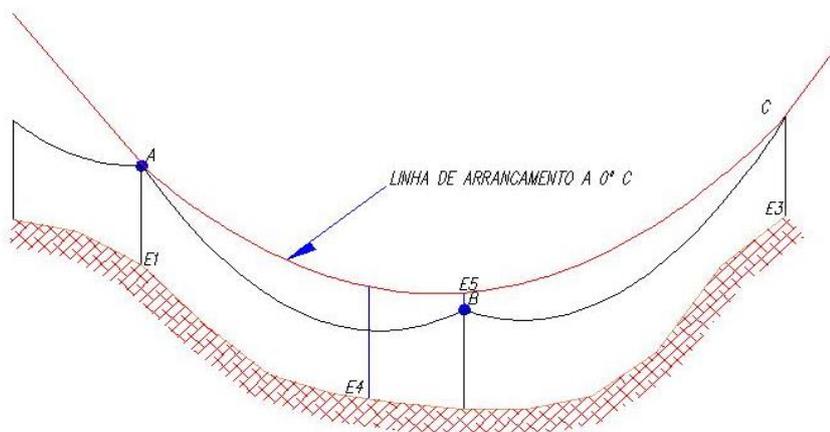


FORMATO	DIMENSÕES (mm)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
A1	A1	841	594	806	324	50	150	50	25	10	175
A2		594	420	559	200		100				
A3		420	297	385	137	50	40				



ESC.: VERTICAL = 1 : 500
HORIZONTAL = 1 : 5000

DETERMINAÇÃO DE UMA SÉRIE DE ESTRUTURAS N1 OU N2 EM POSTE DE 10 m



ESC.: VERTICAL = 1 : 500
HORIZONTAL = 1 : 5000
COTA E2 = 5m

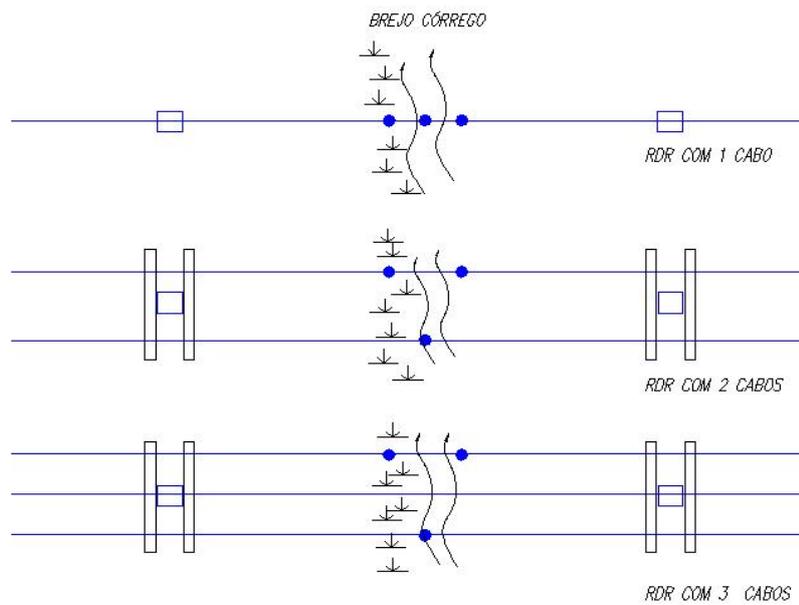
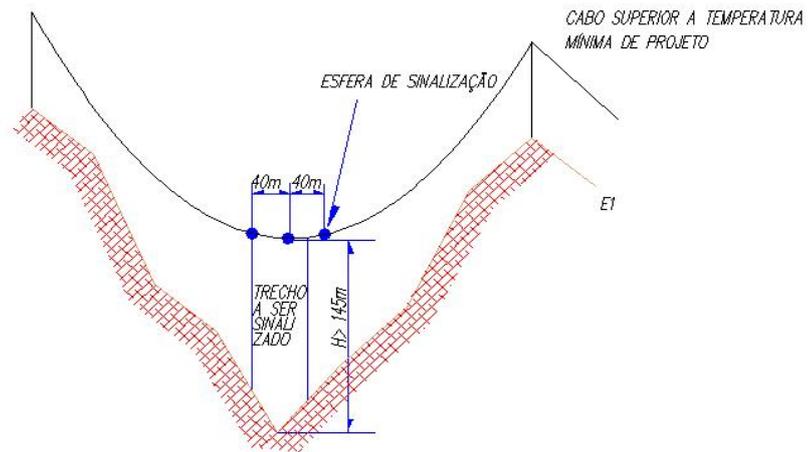
COTA E1 + COTA E3 = 17 + 20 = 37 > 5m, DEVE SER VERIFICADO SE HÁ ESFORÇOS DE ARRANCAMENTO EM E2.

E2 – ESTRUTURA SOB ESFORÇO DE ARRANCAMENTO.

E4 – ESTRUTURA SEM ESFORÇO DE ARRANCAMENTO DEVIDO AO DESLOCAMENTO DO PÉ DA ESTRUTURA E2.

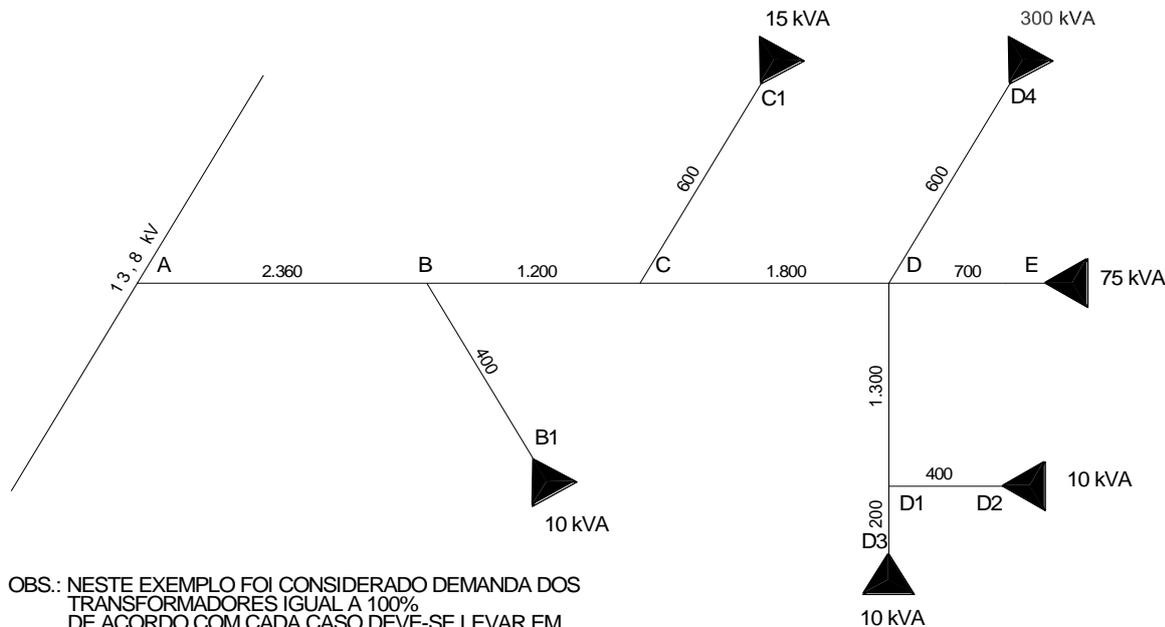
E5 – ESTRUTURA SEM ESFORÇO DE ARRANCAMENTO DEVIDO AO AUMENTO DA ALTURA DO POSTE DA ESTRUTURA E2.

VERIFICAÇÃO DE ARRANCAMENTO



ANEXO 10 – CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

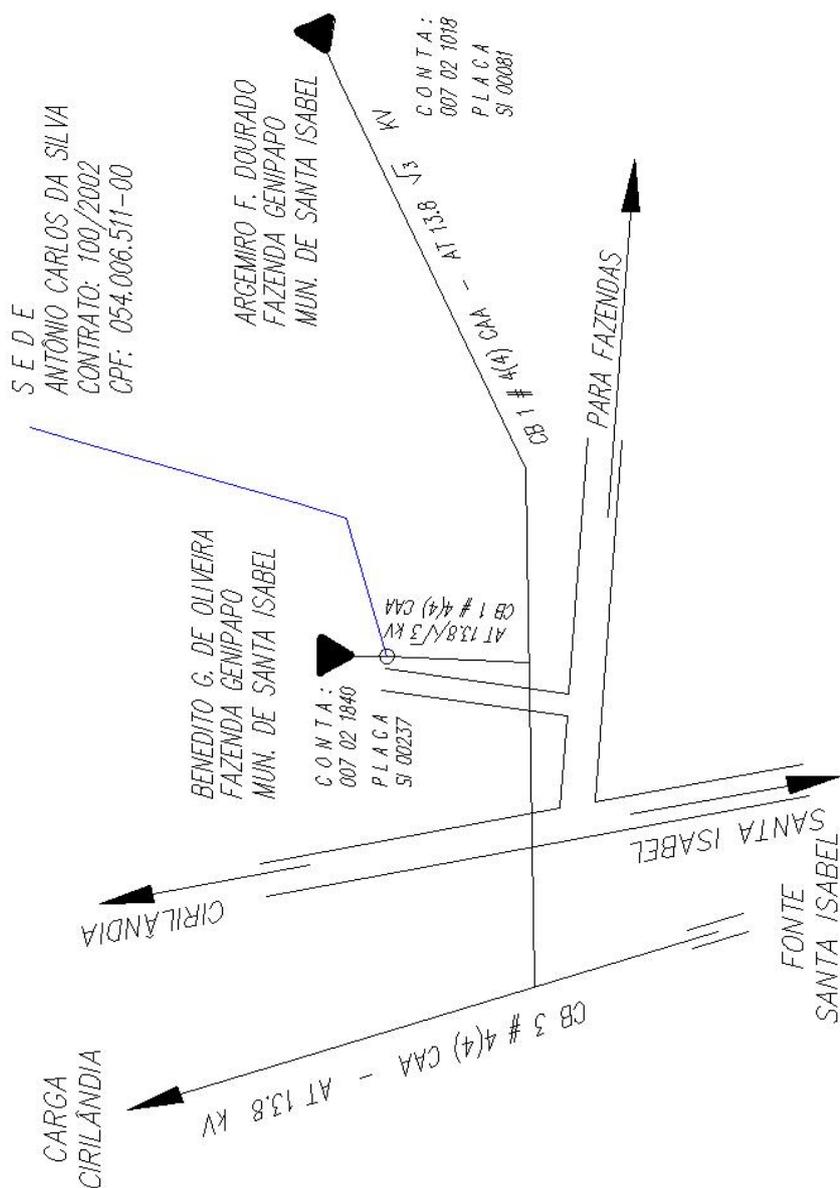
RDU/RDR: EXEMPLO DE CÁLCULO COM VÁRIOS RAMAIS. _____
 MUNICÍPIO : _____ TRANSF.: _____ FL.: ____ / ____
 PRIMÁRIO: 13,8kV SECUNDÁRIO: _____ F. P. : 0,8



OBS.: NESTE EXEMPLO FOI CONSIDERADO DEMANDA DOS TRANSFORMADORES IGUAL A 100% DE ACORDO COM CADA CASO DEVE-SE LEVAR EM CONTA A DEMANDA DEVERSIFICADA.

TRECHO		CARGA			CONDUTORES	QUEDA DE TENSÃO		
DESIGNAÇÃO	COMPRI-MENTO	DISTRIBUÍDA NO TRECHO	ACUMULADA NO FIM DO TRECHO	TOTAL		UNITÁRIA	NO TRECHO	TOTAL
A	B	C	D	$E = B(C/2 + D)$	F	G	$H = ExG$	I
PRIMÁRIO	Km	MVA	MVA	MVA x Km	N.º #AWG/ MCM	%	%	%
SECUN-DÁRIO	100 m	kVA	kVA	kVA x 100m				
A – B	2,360	--	0,420	0,991	3 # 4 (4)	0,8349	0,827	0,827
B – C	1,200	--	0,410	0,492	3 # 4 (4)	0,8349	0,410	1,237
C – D	1,800	--	0,395	0,711	3 # 4 (4)	0,8349	0,593	1,830
D – E	0,700	--	0,075	0,052	3 # 4 (4)	0,8349	0,043	1,873
B – B1	0,400	--	0,010	0,004	1 # 4 (4)	4,3858	0,017	1,890
C – C1	0,600	--	0,015	0,009	1 # 4 (4)	4,3858	0,039	1,929
D – D1	1,300	--	0,020	0,026	1 # 4 (4)	4,3858	0,114	2,043
D1 – D2	0,400	--	0,010	0,004	1 # 4 (4)	4,3858	0,017	2,060
D1 – D3	0,200	--	0,010	0,002	1 # 4 (4)	4,3858	0,008	2,068
D – D4	0,600	--	0,300	0,180	3 # 4 (4)	0,8349	0,150	2,218
DEMANDA NOTURNA:					DEMANDA DIURNA:			
PREPARADO POR _____					VISTO: _____ DATA: ____ / ____ / ____			

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	108 DE 114



	CRITÉRIOS DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	NTD	004
		VERSÃO	2
		VIGÊNCIA	01/10/22
		PÁGINA	111 DE 114

ANEXO 16 – DECLARAÇÃO PARA INSTALAÇÃO DO TRANSFORMADOR

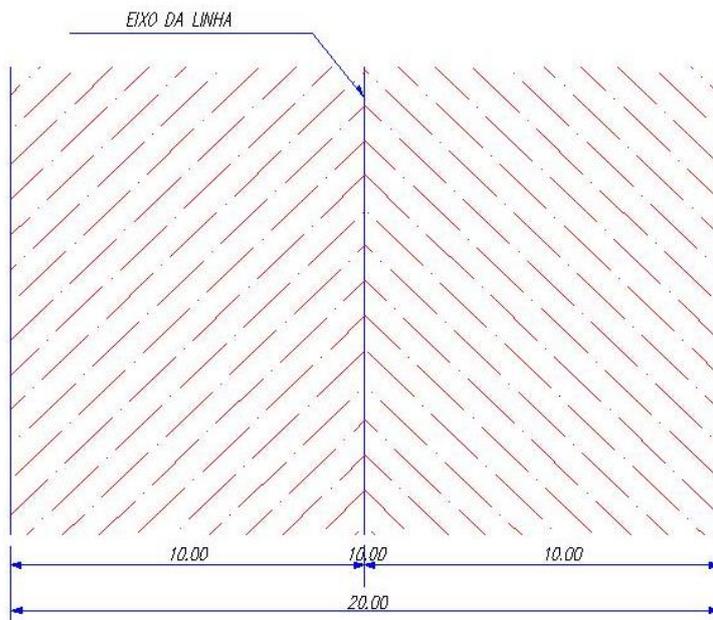
Declaro que estou de acordo com a localização do “PONTO DE INSTALAÇÃO DO TRANSFORMADOR”, para atendimento a minha propriedade pela Rede de Distribuição Rural

no Município de _____ .

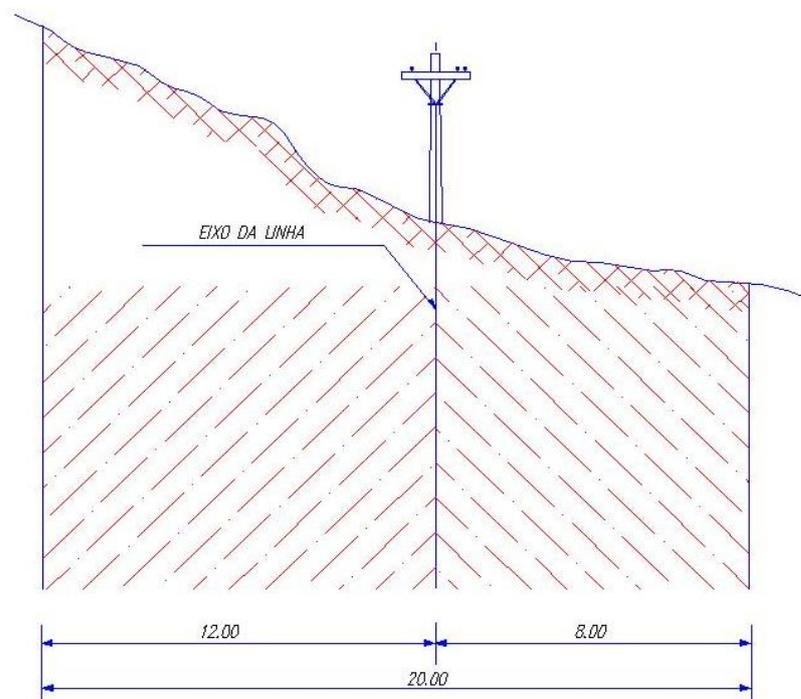
_____, _____ de _____ de _____

Assinatura

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	112 DE 114

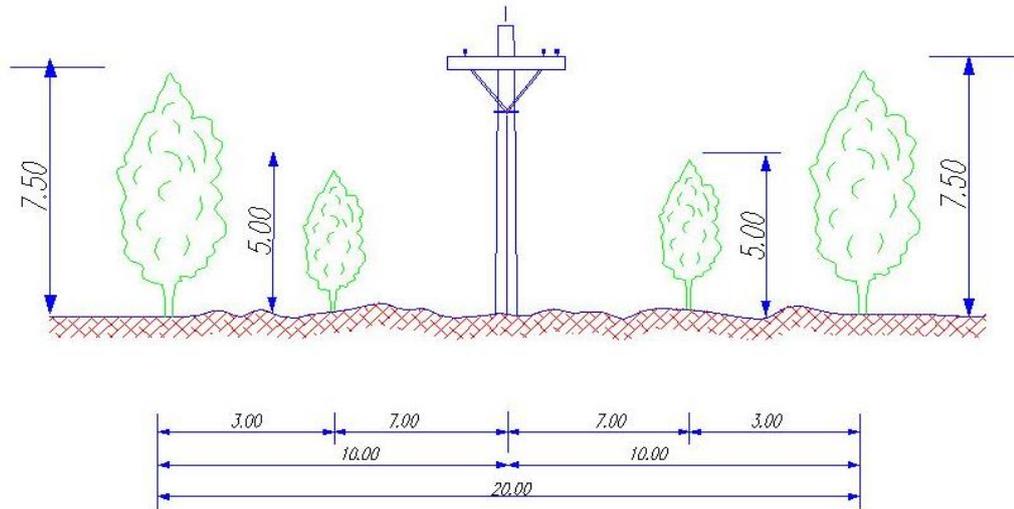


DECLIVIDADE INFERIOR A 20%

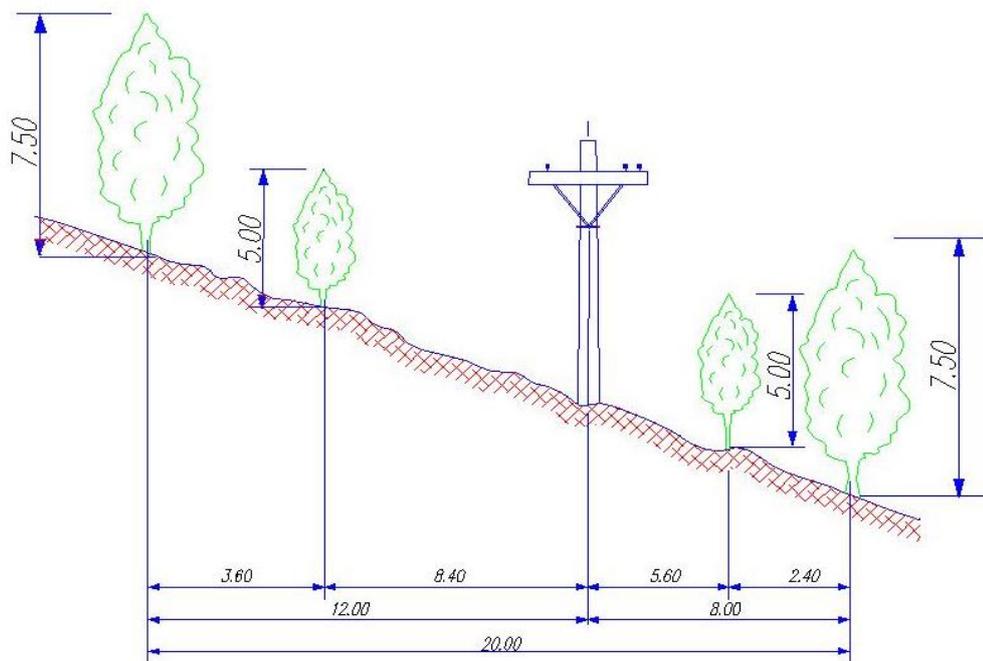


DECLIVIDADE IGUAL OU SUPERIOR A 20%

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	113 DE 114



DECLIVIDADE INFERIOR A 20%



DECLIVIDADE IGUAL OU SUPERIOR A 20%

NTD	004
VERSÃO	2
VIGÊNCIA	01/10/22
PÁGINA	114 DE 114

