

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## CONTEÚDO

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 1.    | OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO .....  | 2   |
| 2.    | GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO .....   | 2   |
| 3.    | UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO .....   | 3   |
| 4.    | REFERÊNCIAS .....   | 3   |
| 5.    | POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL .....  | 5   |
| 6.    | SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE .....   | 5   |
| 7.    | DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....  | 10  |
| 7.1.  | Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas .....  | 10  |
| 7.2.  | Obtenção dos Dados Preliminares .....   | 11  |
| 7.3.  | Levantamento da Carga e Determinação das Demandas .....   | 15  |
| 7.4.  | Seleção do Tipo de Rede .....   | 23  |
| 7.5.  | Tipologia e Definição do Traçado da Rede.....   | 25  |
| 7.6.  | Dimensionamento Elétrico.....   | 35  |
| 7.7.  | Dimensionamento Mecânico.....   | 45  |
| 7.8.  | Proteção e Seccionamento.....   | 55  |
| 7.9.  | Qualidade e Confiabilidade da Rede .....  | 62  |
| 7.10. | Apresentação do Projeto .....   | 63  |
| 7.11. | Execução e Comissionamento da Obra.....   | 70  |
| 8.    | ANEXOS.....   | 71  |
| 8.1.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo - Tabelas .....   | 71  |
| 8.2.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo - Desenhos.....   | 82  |
| 8.3.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo A - Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão.....                             | 103 |
| 8.4.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo B - Fatores de Demanda e de Carga de Consumidores MT/BT .....                           | 103 |
| 8.5.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo C – Orçamento Resumo.....   | 103 |
| 8.6.  | CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo D – Modelo de Termo de Servidão e Permissão de Passagem em Propriedade Particular ..... | 103 |

RESPONSÁVEL POR GESTÃO DE PROJETOS E CONSTRUÇÃO  
**Fernando Andrade**

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento define requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de extensão, reforço, reforma e melhoria de Redes de Distribuição Aéreas de Média e de Baixa Tensão do Sistema Elétrico da Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás e Enel Distribuição Rio de Janeiro de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

Este documento se aplica a Infraestruturas e Redes Brasil na Operação de Distribuição.

A presente política aplica-se ao Grupo Enel no que diz respeito à sua atuação no Brasil, de acordo com as leis, regulamentos, acordos coletivos e normas de governança aplicáveis, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados, que em qualquer situação, prevalecem sobre as disposições contidas neste documento.

A Lei Geral de Proteção de Dados, Lei nº 13.709/2018 (LGPD) e GDPR (Regulamento U.E. 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016), regulamentam o tratamento de dados pessoais. A LGPD define que tratamento é toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração, bem como que Dados Pessoais são todas as informações relacionadas a uma pessoa natural (pessoa física), que possa torna-la identificada ou identificável (tais como: nome, CPF, endereço, nome de familiares, perfil de consumo, geolocalização, número de Unidade Consumidora, etc., os quais de forma isolada, ou associada com dois ou mais, possam identificar direta, ou indiretamente, um titular de dados pessoais).

Os Tratamentos de Dados Pessoais realizados durante as atividades descritas neste documento, deverão estar devidamente mapeados no sistema de registro de tratamento de dados pessoais do Grupo Enel, conforme a Instrução Operacional n. 3341 - Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais e deverão ocorrer em consonância com as regras de Proteção De Dados Pessoais, GDS e Segurança da Informação do Grupo Enel, estabelecidas nas respectivas Políticas e Procedimentos internos, listados no item 4 deste documento.

Este documento tem aplicação imediata a contar da data de publicação.

## 2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

| Versão | Data       | Descrição das mudanças   |
|--------|------------|--|
| 1      | 21/03/2019 | Emissão da especificação técnica de construção. Este documento cancela e substitui WKI-OMBR-MAT-18-0251-INBR, WKI-OMBR-MAT-18-0060-EDCE, NTC-07, NTC-08, NTC-60, NTC-62 e NTC-64.  |
| 2      | 13/05/2020 | Revisão dos itens: 7.5.2, 7.5.3, 7.6.1.2, 7.6.1.2, 7.6.3.1, 7.7, 7.8.1.2, anexos e texto geral.<br>Inclusão dos itens: 5, 7.3.1.5, 7.5.3.2 e 7.7.3.3.<br>Este documento cancela e substitui a WKI-OMBR-MAT-18-0067-INBR, WKI-OMBR-MAT-18-0079-EDCE, WKI-OMBR-MAT-18-0070-EDCE e WKI-OMBR-MAT-18-0026-INBR. |
| 3      | 09/09/2020 | Atendimento a Resolução Normativa nº 889/2020.<br>Revisão do item 7.10.4.  |
| 4      | 05/05/2021 | Adequação dos critérios de projetos visando a eliminação dos estais.   |

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Versão | Data       | Descrição das mudanças   |
|--------|------------|--|
| 5      | 31/03/2022 | Adequação a REN 1000 da ANEEL com relação à Programas do Governo Federal voltados à população de baixa renda e adequação à Lei LGPD. |

### 3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Project Management & Construction Brazil.

Responsável pela autorização do documento:

- Project Management & Construction Brazil.
- Quality Brazil.

### 4. REFERÊNCIAS

- Procedimento Organizacional n.375 Gestão da Informação Documentada;
- Código Ético do Grupo Enel;
- Plano de Tolerância Zero à Corrupção;
- Enel Human Rights Policy;
- Enel Global Compliance Program (EGCP);
- Política do SGI;
- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;
- ISO 50001- Sistema de Gestão de Energia;
- ISO 37001 - Sistema de Gestão Antisuborno;
- Policy n.344 - Application of the General Data Protection Regulation (EU Regulation2016/679) within the scope of the Enel Group;
- Procedimento Organizacional n.1626 – Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no âmbito das Empresas do Grupo Enel;
- Policy n.243 - Segurança da Informação;
- Policy n.33 – Information Classification and Protection;
- Policy n.347 – Policy Personal Data Breach Management;
- Policy n.1042 – Gerenciamento de Incidentes de Segurança de Dados Pessoais;
- Instrução Operacional n.3341 – Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Instrução Operacional n.3340 – Metodologia para Processo de Avaliação de Impacto na Proteção de Dados;
- Policy n.241 – Gestão de Crises e Incidentes Brasil;
- Policy n.25 – Management of Logical Access to IT Systems;
- Policy n.37 - Enel Mobile Applications;
- Procedimento Organizacional n.34 - Application Portfolio Management;
- Procedimento Organizacional n.35 - GDS Initiatives Planning and Activation;
- Procedimento Organizacional n.36 - Solutions Development & Release Management;
- Instrução Operacional n.944 - Cyber Security Risk Management Methodology;
- PRODIST, *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional*;
- Resolução Normativa Nº 1000, de 7 de dezembro de 2021;
- NR 10, *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*;
- ABNT NBR 5101, *Iluminação Pública – Procedimentos*;
- ABNT NBR 5422, *Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica*;
- ABNT NBR 9050, *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*;
- ABNT NBR 13133, *Execução de Levantamento Topográfico*;
- ABNT NBR 14165, *Via Férrea – Travessia por linhas e redes de energia elétrica – requisitos*;
- ABNT NBR 14643, *Corrosão atmosférica – Classificação da corrosividade de atmosferas*;
- ABNT NBR 15688, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus*;
- ABNT NBR 15992, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensão 36,2 kV*;
- ABNT NBR 16615, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos multiplexados autossustentados*;
- ABNT IEC/TS 60815, *Seleção e dimensionamento de isoladores para alta tensão para uso sob condições de poluição. Parte 1: Definições, informações e princípios gerais*;
- Instrução Operacional 1659, *Critérios de Soluções Construtivas e Design de Subestação de Comutação de Média Tensão – Centro Satélite*;
- Instrução Operacional 1696, *Projeto e construção de Linhas de BT*;
- Instrução Operacional 1896, *Regras e Diretrizes para Projeto e Construção de Redes de Média Tensão*;
- Instrução Operacional 1698, *Critérios Técnicos de Desenvolvimento da Rede AT, MT e BT*;
- Procedimento Organizacional 461, *Autorização e Aquisição de Construção de Ativos*;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Instrução de Trabalho - WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR, Utilização de Materiais em Zonas de Corrosão no Sistema Elétrico da Enel.

## 5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Value Chain: Engineering and Construction

Macroprocess: Network Engineering

Process: Network Design / Permitting

## 6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

| Siglas e Palavras-Chave         | Descrição  |
|---------------------------------|--|
| Alimentador                     | Rede de Distribuição de Média Tensão que se origina a partir da subestação para fornecer energia elétrica, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição e/ou consumidores.  |
| Áreas de Corrosão               | Ambientes de exposição à corrosão, leve, media ou pesada, classificadas conforme WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR.  |
| Atestado de Viabilidade Técnica | Documento emitido pela Distribuidora que informa se o sistema elétrico de sua concessão é capaz de suprir a demanda estimada pelo interessado e que indica a necessidade ou não de execução de obras.  |
| BT                              | Baixa Tensão. Qualquer conjunto de níveis de tensão nominal superiores a 50V e até 1 kV em corrente alternada / 1,5 kV em corrente contínua.   |
| Carga Instalada                 | É a soma das potências nominais de todos os aparelhos, equipamentos e dispositivos instalados nas dependências das unidades consumidoras, os quais, em qualquer tempo, podem consumir energia elétrica.  |
| Consumidor                      | 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 (a), segundo o disposto nas normas e nos contratos.   |
| Dado Pessoal                    | Dado Pessoal é qualquer informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável, tais como nome, número de identificação, dados de localização, um identificador online ou a um ou mais dos elementos característicos de sua identidade física, fisiológica, genética, mental, econômica, cultural ou social (veja também Categorias especiais de dados pessoais). |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Siglas e Palavras-Chave   | Descrição  |
|---|--|
| Dados Pessoais Sensíveis (incluindo biométricos e referentes à Saúde) | <p>No contexto de proteção de dados, merece especial atenção a categoria de dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural. Esses dados são definidos pela LGPD como Dados Pessoais Sensíveis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados genéticos: dados pessoais relativos às características genéticas, hereditárias ou adquiridas de uma pessoa física que fornecem informações unívocas sobre a fisiologia ou sobre a saúde de tal pessoa física, e que resultam designadamente da análise de uma amostra biológica da pessoa física em questão;</li> <li>• Dados biométricos: dados pessoais resultantes de um tratamento técnico específico relativo às características físicas, fisiológicas ou comportamentais de uma pessoa física que permitam ou confirmem a identificação única dessa pessoa, tais como foto, vídeo, imagens da face ou dados de impressão digital;</li> </ul> <p>Dados relativos à saúde: dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa física, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde.</p> |
| Demanda Diversificada   | Demanda resultante da carga, tomada em conjunto, de um grupo de consumidores.  |
| 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.   |
| Distribuidora   | Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica. Para este documento entende-se por Enel Distribuição Ceará, ou Enel Distribuição Goiás, ou Enel Distribuição Rio de Janeiro.  |
| Faixa de Servidão   | Corresponde a faixa do terreno onde é localizada a rede de distribuição aérea, em toda a sua extensão e cuja largura é determinada pela classe de tensão e estruturas utilizadas.  |
| Faixa Livre   | Área do passeio, calçada, via ou rota destinada exclusivamente à circulação de pedestres.  |
| Fator de Carga  | Razão entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no mesmo intervalo de tempo especificado.  |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Siglas e Palavras-Chave                    | Descrição   |
|--|---|
| Fator de Demanda                           | Razão entre a demanda máxima e a carga total instalada em um intervalo de tempo especificado.   |
| Fator de Diversidade                       | Razão entre a soma das demandas máximas individuais de um conjunto de equipamentos elétricos ou instalações elétricas e a demanda máxima simultânea ocorrida no mesmo intervalo de tempo específico.  |
| Fator de Potência                          | Razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas, ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.  |
| Fator de Simultaneidade                    | Razão entre a demanda simultânea máxima de um conjunto de equipamentos ou instalações elétricas e a soma das demandas máximas individuais ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.   |
| General Data Protection Regulation or GDPR | Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas naturais, no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados; e que revoga a Diretiva 95/46 / CE.   |
| Lei Geral de Proteção de Dados ou LGPD.    | Lei Brasileira nº 13.709/18 promulgada em 14 de agosto de 2018, posteriormente alterada pela Lei 13.853/19, que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural. |
| Limpeza da Faixa de Servidão               | Compreende o corte e retirada da vegetação que se encontra na faixa de passagem da rede de distribuição aérea a ser construída, com largura total de 6 m para rede de Média Tensão e de 3 m para rede de baixa tensão.  |
| Mapa Chave                                 | É a planta planimétrica da área a ser atendida, reduzida para a escala 1:5000.  |
| MT   | Tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1kV e inferior a 69kV.  |
| Núcleo Populacional Rural                  | São aglomerados populacionais com número inferior a 20 unidades de construção, ocupando uma área contínua, formando ou não arruamentos regulares.   |
| Perfil Planialtimétrico                    | Representação planialtimétrica do terreno da área específica do projeto de uma Rede de Distribuição Aérea Rural.  |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Siglas e Palavras-Chave | Descrição  |
|-------------------------|--|
| Planta Cadastral        | É uma planta na escala 1:1000 contendo todos os detalhes físicos e elétricos necessários ao cálculo do projeto da rede de distribuição.  |
| Planta de Situação      | É um desenho em escala adequada, com indicação do norte magnético e de pontos de referência que permitam identificar o local de construção, ampliação ou reformada a Rede de Distribuição. Esta planta deve apresentar pelo menos um ponto da rede da Distribuidora.   |
| Ponto de Conexão        | Conjunto de Equipamentos que se destinam a estabelecer a conexão na fronteira entre as instalações da acessada de do acessante.  |
| Ponto Elétrico          | Código alfanumérico para identificação de equipamentos de proteção, regulação, seccionamento e transformação, instalados na rede de distribuição de média tensão, identificados por letras e números.  |
| Projeto de Extensão     | São aqueles destinados a atender novas unidades consumidoras que implicam no prolongamento da rede de distribuição existente.  |
| Projeto de Melhoria     | <p>São obras que se caracterizam por modificações nas instalações existentes ou construção de novos trechos com a finalidade de se obter condições operacionais mais vantajosas.</p> <p>Estas condições tanto envolvem aquelas de natureza elétrica (continuidade, confiabilidade, regulação de tensão, perdas) como de natureza econômica (custo operacional, energia não suprida etc.).</p> <p>Ex: Interligações para manobras, instalação de reguladores de tensão, bancos de capacitores, seccionadores.</p> |
| Projeto de Reforço      | <p>São obras que atuam sobre as instalações existentes com a finalidade exclusiva de aumentar sua capacidade, para que o componente não fique sujeito a um carregamento superior ao seu limite físico.</p> <p>Ex: Troca ou adição de novos transformadores, troca de condutores, troca de equipamentos; em todos os casos por esgotamento das suas capacidades.</p>  |
| Projeto de Reforma      | São aqueles que visam promover alterações em uma rede existente, seja para adequá-la a novas situações de carga, seja por motivo de segurança, obsolescência, melhoria nas condições de fornecimento ou adequação das instalações ao meio ambiente.  |
| Ramal de Alimentador    | Linha elétrica derivada de um alimentador tronco, para as mesmas finalidades deste.  |
| Ramal de Ligação        | Conjunto de condutores e acessórios instalados pela distribuidora entre o ponto de derivação de sua rede e o ponto de entrega.   |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| <b>Siglas e Palavras-Chave</b> | <b>Descrição</b>  |
|--------------------------------|---|
| RDR                            | Rede de Distribuição Aérea Rural. É um conjunto de linhas elétricas, com os equipamentos e materiais diretamente associados, destinado à distribuição rural de energia elétrica.  |
| RDU                            | Rede de Distribuição Aérea Urbana. É a parte integrante do Sistema de Distribuição implantado dentro do perímetro urbano das cidades, distritos, vilas e povoados.  |
| Rede de Baixa Tensão           | Rede de Distribuição com origem no secundário dos transformadores de distribuição até os pontos de ligação dos diversos consumidores de BT.   |
| Rede de Média Tensão           | Rede de Distribuição que fornece energia elétrica aos transformadores, unidades consumidoras de MT e/ou pontos de entrega sob a mesma tensão primária nominal.  |
| Sistema de Distribuição        | É a parte do sistema de potência destinado ao transporte de energia elétrica, em média ou baixa tensão a partir do barramento secundário de uma subestação, até os pontos de consumo.   |
| Sobrecarga                     | Incremento de carga adicional sobre o valor nominal, que pode ser imposto a um determinado equipamento ou circuito.   |
| Titular dos Dados Pessoais     | Pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento. Ele / ela entendido como uma pessoa natural identificada ou identificável.   |
| Tratamento                     | Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração. |
| Tronco de Alimentador          | Trecho de alimentador com secção constante, que concentra maior parte dos clientes no estado N e N-1, partindo da subestação, segue até os pontos de encontros com outros alimentadores e contém diversos pontos de derivação ao longo do seu percurso (ramais).  |
| Unidade Consumidora Nível "A"  | Unidade consumidora de pequeno porte onde o consumo predominante seja o de iluminação interior, incluindo neste nível os consumidores de baixa renda.   |
| Unidade Consumidora Nível "B"  | Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média, com utilização de aparelhos eletrodomésticos convencionais.   |

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| <b>Siglas e Palavras-Chave</b>   | <b>Descrição</b>   |
|----------------------------------|--|
| Unidade Consumidora<br>Nível "C" | Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média alta, com carga de iluminação significativa, aparelhos de ar condicionado, chuveiros elétricos etc.   |
| Unidade Consumidora<br>Nível "D" | Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe alta, onde haja abundância de iluminação interna e externa, utilização de pequenas centrais de refrigeração ambiental e outros serviços domésticos significativos.  |
| Unidade de Conservação           | São áreas naturais protegidas que possuem características naturais relevantes, com objetivos de conservar a biodiversidade e outros atributos naturais nelas contidos, com o mínimo de impacto. Elas são criadas para garantir a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico, bem como proteger locais de grande beleza cênica, como serras, dunas, e cachoeiras. |
| Unidade de Planejamento          | Unidade responsável pelo planejamento expansão do sistema elétrico de AT e MT.   |
| Unidade de Projetos              | Unidade responsável pela elaboração de projetos e orçamentos da rede de MT e BT.   |

## 7. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

### 7.1. Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas

A elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica deve seguir o roteiro apresentado na Figura 1.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

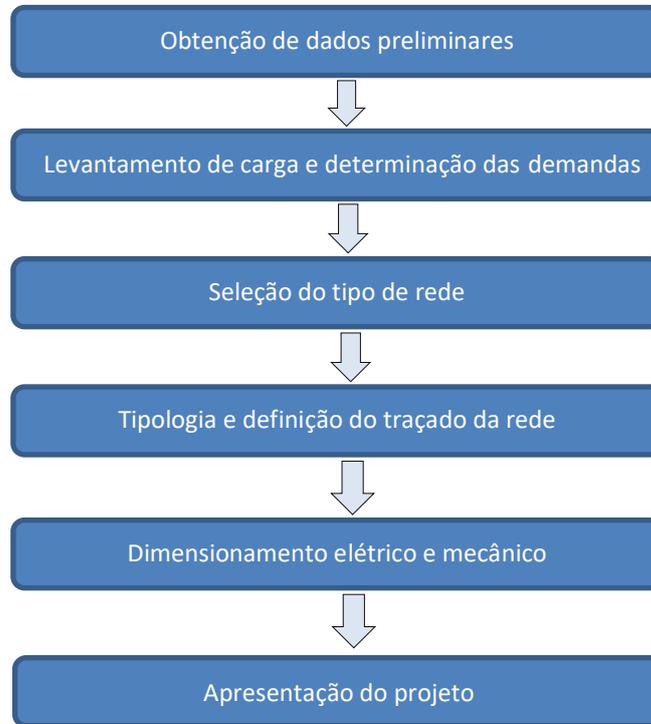
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



**Figura 1** – Roteiro para a elaboração de projetos

## 7.2. Obtenção dos Dados Preliminares

### 7.2.1. Características Gerais do Sistema Elétrico

Na Tabela 1 estão indicadas as características gerais do sistema elétrico da distribuidora.

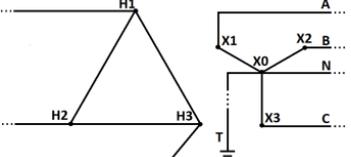
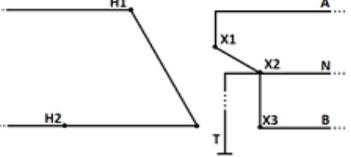
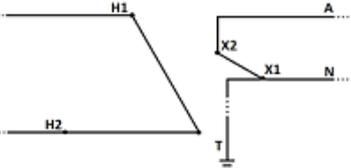
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Característica  | Enel Distribuição Rio  | Enel Distribuição Ceará  | Enel Distribuição Goiás  |
|---|--|--|--|
| Frequência (Hz)   | 60   |  |  |
| Nº de fases   | 3  |  |  |
| Classe de Agressividade Ambiental   | Conforme WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR e ABNT IEC/TS 60815.  |  |  |
| Categoria de Corrosividade da Atmosfera (ABNT NBR 14643)  |  |  |  |
| <b>Sistema de Média Tensão (3 fios)</b>   |  |  |  |
| Tensão nominal (kV)   | 11,95 / 13,8 / 34,5  | 13,8   | 13,8 / 34,5  |
| Nível Básico de Isolamento no sistema de distribuição MT (kV)   | 95 / 95 / 150  | 95   | 95 / 150   |
| Nível máximo de curto circuito na barra da subestação (kA)  | 25   | 16   | 16   |
| Conexão de transformador  | MT – delta e BT – estrela aterrada - Dyn1  |  |  |
| <b>Sistema de Baixa Tensão</b>  |  |  |  |
| Diagrama de ligação do transformador  | Tensão do sistema secundário (V)   |  |  |
| Alimentação Trifásica (primário)    | 127/220 - Urbano e Rural<br><br>Sistema trifásico Estrela com neutro   | 220/380 – Urbano e Rural<br><br>Sistema trifásico Estrela com neutro | 220/380 – Urbano e Rural<br><br>Sistema trifásico Estrela com neutro |
| Alimentação bifásica/monofásica (primário)  <p><b>MONOFÁSICO:</b><br/>EDGO - H2 ATERRADO COM NEUTRO<br/>EDRJ - H2 ATERRADO SEM NEUTRO (MRT)</p> <p><b>BIFÁSICO:</b><br/>EDRJ – H1 e H2 CONECTADOS EM FASE PRIMÁRIA</p> | Bifásico<br>120/240 – Urbano<br><br>Monofásico (MRT)<br>120/240 – Rural<br><br>Sistema monofásico com neutro | -  | 220/440 – Rural<br><br>Sistema monofásico com neutro                 |
| Alimentação bifásica/monofásica (primário)  <p>URBANO - H1 e H2 CONECTADOS EM FASE PRIMÁRIA<br/>RURAL - H2 ATERRADO SEM NEUTRO (MRT)</p>   | -  | 220 – Urbano e Rural<br><br>Sistema monofásico com neutro            | -  |

**Tabela 1 - Características do Sistema Elétrico**

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.2.2. Planejamento Básico

O planejamento básico da rede deve ser efetuado pela área responsável pelo projeto e consiste na determinação do tipo de projeto a ser desenvolvido. Este planejamento deve permitir um desenvolvimento progressivo da rede dentro da expectativa de crescimento da localidade a ser atendida.

O mapeamento deve seguir as etapas:

- devem ser obtidas plantas de situação da localidade ou área em estudo, através de plantas já existentes ou através de um novo levantamento topográfico ou aerofotogramétrico. Nesta etapa devem ser solicitados à prefeitura e demais órgãos governamentais mapas ou plano diretor da localidade ou área de estudo para facilitar a elaboração das plantas de situação. Não são aceitas plantas elaboradas com sistemas que não apresentam o nível de detalhamento mínimo necessário para desenvolvimento do projeto;
- o levantamento topográfico é necessário para projetos com terreno acidentado ou sinuoso, quando a vegetação não permita a averiguação do terreno ou quando o técnico responsável pelo projeto julgar necessário, desde que justificado tecnicamente junto à área solicitante. Recomenda-se o levantamento topográfico para projetos a partir de 3.000m, com a devida justificativa técnica;
- deve ser realizado um levantamento em campo para complementar ou corrigir as informações obtidas nas plantas cadastrais e de situação.

No planejamento, devem ainda ser levantados os aspectos peculiares da área em estudo, observando-se:

- grau de urbanização da área;
- características das edificações (conforme níveis da Tabela 2);
- arborização das ruas;
- dimensões dos lotes;
- tendências regionais;
- comparação com áreas semelhantes que tenham dados de carga e taxa de crescimento conhecidas;
- planos diretores governamentais e licenças dos órgãos de meio ambiente para a área;
- levantamento da carga;
- previsão da taxa de crescimento da carga;
- aquisição das plantas, mapas e projetos aprovados;
- classificação da área quanto ao grau de corrosão salina e poluição, conforme documento técnico normativo;
- sistema de drenagem de águas pluviais, fornecimento de água, rede de esgoto, telecomunicações, tubulações de gás, afloramento rochoso e demais interferências;
- meta para os indicadores de qualidade para o conjunto de unidades consumidoras.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.2.3. Materiais Utilizados

Devem ser utilizados exclusivamente os materiais e equipamentos padronizados nas especificações técnicas em vigor na distribuidora. A instalação dos materiais e equipamentos deve seguir, quando necessário, o critério de grau de corrosão estabelecido na WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR.

### 7.2.4. Atestado de Viabilidade Técnica

Deve ser anexado ao projeto o Atestado de Viabilidade Técnica – AVT, para as seguintes situações:

- a) obras de atendimento a consumidores individuais do Grupo A ou empreendimentos que se enquadrem nos critérios para solicitação de atestado de viabilidade técnica definido nas especificações técnicas de conexão da distribuidora;
- b) redes de distribuição de MT aérea com extensão total superior a 10 km ou com potência instalada (capacidade de transformação) a partir de:
  - Ceará: 300 kVA em Fortaleza e 150 kVA no interior do estado;
  - Rio de Janeiro: 300 kVA em Niterói e São Gonçalo e 150 kVA no interior do estado;
  - Goiás: 75 kVA.
- c) obras de redes subterrâneas que interfiram na rede existente da distribuidora ou outras obras consideradas especiais;
- d) conexão de unidades consumidoras com cargas que possam causar perturbações no sistema ou cargas muito sensíveis a variações de tensão, independente da potência.

### 7.2.5. Critérios de Mínimo Dimensionamento Técnico Possível e Menor Custo Global

O projeto elaborado deve considerar os critérios de mínimo dimensionamento técnico possível e menor custo global, conforme as normas e padrões disponibilizados pela distribuidora, assim como daquelas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, naquilo que couber e não dispuser contrariamente à regulamentação da ANEEL.

Os projetos de redes de distribuição devem levar em consideração para atendimento ao fornecimento de energia elétrica os materiais, equipamentos, padrões de estruturas, tipo de rede que possuam especificações técnicas mínimas que propiciem qualidade adequada ao uso da energia elétrica. Deve-se ainda observar o que se segue:

- a) o mínimo dimensionamento técnico deve contemplar obras estritamente necessárias para o atendimento a unidade consumidora com a qualidade estabelecida;
- b) somente deve ser permitida a inclusão de obras não relacionadas ao atendimento (como no caso de obras adicionais com o aproveitamento de uma condição de desligamento, manobra, etc.), quando for possível a segregação destes custos de forma a não interferir onerosamente para o solicitante;
- c) independente da forma como o solicitante requereu seu atendimento, o projeto inicial deve ser elaborado e apresentado com mínimo dimensionamento técnico, mínimo custo global com a qualidade estabelecida e menor impacto ambiental;
- d) para atendimento através de Micro-Sistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica - MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente - SIGFI, devem

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

ser observados os critérios de mínimo dimensionamento técnico e mínimo custo global descritos na legislação pertinente.

**7.3. Levantamento da Carga e Determinação das Demandas****7.3.1. Levantamento da Carga****7.3.1.1. Consumidores Especiais**

Devem ser analisados separadamente os consumidores que possuem cargas que provocam flutuação de tensão na rede, no início ou durante o período de funcionamento. As cargas a serem levantadas são:

- aparelhos de Raios X;
- máquinas de solda;
- fornos elétricos a arco;
- fornos elétricos de indução com compensação por capacitores;
- motores de potências elevadas (superiores a 50 cv);
- retificadores e equipamentos de eletrólise;
- outros que provoquem perturbações.

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

**7.3.1.2. Rede de Baixa Tensão**

A priorização dos métodos e processos estimativos fica à cargo da distribuidora.

**7.3.1.2.1. Processo por Medição**

As medições do carregamento dos transformadores devem ser efetuadas no secundário e no horário considerado de carga máxima da área em estudo, observando as recomendações seguintes:

- a) as medições nos transformadores devem ser efetuadas conforme as áreas predominantes a seguir:
  - áreas residenciais: em áreas predominantemente residenciais as medições devem ser efetuadas em dias úteis, entre 18h30min e 20h30min.;
  - áreas comerciais: em áreas predominantemente comerciais as medições devem ser efetuadas em dias úteis, entre 09h00min e 11h00min ou entre 15h00min e 17h00min.;
  - áreas heterogêneas: em áreas onde coexistem prédios de apartamentos, consumidores residenciais, comerciais ou outras atividades é necessário segregar as demandas dos consumidores residenciais dos demais e efetuar as medições destes conforme disposto no processo por medição em consumidores, conforme alínea "b)" do item 7.3.1.2.1.;
  - áreas de sazonalidade: em áreas sujeitas a grande variação de demanda devido a sazonalidade (polos turísticos) as medições dos transformadores devem ser efetuadas em períodos e horários supostamente considerados de máxima demanda. Na impossibilidade de serem efetuadas

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

medições neste período deve ser adotado um fator de majoração que depende das informações disponíveis na região em relação ao comportamento da demanda na área;

- áreas homogêneas: em áreas de características homogêneas devem ser medidos cerca de 40% dos transformadores da área em estudo. A demanda média por consumidor deve ser calculada conforme a Equação 1.

$$DMc = \frac{\sum (DMt)}{Nc} kVA$$

**Equação 1 - Demanda Média por Consumidor**

Onde:

DMc = demanda média por consumidor, em kVA;

$\sum (DMt)$  = somatório das demandas dos transformadores medidos, em kVA;

Nc = número de consumidores ligados às redes de BT servidos pelos transformadores.

As medições devem ser efetuadas simultaneamente na saída dos transformadores. O valor máximo da demanda por transformador deve ser determinado conforme a Equação 2.

$$DMt = \frac{(Ia \times Va + Ib \times Vb + Ic \times Vc)}{1000} (kVA)$$

**Equação 2 - Valor Máximo de Demanda do Transformador**

Onde:

I<sub>a</sub>, I<sub>b</sub>, I<sub>c</sub> = correntes medidas nas fases A, B e C, em ampère;

V<sub>a</sub>, V<sub>b</sub>, V<sub>c</sub> = tensão medida entre fase e neutro, em volts.

b) nas medições em consumidores não residenciais e residenciais deve ser considerado:

- consumidores não residenciais que apresentam demanda significativa, tais como oficinas, serrarias etc., devem ser medidos individualmente no mesmo período considerado de demanda máxima da área em estudo;
- demais consumidores não residenciais, tais como pequenos bares, lojas etc., devem ser considerados como consumidores nível B de acordo com a Tabela 2;
- os consumidores residenciais devem ter suas demandas médias calculadas de acordo com a Equação 3.

$$DCr = DMt - \frac{\sum (DCnr)}{Fdiv} (kVA)$$

**Equação 3 - Demanda dos consumidores residenciais**

Onde:

DCr = demanda dos consumidores considerados como residenciais, em kVA;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

DMt = demanda máxima medida do transformador, em kVA;

$\Sigma(DCnr)$  = somatório das demandas máximas dos consumidores não residenciais, em kVA;

Fdiv = fator de diversidade característico do grupo de consumidores de acordo com a Tabela 3 e Tabela 4.

- a demanda média de cada consumidor considerado residencial deve ser calculada conforme a Equação 4.

$$DMc = \frac{\sum DCr}{Ncr} (kVA)$$

**Equação 4** - Demanda média de cada consumidor residencial

Onde:

Ncr = número de consumidores considerados residenciais.

- áreas comerciais: para áreas predominantemente comerciais, as demandas devem ser determinadas de preferência através de medições diretas no ramal de ligação de cada consumidor, no horário considerado de demanda máxima.

### 7.3.1.2.2. Processo Estimativo

O processo estimativo para cálculo das demandas de consumidores residenciais e não residenciais, de baixa tensão deve ser conforme a seguir:

- a) Consumidores Residenciais: para a estimativa da demanda dos consumidores residenciais devem ser adotados os valores individuais de demanda diversificada em kVA, correlacionando o número e o nível de consumidores no circuito, de acordo com a Tabela 2.
- b) Consumidores não Residenciais: para a estimativa da demanda dos consumidores não residenciais podem ser utilizados dois métodos, conforme disponibilidade de dados existentes:

**1º Método:** a estimativa dos valores da demanda para consumidores em função da carga total instalada, ramo de atividade e simultaneidade de utilização dessas cargas, deve ser determinado conforme a Equação 5.

$$DCnr = \frac{CInstxFd}{Fp} (kVA)$$

**Equação 5** - Método 1

Onde:

DCnr = demanda dos consumidores não residenciais;

CInst = Carga Instalada, em kW;

Fd = Fator de Demanda típico, conforme Anexo B;

Fp = Fator de Potência.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**2º Método:** A estimativa da demanda deve ser realizada com base no consumo extraído dos dados de faturamento. É prudente que se tome a média do consumo dos consumidores num período de tempo de no mínimo 3 (três) meses. O cálculo deve ser realizado conforme a Equação 6.

$$DCnr = \frac{CM}{730 \times Fc \times Fp} (kVA)$$

**Equação 6** - Método 2

Onde:

CM = Consumo Médio do consumidor, em kWh;

Fc = Fator de Carga Típico, de acordo com o Anexo B;

Fp = Fator de Potência.

Nestes casos a demanda de iluminação pública deve ser calculada separadamente e adicionada à demanda estimada dos consumidores.

### 7.3.1.2.3. Processo Computacional

A determinação da demanda deve ser efetuada através dos relatórios estatísticos obtidos a partir do consumo mensal de cada unidade consumidora ligada à rede de BT.

Neste caso a demanda de iluminação pública deve ser calculada separadamente e adicionada a demanda estimada dos consumidores.

### 7.3.1.2.4. Determinação da Demanda Estimada por Poste

Com base na Tabela 2 deve ser concentrada por poste da rede secundária a demanda diversificada dos consumidores nele ligados, de acordo com a Equação 7.

$$DMp = \sum (Cic \times ni) + Dip (kVA)$$

**Equação 7** - Demanda máxima diversificada por poste

Onde:

DMp = demanda máxima diversificada por poste, em kVA;

$\sum (Cic \times ni)$  = somatório das demandas individuais diversificadas dos consumidores, em kVA, por nível característico de acordo com a Tabela 2 vezes o N° de consumidores individuais (ni) ligados ao circuito;

Dip = demanda de iluminação pública, em kVA. Esta demanda será obtida somando-se as potências nominais das lâmpadas e reatores de iluminação pública ligadas ao poste, considerando os fatores de potência.

Nesta expressão devem ser computadas também as cargas dos consumidores especiais, considerando como demanda a sua carga nominal.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Número de Consumidores do Circuito | Classe de Consumidores |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | EDCE / EDGO            |           |           |           | EDRJ      |           |           |           |
|                                    | Nível "A"              | Nível "B" | Nível "C" | Nível "D" | Nível "A" | Nível "B" | Nível "C" | Nível "D" |
| 1 a 5                              | 0,356                  | 0,992     | 2,251     | 3,794     | 1,0       | 1,6       | 2,6       | 4,0       |
| 6 a 10                             | 0,344                  | 0,913     | 2,094     | 3,601     | 0,9       | 1,4       | 2,2       | 3,4       |
| 11 a 15                            | 0,333                  | 0,833     | 1,936     | 3,408     | 0,8       | 1,2       | 1,9       | 3,0       |
| 16 a 20                            | 0,321                  | 0,754     | 1,780     | 3,216     | 0,7       | 1,1       | 1,7       | 2,6       |
| 21 a 25                            | 0,310                  | 0,674     | 1,622     | 3,023     | 0,6       | 0,9       | 1,5       | 2,3       |
| 26 a 30                            | 0,298                  | 0,595     | 1,465     | 2,830     | 0,5       | 0,9       | 1,4       | 2,1       |
| 31 a 35                            | 0,287                  | 0,516     | 1,307     | 2,637     | 0,5       | 0,8       | 1,3       | 2,0       |
| 36 a 40                            | 0,275                  | 0,436     | 1,150     | 2,445     |           |           |           |           |
| 41 ou mais                         | 0,264                  | 0,357     | 0,993     | 2,252     | 0,5       | 0,8       | 1,3       | 2,0       |

Nível "A" – Consumo médio entre 0-79 kWh  
 Nível "B" – Consumo médio entre 80-220 kWh  
 Nível "C" – Consumo médio entre 221-500 kWh  
 Nível "D" – Consumo médio > 500kWh

**Tabela 2 - Demanda Diversificada em kVA**

| Elementos dos sistemas entre os quais os fatores de diversidade são considerados | Fatores de Diversidade |                 |                            |                      |
|--|------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|
|  | Carga Residencial      | Carga Comercial | Consumidores Generalizados | Grandes Consumidores |
| Entre consumidores individuais   | 2,00                   | 1,46            | 1,45                       | -                    |
| Entre transformadores  | 1,30                   | 1,30            | 1,35                       | 1,05                 |
| Entre alimentadores  | 1,15                   | 1,15            | 1,15                       | 1,85                 |
| Entre subestações  | 1,10                   | 1,10            | 1,10                       | 1,10                 |
| Dos consumidores para os transformadores   | 2,00                   | 1,46            | 1,44                       | -                    |
| Dos consumidores para o alimentador  | 2,60                   | 1,90            | 1,95                       | 1,15                 |
| Dos consumidores para a subestação   | 3,00                   | 2,18            | 2,24                       | 1,32                 |
| Dos consumidores para a estação geradora   | 3,29                   | 2,40            | 2,46                       | 1,45                 |

**Tabela 3 - Fatores de Diversidade para Consumidores Urbanos**

| Quantidade de Consumidores | Quantidade de Carga | Fator de Diversidade |
|----------------------------|---------------------|----------------------|
| 1                          | 1                   | 100 %                |
| 1                          | Diversas            | 85 %                 |
| Diversos                   | Diversas            | 70 %                 |

**Tabela 4 - Fator de Diversidade para Consumidores Rurais**
**7.3.1.3. Rede de Média Tensão**
**7.3.1.3.1. Processo por Medição**

As medições do carregamento do alimentador na rede de média tensão devem ser efetuadas, observando as seguintes recomendações:

- tronco de alimentadores: devem ser utilizados os relatórios de acompanhamento de subestações emitidos mensalmente pela área de operação e manutenção da alta tensão. Se estes relatórios não

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

estiverem disponíveis, devem ser efetuadas medições de corrente por fase na saída do alimentador em estudo. A demanda deve ser calculada de acordo com Equação 8.

$$D_{ALIM} = \sqrt{3} \times V_N \times I_{MED} \text{ (kVA)}$$

**Equação 8** - Demanda máxima do alimentador

Onde:

$D_{ALIM}$  = demanda máxima do alimentador, em kVA;

$V_N$  = tensão nominal da rede, em kV;

$I_{MED}$  = corrente medida, em ampère.

A medição deve ser efetuada, de preferência, por um período mínimo de 24 horas, com a rede operando em sua configuração normal em dia de carga típica. Em áreas onde o ciclo de carga é conhecido pelas características dos consumidores da região, a medição pode ser efetuada no período considerado da demanda máxima através de aparelhos de registro instantâneo.

- b) ramais de alimentadores: devem ser efetuadas medições de corrente máxima no início da derivação dos ramais. A demanda deve ser calculada com a Equação 8 no processo por medição em tronco de alimentadores, alínea "a)";
- c) consumidores ligados em MT: A demanda máxima deve ser obtida dos dados de faturamento do consumidor. Na falta desta informação, este valor deve ser obtido conforme prescrito no processo por medição em tronco de alimentadores, alínea "a)";
- d) edificações: devem ser efetuadas medições de corrente nas três fases, de preferência com medidor eletrônico, durante um período mínimo de 24 h e proceder para o cálculo da demanda, segundo o processo de medição em tronco de alimentadores, alínea "a)".

### 7.3.1.3.2. Processo Estimativo

O processo estimativo para o cálculo das demandas de média tensão deve ser conforme a seguir:

- a) tronco de alimentadores: a estimativa da demanda máxima deve ter como base os resultados obtidos na demanda máxima dos ramais, segundo o que prescreve o processo estimativo para ramais de alimentadores, indicado abaixo na alínea "b)";
- b) ramais de alimentadores: a estimativa da demanda máxima de ramais deve ser feita através da demanda máxima, obtida na saída da subestação e rateando esta demanda proporcionalmente à capacidade nominal dos transformadores, de acordo com a Equação 9 e Equação 10.

$$F_d = \frac{Dma_1}{Ptrafo}$$

**Equação 9** - Fator de demanda médio do alimentador

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

$$DTd = F_d \times P_{trafo}$$

**Equação 10** - Demanda do transformador de distribuição

Onde:

$D_{ma1}$  = Demanda máxima do alimentador, em kVA;

$P_{trafo}$  = Somatório das potências nominais dos transformadores, em kVA;

$DTd$  = Demanda do transformador de distribuição para qualquer potência nominal, em kVA;

$F_d$  = Fator de Demanda médio do alimentador.

- c) consumidores ligados em MT: a demanda deve ser obtida através da carga instalada do consumidor aplicando-se um fator de demanda típico, segundo sua atividade, expressa no Anexo B.

#### 7.3.1.4. Estimativa da Carga em Rede de Distribuição Rural

É a análise prévia das condições locais abrangendo características tais como: carga em potencial, condições de suprimento do sistema elétrico existente (rede de MT, BT, transformadores), organização fundiária e atividades econômicas da região, identificação das potenciais unidades consumidoras nas proximidades e características de cargas.

#### 7.3.1.5. Iluminação Pública

Os projetos de Iluminação Pública devem ser elaborados conforme prescrições específicas contidas nas Especificações Técnicas de Construção da Distribuidora e as considerações gerais deste item, observando ainda a simbologia de projeto do Desenho 15. Todas anomalias (lâmpadas, relés fotoelétricos e luminárias danificadas) encontradas em campo devem ser indicadas em projetos para comunicação junto ao órgão competente.

Todas as solicitações de fornecimento de energia elétrica para o sistema de iluminação pública devem ser efetuadas através de Ofício da Prefeitura juntamente com o respectivo projeto já aprovado pelo município e devem atender aos requisitos de segurança e aos afastamentos mínimos definidos em NBR.

Na planta cadastral do projeto devem ser informados:

- Classificação das vias públicas e seu volume de tráfego;
- Tipo de iluminação, potência, nível de iluminância e uniformidade;
- Tipo de reator e relé fotoelétrico;
- Tipo de rede (aérea ou subterrânea), circuito (se exclusivo de IP ou derivado do secundário) e o respectivo sistema de comando (se individual ou em grupo);
- Seção, número de condutores da rede ou circuito de iluminação pública e extensão do mesmo;
- Localização da caixa de medição, nos casos em que se aplicar;
- largura das vias e seus respectivos passeios.

Os projetos de iluminação pública não devem prever, numa mesma rua ou avenida, a instalação de lâmpadas com potências e princípios de funcionamento diferentes.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Os relés fotoelétricos/eletrônicos e luminárias instalados pelos Municípios devem atender as disposições previstas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, aprovados junto a Distribuidora e serem do tipo Classe A em eficiência energética.

As luminárias devem dispor de sistema de proteção contra surto feitos através de varistor e fusíveis, ou dispositivo de proteção equivalente.

Os relés fotoelétricos/eletrônicos devem ser do tipo NF e os reatores possuírem alto fator de potência igual ou superior a 0,92.

Os cabos alimentadores do circuito de iluminação pública devem ser de no mínimo 25 mm<sup>2</sup>, observando que se a potência total do circuito for superior a 10 kW o circuito deve ser do tipo trifásico a fim de possibilitar o balanceamento.

A máxima extensão do circuito exclusivo de iluminação pública a partir do transformador não deve exceder a 400 m, observando o limite máximo de queda de tensão de 3% em condições normais, sendo vedado ainda a ocupação de um mesmo poste por circuitos de transformadores diferentes.

Nas instalações de iluminação pública, os respectivos equipamentos de medição, devem ser instalados quando houver conveniência técnica ou por solicitação do Poder Público, devendo ser observadas as seguintes recomendações:

- No caso de fornecimento efetuado a partir de circuito exclusivo é obrigatória a instalação de caixa de medição e proteção geral deste circuito;
- Nas derivações de circuito de rede aérea para subterrânea também é obrigada a instalação de caixa de medição e proteção geral.

O padrão de ligação é de responsabilidade financeira da prefeitura e a medição deve ser instalada em postes da rede de distribuição da Enel a partir do ponto de derivação da Rede de Distribuição de Baixa Tensão numa altura compreendida entre 2,0 a 3,5 m do solo.

Outros sistemas de medição de faturamento podem ser analisados e liberados pela Distribuidora em conformidade com a regulamentação da ANEEL.

A distribuidora, ao seu critério, disponibiliza, enquanto vigorar o acordo operativo com o Município, o uso de poste sob sua responsabilidade para fins de instalação, operação e manutenção do sistema de iluminação pública do Município, sem ônus para este e sem que isto implique, de modo algum, servidão do uso em favor do ocupante.

### **7.3.2. Previsão da Taxa de Crescimento da Carga**

Na Tabela 5 estão caracterizados os fatores de multiplicação de demanda em função da taxa de crescimento. Desta maneira, conforme as condições de crescimento da área, as demandas individuais calculadas no item anterior devem ser multiplicadas pelos fatores da Tabela 5, cujos resultados serão baseados os cálculos de dimensionamento das seções dos condutores, das redes de MT e de BT, bem como do carregamento final do transformador. A taxa de crescimento, determinado pela distribuidora, deve ser estabelecida em função da perspectiva do crescimento da carga na área ou ainda com base na variação percentual do consumo médio característico da região.

Para o dimensionamento dos transformadores, que será tratado no item 7.6, deverá ser considerado um horizonte de 5 anos.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Número de Anos | Fatores de Multiplicação de Demanda |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | Taxa de Crescimento Anual           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                | 1%                                  | 2%    | 3%    | 4%    | 5%    | 6%    | 8%    | 10%   | 12%   | 15%   |
| 5              | 1,051                               | 1,104 | 1,159 | 1,217 | 1,276 | 1,338 | 1,469 | 1,611 | 1,762 | 2,011 |

Tabela 5 - Taxa de Crescimento Anual

#### 7.4. Seleção do Tipo de Rede

##### 7.4.1. Rede de Baixa Tensão

A rede aérea de baixa tensão deve ser construída com condutores isolados multiplexados.

##### 7.4.2. Rede de Média Tensão

Existem três tipos de redes de distribuição aéreas padronizadas pela distribuidora:

- Rede de Distribuição Aérea com condutores nus (rede convencional);
- Rede de Distribuição Aérea Compacta com condutores cobertos;
- Rede de Distribuição Aérea com condutores multiplexados e isolados.

O tipo de rede aérea de MT deve ser selecionado levando em consideração fatores como densidade populacional, taxa de falha e localização da rede, conforme itens 7.4.2.1, 7.4.2.2 e 7.4.2.3 e Tabela 6.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Tipo de Condutor  | Zona de Corrosão (NOTA 1) | Vegetação de médio e grande porte | Exemplo de Aplicação   |
|---|---------------------------|-----------------------------------|--|
| Condutor Nu de Alumínio (CAA)   | A / B                     | Sem Vegetação                     | Áreas urbanas e rurais sem poluição e sem a presença de vegetação de médio ou grande porte.  |
| Cabo de Alumínio Coberto  | A / B                     | Com Vegetação (NOTA 2)            | Áreas densamente arborizadas, com presença de animais que possam interagir com a rede de distribuição e/ou próximas a reservas e parques ambientais.<br>Em redes com elevados pontos de conexão e derivação, dar preferência a circuitos com possibilidade de recurso (cenário N-1). |
| Cabo Isolado Multiplexado   | A / B / C                 | Com / Sem Vegetação               | Áreas que necessariamente possuem recurso de alimentação (N-1), alimentadores expressos e saídas de subestações com congestionamento de estruturas e travessias sob viadutos.  |
| Condutor Nu (NOTA 3)  | C                         | Sem Vegetação                     | Circuitos sem possibilidade de recurso N-1 ou circuitos com diversos pontos de seccionamento ou derivação, ambos com presença de corrosão e vegetação.   |
| <b>NOTA 1:</b> Conforme definido na WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR.<br><b>NOTA 2:</b> Vegetação sem características de liberação de resinas (angico, carnaúba, Ipê, pinhão, etc).<br><b>NOTA 3:</b> Selecionar tipo de condutor nu conforme WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR. |                           |                                   |  |

**Tabela 6 – Seleção do tipo de Rede**
**7.4.2.1. Condutores de Alumínio Cobertos (Spacer) – Rede Compacta**

A rede compacta deve ser construída preferencialmente em:

- áreas densamente arborizadas, com presença de animais que possam interagir com a rede de distribuição e/ou próximas a reservas ambientais;
- áreas de preservação ambiental, desde que a vegetação presente não tenha característica de liberar resinas (angico, carnaúba, Ipê, pinhão, etc.);
- áreas com restrição de espaço para instalação da rede de distribuição devido presença de marquises, janelas, sacadas, etc.;
- condomínios fechados, considerando os aspectos de segurança e confiabilidade;
- áreas onde seja exigido um alto grau de confiabilidade devido a existência de serviços essenciais, como hospitais, aeroportos, tratamento e abastecimento de água e etc.;
- áreas já bastante congestionadas e onde seja necessário instalar novos alimentadores;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- quando for obrigatório a instalação de circuitos duplos na mesma estrutura;
- alimentadores expressos, desde que haja conveniência técnica;
- outras áreas que, por conveniência técnica, seja exigido este tipo de padrão.

Não deve haver contato permanente da vegetação com os condutores cobertos. Esse tipo de cabo permite apenas eventuais toques de galhos de árvores.

#### 7.4.2.2. Condutores nu de Alumínio com Alma de Aço – Rede Convencional

Redes convencionais devem ser utilizadas em áreas com baixa incidência de poluição e sem a presença de grandes vegetações.

#### 7.4.2.3. Condutores Multiplexados Autossustentados – Rede Isolada

A rede isolada deve ser construída em:

- áreas de preservação ambiental, onde a poda da vegetação é restrita, e seja tecnicamente inviável a rede nua ou compacta;
- em alternativa econômica à utilização de redes subterrâneas, como saídas de subestações com congestionamento de estruturas e travessias sob viadutos e passarelas;
- alimentadores expressos;
- rede de distribuição com altos índices de taxa de falha e atendimento à serviços essenciais, como hospitais, aeroportos, tratamento e abastecimento de água e etc.

### 7.5. Tipologia e Definição do Traçado da Rede

#### 7.5.1. Tipologia da Rede

##### 7.5.1.1. Rede de Baixa Tensão

Conforme Figura 2, a configuração da rede de BT deve ser radial simples.

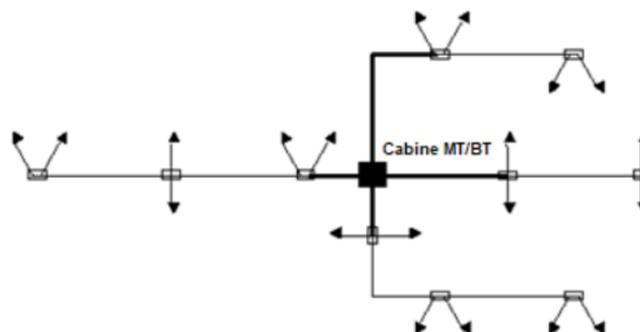


Figura 2 - Tipologia da rede de BT

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

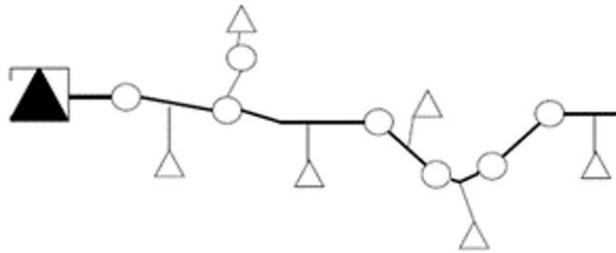
Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**7.5.1.2. Rede de Média Tensão**

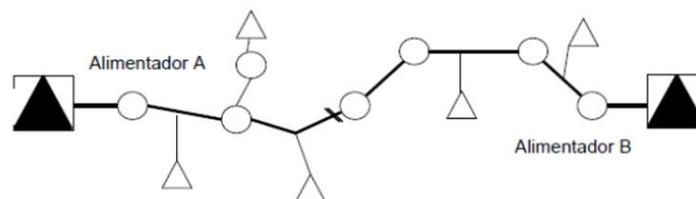
A configuração da rede de MT pode ser definida de acordo com o grau de continuidade de serviço e da importância da carga ou localidade a ser atendida, conforme descrito a seguir:

- a) Radial simples: este tipo de configuração deve ser adotado em áreas onde as próprias características da distribuição de carga forcem o traçado dos alimentadores em direções distintas, tornando antieconômico o estabelecimento de pontos de interligação. Apenas é permitido a construção de redes tipo MRT ou monofásicas em situações de extensão de rede do mesmo tipo. Não é permitido a extensão de rede do tipo MRT ou monofásica a partir de redes trifásicas ou bifásicas;


**Figura 3 - Esquema radial simples**

- b) Radial com recurso: este tipo de configuração deve ser adotado em áreas urbanas com alta concentração de clientes ou que requeiram um maior grau de continuidade de serviço, devido a existência de consumidores especiais tais como hospitais, centros de computação, etc., e sempre que 2 (dois) ou mais alimentadores sigam a mesma direção. Este tipo de configuração caracteriza-se pelos seguintes aspectos principais:

- existência de interligação, normalmente aberta, entre alimentadores adjacentes da mesma ou de subestações diferentes;
- previsão de reserva de capacidade em cada alimentador para absorção de carga de outro alimentador em caso de defeito;
- limitação do número de consumidores interrompidos e diminuição do tempo de interrupção em relação a configuração radial simples, quando da ocorrência de defeito ou manobra.


**Figura 4 - Esquema radial com recurso**

- c) Anel aberto: essa configuração é feita por dois alimentadores de saída da mesma subestação AT/MT que podem ser conectados. Este esquema deve ser utilizado em casos em que não há subestações AT/MT próximas o suficiente às quais um alimentador possa ser conectado ou caso haja cargas particularmente altas, concentradas nas imediações de uma subestação AT/MT (Zonas Industriais, Áreas Urbanas);

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

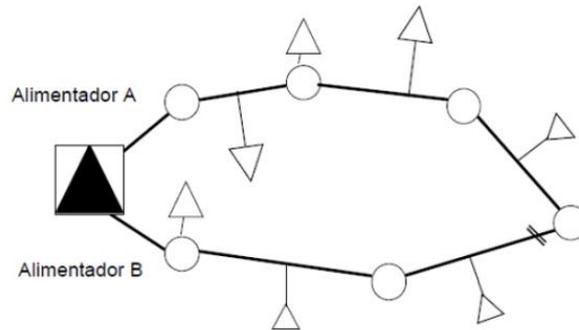
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

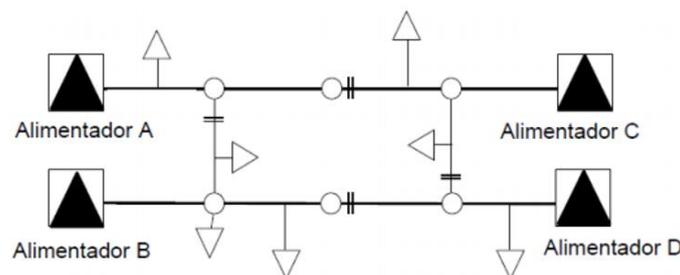
Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



**Figura 5 - Esquema anel aberto**

- d) Rede em Malha (Esquema H): esse esquema é constituído por dois alimentadores ligados por uma ou mais derivações em malha, proporcionando um maior grau de continuidade de serviço. Para este tipo de esquema recomenda-se avaliar a utilização de equipamentos telecomandados.



**Figura 6 - Esquema H**

### 7.5.2. Traçado da Rede

As redes aéreas de distribuição de MT e BT devem ser instaladas em local público. Caso não seja possível o uso de domínio público em áreas rurais ou seja necessária a construção de redes aéreas de distribuição em terrenos particulares, é necessária a assinatura de um termo de servidão e permissão de passagem em propriedade privada, com modelo ilustrativo conforme Anexo D.

As redes aéreas de distribuição de MT e BT podem ser construídas dentro dos limites dos condomínios fechados, desde que atendam às prescrições definidas neste critério e nas especificações técnicas de conexão local.

Em todos os casos descritos anteriormente, as redes de distribuição devem ser construídas em locais que permitam à distribuidora e seus prestadores de serviço o livre acesso, de forma que possibilitem o tráfego de veículos para construção e manutenção da rede.

#### 7.5.2.1. Traçado da Rede Aérea Rural

No traçado da rede aérea rural devem ser observadas as recomendações citadas a seguir, procurando atender, no mínimo, 3 (três) dessas recomendações.

- a) Menor Distância: a rede deve preferencialmente seguir estradas transitáveis. Caso não seja possível este traçado, deve-se percorrer as menores distâncias, desviar de áreas de plantios, construções,

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

rios, lagos e outros obstáculos, visando obter uma rede com um menor custo e menor impacto sobre o meio ambiente.

- b) Apoio Rodoviário e Facilidade de Acesso: a rede deve ser projetada próxima a estradas e locais de fácil acesso, para facilitar sua construção e manutenção, devendo-se restringir ao mínimo possível as travessias sobre rodovias, ferrovias (eletrificáveis ou não), gasodutos, etc.
- c) Maior Número de Consumidores: o traçado deve procurar áreas com maior número de consumidores e áreas com cargas mais significativas.
- d) Melhor Suporte Elétrico: deve ser verificado qual o alimentador mais adequado para derivar a nova rede, obedecendo aos estudos do planejamento para a área e possibilidade para implantação de recurso operacional com outras redes próximas. Deve-se avaliar e evitar o paralelismo com redes em faixas de servidão.
- e) Traçado: o traçado deve contornar os seguintes tipos de obstáculos:
  - picos elevados de montanhas e serras: quando for inevitável cruzar áreas montanhosas, deve-se procurar locais de menor altura e buscar sempre o traçado das curvas de nível do terreno. Devem ser escolhidos locais onde a rede cause menor impacto visual com o meio ambiente;
  - terrenos muito acidentados: deve-se evitar terrenos muito acidentados, para não ser necessária a utilização de estruturas especiais e facilitar a construção, operação e manutenção;
  - áreas de reflorestamento;
  - mato denso: as áreas de mato denso devem ser contornadas a fim de se evitar desmatamentos e impacto ambiental;
  - pomares: implantar postes, de preferência fora das áreas de cultivo, procurando situá-los nas divisas dos terrenos;
  - lagos, lagoas, represas e açudes;
  - locais impróprios para implantação de postes, tais como terrenos pantanosos, terrenos sujeitos a alagamentos, marés, erosão ou calhas de drenagem;
  - terrenos/taludes com inclinação transversal superior a 50%;
  - locais com alto índice de poluição atmosférica;
  - locais onde normalmente são detonados explosivos;
  - loteamentos: nos casos em que seja necessário a continuidade do circuito alimentador existente em loteamentos, devem ser aproveitados os arruamentos a fim de se evitar possíveis indenizações, devendo a rede ser construída em padrão urbano;
  - edificações e benfeitorias em geral: não devem ser feitas travessias sobre edificações, procurando sempre contorná-las, a fim de evitar desapropriações;
  - aeródromos, campos de pouso e helipontos: caso seja necessário passar próximo a aeródromos, campos de pouso e helipontos devem ser observadas as recomendações do órgão regulador responsável;
  - deve-se evitar áreas de Unidades de Conservação ambiental. Quando não for possível, deve ser realizado um estudo individual para se encontrar uma solução que cumpra a legislação e

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

equilibre os fatores técnico, econômico e de integração com o meio ambiente. Neste caso, deve ser anexado ao projeto uma cópia da licença prévia, anuência ou outro documento de autorização emitida pelo órgão de controle do meio ambiente nos locais de grande beleza cênica, como serras, dunas e cachoeiras. É importante lembrar que esses documentos não autorizam o início das obras e nem o de qualquer outro tipo de atividade. Deve ser observada a necessidade da emissão da licença de construção e a licença de operação e manutenção;

- áreas de riqueza paisagística: deve-se evitar zonas que mesmo não sendo consideradas de preservação ambiental, mas que por sua riqueza e singularidade paisagística ou por sua relevância histórica (parques naturais, monumentos históricos e artísticos, topo de montanhas, zonas turísticas, etc.) devem ser protegidas contra elementos que distorçam sua visão e diminuam seu valor natural;

**7.5.2.2. Traçado de Redes Urbanas**

As diretrizes básicas que devem orientar na elaboração do traçado da rede aérea urbana de baixa tensão são:

- deve-se evitar o traçado em frente a paisagens e monumentos históricos de forma a não interferir com o seu visual;
- deve ser localizado no lado da rua com menor arborização. Nas ruas onde não haja arborização, optar pelo lado com menor incidência solar durante o horário mais quente do dia;
- deve-se projetar a rede sempre de um mesmo lado da rua, evitando o traçado em zig-zag e voltas desnecessárias, sem prejuízo das alíneas anteriores;
- deve ser localizado, de preferência, no lado da rua em que não haja galerias de águas pluviais, esgotos, construção com sacadas, ou outros obstáculos que possam interferir na construção da mesma;
- não cruzar, em nenhuma hipótese, o terreno particular, com exceção dos casos de atendimento à condomínios fechados;
- se possível, evitar ruas e avenidas com tráfego intenso de veículos;
- não cruzar praças e outras áreas de lazer, sempre que possível;
- evitar a implantação de redes em canteiros centrais;
- evitar a proximidade de sacadas, janelas e marquises, mesmo respeitadas as distâncias de segurança.

Para o traçado das linhas de média tensão, devem ser seguidos, além dos princípios definidos para a rede secundária, os prescritos abaixo:

- o caminhamento dos alimentadores deve favorecer a expansão do sistema, obedecendo a modelos propostos pelo planejamento;
- procurar sempre utilizar arruamentos já definidos por órgãos responsáveis;
- evitar ângulos desnecessários;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- acompanhar a distribuição das cargas, levar em conta as suas previsões de crescimento e procurar atribuir a cada alimentador áreas de dimensões semelhantes;
- procurar equilibrar a demanda entre os alimentadores;
- para circuitos duplos, dispor os circuitos de forma paralela em relação ao plano vertical;
- procurar ruas que ofereçam facilidades de derivação dos ramais de alimentadores;
- evitar ruas e avenidas de orla marítima. Procurar projetar troncos de alimentadores nas ruas e avenidas paralelas a orla;
- no caso de parques que possuem animais silvestres, o traçado da rede deve preferencialmente, passar pelo outro lado da rua ou deve ser projetado outro traçado para o circuito.
- não cruzar terrenos particulares;
- considerar o máximo aproveitamento da rede existente nos projetos de reforma;
- os ramais devem ser, sempre que possível, dirigidos em sentido paralelo uns aos outros em ruas diferentes, orientados de maneira a favorecer a expansão prevista para a área por eles servidos;
- não é permitido a mudança do tipo de condutor ao longo da rede, exceto quando justificado tecnicamente e desde que não haja possibilidade de recurso;
- não é permitido a mudança da capacidade do condutor ao longo do tronco.

**7.5.3. Locação de Postes****7.5.3.1. Vias Públicas**

Quanto a locação dos postes, em zona urbana ou rural, deve-se observar alguns fatores, como se segue:

- a) locar a posteação, sempre que possível, na divisa dos lotes, edificações, etc. Os postes não devem ser locados em frente à entrada de garagem, portas, portões e guias rebaixadas (meio fio);
- b) evitar, sempre que possível, a locação dos postes em frente a anúncios luminosos, marquises e sacadas, sempre respeitando as distâncias de segurança.
- c) em situações onde as distâncias de segurança entre a rede e edificações, pontos de acesso, etc. estejam comprometidas, deve-se adotar ações de remoção, afastamento e isolamento da rede para atendimento às regulamentações específicas de segurança;
- d) locar os postes visando atender também o projeto de iluminação pública;
- e) projetar, sempre que possível para zona urbana, vãos de 30 m a 45 m. Vãos com comprimentos superiores necessitam de análise criteriosa dos esforços;
- f) em zona urbana, onde existir somente rede de MT com condutores nus (sem iluminação pública e circuito de baixa tensão), podem ser utilizados inicialmente vãos maiores do que os estabelecidos anteriormente, com a devida análise de tração e observando as características de relevo da região e flechas admissíveis. Se houver previsão de futuras instalações de iluminação pública e rede secundária, considerar a diretriz do item e);
- g) quando em zona urbana, os postes devem ser locados em calçadas, na faixa de serviço, conforme normas de circulação e acessibilidade, ver Figura 7. Recomenda-se a largura de 1,50m para a faixa

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

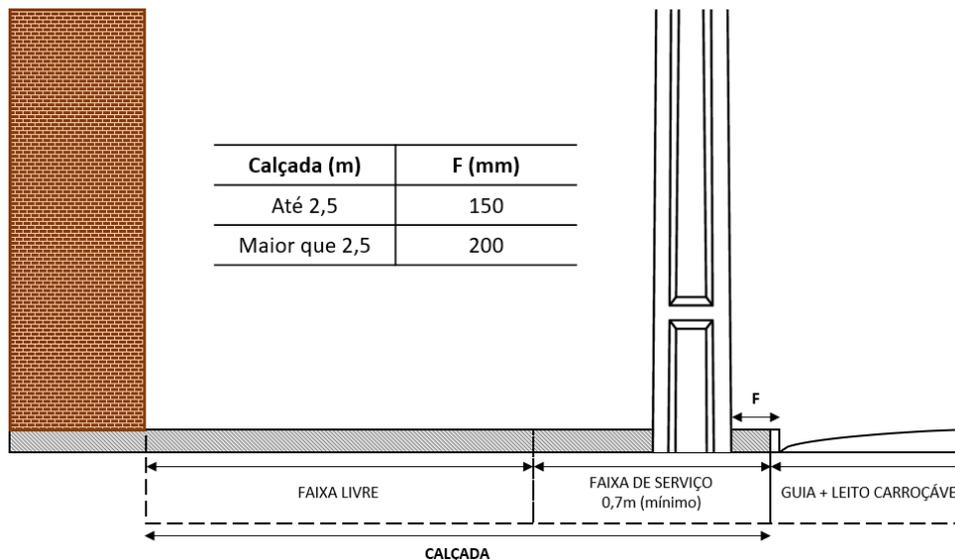
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

livre, sendo admissível 1,20m de largura livre e 2,10 de altura livre. As dimensões podem ser revisadas somente quando indicadas no plano de zoneamento, código de obras e postura, plano diretor, lei de uso de ocupação do solo do município ou quaisquer documentos locais oficiais que racionalizem o uso do solo.


**Figura 7 – Faixas de uso da calçada**

- h) a largura do leito carroçável (distância entre guias) deve seguir legislação local e ser suficiente para a garantia da segurança operativa e acesso de equipes com recursos necessários para construção, manutenção e operação da rede de distribuição;
- i) devem ser observadas as condições locais existentes que podem interferir na implantação dos postes, como guias rebaixadas, caixas de água pluvial, sumidouros, etc.
- j) quando não houver posteação, deve ser avaliado qual o lado mais favorável para implantação da rede, considerando o lado menos arborizado e que tenha maior número de edificações, o que deve acarretar menos execução de travessias de ramais de ligação. Deve-se observar, no entanto, que os postes devem ser locados de forma que permita atender aos consumidores com o ramal de ligação com comprimento máximo de 30 metros;
- k) independente da largura da rua, deve ser projetada posteação bilateral, quando houver necessidade da instalação de 2 (dois) alimentadores, dando-se preferência a esta solução do que a alternativa de projetar circuito duplo;
- l) em ruas com largura até 20 metros, incluindo-se os passeios, os postes devem ser locados sempre de um mesmo lado (locação unilateral) observando, se for o caso, a sequência da rede existente. Ruas com larguras compreendidas entre 20 m e 30 m, incluindo-se os passeios, podem ter posteação bilateral alternada, ou seja, esta deve ser projetada com os postes na metade do vão da posteação contrária. Ruas com larguras superiores a 30 m, incluindo-se os passeios, podem ter posteação bilateral frontal, conforme Figura 8;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

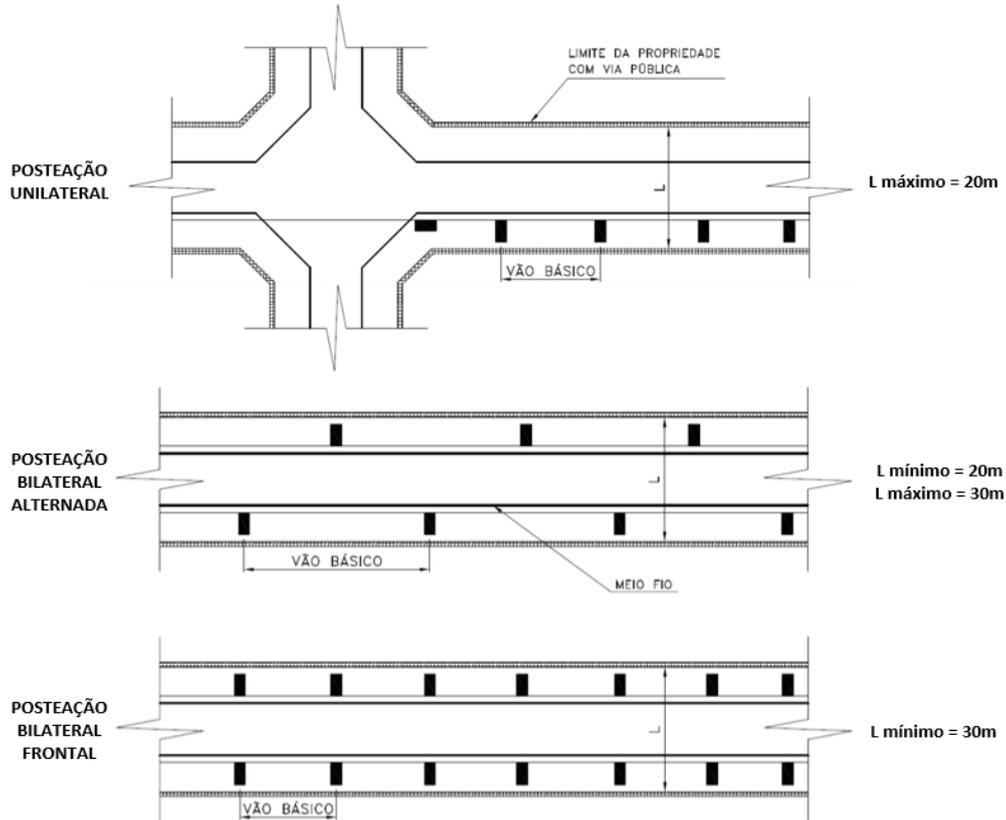
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes


**Figura 8 – Posteação**

- m) deve ser evitada a instalação de equipamentos de proteção e manobra em esquinas e estruturas de final de linha;
- n) nas vias públicas onde existem curvas, evidentemente a distância entre postes poderá ser menor, evitando-se que condutores atravessassem propriedades particulares ou o arruamento.
- o) os casos de cruzamentos e derivações em esquinas, redes congestionadas, ou para atender ao uso mútuo de postes com outras empresas, podem ser feitos com a implantação de dois ou três postes para que sejam mantidos os afastamentos mínimos dos condutores e que não haja cruzamento em terrenos particulares, conforme Figura 9.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

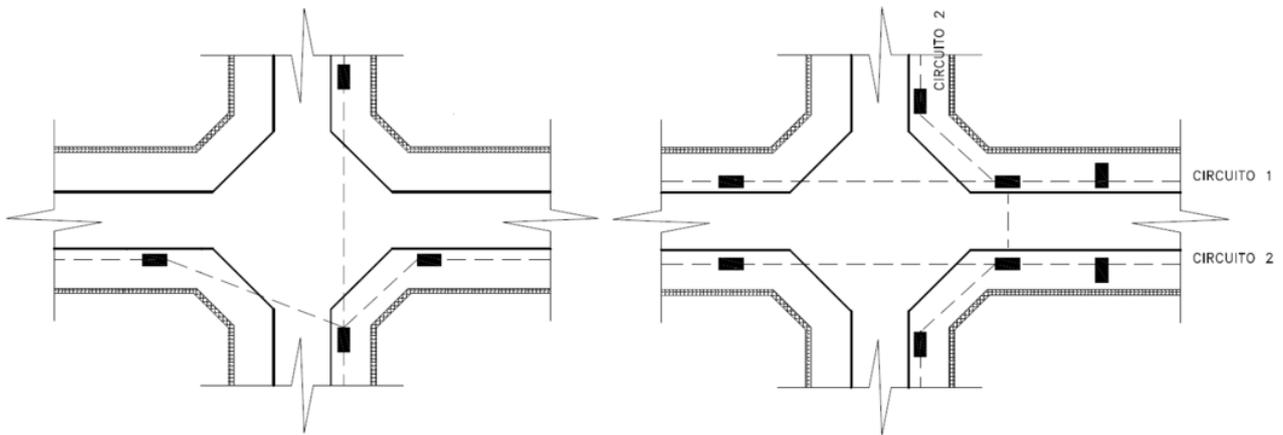
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

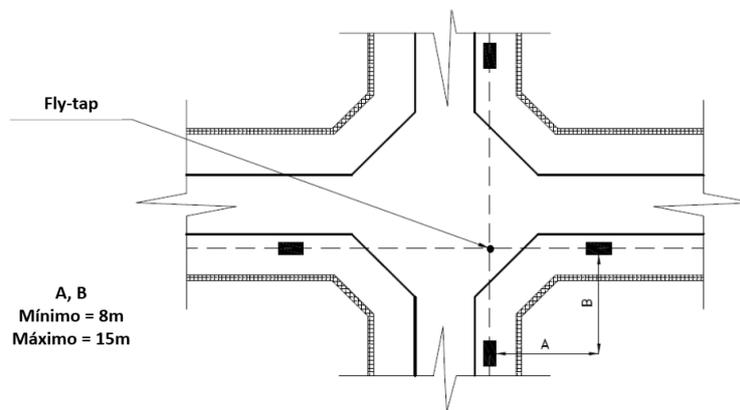
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes


**Figura 9 – Derivações em esquinas**

- p) a utilização de fly-tap é permitida somente como alternativa de garantir os afastamentos de segurança da rede em esquinas de ruas estreitas, sujeitas a trânsito intenso e distanciamento de poste devido a rebaixamento da guia destinada a acessibilidade;


**Figura 10 – Fly-tap em redes de distribuição**

- q) em situações de instalação de postes em locais com acesso restrito a veículos pesados (vias com leitos carroçáveis estreitos, morros e taludes, núcleos de regularização de ligações informais e áreas rurais de difícil acesso) deve ser prevista a instalação de postes de fibra. Os postes de fibra não são permitidos em travessias de redes e em regiões com histórico de vandalismo ao patrimônio público e queimadas.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

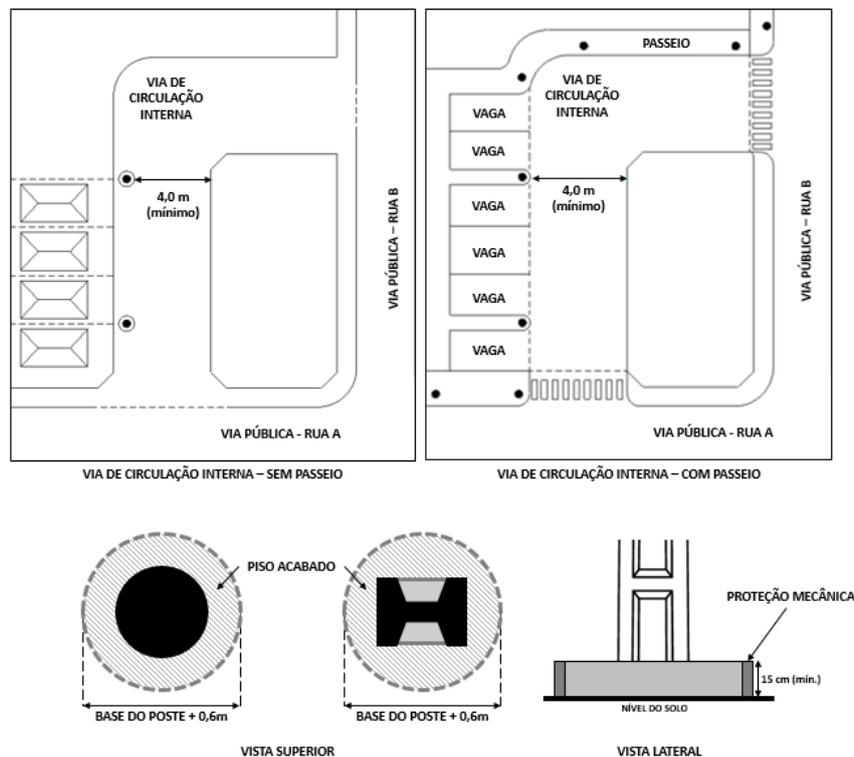
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**7.5.3.2. Empreendimentos Particulares**

A construção da rede de distribuição aérea em áreas internas de empreendimentos particulares é de inteira responsabilidade do empreendedor, sem ônus a Distribuidora, devendo as etapas de atendimento, documentação e projeto estarem em conformidade com a norma específica local.

Para a implantação da rede de distribuição, as vias de circulação interna (leito carroçável e passeio) do empreendimento devem ser projetadas levando-se em consideração as seguintes premissas:

- existência de leito carroçável interno de largura mínima de 4,0 metros, medido entre guias e observados ainda os procedimentos do termo de servidão de passagem;
- largura mínima de passeio de 1,90m, excluindo a largura da guia, de modo a permitir a instalação dos postes de rede de distribuição aérea e ainda para a extensão do braço do caminhão guindauto articulado para remoções, instalação e içamento de equipamentos;
- existência de guias delimitando o leito carroçável e a calçada;
- Em situações em que não prever calçada para circulação de pedestres devido a entrada e saída de veículos (ex. galpões industriais, vagas de estacionamento cobertas ou não) os postes devem ser instalados nas divisas dos imóveis considerando um espaço ao redor do mesmo delimitado por proteção mecânica em forma de ilha de proteção (ver Figura 11). Nos casos de vagas de estacionamento, os postes deverão ser implantados sempre na frente das vagas, no limite da divisa com o leito carroçável, permitindo livre acesso à rede de distribuição pela Distribuidora sem a obstrução de veículos de terceiros. Nestes casos, as distâncias de acessibilidade (faixa livre de circulação) devem ser garantidas.



**Figura 11 – Instalação de postes em empreendimentos particulares**

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

As vias de acesso e manobra de caminhões guindauto articulado para instalação e manutenção da rede de distribuição aérea devem atender a um dos requisitos abaixo:

- Possuir via de acesso de entrada e de saída distintas, com largura mínima de 4,0 metros. Caso a via de acesso não seja linear, a mesma deve possuir ângulo de curvatura que propicie a manobra de veículo com comprimento mínimo de 10,5 metros;
- Possuir uma única via de acesso de entrada e saída de veículos, com espaço destinado a manobra de veículo com comprimento mínimo de 10,5 metros, que não seja ocupado por vagas de garagens;
- Possuir uma única via de acesso de entrada e saída de veículos com rotatória que permita a manobra de veículo com comprimento mínimo de 10,5 metros para o retorno a pista contrária.

## 7.6. Dimensionamento Elétrico

### 7.6.1. Transformadores de Distribuição

#### 7.6.1.1. Localização dos Transformadores

Como critério geral os transformadores devem ser instalados no centro de carga de sua área de abrangência. Na existência de carga concentrada significativa esse critério geral deve ser reavaliado. Além disto, devem seguir as seguintes prescrições:

- os transformadores devem ser locados de maneira que, em nenhum caso, o comprimento total do circuito secundário exceda a 400 m, respeitando-se as quedas de tensão máximas estabelecidas;
- a posição de montagem do transformador em relação a via pública deve estar de acordo com as Especificações Técnicas de Construção;
- evitar instalar transformadores em postes com ângulos;
- não instalar transformadores em postes próximos as esquinas;
- não instalar transformadores em frente a edificações com marquises e sacadas;
- não devem ser instalados transformadores em postes onde haja derivação de rede de MT;
- não instalar transformadores próximo a postos de gasolina e a áreas de armazenamento de materiais inflamáveis;
- nas zonas urbanas o transformador pode ser instalado no eixo do alimentador ou fora do mesmo, observando os critérios de distância mínima de segurança em relação a outras redes ou edificações;
- nas zonas rurais devem ser instalados transformadores, preferencialmente, fora do eixo de alimentadores ou em ramais das redes de distribuição que transporte uma parcela importante da carga;
- quando os transformadores forem instalados no eixo de alimentadores ou em ramais das redes de distribuição que transporte uma parcela importante da carga, deve ser utilizado grampo de linha viva na conexão entre rede de MT e os condutores que alimentam as chaves fusíveis dos transformadores;
- deve ser evitado instalar transformadores em circuito duplo, em caso excepcionais, quando for instalado nas redes convencionais, devem ser instalados em postes que garantam os afastamentos mínimos de segurança;

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- não locar transformadores em terrenos de difícil acesso, como aqueles que se caracterizam por possíveis acidentes topográficos pronunciados ou condições especiais de solo, que não permitam o uso de equipamentos usuais de serviço, durante a construção e manutenção.

**7.6.1.2. Potência Nominal dos Transformadores**

As potências dos transformadores devem ser conforme Tabela 7.

| Circuito Primário | Tensão Primária (kV) | Potência Nominal (kVA)    | Tensão Secundária (V) |
|-------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Monofásico        | 7,967                | 10                        | 220                   |
|                   |                      | 15                        | 120 / 240             |
|                   |                      | 10                        | 220 / 440             |
|                   |                      | 37,5                      | 220 / 440             |
|                   | 19,97                | 10                        | 220 / 440             |
|                   |                      | 37,5                      | 220 / 440             |
| Bifásico          | 13,8                 | 10                        | 220                   |
|                   | 13,8                 | 15                        | 120 / 240             |
| Trifásico         | 13,8                 | 15                        | 220 / 380             |
|                   | 13,8                 | 30                        | 127 / 220             |
|                   | 13,8                 | 75                        | 220 / 380             |
|                   |                      |                           | 127 / 220             |
|                   | 34,5                 | 150                       | 220 / 380             |
|                   | 13,8                 |                           | 220 / 380             |
|                   | 34,5                 | 220 / 380                 |                       |
|                   | 13,8                 | 225                       | 220 / 380             |
|                   | 13,8                 | 300 <small>NOTA 1</small> | 220 / 380             |
|                   |                      |                           | 127 / 220             |

**Nota 1:** Transformador utilizado preferencialmente para atendimento de prédios ou cargas especiais.

**Tabela 7 - Potência dos Transformadores**
**7.6.1.3. Escolha do Número de Fases do Transformador**

A escolha do número de fases de alimentação (rede primária) do transformador deve ser conforme demanda local, respeitando taxas de crescimento e previsão de aumento de carga adotando as seguintes prescrições

- transformador trifásico: nas áreas urbanas e loteamentos;
- transformador bifásico: nas áreas rurais de baixa e muito baixa densidade de carga;
- transformador monofásico: nas redes monofilares existentes com densidade de carga muito baixa.

Antes da instalação de transformadores bifásicos, é necessário avaliar se existem unidades consumidoras que possuam equipamentos que necessitem alimentação trifásica e se não há previsão de aumento de carga em médio prazo, com intuito de evitar a ampliação prematura para trifásico. Além disso, devem ser realizados estudos para avaliar as fases do alimentador mais favoráveis para instalação desses equipamentos de modo a evitar desbalanceamento entre fases.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### 7.6.1.4. Escolha da Potência Nominal do Transformador

$$P_{TR} = \sum DM_P \times Fcr + \sum DIp$$

**Equação 11** - Potência nominal do transformador

Onde:

$\sum DMP$  = demanda máxima diversificada por poste calculada, segundo o subitem 7.3.1.2.4, em kVA.

Fcr = Fator de crescimento considerado informado pela Unidade de Planejamento. Quando não aplicável, Fcr = 1.

$\sum DIp$  = demanda de iluminação pública, em kVA.

O fator de crescimento não deve incidir sobre a demanda de IP.

Quando se tratar de dimensionamento de transformadores em loteamentos ou desmembramentos sem unidades consumidoras edificadas ou se a quantidade de edificações não ultrapassar 50% dos lotes previstos, não se deve utilizar o fator de crescimento.

A escolha do nível de consumidor (A, B, C ou D), conforme Tabela 2, leva em consideração a localização do consumidor no município e o nível de consumo. Quando esta informação não está bem definida pode-se adotar outros métodos que possibilite uma mensuração aceitável, tais como: leitura dos transformadores próximo ao local ou o consumo médio dos consumidores ligados aos transformadores na circunvizinhança do projeto. Quando não houver nenhum tipo de informação de circunvizinhança, pode-se adotar o nível C. Em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, utilizar o método adotado nas Especificações locais de fornecimento. Outros valores de demanda são admitidos, desde que justificados tecnicamente.

#### **Exemplo 1: Atendimento em área rural ou urbana, nível C (Ceará), a 15 unidades consumidoras já edificadas.**

De acordo com a Tabela 2, a demanda diversificada é de 1,936 kVA por consumidor.

- $\sum DM_P = 15 \times 1,936 = 29,04$
- Para esse caso, foi considerado um fator de crescimento de 5% a.a em um horizonte de 5 anos = 1,276.
- $P_{TR} = 29,04 \times 1,276 = 37,05$  kVA

Considerando a instalação de 3 luminárias de 70 W, com perda no reator 14 W a demanda de iluminação pública em kVA será:

- $Dip = 3 \times (0,070 + 0,014) / 0,92 = 0,274$  kVA
- Demanda Total =  $37,05 + 0,274 = 37,32$  kVA

O transformador escolhido deve ser o que mais se aproxime de 37,32 kVA e que não fique em sobrecarga. Portanto, o transformador a ser instalado deve ser de 75 kVA.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Exemplo 2: Atendimento a loteamento, com 100 lotes sem unidade consumidora edificada e sem definição do nível de consumidor. Local: Ceará**

Método: Leitura do transformador da circunvizinhança

Conforme 7.3.1.2.1 calcula-se a demanda média por consumidor:

$$DMc = \frac{\sum (DMt)}{Nc} \text{ kVA}$$

Onde:

- DMc = demanda média por consumidor, em kVA;
- $\sum (DMt)$  = somatório das demandas dos transformadores medidos, em kVA;
- Nc = n° de UCs ligadas às redes de BT servidos pelos transformadores.

$$DMt = \frac{(Va \times Ia + Vb \times Ib + Vc \times Ic)}{1000} \text{ (kVA)}$$

Onde:

- Ia, Ib, Ic = correntes medidas nas fases A, B e C, em ampère;
- VM = tensão medida entre qualquer fase e neutro, em volts.

Dados para o cálculo:

- Corrente das fases : Ia = 80 A ; Ib = 85 A ; Ic = 92 A ; IN = 10 A
- Tensão Fase-Neutro: VAN = 230 V ; VBN = 228 V ; VCN = 235 V
- $DMt = (230 \times 80 + 228 \times 85 + 235 \times 92) / 1000 = 59,40 \text{ kVA}$ .
- Supondo 60 clientes no transformador medido:  $DMc = 59,40 / 60 = 0,99 \text{ kVA / cliente}$
- Calculando a demanda para o novo transformador  $P_{tr} = 0,99 \times Nc = 99 \text{ kVA}$

O transformador escolhido deve ser o que mais se aproxime de 99 kVA e que não fique em sobrecarga. Portanto, o transformador a ser instalado deve ser de 150 kVA.

**Exemplo 3: Atendimento a unidade consumidora isolada residencial.**

O cálculo da demanda de uma unidade consumidora isolada residencial deve levar em consideração a carga instalada, o fator de demanda de acordo com o Anexo B e o fator de potência da instalação.

$$Dem = \frac{C_{Inst} \times F_d}{F_p} \text{ (kVA)}$$

Onde:

- C<sub>Inst</sub> = Carga Instalada prevista da UC;
- F<sub>d</sub> = Fator de Demanda

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Fp = Fator de Potência.

Dados para cálculo:

- CInst = 12 kW
- Fd = 0,60 (conforme Anexo B, o fator de demanda para a atividade cultivo de arroz)
- Fp = 0,92

$$Dem = \frac{(12 \times 0,60)}{0,92} = 7,83kVA$$

**7.6.1.5. Potência e Carregamento dos Transformadores a Serem Instalados****7.6.1.5.1. Projeto de Extensão de Rede**

Para projetos de extensão de redes, devem ser verificados os itens a seguir:

- a) o valor da potência nominal do transformador deve ser o mais próximo da demanda calculada;
- b) nas redes urbanas instalar transformadores com potência mínima de 75 kVA. Em casos excepcionais e a critério da distribuidora, podem ser instalados na rede transformadores de menor potência;
- c) o uso de transformadores de 300 kVA deve ser feito, somente quando as condições de carga e de espaço físico local não permitirem a instalação de dois transformadores de menor potência. De preferência, esses transformadores devem ser utilizados somente em atendimento a clientes exclusivos (prédios, etc.).

**7.6.1.5.2. Projeto de Reforço de Rede**

Para projetos de reforço de redes, devem ser verificados os itens a seguir:

- a) carregamento máximo:
  - o carregamento máximo permitido é de 100% em qualquer cenário;
  - identificada a sobrecarga do transformador, somente deve ser executado o desmembramento do circuito secundário, quando a queda de tensão medida em qualquer ponto da rede de BT for igual ou superior ao disposto na Tabela 8. Havendo sobrecarga e a queda de tensão não atingir o limite, será obrigatório a substituição do transformador por outro de maior potência, respeitando-se os limites estabelecidos na alínea "b)" deste item e avaliando a necessidade de troca dos condutores.
- b) substituição de transformadores em sobrecarga:
  - os transformadores a serem instalados, em substituição aos que apresentarem sobrecarga, devem ficar com o carregamento máximo de 100% de sua potência nominal;
  - sempre que for necessário substituir um transformador por sobrecarga, deve ser efetuada inspeção no circuito secundário e observado se a rede está compatível com a potência do transformador a ser instalado.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

c) desmembramento do circuito de BT:

- quando existir concentração de carga superior a 90 kVA em um circuito do transformador de 150 kVA;
- quando existir concentração de carga superior a 180 kVA em um circuito do transformador de 300 kVA;

| Trecho   | Queda de Tensão (%) |
|--|---------------------|
| Ramal de Ligação   | 1,0                 |
| Rede Secundária / Iluminação Pública                           | 3,0                 |
| Caso o ramal derive diretamente do secundário do transformador | 4,0                 |

**Tabela 8** - Queda de Tensão BT

## 7.6.2. Rede de Baixa Tensão

### 7.6.2.1. Condutores Padronizados

Devem ser utilizados em todas as redes aéreas de Baixa Tensão os condutores pré-reunidos de alumínio definidos conforme Tabela 9.

| Condutor (mm <sup>2</sup> ) | Corrente (A) | Tração (daN) | Diâmetro Total (mm) | Massa Total (kg/km) | R (Ω/km) | X (Ω/km) |
|-----------------------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|----------|----------|
| 3x150+1x80                  | 326          | 554          | 51                  | 1.878               | 0,2775   | 0,0867   |
| 3x95+1x54,6                 | 244          | 393          | 43                  | 1.270               | 0,4311   | 0,0902   |
| 3x50+1x54,6                 | 169          | 260          | 37                  | 765                 | 0,8634   | 0,0943   |
| 3x35+1x54,6                 | 136          | 235          | 37                  | 700                 | 1,1694   | 0,0974   |

**Tabela 9** - Condutores de Baixa Tensão

### 7.6.2.2. Níveis de Tensão

Os limites de variação de tensão de fornecimento em baixa tensão, no ponto de conexão, estão contidos no Módulo 8 do PRODIST, devendo se situar em relação à tensão nominal, conforme Tabela 10.

| Tensão Nominal (Volts) | Limites de Variação (Volts) |        |        |        |        |        |
|------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | EDCE                        |        | EDRJ   |        | EDGO   |        |
|                        | Mínimo                      | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| 127                    | -                           | -      | 117    | 133    | -      | -      |
| 220                    | 202                         | 231    | 202    | 231    | 202    | 231    |
| 380                    | 350                         | 399    | -      | -      | 350    | 399    |
| 440                    | -                           | -      | -      | -      | 405    | 462    |

**Tabela 10** - Níveis de Tensão

### 7.6.2.3. Queda de Tensão

Os limites de queda de tensão permissível nos diversos pontos da rede de BT são definidos na Tabela 8.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Podem ser adotados os valores limites de queda de tensão especificados no módulo 8 do PRODIST. O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado com as cargas determinadas no item 7.3.

O processo de cálculo está baseado no coeficiente de queda de tensão em % de kVAx100m, com o preenchimento da planilha orientativa no Anexo A.

As colunas a serem preenchidas no Anexo A são:

- A: designação do trecho;
- B: comprimento do trecho em 100 m e seus múltiplos;
- C: carga distribuída no trecho (carga levantada x taxa de crescimento + IP), em kVA;
- D: carga acumulada no fim do trecho, em kVA;
- E: produto kVA  $(C/2 + D) \times B$ ;
- F: tipo de circuito e bitola dos condutores;
- G: coeficiente da queda de tensão unitária ( kVA / 100 m ), obtido da Tabela 11;
- H: queda de tensão percentual no trecho, obtido pelo produto das colunas E e G;
- I: queda de tensão percentual total, obtida para cada ponto extremo de um trecho pela soma da queda nesse trecho com a queda acumulada até o trecho anterior.

| Condutor<br>(mm <sup>2</sup> ) | Queda de Tensão a 90°C (%/kVA x 100m) |                 |                |                |                 |                |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|                                | 220/127 V                             |                 |                | 380/220 V      |                 |                |
|                                | Cos φ<br>= 1,0                        | Cos φ<br>= 0,90 | Cos φ<br>= 0,8 | Cos φ<br>= 1,0 | Cos φ<br>= 0,90 | Cos φ<br>= 0,8 |
| 3x150+1x80                     | 0,0573                                | 0,0594          | 0,0566         | 0,0192         | 0,0199          | 0,0189         |
| 3x95+1x54,6                    | 0,0891                                | 0,0883          | 0,0824         | 0,0298         | 0,0296          | 0,0276         |
| 3x50+1x54,6                    | 0,1784                                | 0,1690          | 0,1544         | 0,0580         | 0,0567          | 0,0518         |
| 3x35+1x54,6                    | 0,2416                                | 0,2262          | 0,2054         | 0,0810         | 0,0758          | 0,0688         |

**Tabela 11** – Coeficientes de Queda de Tensão de BT

**Nota:** Os coeficientes de queda de tensão dos condutores despadronizados mas que ainda podem existir na rede de distribuição estão dispostos no item 8.1.

### 7.6.3. Rede de Média Tensão

#### 7.6.3.1. Condutores Padronizados

Os condutores utilizados em redes de Média Tensão são cabos de alumínio com alma de Aço – CAA (Tabela 12), cabos de alumínio cobertos (Tabela 13) ou cabos multiplexados autossustentados (Tabela 14).

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Bitola do Condutor (AWG-MCM) | Tipo      | Seção Nominal do Condutor (mm <sup>2</sup> ) | Diâmetro Nominal do Condutor (mm) | Formação do Condutor Nº de Fios X Diâmetro (mm) | Resistência Elétrica Máxima a 20°C (Ω/km) | Corrente Nominal (A) | Carga de Ruptura Máxima (daN) | Peso (kg/km) |
|------------------------------|-----------|--|-----------------------------------|---|---|----------------------|-------------------------------|--------------|
| 4                            | Swan      | 24,71  | 6,36                              | 6/1 x 2,12                                      | 1,3278                                    | 140                  | 830                           | 85,60        |
| 1/0                          | Raven     | 62,38  | 10,11                             | 6/1 x 3,37                                      | 0,5243                                    | 242                  | 1946                          | 216,2        |
| 2/0                          | Quail     | 78,55  | 11,34                             | 6/1 x 3,78                                      | 0,4261                                    | 280                  | 2353                          | 272,0        |
| 266,8                        | Partridge | 157,20                                       | 16,28                             | 26 x 2,57<br>7 x 2                              | 0,2100                                    | 475                  | 5011                          | 545,5        |
| 336,4                        | Linnet    | 198,38                                       | 18,31                             | 26 x 2,89<br>7 x 2,25                           | 0,1699                                    | 530                  | 6291                          | 689,9        |

**Nota:** Os condutores 2/0 e 336,4 devem ser utilizados, especificamente, para atendimento a quesitos de queda de tensão.

**Tabela 12 - Condutores para rede convencional**

| Classe de Tensão (kV) | Seção Nominal (mm <sup>2</sup> ) | Formação Mínima (Nº de Fios) | Diâmetro do Condutor (mm) |      | Massa (kg/km) | Carga de Ruptura mínima (daN) | Diâmetro Externo (mm) |      | Resistência Elétrica c.c. Máxima a 20°C (Ω/km) | Corrente Nominal (A) |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------|--|----------------------|
|                       |                                  |                              | Mín.                      | Máx. |               |                               | Mín.                  | Máx. |  |                      |
| 15                    | 50                               | 6                            | 8,0                       | 8,5  | 235           | 650                           | 14,0                  | 16,5 | 0,641  | 174                  |
|                       | 95                               | 15                           | 11,2                      | 11,7 | 400           | 1.235                         | 17,2                  | 19,7 | 0,320  | 266                  |
|                       | 185                              | 30                           | 15,8                      | 16,3 | 695           | 2.405                         | 21,8                  | 24,3 | 0,164  | 403                  |
| 25                    | 50                               | 6                            | 8,0                       | 8,5  | 385           | 650                           | 16,0                  | 18,6 | 0,641  | 173                  |
|                       | 95                               | 15                           | 11,2                      | 11,7 | 460           | 1.235                         | 19,2                  | 21,8 | 0,320  | 263                  |
|                       | 185                              | 30                           | 15,8                      | 16,3 | 770           | 2.405                         | 23,8                  | 26,4 | 0,164  | 398                  |
| 35                    | 95                               | 15                           | 11,2                      | 11,7 | 775           | 1235                          | 27,0                  | 30,3 | 0,320  | 252                  |
|                       | 185                              | 30                           | 15,8                      | 16,3 | 1150          | 2.405                         | 31,6                  | 34,9 | 0,164  | 379                  |

**Tabela 13 - Condutores para rede compacta**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Condutor              |                                  |               |      |  |                     | Mensageiro               |                                     |
|-----------------------|----------------------------------|---------------|------|--|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Classe De Tensão (kV) | Seção Nominal (mm <sup>2</sup> ) | Diâmetro (mm) |      | Resistência Elétrica c.c. Máxima a 20°C (Ω/km) | Corrente Nominal(A) | Seção (mm <sup>2</sup> ) | Tipo                                |
|                       |                                  | Mín.          | Máx. |  |                     |                          |                                     |
| 8,7 / 15 (17,5)       | 50                               | 7,7           | 8,6  | 0,641  | 170                 | 50                       | Aço Galvanizado                     |
|                       | 95                               | 11            | 12   | 0,32   | 255                 |                          |                                     |
|                       | 150                              | 13,7          | 15   | 0,206  | 340                 |                          |                                     |
|                       | 150                              | 13,7          | 15   | 0,206  | 340                 |                          | Aço Aluminizado com isolamento XLPE |
| 18 / 30 (36)          | 50                               | 7,7           | 8,6  | 0,641  | 170                 |                          | Aço Galvanizado                     |
|                       | 95                               | 11            | 12   | 0,32   | 255                 |                          |                                     |
|                       | 150                              | 13,7          | 15   | 0,206  | 340                 |                          |                                     |

**Tabela 14 - Condutores para rede isolada**

Os condutores correspondentes ao tronco do alimentador e ramais devem ser projetados de acordo com os estudos feitos pela Unidade de Planejamento, considerando a demanda, corrente de curto-circuito, limite de queda de tensão, qualidade e perdas elétricas.

A utilização de outros condutores é permitida, desde que seja justificada tecnicamente e aprovadas pela Unidade de Network Design Brasil.

**7.6.3.2. Níveis de Tensão**

Os limites de variação de tensão primária de fornecimento (MT) no ponto de conexão estão contidos no Módulo 8 do PRODIST, devendo se situar entre 0,95 e 1,05 da tensão nominal, conforme Tabela 15.

| Tensão Nominal (Volts) | Limites de Variação (Volts) |        |        |        |        |        |
|------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | EDCE                        |        | EDRJ   |        | EDGO   |        |
|                        | Mínimo                      | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| 11.950                 | -                           | -      | 11.352 | 12.547 | -      | -      |
| 13.800                 | 13110                       | 14.490 | 13.110 | 14.490 | 13.110 | 14.490 |
| 34.500                 | -                           | -      | -      | -      | 32.775 | 36.225 |

**Tabela 15 - Níveis de Tensão MT**
**7.6.3.3. Queda de Tensão**

O processo de cálculo de queda de tensão está baseado no levantamento dos seguintes elementos:

- demanda máxima do alimentador, em MVA;
- tensão na hora de carga máxima, em kV;
- fator de potência médio;

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- d) configuração do circuito primário no local reservado da planilha orientativa do Anexo A, dividindo-se em trechos e indicando as cargas distribuídas no trecho considerado e acumulados no final desse mesmo trecho;
- e) preenchimento das colunas indicadas no Anexo A de acordo com o disposto abaixo:
- A: designação do trecho;
  - B: comprimento do trecho;
  - C: carga alimentada no trecho, em kVA;
  - D: tipo de circuito e bitola dos condutores;
  - E: coeficiente de queda de tensão, conforme Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18 ou Tabela 19;
  - F: queda de tensão em cada trecho, em volts;
  - G: queda de tensão acumulada percentual;
- f) o cálculo de queda de tensão deve ser efetuado também simulando-se as transferências de carga previstas em projeto;

| Condutor<br>CAA<br>(AWG) | Valores em % para 1 MVAxkm |                     |                     |                     |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          | 7,96 kV                    |                     | 19,91 kV            |                     |
|                          | Cos $\varphi$ = 1,0        | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 4(4)                     | 4,4031                     | 4,3858              | 0,7045              | 0,7017              |

**Tabela 16 – Coeficientes de Queda de Tensão – Circuito Monofásico**

| Condutor<br>CAA<br>(AWG) | Valores em % para 1 MVAxkm |                     |                     |                     |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          | 13,8 kV                    |                     | 34,5 kV             |                     |
|                          | Cos $\varphi$ = 1,0        | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 4                    | 0,8387                     | 0,8349              | 0,1342              | 0,1336              |
| 3 # 1/0                  | 0,3655                     | 0,4560              | 0,0585              | 0,0730              |
| 3 # 2/0                  | 0,2921                     | 0,3940              | 0,0467              | 0,0630              |
| 3 # 266,8                | 0,1256                     | 0,2264              | 0,0201              | 0,0362              |
| 3 # 336,4                | 0,0999                     | 0,2030              | 0,0160              | 0,0325              |

**Tabela 17 – Coeficientes de Queda de Tensão – Cabo CAA – Circuito Trifásico**

| Condutor<br>CAA<br>(AWG) | Valores em % para 1 MVAxkm |                     |                     |                     |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          | 13,8 kV                    |                     | 34,5 kV             |                     |
|                          | Cos $\varphi$ = 1,0        | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 50                   | 0,3623                     | 0,4124              | -                   | -                   |
| 3 # 95                   | 0,1908                     | 0,2422              | 0,0305              | 0,0397              |
| 3 # 185                  | 0,0982                     | 0,1600              | 0,0157              | 0,0265              |

**Tabela 18 – Coeficientes de Queda de Tensão – Cabo Coberto – Circuito Trifásico**

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Condutor CAA<br>(AWG) | Valores em % para 1 MVAxkm |                  |                  |                  |
|-----------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                       | 13,8 kV                    |                  | 34,5 kV          |                  |
|                       | Cos $\phi$ = 1,0           | Cos $\phi$ = 0,8 | Cos $\phi$ = 1,0 | Cos $\phi$ = 0,8 |
| 3 x 50 + 1x50         | 0,3862                     | 0,3462           | 0,0618           | 0,0557           |
| 3 x 95 + 1 x 50       | 0,2034                     | 0,1964           | 0,0325           | 0,0331           |
| 3 x 150 + 1 x 50      | 0,1291                     | 0,1368           | 0,0207           | 0,0233           |

**Tabela 19 – Coeficientes de Queda de Tensão – Cabo Isolado – Circuito Trifásico**

**Nota:** Os coeficientes de queda de tensão dos condutores despadronizados mas que ainda podem existir na rede de distribuição estão dispostos no item 8.1.

**7.7. Dimensionamento Mecânico**
**7.7.1. Postes**

Na Tabela 20 são apresentados os postes historicamente padronizados pelas distribuidoras e o tipo de rede onde são aplicados. Para projetos apresentados após a publicação deste documento, somente poderão ser utilizados os postes previstos no padrão construtivo vigente.

| Altura (m)       | Tipo <sup>NOTA 3</sup> | Resistência Nominal (daN) | Utilização  |
|------------------|------------------------|---------------------------|---|
| 9,0              | B                      | 300                       | Rede de BT<br>Iluminação Pública<br>Telecomunicação   |
|                  |                        | 600                       |   |
| 10,0             | -                      | -                         | Rede de BT<br>Iluminação Pública<br>Telecomunicação<br>Rede de MT (1 nível)                                     |
| 10,5<br>(NOTA 1) | -                      | -                         | Rede de BT<br>Iluminação Pública<br>Telecomunicação<br>Rede de MT (1 nível)                                     |
| 11,0             | B                      | 300                       | Rede de BT<br>Iluminação Pública<br>Telecomunicação<br>Rede de MT (1 nível)                                     |
|                  |                        | 600                       |   |
|                  | B-1,5<br>B-3,0         | 1.000<br>1.500            |   |
| 12,0             | B                      | 300                       | Rede de BT<br>Iluminação Pública<br>Telecomunicação<br>Rede de MT (Derivações e circuito duplo)<br>Equipamentos |
|                  |                        | 600                       |   |
|                  | B-1,5                  | 1.000                     |   |
|                  | B-4,5                  | 2.000                     |   |
| 14               | B                      | 600                       | Casos Especiais   |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

|  |       |      |  |
|--|-------|------|--|
|  | B-1,5 | 1000 |  |
|  | B-3   | 1500 |  |
| <p><b>Nota 1</b> – Somente postes existentes na rede.</p> <p><b>Nota 2</b> – A utilização de postes maiores fica condicionado à autorização da Distribuidora.</p> <p><b>Nota 3</b> – Conforme ABNT NBR 8451 e especificação da Enel</p> <p>Nota 4 – A tabela apresenta as características dos postes duplo T, mas é possível utilizar postes circulares, a critério da distribuidora, mantendo a mesma altura e esforço nominal.</p> |       |      |  |

**Tabela 20** - Postes padronizados e suas utilizações

Deve ser adotada a solução de postes de aço zincado (MAT-OMBR-MAT-18-0172-INBR) ou fibra (MAT-OMBR-MAT-18-0047-EDBR) para locais de difícil acesso, no entanto para áreas de alta corrosão deve ser adotada solução apenas em poste de fibra, conforme orientações da WKI-OMBR-MAT-18-0248-EDBR.

Não é permitida a utilização de postes de madeira.

**7.7.2. Trações de Projeto**

Os esforços mecânicos que as redes de MT e de BT exercem sobre os postes, em função dos vãos e flechas, determinam o seu esforço nominal e tipo, os quais estão apresentados na Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24. Também deverão ser utilizadas as tabelas de trações e flechas disponibilizadas nas normas dos padrões construtivos correspondentes.

| Configuração do Cabo (mm <sup>2</sup> ) | Trações de Projeto (daN) |
|---|--------------------------|
| 3x35+1x54,6                             | 243                      |
| 3x50+1x54,6                             | 265                      |
| 3x95+1x54,6                             | 393                      |
| 3x150+1x80                              | 554                      |

**Tabela 21** – Trações de Projeto – Cabo Isolado BT

| Tipo de Cabo  | Trações de Projeto (daN) |
|---------------|--------------------------|
| 4 AWG CAA     | 138                      |
| 1/0 AWG CAA   | 293                      |
| 2/0 AWG CAA   | 358                      |
| 266,8 MCM CAA | 674                      |
| 336,4 MCM CAA | 840                      |

A tração de projeto é a máxima tração que poderá sofrer o condutor durante sua vida útil na rede, com vento de 60 km/h a 15°C ou a 0°C, sem vento.

**Tabela 22** – Trações de Projeto por condutor – Cabo CAA

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Tipo de Cabo<br>(mm <sup>2</sup> ) | Trações de Projeto<br>(daN) |       |         |
|------------------------------------|-----------------------------|-------|---------|
|                                    | 13,8 kV                     | 25 kV | 34,5 kV |
| 3 # 50 + 9,5                       | 400                         | 480   | -       |
| 3 # 95 + 9,5                       | 493                         | 510   | 600     |
| 3 # 185 + 9,5                      | 577                         | 598   | 700     |

**Tabela 23 – Trações de Projeto – Cabo Coberto**

| Tipo de Cabo | Trações de Projeto<br>(daN) |
|--------------|-----------------------------|
| 3 x 50 + 50  | 715                         |
| 3 x 95 + 50  | 910                         |
| 3 x 150 + 50 | 1100                        |

**Tabela 24 – Trações de Projeto – Cabo Isolado MT**

**Nota:** As trações de projeto dos condutores despadronizados mas que ainda podem existir na rede de distribuição estão dispostos no item 8.1.

**7.7.3. Estruturas**
**7.7.3.1. Afastamentos Mínimos**

Além das condições definidas nesta especificação e nos padrões construtivos da distribuidora, devem ser seguidas as prescrições da NBR 15688, NBR 15992 e NBR 16615.

| Afastamento Mínimo (mm) |                  |              |            |               |            |               |          |              |
|-------------------------|------------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|----------|--------------|
| Tipo de Rede            | Tensão U<br>(kV) | Convencional |            |               | Compacta   |               | Isolada  |              |
|                         |                  | U ≤ 1        | 1 < U ≤ 15 | 15 < U ≤ 36,2 | 1 < U ≤ 15 | 15 < U ≤ 36,2 | U ≤ 1    | 1 < U ≤ 36,2 |
| Convencional            | U ≤ 1            | (NOTA 1)     | 800        | 1.000         | 1.500      | 1.800         | (NOTA 1) | 400          |
|                         | 1 < U ≤ 15       | 800          | 800        | 900           | (NOTA 2)   | (NOTA 2)      | 800      | (NOTA 2)     |
|                         | 15 < U ≤ 36,2    | 1.000        | 900        | 900           | (NOTA 2)   | (NOTA 2)      | 1.000    | (NOTA 2)     |
| Compacta                | 1 < U ≤ 15       | 1.500        | (NOTA 2)   | (NOTA 2)      | (NOTA 3)   | (NOTA 3)      | 800      | 410          |
|                         | 15 < U ≤ 36,2    | 1.800        | (NOTA 2)   | (NOTA 2)      | (NOTA 3)   | (NOTA 3)      | 1.000    | 690          |
| Isolada                 | U ≤ 1            | (NOTA 1)     | 800        | 1.000         | 800        | 1.000         | (NOTA 1) | 400          |
|                         | 1 < U ≤ 36,2     | 400          | (NOTA 2)   | (NOTA 2)      | 410        | 690           | 400      | 400          |

**Nota 1:** Não é permitido o circuito duplo nesta condição.

**Nota 2:** Não é permitido a construção de circuito duplo com tipos de rede diferentes, exceto rede isolada com rede compacta.

**Nota 3:** Consultar padrão construtivo da distribuidora.

**Tabela 25 - Distância entre condutores de circuitos diferentes**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Natureza do Logradouro   | Afastamento Mínimo (mm)       |            |                   |
|--|-------------------------------|------------|-------------------|
|  | Tensão U (kV)                 |            |                   |
|  | Comunicação e cabos aterrados | $U \leq 1$ | $1 < U \leq 36,2$ |
| Vias exclusivas de pedestres em áreas rurais                                       | 3.000                         | 4.500      | 5.500             |
| Vias exclusivas de pedestres em áreas urbanas                                      | 3.000                         | 3.500      | 5.500             |
| Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais                          | 4.500                         | 4.500      | 6.000             |
| Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais | 6.000                         | 6.000      | 6.000             |
| Ruas e avenidas  | 5.000                         | 5.500      | 6.000             |
| Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos                     | 4.500                         | 4.500      | 6.000             |
| Rodovias federais  | 7.000                         | 7.000      | 7.000             |
| Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis                                   | 6.000                         | 6.000      | 9.000             |

**Nota 1:** Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12 metros para tensões até 36,2 kV, conforme ABNT NBR 14165.

**Nota 2:** Em rodovias estaduais, recomenda-se que a distância mínima do condutor ao solo atenda à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores desta Tabela.

**Tabela 26 - Afastamentos mínimos entre condutor e solo**

As estruturas devem ser dimensionadas e projetadas de forma a garantir os seguintes aspectos em travessias:

## a) sobre outras redes da distribuidora

- o ângulo mínimo entre os eixos das redes deve ser de 60°;
- sempre que uma rede de MT projetada estiver em nível superior a uma rede de MT existente, as estruturas de travessia da primeira devem ser de amarração e não é permitida o uso de emenda no vão da travessia;
- os vãos no cruzamento das redes devem ser de, no máximo, 40 m. Vãos maiores podem ser projetados mediante análise específica da distribuidora;
- Não é recomendado que na posteação das redes de 34,5 kV possua redes de BT de transformadores pertencentes a circuitos de tensão 13,8 kV. Caso seja necessário, os procedimentos de trabalho e segurança devem ser revistos.

## b) sobre redes particulares

Recomenda-se que não sejam realizadas travessias e cruzamentos de rede particular com a rede da distribuidora, mas, em condições de excepcionalidade e, exclusivamente para atendimento à centrais geradoras, o cruzamento deve, preferencialmente, ser de forma subterrânea. Se, após a validação da distribuidora, for detectado a impossibilidade dos quesitos anteriores, deve-se seguir, no mínimo, os seguintes pontos:

- permitido cruzamento somente para circuitos de média tensão;
- os eixos das redes devem ser projetados e executados de forma perpendicular (90 graus);

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- tratando-se de circuitos no mesmo nível de tensão, a distribuidora deve avaliar e definir o melhor posicionamento da rede da distribuidora em relação a rede particular (acima ou abaixo), atendendo as distâncias de segurança mínimas das normas da ABNT, os procedimentos de trabalho e normas de segurança vigentes, etc.;
- quando houver cruzamento de circuitos de média tensão de tensões diferentes, a rede de maior tensão deve sempre ser construída em nível superior ao de tensão mais baixa, devendo atender as distâncias mínimas de segurança, conforme normas da ABNT;
- o vão do cruzamento da rede deve ser de no máximo 40 m. Vãos maiores podem ser projetados mediante análise específica da distribuidora;
- o cruzamento deve estar em local de fácil acesso e, preferencialmente, em vias públicas (calçadas);
- existindo desnível acentuado no terreno em cruzamento de ruas/avenidas, os postes devem ser locados, preferencialmente, nas esquinas. Não sendo possível, a distância máxima entre o eixo do poste e o ponto de cruzamento da rede não deve ser superior a 15 m. O ponto de cruzamento deve estar equidistante em relação aos postes;
- os postes envolvidos no cruzamentos da rede da distribuidora e da rede particular devem possuir estruturas de encabeçamento (pontos mecânicos);
- nos postes de encabeçamento devem prever condições para a adoção de aterramento temporário;
- nos casos em que a rede particular é convencional (rede nua), a mesma deve ser com alma de aço;
- o tipo da rede particular deve possuir, no mínimo, o mesmo padrão da rede (nua ou compacta ou multiplexada) da distribuidora. Caso a distribuidora altere o padrão da rede, o padrão da rede particular, nos pontos de cruzamento, também devem ser revisados conforme regra estabelecida, mesmo em operação, com custos de responsabilidade do acessante, conforme legislação vigente;
- não é permitida emenda de condutores no vão das rede envolvidas no cruzamento;
- a rede particular deve ser possui identificação feita, no mínimo, em cada poste em altura visível do solo. Em instalações grandes ou extensas, é recomendado repetir essas indicações ao longo do trajeto, nos pontos acessíveis e nos pontos onde ocorrem mudanças como, cruzamentos, derivações, etc. Os dispositivos utilizados para a identificação não podem possuir informações ambíguas, devem ser durável e permanente;
- recomenda-se a instalação de pontos de seccionamento, a montante e a jusante ao cruzamento de ambas as redes, de forma a possibilitar flexibilidade de manobra e procedimentos de segurança. A distribuidora deve validar a quantidade e posicionamento dos pontos de seccionamento considerando as características dos alimentadores;

**Nota:** Recomenda-se um acordo operativo entre a distribuidora e o interessado afim de definir as atribuições, responsabilidades, o relacionamento técnico-operacional em relação ao cruzamento de rede, os procedimentos necessários quanto as responsabilidades, operação, manutenção das rede e diretrizes de forma a garantir a performance dos indicadores de qualidade da distribuidora, com a devida validação junto a área regulatória e jurídica. Devem ser seguidas todas as orientações de segurança na construção, montagem,

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

operação e manutenção das redes contidas dos manuais e padrões da distribuidora, normas de segurança e normas brasileiras.

## c) sobre rodovias

- as estruturas de travessia devem ser de amarração;
- deve-se evitar o cruzamento de rede de BT sobre rodovias federais e estaduais;
- na rede de MT evitar o máximo possível travessias, não permitindo, por exemplo, o atendimento de cargas de um lado da rodovia, através de ramais derivados da rede do lado oposto;
- para a execução de travessia, deve ser previamente solicitado licença ao órgão responsável;
- o ângulo mínimo entre os eixos da rede e da rodovia deve ser de 60°;
- a distância mínima dos condutores à superfície do solo na condição de flecha máxima deve ser de 7 m nas rodovias federais, conforme Tabela 26 e Desenho 3;
- a distância mínima dos condutores à superfície do solo na condição de flecha máxima em rodovias estaduais deve obedecer à legislação específica do órgão estadual; na falta de regulamentação estadual esta distância deve ser no mínimo de 7 m, conforme Tabela 26;
- a carga atuante no cabo condutor de uma travessia deve ser de 20%, podendo, nos casos mais desfavoráveis, atingir, no máximo, a 33% da sua carga de ruptura;
- as estruturas devem ser colocadas fora da faixa de domínio das rodovias e em posição tal que a distância medida sobre a superfície do terreno, da estrutura à borda exterior do acostamento, seja maior que a altura da estrutura;
- em casos excepcionais, mediante acordo com a entidade responsável pela rodovia, as estruturas podem ser colocadas a distância inferiores às apresentadas anteriormente e até mesmo dentro das faixas de domínio das rodovias ou nos canteiros centrais de rodovias com pistas múltiplas. Nestes casos, quando a rede projetada for paralela a sinalização, viadutos etc., observar a distância mínima de 2 m medida na horizontal, nas condições de máximo deslocamento.

## d) sobre ferrovias

- as estruturas de travessia devem ser de amarração e não é permitido o uso de emenda no vão da travessia;
- para a execução da travessia, deve ser previamente solicitada licença ao órgão responsável;
- o ângulo mínimo entre os eixos da rede e da ferrovia deve ser de 60°;
- devem ser utilizados os mesmos coeficientes recomendados para a construção de redes, ou seja, a tração de projeto não deve ser superior a 33% da tração de ruptura;
- as estruturas devem ser colocadas fora da faixa de domínio das ferrovias e em posição tal que a menor distância medida sobre a superfície do terreno, do suporte ao trilho mais próximo, seja menor que a altura da estrutura;
- não são permitidas travessias sobre áreas das estações ferroviárias. Só em casos excepcionais, mediante acordo com a entidade responsável pela ferrovia;

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- no projeto a ser apresentado a área responsável pela ferrovia para aprovação, deve constar obrigatoriamente:
    - planta de situação com as principais dimensões cotadas, e desenhadas nas escalas horizontal de 1:500 e vertical de 1:250;
    - tensão nominal, número de fases, número de circuitos, número de condutores por fase;
    - localização das estruturas no vão de travessia;
    - ângulo entre os eixos da ferrovia e da rede;
    - posição dos condutores (cabos ou linhas aéreas) pertencentes a ferrovias;
    - posição quilométrica da travessia em relação ao trecho ferroviário considerado, com indicação das localidades adjacentes;
    - denominação do trecho ferroviário;
    - perfil da travessia com todas as dimensões cotadas e desenhado nas escalas horizontal de 1:500 e vertical de 1:250, conforme indicado no Desenho 2;
    - vão da travessia e flecha máxima;
    - diferença da cota entre os condutores mais baixos e elevados do vão da travessia;
    - altura do condutor mais baixo da travessia, em relação a face superior do boleto do trilho mais alto;
    - características mecânicas dos condutores a serem empregados na travessia;
    - distância dos suportes de sustentação dos condutores à face interna do boleto do trilho mais próximo;
    - desenho de detalhes na escala mínima de 1:20 das estruturas do vão de travessia;
    - observar o Desenho 2 e, para os demais requisitos, consultar instrução geral do órgão responsável pela linha férrea.
  - altura do condutor mais baixo da travessia, na condição de flecha máxima, em relação a face superior do boleto do trilho mais alto em ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis é de 9 m, conforme Tabela 26.
- e) sobre águas navegáveis ou não:
- as estruturas de travessia devem ser de amarração;
  - quando houver cruzamento de rios que exija vãos superiores a 100 m, deve ser efetuado um levantamento planialtimétrico no caminhamento da rede no trecho da travessia a fim de determinar a flecha e a altura dos postes de travessia;
  - o ângulo mínimo entre o eixo da rede e o curso de água deve ser de 60°;
  - as distâncias verticais mínimas dos condutores à superfície de águas navegáveis, na condição de flecha máxima será de  $(H + 2)$  m. Nesta fórmula o valor de H corresponde à altura do maior mastro e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação da via considerada;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- no caso de águas não navegáveis, a distância mínima nas condições do item acima deve ser 6 m. Como exemplo, ver Desenho 1.

### 7.7.3.2. Montagem das Estruturas

Devem ser utilizadas as estruturas padronizadas nas especificações técnicas de construção locais. Além das prescrições definidas nas especificações de construção locais, a utilização das estruturas deve obedecer aos seguintes critérios:

- Em área urbana, em vias normais, deve-se utilizar estruturas Meio Beco, podendo a critério da Distribuidora, em situações que se justifiquem, ser utilizadas cruzetas normais. Em vias com passeio estreito utilizar as estruturas tipo Beco. Em todas as situações, as distâncias mínimas de segurança devem ser respeitadas;
- Em área rural, deve-se utilizar estruturas Normais, com cruzetas tipo T;
- Nas estruturas N1 e N2, quando do lançamento da fase do meio, em vãos superiores a 80 m, deve-se alternar a posição do(s) isolador(es) central(is) a cada estrutura;
- nas estruturas de encabeçamento ou ancoragem, utilizar estruturas do tipo normal. Para postes DT, o lado de maior esforço dos postes deve estar na direção da rede em que estiver sendo submetido ao maior esforço do condutor;
- nas estruturas tangentes que posteriormente venham a ser instalada uma derivação unilateral, substituir o poste, caso o existente não suporte o esforço projetado. Nesta situação a estrutura tangente deve ser do tipo normal;
- os encabeçamentos em MT devem ser feitos nos seguintes casos:
  - em estruturas de chaveamento;
  - na primeira estrutura de um ramal de alimentador quando este derivar de um poste com estrutura de encabeçamento já existente ou não, e seja projetado a instalação de chaves;
  - em intervalos aproximados em função do condutor, conforme especificado na Tabela 27, Tabela 28 e Tabela 29;
- para transformadores com potência menor que 75 kVA, deve ser utilizado estrutura tangente na BT com apenas uma proteção secundária. Para potências a partir de 75 kVA, deve ser utilizado estrutura de encabeçamento de BT no poste de transformação; neste caso, utiliza-se 2 (dois) cabos a partir das buchas do transformador, um para cada lado do circuito secundário, conforme Especificação de construção local.

| Cabo de Alumínio   |                               | Distância entre Encabeçamentos |                    |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| CAA<br>(AWG / MCM) | Coberto<br>(mm <sup>2</sup> ) | Rede Rural<br>(m)              | Rede Urbana<br>(m) |
| 4 e 1/0            | 50                            | 1.200                          | 400                |
| 2/0, 266,8 e 336,4 | 95 e 185                      | 800                            | 300                |

**Nota 1:** Reduzir os vãos de MT para metade quando existir no trecho ângulos acima de 15°.

Tabela 27 - Encabeçamento MT - Rede Nua e Compacta

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Cabo Multiplexado de Alumínio de MT (mm <sup>2</sup> ) | Distância entre Encabeçamentos |                 |
|--|--------------------------------|-----------------|
|  | Rede Rural (m)                 | Rede Urbana (m) |
| 3x50+1x50  | 700                            | -               |
| 3x95+1x50  |                                |                 |
| 3x150+1x50   |                                |                 |

**Tabela 28 – Encabeçamento MT – Rede Isolada**

| Cabo Multiplexado de Alumínio de BT (mm <sup>2</sup> ) | Distância entre Encabeçamentos |                 |
|--|--------------------------------|-----------------|
|  | Rede Rural (m)                 | Rede Urbana (m) |
| 3x35+1x54,6  | 300                            | 300             |
| 3x50+1x54,6  | 200                            | 200             |
| 3x95+1x54,6 e<br>3x150+1x80                            | 105                            | 105             |

**Tabela 29 - Encabeçamento BT**

- h) A profundidade de instalação ou engastamento para qualquer tipo de poste deve ser conforme a Equação 12.

$$e = \frac{L}{10} + 0,60m$$

**Equação 12 - Engastamento dos postes**

Onde:

L = comprimento do poste, em metros.

e = engastamento (no mínimo 1,5 m).

- i) Em função das estruturas e suas aplicações, são definidos 4 tipos de engastamento: simples, base reforçada, base com manilha e base concretada, cuja aplicação está orientada conforme especificações técnicas de construção locais.
- j) A utilização de emendas em condutores na fase de projeto e construção é permanentemente proibida. O seu uso está regulamentado somente na manutenção, em caráter provisório;
- k) Não é permitida, em zonas urbanas e rurais, a utilização de estai, de qualquer configuração, em redes de distribuição;
- l) Em estruturas existentes com estai, deve ser utilizado cobertura para sinalização;
- m) a cobertura de condutor nu deve ser instalada em regiões arborizadas com elevado índice de ocorrências decorrentes de contato de galhos com a rede de distribuição, principalmente em trechos com vegetação características semelhantes ao coqueiros, palmeiras, etc, próximos à rede primária de distribuição. A aplicação deste material deve ser de forma pontual (considerando um vão máximo de 4 metros de cobertura), como alternativa das seguintes soluções: poda de galhos de árvores, instalação de rede compacta ou mudança de traçado da rede;

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- n) a cobertura de condutor nu não deve ser aplicada em condutores danificados, em trechos de rede primária em contato com objetos cortantes ou com flecha excessiva (nestes casos deve ser previsto o tensionamento dos condutores) e em casos de proximidade à construções ou instalações, como proteção a contatos eventuais;
- o) recomenda-se, quando houver risco visível de contato entre os condutores da rede convencional, em saídas de alimentador com alto nível de curto circuito e em locais com fortes ventos, a utilização de espaçadores isolados, conforme padrão construtivo local.
- p) É indicada a utilização de esferas de sinalização em redes primárias com o propósito de sinalização diurna para voos visuais de inspeção, realizados com aviões, helicópteros ou similares. A sinalização de redes de distribuição deve ser feita em conformidade com as normas ABNT NBR 6535, ABNT NBR 7276, ABNT NBR 15237 e ABNT NBR 15238.

**7.7.3.3. Identificação das Fases da Rede Primária**

Nos projetos de rede primária de distribuição devem ser indicadas as posições das fases A, B e C nos pontos de derivação e encontros de alimentadores.

As fases A, B e C da rede primária de distribuição devem ser identificadas com o observador posicionado sob a rede primária, olhando de frente para a fonte, na seqüência da esquerda para a direita. Nas esquinas ou derivações mais afastadas do encontro, as fases A e C devem ser mantidas na posição correta quando observadas no sentido da carga para a fonte. Nos encontros de alimentadores a posição das fases A e C deve ser invertida em um dos alimentadores, na derivação ou esquina mais próxima do encontro, conforme esquema trifilar mostrado no Figura 12.

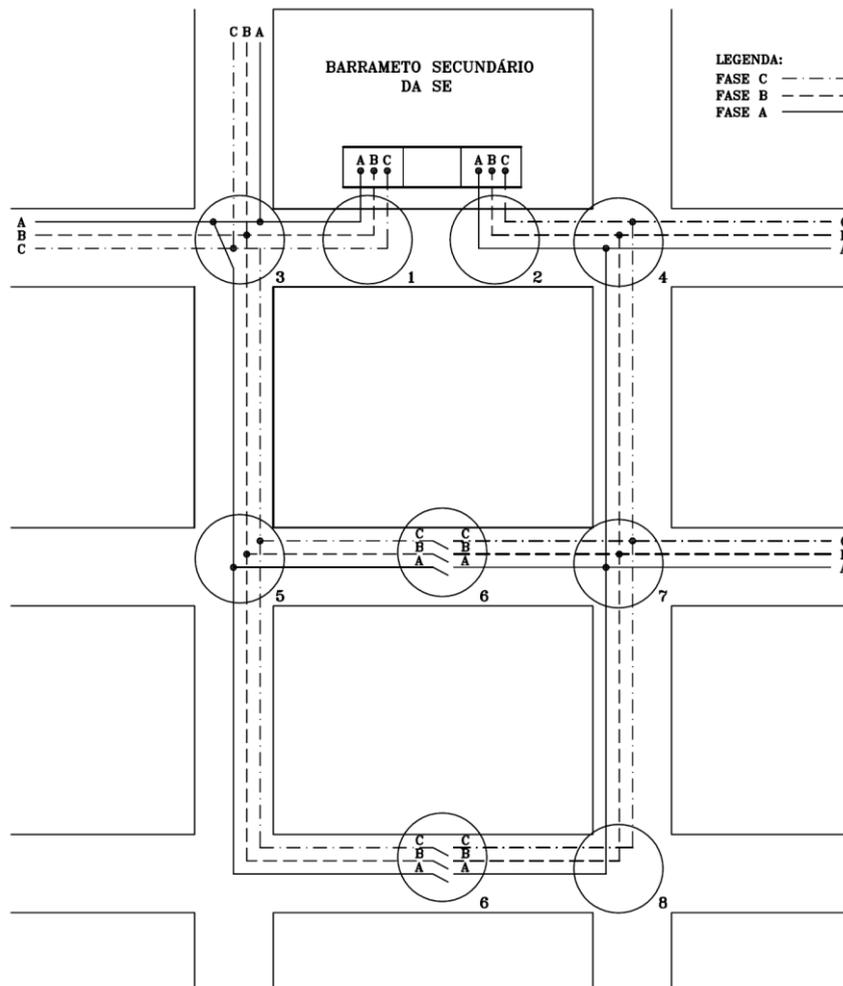
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes


**LEGENDA:**

- 1 - ÂNGULO DE 90° À ESQUERDA
- 2 - ÂNGULO DE 90° À DIREITA
- 3 - DERIVAÇÃO BILATERAL
- 4 - DERIVAÇÃO À DIREITA
- 5 - DERIVAÇÃO À ESQUERDA
- 6 - ENCONTRO DE ALIMENTADORES
- 7 - DERIVAÇÃO BILATERAL COM UMA INVERSÃO PARA ENCONTRO DE ALIMENTADORES
- 8 - ÂNGULO DE 90° COM UMA INVERSÃO DE FASE

**Figura 12 – Fases da rede primária**
**7.8. Proteção e Seccionamento**

Visando garantir a segurança das instalações e pessoas, bem como a qualidade no fornecimento de energia, devem ser instalados equipamentos de proteção/seccionamento. Tais equipamentos devem ser instalados em locais de fácil acesso e visualização, de preferência próximos aos pontos de derivação da rede, de forma a minimizar os tempos de deslocamentos das turmas de operação durante as manobras.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**7.8.1. Proteção de Transformadores**
**7.8.1.1. Proteção do Lado de MT**

Todo transformador de distribuição deve possuir proteção de MT através de um conjunto de chaves fusíveis indicadoras instalado na estrutura do transformador e de um conjunto de para-raios, instalado no próprio tanque do transformador.

**7.8.1.2. Proteção do Lado de BT**

A proteção da rede de baixa tensão deve ser realizada por meio de disjuntores, conforme Especificação Técnica de Construção local e Tabela 30.

| Potência Nominal (kVA) | Tensão Secundária (V) | Corrente do Disjuntor (A) | Tipo do Disjuntor | Nº de Circuitos | Seção Mínima dos condutores |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|
| 10                     | 220                   | 63                        | 1P                | 1               | 1 x 25 + 1 x 25             |
| 10                     | 220 / 440             | 32                        | 2P                | 1               | 2 x 16 + 1 x 25             |
| 15                     | 120 / 240             | 63                        | 2P                | 1               | 2 x 16 + 1 x 25             |
| 15                     | 220 / 380             | 32                        | 3P                | 1               | 3 x 35 + 1 x 54,6           |
| 37,5                   | 220 / 440             | 100                       | 2P                | 1               | 2 x 16 + 1 x 25             |
| 30                     | 127 / 220             | 100                       | 3P                | 1               | 3 x 35 + 1 x 54,6           |
| 75                     | 127 / 220             | 100                       | 3P                | 2               | 3 x 95 + 1 x 54,6           |
|                        | 220 / 380             | 63                        | 3P                | 2               | 3 x 50 + 1 x 54,6           |
| 150                    | 127 / 220             | 200                       | 4P                | 2               | 3 x 150 + 1 x 80            |
|                        | 220 / 380             | 125                       | 4P                | 2               | 3 x 95 + 1 x 54,6           |
| 225                    | 220 / 380             | 200                       | 4P                | 2               | 3 x 95 + 1 x 54,6           |

**Tabela 30 - Proteção de BT**
**7.8.2. Proteção da Rede**

A necessidade de instalação e a utilização de equipamentos para seccionamento e/ou proteção da rede contra sobrecorrente deve ser prevista através de estudo de viabilidade e proteção (coordenação) para garantia da confiabilidade do sistema e dos indicadores de qualidade.

**a) Chaves Fusíveis**

As chaves fusíveis devem ser instaladas somente na proteção de banco de capacitores e de transformadores e excepcionalmente, quando não for viável tecnicamente a instalação de outro equipamento que garanta a segurança dos circuitos.

**b) Chaves Seccionadoras Unipolares**

São seccionadores de operação vertical, constituído por duas colunas isolantes fixas, sendo um, suporte fixo e a outra, suporte da articulação do contato móvel (faca), provida de argola para operação por vara de manobra dispendo, normalmente, de trava de segurança. Devem ser instaladas chaves seccionadoras, nas seguintes condições:

- nos pontos de derivação de ramais para clientes;
- em encontros de alimentadores.

**c) Disjuntores/Religadores**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Equipamentos com capacidade de interromper e reconectar circuitos em condições normais de funcionamento e em condições de falha. Deve garantir a condição de isolamento da rede quando na posição aberta. No caso de religador, comandar a operação de seccionadores automáticos instalados ao longo dos circuitos, com o objetivo de diminuir o número de consumidores ou potência envolvida numa interrupção sustentada, ocasionada por uma falta permanente.

São destinados para proteção dos alimentadores, na derivação da subestação ou em pontos intermediários do circuito. Nesta última situação, devem preferencialmente serem instalados no troco do alimentador ou em derivações importantes. No entanto, versões monofásicas podem ser instaladas em ramais bifásicos e monofásicos. Este equipamento, sempre associado com uma unidade terminal remota, tem com aplicação:

- proteger condutores e equipamentos contra sobrecorrente e corrente de curto-circuito causados por falhas na rede de MT;
- eliminar faltas temporárias através de realização de ciclos de abertura e fechamento, evitando interrupções totais ou parciais dos circuitos e, em consequência minimizar a frequência e a duração das interrupções sustentadas, com reflexos positivos nos trabalhos de operação e manutenção da rede de distribuição de MT;
- participar do seccionamento remoto dos circuitos, diminuindo o número de consumidores ou potência envolvida numa interrupção sustentada ocasionada por uma falta permanente.

**d) Chaves Telecomandadas**

Equipamento capaz de interromper circuitos em condições de carga nominal e de fechamento em condições de falha. Deve garantir a condição de isolamento da rede quando na posição aberta. Devem ser utilizados para seccionamento do alimentar, diminuindo o número de consumidores ou potência envolvida numa interrupção sustentada ocasionada por uma falta permanente. Recomenda-se sua utilização em finais de circuitos radiais e derivações importantes.

**e) Seccionalizadores**

São equipamentos de proteção utilizados em redes aéreas de distribuição e que têm a finalidade de seccionar definitivamente um trecho do alimentador quando ocorre um defeito a jusante de sua instalação e cuja a interrupção é feita por um equipamento de retaguarda.

- devem ser utilizados em pontos muito afastados da subestação, onde a corrente de falha do alimentador é inferior a valores estabelecidos por estudos de proteção. Entretanto não devem ser instalados mais de dois seccionadores em série;
- o seccionalizador opera conjuntamente com o religador posicionado à sua retaguarda.

**f) Para-raios**

Os para-raios devem ser instalados nos seguintes casos:

- nas estruturas de reguladores de tensão, religadores e seccionadores automáticos. Nestas estruturas aplicam-se 2 (dois) conjuntos de para-raios, sendo um do lado da fonte e outro do lado da carga;
- nas estruturas de bancos de capacitores fixos ou automáticos;
- nas estruturas de transformação, no tanque do transformador;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- no poste anterior e posterior a cruzamento de linha de transmissão e estruturas de travessias quando ocorrer mudança de bitola de cabo;
- nos pontos de derivações de alimentadores para áreas rurais quando derivados das saídas de redes de MT urbanas;
- em todo ponto de entrega de unidades consumidoras atendidas em MT quando o ramal de entrada for subterrâneo a partir deste ponto. Neste caso, a instalação do para-raios é de responsabilidade do consumidor;
- nos pontos de mudança de seção de condutores da rede de MT, inclusive quando da mudança de rede aérea para rede subterrânea e da rede nua para rede compacta ou isolada;
- em todos os finais de rede de MT;
- podem ser instalados para-raios ao longo das redes de distribuição desde que comprovado por meio de estudo técnico
- nas regiões com elevado índice ceráunico e como consequência do elevado índice de falha de transformadores em decorrência da queima das bobinas de baixa tensão, devem ser instalados para-raios de baixa tensão próximo ao transformador, no final de rede, na mudança de seção nominal dos cabos e na transição de rede com condutores nus para rede com condutores multiplexados.

**g) Proteção de BT para Iluminação Pública**

Para circuito exclusivo de IP deve ser instalada proteção de BT no ponto de derivação da rede de distribuição secundária. Esta proteção deve ser realizada através de disjuntor termomagnético instalado em caixas de proteção. Os demais critérios de medição e proteção devem atender as Especificações locais de iluminação pública.

**h) Identificador de Falha**

Estes equipamentos têm por finalidade identificar o sentido da passagem de uma corrente superior ao seu ajuste, conseguindo reduzir de forma considerável os tempos de inspeção associados a respectiva falha. Recomenda-se que quando forem instalados sejam localizados:

- preferencialmente após os equipamentos de proteção e de seccionamento a fim de possibilitar a realimentação rápida dos trechos não afetados, localizados na retaguarda dos respectivos equipamentos;
- nos pontos de derivação de ramais longos, cujo seccionamento seja por meio de chave seccionadora.

**7.8.3. Aterramento**

Para que o sistema de distribuição opere corretamente, mantendo a continuidade de serviço e a segurança, o neutro do sistema, os equipamentos e demais partes metálicas não destinadas a condução de corrente, devem ser devidamente aterrados.

Devem ser utilizados somente os cabos e hastes padronizadas pela distribuidora.

A haste de terra deve ser fincada no solo de maneira que a sua extremidade superior fique a uma profundidade mínima de 0,50 m da superfície do solo.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**7.8.3.1. Aterramento na MT**

- a) Para aterramento da rede de MT, o condutor de descida de aterramento (aço cobreado) deve possuir seção de 35mm<sup>2</sup>.
- b) A resistência de aterramento deve garantir a segurança dos usuários do sistema por meio da limitação de diferenças de potencial entre o condutor neutro e a terra. Também deve assegurar que os potenciais transmitidos pelos condutores-fase da rede primária devem ser inferiores ao valor da tensão suportável de impulso das estruturas, de forma a evitar disrupção nos isoladores. O valor recomendado para resistência de aterramento é de, no máximo, 20 Ω.
- c) Para os casos de rede MRT, recomendam-se os valores da NBR 16527 representados na Tabela 31.

| Transformador<br>kVA | Resistência (Ω) |         |
|----------------------|-----------------|---------|
|                      | 13,8/√3         | 34,5/√3 |
| 5                    | 42,5            | 100     |
| 10                   | 21,2            | 53,1    |
| 15                   | 14,2            | 35,4    |
| 25                   | 8,5             | 21,2    |
| 37,5                 | 5,7             | 14,2    |

**Tabela 31 – Resistência de Aterramento para MRT**

- d) Nas estruturas com equipamentos, recomenda-se utilizar, no mínimo, 3 (três) hastes de terra de aço cobreado dispostas linearmente ao longo da rede de distribuição a uma distância entre hastes de 3 m, desde que comprovado o atendimento aos requisitos de b) e c);
- e) Outras configurações de aterramento também podem ser adotadas desde que os requisitos de b) sejam atendidos;
- f) Caso o aumento do número de hastes não permita a obtenção do valor recomendado em b), recomenda-se o tratamento químico permanente do solo;
- g) Na rede compacta, o mensageiro deve ser aterrado a cada 400 m aproximadamente.
- h) Na rede isolada, o elemento de sustentação deve ser aterrado a cada 200 m aproximadamente e na malha de terra dos equipamentos ao longo da rede. Todo projeto deve prever condições para a instalação de aterramento temporário e este pode ser feito em equipamentos ao longo da rede, nas transições e nos terminais.
- i) Para rede compacta e rede isolada, o condutor mensageiro deve ser aterrado em todos finais de rede.

**7.8.3.2. Aterramento na BT**

Na rede de BT, deve ser utilizado somente um condutor de descida de seção de 16mm<sup>2</sup>, de aço cobreado e 1 (uma) haste de terra afastada da base do poste a uma distância nunca inferior a 1 m, obedecendo aos seguintes critérios:

- a) no final da rede de BT o neutro deve ser aterrado;
- b) a partir do transformador de distribuição, o neutro da rede de BT deve ser aterrado a cada 200 m, aproximadamente, de forma que a distância entre cada aterramento, considerando as derivações, seja em torno de 200 m, conforme Desenho 10;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- c) quando existir aterramento dos equipamentos de MT, este deve ser comum ao aterramento da BT.

**7.8.3.3. Aterramento de Cercas**

Nas cercas devem ser utilizadas, para cada aterramento, 1 (uma) haste de terra afastada da base do mourão a uma distância nunca inferior a 1 m. Deve-se utilizar o seccionador pré-formado para cercas conforme padronizado no padrão de material.

- a) aterramento de cercas em áreas urbanas: somente devem ser aterrados as cercas localizadas na mesma calçada de posteação da rede de distribuição, conforme Desenho 5 e obedecendo aos seguintes critérios:

- cercas paralelas à rede, com comprimento inferior a 15 m, não utilizar nenhum procedimento para aterrar ou seccionar;
- cercas paralelas à rede, com comprimento acima de 15 m e inferior ou igual a 50 m, aterrar no ponto central da cerca;
- cercas paralelas à rede, com comprimento acima de 50 m, fazer o seccionamento a cada 50 m e aterrar no ponto central do vão seccionado. A fração inferior a 15 m não necessita ser aterrada;
- cercas perpendiculares à rede, que bifurcam da cerca paralela à rede, devem ser seccionadas no primeiro mourão;
- cercas transversais ao traçado da rede devem ser seccionadas. O trecho seccionado é de 20 m de largura, compreendendo 10 m de cada lado, a partir do eixo da linha. O aterramento deve ser instalado no mourão central do trecho seccionado.

- b) aterramento de cercas em áreas rurais: o aterramento das cercas deve estar de acordo com o Desenho 6 a Desenho 9 e seguir os seguintes critérios:

- todas as cercas paralelas com a rede elétrica, a uma distância igual ou inferior a 30 m entre o condutor e o arame mais próximo, deve ser seccionada a cada 500 m e aterrada a cada 250 m, fazendo coincidir os aterramentos próximos ao seccionamento;
- cercas transversais ao traçado da rede, utilizar o mesmo procedimento adotado para em áreas urbanas;
- todas as extremidades das cercas devem ser aterradas junto às porteiças conforme Desenho 6;

- c) Cerca Eletrificada

Quanto à segurança da cerca eletrificada devem ser observadas as seguintes recomendações:

- a cerca deve ser alimentada por meio de um eletrificador e não pode, em nenhuma hipótese, ser eletrificada com energia diretamente da rede elétrica;
- nas aproximações ou cruzamentos da rede elétrica sobre cercas eletrificadas devem ser adotados os seguintes procedimentos:
  - cercas paralelas devem ficar a uma distância mínima de 30 m do eixo da rede elétrica;
  - nos casos onde for necessário cruzar a rede elétrica sobre a cerca eletrificada devem ser colocados dois condutores de proteção paralelos acima da cerca, para evitar que em caso de ruptura do condutor da rede este venha a cair sobre a cerca eletrificada;
  - os dois (dois) condutores de proteção devem ter 60 m de comprimento, sendo 30 m para cada lado da rede, devendo ser aterrados nas duas extremidades, conforme Desenho 9.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### 7.8.3.4. Aterramento em Rochas

Quando for encontrada rocha compacta a pequena profundidade recomenda-se uma das medidas listadas a seguir para aterramento de equipamentos, desde que atendido os requisitos de segurança da alínea b) do item 7.8.3.1 :

- a) Utilizar cabo de aço cobreado 35 mm<sup>2</sup> com 10 m de comprimento, enterrado horizontalmente no solo a uma profundidade mínima de 0,60 m.
- b) Outras configurações de aterramento aliadas ao tratamento químico do solo.

As valas não devem ser preenchidas com pedras ou materiais similares, ao invés disto, com terra suscetível de reter umidade (argila, barro, etc.).

#### 7.8.3.5. Aterramento Temporário

Nas redes de condutores protegidos de MT e multiplexada de BT devem ser previstos estribos com conector cunha para serem utilizados nas intervenções dessas redes para aterramento temporário, quando da ocorrência de desligamentos programados ou não. O projetista deve prever a instalação de 01 (um) estribo em cada fase, nos pontos de amarração, nas derivações e no final de rede.

Estas instalações devem ser contempladas nos projetos e visam garantir a segurança dos trabalhadores, com a minimização dos efeitos relativos a uma energização indevida no local de trabalho.

Dentre os fatores relativos a uma energização indevida pode-se citar:

- contato acidental com outros circuitos energizados;
- falha de equipamento de isolamento elétrico;
- manobra indevida;
- tensões induzidas por linhas adjacentes;
- fontes de alimentação de terceiros;
- descargas atmosféricas.

O efeito desejado da utilização do aterramento temporário é assegurar o mínimo de circulação de corrente pelo corpo do trabalhador e garantir uma rápida atuação do sistema de proteção em caso de uma energização indevida.

Para se fazer o aterramento de um ponto, torna-se necessário uma conexão com a terra. Isto proporciona um caminho para que a corrente de curto-circuito seja desviada. Deve-se ainda, ter um valor muito baixo da resistência das conexões e dos cabos de aterramento.

O critério para adoção de onde se instalar o aterramento temporário deve ser conforme prescrições dos itens a seguir

##### a) Rede de Baixa Tensão

Nos recondutoramentos de rede multiplexada deve ser instalado nas extremidades do trecho a ser recondutorado, no poste que ocorrer a mudança de seção do condutor.

Nas extensões da rede de BT deve-se instalar 01 dispositivo de aterramento temporário nos pontos de interligação, sempre que houver necessidade de desligamento para interligação das redes.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**b) Rede de Média Tensão**

- Rede compacta: o aterramento temporário deve ser instalado, preferencialmente, nas partes expostas das redes (terminais de equipamentos, conector derivação de linha viva e outros) de tal forma que o local de trabalho esteja confinado entre dois pontos aterrados. Nos trechos onde não houver partes expostas, devem ser previstos estribos de espera para testes de ausência de tensão e instalação do conjunto de aterramento temporário.
- Rede isolada: todo projeto deve prever condições para a instalação de aterramento temporário e este pode ser feito em equipamentos ao logo da rede, nas transições, nos terminais ou em acessórios isolados desconectáveis de tal forma que o local de trabalho esteja confinado entre eles.

**c) Postos de Transformação**

Na instalação e substituição de transformadores até 45 kVA deve-se instalar 01 dispositivo de aterramento temporário.

Na instalação e substituição de transformadores acima 45 kVA deve-se instalar 02 dispositivos de aterramento temporário.

**7.9. Qualidade e Confiabilidade da Rede****7.9.1. Regulação e Suporte de Tensão**

A implantação de bancos de reguladores de tensão deve obedecer aos estudos específicos, com base nas condições de carga e tensão existentes no alimentador, a fim de satisfazer as exigências contidas no PRODIST ou legislação posterior que a substitua.

Todo projeto deve ser elaborado de modo que a tensão fique dentro dos limites permitidos, sem necessidade da instalação de reguladores de tensão.

Nos alimentadores muito extensos ou que atendam áreas de baixa densidade de carga a regulação de tensão dentro das faixas estabelecidas deve ser feita através da instalação de reguladores de tensão com anuência da Unidade de Planejamento.

Quando uma área abastecida por redes com reguladores de tensão atinge sua demanda máxima ou estejam comprometendo de forma significativa a qualidade do fornecimento de energia, devem ser analisadas as alternativas da construção de um novo alimentador, instalação de uma nova subestação ou mudança no nível de tensão.

A instalação de reguladores de tensão é uma prerrogativa da distribuidora e não do cliente de autoconstrução.

**7.9.2. Banco de Capacitores**

A implantação de bancos de capacitores fixos ou automáticos, devem obedecer aos estudos específicos, a fim de que o fator de potência atenda às recomendações contidas na Resolução N° 1000/2021 da ANEEL ou legislação posterior que a substitua.

**7.9.3. Aplicação Conjunta de Banco de Reguladores e Banco de Capacitores**

Na aplicação conjunta de bancos de reguladores de tensão e bancos de capacitores deve ser observado o posicionamento de um em relação ao outro de acordo com o que está definido no projeto. Esta observação também é válida quando já existir um desses bancos instalado no alimentador.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### **7.9.4. Automação da Rede de Média Tensão**

A necessidade de automatizar uma rede deve ser identificada pelas áreas de manutenção dos regionais de acordo com o grau de confiabilidade e continuidade do serviço requerido. Recomenda-se ainda a realização de simulações afim de identificar e avaliar o impacto na rede de distribuição. Após avaliação do custo-benefício deve ser informada à área responsável pela manutenção das proteções e automação.

#### **7.10. Apresentação do Projeto**

##### **7.10.1. Simbologia de Projeto**

O modelo de simbologia de projeto está apresentada no Desenho 15. Outra simbologia técnica utilizada por softwares específicos pode ser adotada, desde que mantida a coerência e lógica de interpretação do modelo apresentado e com a devida apresentação de legenda.

##### **7.10.2. Plantas**

Devem ser obtidas plantas cadastrais da localidade ou área em estudo, através de cópias de plantas já existentes, confiáveis e atualizadas ou através de um novo levantamento topográfico ou imagens de satélites.

As plantas listadas nos tópicos a seguir contêm todas as informações necessárias aprovação junto as partes envolvidas, bem como a execução da obra. De maneira alternativa, podem ser utilizados sistemas computacionais que sejam capazes de compilar todas informações contidas nessas plantas.

###### **7.10.2.1. Planta de Situação**

Nesta planta deve constar traçado das ruas, avenidas ou rodovias, indicação do norte magnético e outros pontos de referência significativos, que permitam identificar o local onde deve ser construída, reformada ou ampliada a rede de distribuição, em desenho com escala adequada. Nas obras localizadas no interior do Estado e Região Metropolitana indicar também, município, localidade, estradas de acesso, a subestação e o alimentador de onde deriva a rede e os códigos das estruturas locadas antes e depois da derivação. Nas obras localizadas na capital, devem ser indicadas a subestação e o alimentador de onde deriva a rede e os códigos das estruturas locadas antes e depois da derivação.

###### **7.10.2.2. Mapa Chave**

O mapa-chave deve ser utilizado para traçar o circuito em MT e BT e locar os transformadores, tendo como finalidade, dar uma visão geral da rede elétrica.

Deve conter representação planialtimétrica, a orientação do Norte Magnético, detalhamento do ponto de derivação (indicando o nome do alimentador existente, poste, estrutura e ângulo).

Em áreas rurais deve indicar a diretriz da RDR, assinalar em graus os pontos de deflexão e saída dos ramais, todas as edificações que representem ou não pontos de carga, com a numeração correspondente, indicação das redes de MT e de BT, representar os transformadores em simbologia de projeto padronizada no Desenho 15, além de todos os acidentes referidos no item 7.10.2.6.

O mapa chave deve conter ainda um quadro resumo que mostre, por prancha, a extensão dos circuitos primário e secundário, a quantidade de transformadores e a potência total instalada e a quantidade de unidades consumidoras atendidas.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O desenho do mapa chave deve ser feito por processo computacional podendo ser aceito, na escala 1:5.000. Ver exemplo no Desenho 13.

### 7.10.2.3. Planta Cadastral

A planta cadastral deve ser elaborada conforme padrão ABNT, e nela deve constar:

- a) traçado das ruas e avenidas;
- b) nome das ruas, avenidas e praças;
- c) indicação das edificações, destacando as igrejas, cemitérios, colégios, indústrias, etc.;
- d) situação física das ruas, de preferência com definição de calçamento existente, meios fios e outras benfeitorias;
- e) acidentes topográficos e obstáculos mais destacados que poderão influenciar na escolha do melhor traçado da rede, tais como: pontes, viadutos, ferrovias, rios, canais, galerias, sacadas de edifícios, marquises etc.;
- f) detalhes da rede de distribuição existente, destacando-se:
  - posteação: altura, resistência mecânica e estrutura utilizada;
  - condutores: natureza e bitola ou seção;
  - transformadores: potência e número de fases;
  - iluminação pública: conforme item 7.3.1.5;
  - distância da rede existente para a orla marítima, embocaduras, rios etc;
  - ramais de ligação em MT: seção e tipo dos condutores (aéreo, subterrâneo ou misto);
  - extensão de vãos.
- g) indicação das linhas de transmissão e redes de distribuição, especificando as respectivas tensões nominais;
- h) redes de telecomunicações e outros;
- i) indicação do ponto elétrico mais próximo com a distância da rede a ser construída.

### 7.10.2.4. Perfil Planialtimétrico

O perfil planialtimétrico é utilizado em Redes de Distribuição Rural – RDR e é destinado à locação das estruturas e à representação planimétrica das redes e deve ser feito por processo computacional, na escala horizontal de 1:5000 e na escala vertical de 1:500, conforme Desenho 14. Deve conter:

- a) *no desenho do perfil*: a numeração das estacas, representadas em divisões de 10 em 10 unidades. Além disto, devem ser registradas, em linha vertical, as cotas representativas do relevo do terreno;
- b) *na vista planimétrica*: os detalhes a seguir enumerados, desde que contidos na faixa de servidão da rede e ainda as edificações que representem ou não unidades consumidoras, distanciadas do eixo da rede de cerca de 100 m:
  - indicação de estradas de rodagem municipais, estaduais, federais e ferrovias;

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- todos os caminhos, rios, córregos, açudes, lagoas, etc.;
- todas as linhas de transmissão, redes de distribuição linhas de comunicação;
- indicação de cercas contendo o número e o tipo de fios de arame;
- divisões de propriedades, alturas, tipo de vegetação e solo;
- detalhes dos pontos de saída e chegada da rede, com indicação do alimentador existente, do ângulo de derivação, poste e estrutura correspondente;
- núcleos populacionais;
- indicação das estacas, características de deflexão e saída de ramais;
- indicação de campos de pouso e aeroportos.

**7.10.2.5. Reconhecimento**

O reconhecimento tem por objetivo coletar dados em campo para se estabelecer o traçado definitivo da Rede de Distribuição Rural. O técnico incumbido do levantamento cadastral deve orientar o topógrafo na localização de todos os pontos de carga dos interessados, bem como os pontos dos suportes viários existentes. Na inexistência de estrada, a locação deve ser realizada através de picadas ou marcos de sinalização, e evitar o corte da vegetação. No reconhecimento deve ser elaborada planta conforme exemplo do Desenho 12 e deve constar também:

- a) ponto de derivação (designação da RDR existente, estrutura, tipo e numeração do poste);
- b) acidentes notáveis, tais como: açudes, rios, rodovias, ferrovias, serras, etc.;
- c) unidades consumidoras aptas a serem ligadas, unidades consumidoras em construção e indicação de terrenos sem imóveis.

Com base nas plantas fornecidas pelo reconhecimento, a Área de Engenharia da Rede deve determinar as diretrizes da Rede de Distribuição Rural em toda sua extensão, onde qualquer alteração neste traçado, deve ser efetuada mediante prévia autorização por escrito daquela área.

**7.10.2.6. Levantamento Topográfico**

Consiste na determinação planialtimétrica do terreno, ao longo do caminhamento de toda a rede de distribuição rural e, quando necessário, em rede urbana. Neste levantamento devem ser determinados os acidentes considerados relevantes à elaboração do projeto, quais sejam: cruzamento de estradas de ferro e rodagem, redes de comunicação e de energia elétrica, pontes, campo de pouso, tipos e características de cercas, edificações contidas na área do projeto e outros acidentes notáveis, conforme ABNT NBR 13133 e regulamento local da distribuidora.

**7.10.3. Licença Ambiental**

Projeto de rede de energia de baixa tensão, localizado no interior ou entorno de Unidade de Conservação da Natureza, deve ser autorizado pelo órgão gestor da respectiva Unidade de Conservação. Em caso de afetar a Área de Preservação Permanente - APP, deve ser autorizado pelo órgão ambiental estadual em área rural; se estiver em área urbana deve ser autorizado pelo município e órgão ambiental estadual.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Projeto de rede de energia de Média Tensão localizado no interior ou entorno de Unidade de Conservação da Natureza, ou em Área de Preservação Permanente - APP deve ser licenciado pelo órgão ambiental competente.

As atividades empresariais enquadradas na Lei 6.938/81, Política Nacional do Meio Ambiente, e listadas na Resolução CONAMA nº 237/97 devem apresentar Licença Ambiental expedida pelo Órgão Ambiental competente: IBAMA, órgão ambiental estadual ou municipal.

Imóveis localizados no interior de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, ou no entorno de Unidades de Conservação de Proteção Integral (Art. 46 da Lei nº 9985/00–SNUC, ou lei vigente que a substitua), dependem de autorização ou Licença Ambiental expedida pelo órgão ambiental competente (Federal, Estadual ou Municipal de acordo com a gestão da unidade) para a ligação de energia.

Nos casos de imóveis localizados no interior de Unidades de Conservação de Proteção Integral ou Áreas de Preservação Permanente - APP, as solicitações de novas ligações de energia não podem ser atendidas. Com exceção dos imóveis localizados em Áreas de Preservação Permanente que se enquadrarem nos casos de utilidade pública, interesse social e baixo impacto, e demais casos previstos na legislação ambiental (Lei 12.651/12 e MP nº 571/12 ou lei vigente que a substitua), devidamente autorizados pelo órgão ambiental competente.

O projeto para atendimento a unidade consumidora isolada, loteamento ou condomínio situado em áreas de preservação ambiental, somente pode ser elaborado, após a apresentação por parte da empresa responsável da Autorização/Licença Ambiental da área.

Em áreas rurais, onde a instalação de energia visa o atendimento à atividade de irrigação, a empresa responsável pela elaboração do projeto deve apresentar o documento de outorga de água (superficial ou subterrânea) ou dispensa do órgão ambiental estadual.

A empresa responsável pela elaboração do projeto deve realizar consulta diretamente no site dos órgãos ambientais para validar se as coordenadas colhidas em campo estão contidas em áreas de preservação/conservação ambiental ou não. A validação final cabe à Unidade de Network Development da distribuidora.

O projeto deve respeitar os limites das áreas não edificantes discriminadas nas licenças ambientais. Nos casos de dúvidas ou em áreas limítrofes, deve ser feita consulta formal ao órgão ambiental através da área de Sustentabilidade e Meio Ambiente.

O projeto deve atender os procedimentos ambientais da distribuidora.

O projeto deve ser elaborado com a inteira responsabilidade do projetista. Deve ser realizado o dimensionamento elétrico e mecânico e selecionados os equipamentos, postes, condutores e estruturas, de acordo com este Critério. O projeto deve conter todas as informações do item 7.10.

#### **7.10.4. Entrega do Projeto**

Os projetos devem ser apresentados, obrigatoriamente, em meio magnético e impresso quando requisitado pela distribuidora. Na existência de programas digitais de apresentação de projeto validados pela distribuidora, o mesmo pode ser utilizado para tal finalidade.

Os projetos apresentados via Autoconstrução de Extensão de Rede de Distribuição devem ser em meio magnético, em 2 (duas) vias impressas e seguir as premissas descritas em norma específica.

A apresentação dos projetos deve conter os seguintes requisitos:

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### **7.10.4.1. Identificação do Engenheiro Responsável**

Devem ser apresentados no Memorial Descritivo: a identificação, número de registro no Conselho de classe, telefone e endereço do responsável técnico.

#### **7.10.4.2. Memorial Descritivo**

O Memorial Descritivo deve ser composto de:

- a) localização e endereço do empreendimento;
- b) Identificação completa do Projetista e do interessado, contendo os principais dados do projeto;
- c) estimativa da carga e dimensionamento dos transformadores;
- d) cálculo de Queda de Tensão;
- e) cálculo mecânico demonstrado, contendo os esforços aplicados nos postes e condutores apresentados nas plantas, quando os dimensionamentos dos postes, condutores e estruturas não estiverem em conformidade com as prescrições das Especificações de construção local;
- f) demonstrativo de Serviços de Terceiros;
- g) relação de material contendo suas características principais;
- h) coordenadas geográficas;
- i) orçamento resumo, conforme Anexo C;
- j) Planejamento de execução da obra, cronograma de entrega do empreendimento, com o detalhamento das etapas, se houver.

#### **7.10.4.3. Documentação**

Na documentação deve constar:

- a) licença ou autorização junto aos órgãos responsáveis, nos casos de travessias com linhas férreas, rodovias ou aproximação de aeroportos;
- b) licença emitida pelo órgão responsável pela preservação do meio ambiente, quando a obra for instalada em Áreas de Preservação Ambiental (APAs);
- c) Termo de Servidão e Permissão de Passagem em Propriedade Privada, com modelo ilustrativo conforme Anexo D, para redes que eventualmente cruzem terrenos de terceiros;

Além das anteriores, devem ser emitidas e apresentadas todas as licenças e autorizações que se fazem necessário para projeto e execução destinada a construção e manutenção da rede de distribuição, conforme legislação local vigente.

#### **7.10.4.4. Planta da Rede**

As plantas devem ser perfeitamente legíveis, ter boa apresentação e conter:

- a) unidades consumidoras aptas a serem ligadas, unidades consumidoras em construção e indicação de terrenos sem imóveis;

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- b) localização e numeração de toda a posteação; indicando o esforço nominal e a altura (por exemplo 300/12);
- c) coordenadas geográficas de equipamentos, seccionadoras etc. de modo auxiliar na localização dos pontos principais do projeto;
- d) indicação das estruturas e seccionamentos;
- e) indicação do tipo, seção e número de condutores de MT, BT e de iluminação pública;
- f) tipo e capacidade de todos os transformadores de distribuição;
- g) tipo de seccionadoras com sua capacidade nominal e de ruptura;
- h) chaves fusíveis com sua capacidade nominal e de ruptura, com a indicação do elo fusível;
- i) localização dos equipamentos, com suas respectivas características técnicas, tais como: religadores, seccionalizadores, reguladores de tensão, capacitores, etc.;
- j) potência, tipo de lâmpada da iluminação pública e do relé de comando, entre outras;
- k) indicação e localização dos para-raios nos equipamentos e redes;
- l) indicação das DICAS com seu significado (D-Desligar, I-Impedir, C-Constatar, A-Aterrizar, S-Sinalizar) conforme Desenho 11;
- m) indicação dos transformadores e demais dispositivos a desligar;
- n) indicação do uso de cabo isolado reforçando a política ambiental da distribuidora;
- o) indicação através do seguinte alerta "ATENÇÃO!/PERIGO! Travessia de LDAT" em todos os projetos onde houver cruzamento de redes de distribuição e/ou ramais de ligação com as linhas de AT;
- p) indicação através de cercaduras e nome proprietários quando a rede projetada cruzar terrenos de terceiros, isto é, indicação dos proprietários titulares dos terrenos por onde a rede passar representando as cercas que delimitam essas propriedades;
- q) indicação do aterramento e seccionamento de cercas com as respectivas coordenadas, quando houver necessidade do aterramento e seccionamento conforme item 7.8.3.3;
- r) cálculo mecânico efetuado para as situações não previstas nos padrões de estrutura e critérios de projetos, devendo os esforços a serem aplicados nos postes e condutores apresentados nas plantas, conforme critérios de projetos e padrões de estruturas. Para as situações previstas nos padrões de estruturas e critérios de projetos, representação dos ângulos da rede MT;
- s) a escala do projeto deve ser de 1:1.000, ou maior que 1:1.000 até 1:2.000 quando o projeto não requerer muitos detalhes. Em todos os casos indicados o projeto deve propiciar uma adequada leitura após sua impressão.

Para a solicitação de atendimento a Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras destinados a regularização fundiária de interesse social – Reurb-S, aplicável aos núcleos urbanos informais ocupados predominantemente por população de baixa renda, e dos empreendimentos integrantes de Programas do Governo Federal voltados à população de baixa renda, devem, além dos anteriores, também ser apresentados os seguintes documentos:

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Planta do perímetro do núcleo urbano informal;
- Projeto da infraestrutura essencial relacionada ao serviço público de distribuição de energia, observadas as normas e padrões da Distribuidora, assim como aquelas expedidas pelos órgãos oficiais competentes;

**Nota 1:** Com relação a Programas do Governo Federal voltados à população de baixa renda, operacionalizados com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial - FAR ou do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), as regras de custeio, direitos e deveres das partes envolvidas deverão seguir o que preconiza o artigo 486 da Resolução Normativa Nº 1000, de 7 de dezembro de 2021.

**Nota 2:** Devem ser observadas ainda as demais exigências contidas nas normas e padrões técnicos disponibilizados pela distribuidora, assim como daquelas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, naquilo que couber e não dispuser contrariamente à regulamentação da ANEEL.

**7.10.4.5. Perfil Planialtimétrico**

Deve ser apresentado o Levantamento Topográfico, com o traçado da rede em perfil planialtimétrico, efetuado com auxílio do gabarito, ou *software* adequado:

- quando o terreno for acidentado, sinuoso;
- quando a vegetação não permita a averiguação do terreno;
- quando o técnico responsável pelo projeto julgar necessário, desde que justificado tecnicamente junto à área solicitante.

O desenho deve ser apresentado na escala vertical 1:500 e horizontal de 1:5.000, contendo os seguintes detalhes:

- a) locação das estruturas primárias e secundárias;
- b) linhas de telecomunicações;
- c) redes e linhas elétricas existentes;
- d) ferrovias e rodovias;
- e) locais de trânsito de veículos;
- f) rios;
- g) açudes ou lagoas;
- h) obras de engenharia que possam interferir no projeto;
- i) cerca de arame;
- j) indicação do alimentador existente, do ângulo de derivação, poste (esforço e altura), estrutura correspondente e poste e estrutura anterior e posterior.

**Nota:** O levantamento planialtimétrico e cadastral, deve ser feito com georreferenciamento, em arquivo em formato digital, subscrito por profissional competente, acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), com as unidades, as construções, o sistema viário, as áreas públicas, os acidentes geográficos e inclusive incluindo, caso se aplique, os demais elementos caracterizadores do núcleo de interesse social a ser regularizado (Reurb-S e PMCMV).

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### **7.10.4.6. Desenhos de Detalhes**

Devem ser feitos em plantas individuais nas escalas horizontal 1:500 e vertical 1:250:

- a) cruzamento de linhas;
- b) travessias de rios, rodovias e ferrovias;
- c) desenho e montagem de estruturas especiais, com a justificativa da não utilização das estruturas padronizadas pelas Especificações de construção local. Nestes casos o analista de projeto deve encaminhar ao órgão normativo para análise e parecer.
- d) Detalhes das fachadas de prédios ou sacadas próximo a rede com as medidas correspondentes.

#### **7.10.5. Análise e Aceitação do Projeto**

Os projetos elaborados por empresas parceiras ou terceiros devem ser analisados pela distribuidora, observando-se as seguintes considerações:

- a) os projetos elétricos devem ser elaborados por profissionais legalmente habilitados pelos respectivos conselhos estabelecidos para a categoria ou tratando-se de pessoa jurídica que presta serviços de projeto e/ou execução, deve também apresentar registro da empresa junto ao conselho de categoria profissional;
- b) para aceitação pela distribuidora o projeto deve obrigatoriamente estar de acordo com as suas normas e padrões, com as normas da ABNT e com as Normas e resoluções expedidas pelos órgãos oficiais competentes;
- c) uma vez aceito o projeto via Autoconstrução de Extensão de Rede de Distribuição, a distribuidora deve devolver 1 (uma) via ao interessado;
- d) toda e qualquer modificação no projeto já aceito, somente pode ser feita através do responsável pelo mesmo, mediante consulta à distribuidora;
- e) a distribuidora não deve receber a obra caso haja discordância com o projeto aceito;
- f) o prazo máximo de validade do projeto é de 6 (seis) meses após a sua aceitação. Após esse prazo a aceitação do projeto fica sem efeito. Após o vencimento e solicitação formal do interessado, o projeto pode ser revalidado e os orçamentos atualizados junto à distribuidora.

#### **7.11. Execução e Comissionamento da Obra**

##### **7.11.1. Limpeza da Faixa de Servidão**

Antes da execução da obra deve ser feita uma adequada limpeza da faixa de servidão, observando o disposto no Desenho 4.

Deve ser desmatado somente o necessário para construção ou manutenção da rede, sendo a largura de 6 m para redes de MT (13,8kV e 34,5kV) e 3 m para BT; deve-se preservar a vegetação rasteira, com o objetivo de evitar erosão. Em zonas rurais, deve-se respeitar ainda, uma faixa de 20m, com o eixo da linha no centro, para limpeza e poda.

Nas grandes depressões do terreno, onde a vegetação não ameaçar a rede, fazer somente uma faixa para acesso, com largura de 1 metro.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.11.2. Execução da Obra

Durante as etapas de levantamento de dados no campo, projeto e construção das redes, devem ser observadas as instruções de trabalho relativos a cada atividade que esteja sendo executada.

O projeto deve estar disponível, a qualquer hora, no local da obra.

Devem ser tomados todos os cuidados necessários ao correto manuseio, transporte e estocagem dos materiais.

Todas as áreas de trabalho devem ser delimitadas e sinalizadas.

Em nenhuma hipótese deve-se admitir que as escavações para fincamento dos postes permaneçam abertas durante a noite.

### 7.11.3. Atualização das Plantas e Codificação de Postes e Estruturas

Depois de concluída a obra, o desenho do projeto deve ser atualizado e implantadas as coordenadas geográficas x-y (UTM/UPS).

A rede deve ser devidamente sinalizada e codificadas as estruturas, conforme Especificações locais e pintados os números de codificação dos transformadores da distribuidora.

## 8. ANEXOS

### 8.1. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – ANEXO - Tabelas

| Temp. (°C) | Vãos (m) |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|------------|----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | 5        | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  |
| 0          | 1        | 4  | 10 | 17 | 27 | 39 | 53 | 69  | 87  | 108 | 131 | 155 |
| 5          | 1        | 5  | 11 | 19 | 30 | 42 | 56 | 73  | 91  | 112 | 135 | 160 |
| 10         | 2        | 6  | 13 | 22 | 32 | 45 | 60 | 76  | 95  | 116 | 139 | 164 |
| 15         | 2        | 7  | 15 | 24 | 35 | 48 | 63 | 80  | 99  | 120 | 143 | 168 |
| 20         | 3        | 9  | 17 | 26 | 38 | 51 | 66 | 83  | 102 | 123 | 147 | 172 |
| 25         | 4        | 10 | 18 | 28 | 40 | 54 | 69 | 87  | 106 | 127 | 151 | 176 |
| 30         | 5        | 12 | 20 | 31 | 43 | 57 | 72 | 90  | 109 | 131 | 154 | 180 |
| 35         | 6        | 13 | 22 | 33 | 45 | 59 | 75 | 93  | 113 | 134 | 158 | 184 |
| 40         | 6        | 14 | 24 | 35 | 48 | 62 | 78 | 96  | 116 | 138 | 162 | 188 |
| 45         | 7        | 16 | 26 | 37 | 50 | 65 | 81 | 99  | 120 | 141 | 165 | 191 |
| 50         | 8        | 17 | 27 | 39 | 52 | 67 | 84 | 102 | 123 | 145 | 169 | 195 |

Tabela A.1 - Flechas da Rede (cm) – Cabos 3x35+54,6, 3x50+54,6, 3x95+54,6 e 3x150+80 mm<sup>2</sup>

#### Notas:

- 1) No cálculo da capacidade de condução de corrente foram considerados os seguintes parâmetros: temperatura do ar: 40°C; velocidade do vento: 1 [m/s]; radiação solar 1kW/m<sup>2</sup>; temperatura no condutor: 90°C.
- 2) Para o cálculo das tabelas de trações e flechas, adotou-se a tração máxima admissível igual a 12% da tração de ruptura do cabo neutro, correspondente à temperatura de 0°C sem vento.
- 3) A tração de projeto é a máxima tração que poderá sofrer o condutor durante sua vida útil na rede, com vento de 60 km/h a 15°C ou a 0°C, sem vento.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Temp. (C°) | Vãos (m)     |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | 10           | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|            | Flechas (cm) |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0          | 1,07         | 2,42  | 4,30  | 6,71  | 9,67  | 13,16 | 17,19 | 21,75 | 26,86 |
| 5          | 1,32         | 2,95  | 5,21  | 8,09  | 11,56 | 15,61 | 20,22 | 25,38 | 31,08 |
| 10         | 1,69         | 3,75  | 6,54  | 10,00 | 14,08 | 18,75 | 23,98 | 29,73 | 36,01 |
| 15         | 2,33         | 5,00  | 8,46  | 12,59 | 17,32 | 22,60 | 28,40 | 34,70 | 41,48 |
| 20         | 3,48         | 6,92  | 11,08 | 15,85 | 21,16 | 26,97 | 33,28 | 40,05 | 47,29 |
| 25         | 5,28         | 9,42  | 14,19 | 19,50 | 25,31 | 31,60 | 38,35 | 45,55 | 53,19 |
| 30         | 7,28         | 12,05 | 17,38 | 23,20 | 29,49 | 36,23 | 43,41 | 51,01 | 59,04 |
| 35         | 9,11         | 14,53 | 20,42 | 26,76 | 33,53 | 40,72 | 48,31 | 56,32 | 64,73 |
| 40         | 10,74        | 16,79 | 23,25 | 30,11 | 37,36 | 44,99 | 53,02 | 61,42 | 70,21 |
| 45         | 12,21        | 18,86 | 25,87 | 33,24 | 40,97 | 49,06 | 57,50 | 66,31 | 75,48 |
| 50         | 13,53        | 20,77 | 28,32 | 36,19 | 44,38 | 52,91 | 61,77 | 70,98 | 80,54 |

**Tabela A.2 - Condutores de Rede Aérea Nua - Flechas**

| Temp. (C°) | Vãos (m)     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | 55           | 60     | 65     | 70     | 75     | 80     | 100    | 120    | 140    | 160    |
|            | Flechas (cm) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 0          | 32,50        | 38,67  | 45,39  | 52,64  | 60,43  | 68,76  | 107,43 | 154,70 | 210,56 | 275,02 |
| 5          | 37,31        | 44,07  | 51,34  | 59,13  | 67,44  | 76,26  | 116,66 | 165,30 | 222,23 | 287,53 |
| 10         | 42,79        | 50,07  | 57,84  | 66,11  | 74,87  | 84,11  | 126,02 | 175,87 | 233,78 | 299,86 |
| 15         | 48,75        | 56,49  | 64,70  | 73,38  | 82,54  | 92,16  | 135,40 | 186,34 | 245,16 | 311,99 |
| 20         | 54,98        | 63,13  | 71,72  | 80,78  | 90,28  | 100,24 | 144,70 | 196,67 | 256,35 | 323,91 |
| 25         | 61,27        | 69,79  | 78,75  | 88,14  | 97,98  | 108,26 | 153,86 | 206,82 | 267,34 | 335,61 |
| 30         | 67,49        | 76,37  | 85,66  | 95,39  | 105,54 | 116,12 | 162,84 | 216,76 | 278,11 | 347,09 |
| 35         | 73,55        | 82,77  | 92,40  | 102,45 | 112,92 | 123,80 | 171,62 | 226,49 | 288,66 | 358,36 |
| 40         | 79,40        | 88,97  | 98,94  | 109,31 | 120,09 | 131,27 | 180,18 | 236,00 | 299,00 | 369,41 |
| 45         | 85,03        | 94,95  | 105,26 | 115,95 | 127,04 | 138,52 | 188,53 | 245,29 | 309,12 | 380,25 |
| 50         | 90,45        | 100,72 | 111,36 | 122,38 | 133,77 | 145,55 | 196,65 | 254,37 | 319,03 | 390,89 |

**Tabela A.2 - Condutores de Rede Aérea Nua - Flechas**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Temp.<br>(C°) | Vãos (m)     |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
|               | 180          | 200    | 220    | 240    | 260    | 280    | 300      | 320      | 340      | 360      |
|               | Flechas (cm) |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
| 0             | 348,07       | 429,72 | 519,96 | 618,80 | 726,22 | 842,25 | 966,87   | 1.100,08 | 1.241,89 | 1.392,29 |
| 5             | 361,24       | 443,42 | 534,08 | 633,26 | 740,97 | 857,23 | 982,04   | 1.115,42 | 1.257,36 | 1.407,88 |
| 10            | 374,21       | 456,90 | 547,99 | 647,51 | 755,52 | 872,02 | 997,04   | 1.130,59 | 1.272,69 | 1.423,34 |
| 15            | 386,96       | 470,16 | 561,68 | 661,56 | 769,87 | 886,63 | 1.011,86 | 1.145,60 | 1.287,86 | 1.438,65 |
| 20            | 399,49       | 483,20 | 575,16 | 675,41 | 784,03 | 901,06 | 1.026,52 | 1.160,46 | 1.302,89 | 1.453,83 |
| 25            | 411,80       | 496,04 | 588,43 | 689,06 | 798,01 | 915,31 | 1.041,02 | 1.175,17 | 1.317,78 | 1.468,88 |
| 30            | 423,89       | 508,66 | 601,50 | 702,52 | 811,80 | 929,40 | 1.055,36 | 1.189,73 | 1.332,53 | 1.483,80 |
| 35            | 435,78       | 521,07 | 614,38 | 715,80 | 825,42 | 943,32 | 1.069,54 | 1.204,14 | 1.347,14 | 1.498,59 |
| 40            | 447,45       | 533,29 | 627,06 | 728,89 | 838,87 | 957,08 | 1.083,58 | 1.218,41 | 1.361,63 | 1.513,26 |
| 45            | 458,92       | 545,31 | 639,56 | 741,81 | 852,16 | 970,68 | 1.097,46 | 1.232,55 | 1.375,98 | 1.527,81 |
| 50            | 470,20       | 557,14 | 651,88 | 754,56 | 865,28 | 984,14 | 1.111,21 | 1.246,55 | 1.390,21 | 1.542,24 |

**Tabela A.2 - Condutores de Rede Aérea Nua - Flechas**

| Temp.<br>(C°) | Vãos (m)     |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | 380          | 400      | 420      | 440      | 460      | 480      | 500      | 520      | 540      |
|               | Flechas (cm) |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 0             | 1.551,29     | 1.718,88 | 1.895,06 | 2.079,84 | 2.273,21 | 2.475,18 | 2.685,74 | 2.904,90 | 3.132,65 |
| 5             | 1.566,98     | 1.734,66 | 1.910,92 | 2.095,77 | 2.289,20 | 2.491,22 | 2.701,83 | 2.921,03 | 3.148,82 |
| 10            | 1.582,55     | 1.750,32 | 1.926,67 | 2.111,59 | 2.305,09 | 2.507,17 | 2.717,84 | 2.937,08 | 3.164,91 |
| 15            | 1.597,98     | 1.765,87 | 1.942,31 | 2.127,31 | 2.320,89 | 2.523,03 | 2.733,75 | 2.953,05 | 3.180,93 |
| 20            | 1.613,29     | 1.781,29 | 1.957,84 | 2.142,93 | 2.336,59 | 2.538,80 | 2.749,59 | 2.968,94 | 3.196,87 |
| 25            | 1.628,48     | 1.796,60 | 1.973,26 | 2.158,45 | 2.352,19 | 2.554,49 | 2.765,34 | 2.984,76 | 3.212,75 |
| 30            | 1.643,55     | 1.811,80 | 1.988,57 | 2.173,87 | 2.367,70 | 2.570,08 | 2.781,01 | 3.000,50 | 3.228,55 |
| 35            | 1.658,50     | 1.826,89 | 2.003,78 | 2.189,19 | 2.383,12 | 2.585,59 | 2.796,60 | 3.016,16 | 3.244,27 |
| 40            | 1.673,33     | 1.841,87 | 2.018,90 | 2.204,42 | 2.398,46 | 2.601,02 | 2.812,11 | 3.031,75 | 3.259,93 |
| 45            | 1.688,05     | 1.856,74 | 2.033,91 | 2.219,55 | 2.413,70 | 2.616,36 | 2.827,54 | 3.047,26 | 3.275,52 |
| 50            | 1.702,66     | 1.871,51 | 2.048,82 | 2.234,59 | 2.428,86 | 2.631,62 | 2.842,90 | 3.062,70 | 3.291,04 |

**Tabela A.2 - Condutores de Rede Aérea Nua - Flechas**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| VÃO (m)    | 20      |            | 25      |            | 30      |            | 35      |            | 40      |            |
|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| Temp. (C°) | T (daN) | Flecha (m) |
| -5         | 166,28  | 0,12       | 161,65  | 0,20       | 157,10  | 0,29       | 152,94  | 0,41       | 149,30  | 0,55       |
| 10         | 142,90  | 0,14       | 140,96  | 0,23       | 139,17  | 0,33       | 137,60  | 0,45       | 136,26  | 0,60       |
| 15         | 135,61  | 0,15       | 134,64  | 0,24       | 133,76  | 0,34       | 132,99  | 0,47       | 132,34  | 0,62       |
| 20         | 128,62  | 0,16       | 128,62  | 0,25       | 128,62  | 0,36       | 128,62  | 0,48       | 128,62  | 0,63       |
| 25         | 121,96  | 0,17       | 122,93  | 0,26       | 123,78  | 0,37       | 124,50  | 0,50       | 125,10  | 0,65       |
| 30         | 115,63  | 0,18       | 117,55  | 0,27       | 119,20  | 0,38       | 120,60  | 0,52       | 121,75  | 0,67       |
| 40         | 104,07  | 0,20       | 107,75  | 0,30       | 110,85  | 0,41       | 113,44  | 0,55       | 115,58  | 0,70       |
| 50         | 93,99   | 0,22       | 99,18   | 0,32       | 103,49  | 0,44       | 107,06  | 0,58       | 110,02  | 0,74       |

**Tabela A.3 - Condutores de Rede Spacer – Flechas e Trações - Cabo Mensageiro 9,5 mm – Montagem**

| Vão (m)    | 5          | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     |
|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temp. (°C) | Flecha (m) |        |        |        |        |        |        |        |
| 0          | 0.0181     | 0.0620 | 0.1215 | 0.1922 | 0.2722 | 0.3603 | 0.4557 | 0.5580 |
| 5          | 0.0206     | 0.0678 | 0.1298 | 0.2027 | 0.2847 | 0.3746 | 0.4717 | 0.5755 |
| 10         | 0.0237     | 0.0739 | 0.1384 | 0.2135 | 0.2974 | 0.3890 | 0.4878 | 0.5932 |
| 15         | 0.0272     | 0.0805 | 0.1473 | 0.2245 | 0.3102 | 0.4036 | 0.5040 | 0.6110 |
| 20         | 0.0312     | 0.0873 | 0.1564 | 0.2356 | 0.3232 | 0.4183 | 0.5203 | 0.6288 |
| 25         | 0.0355     | 0.0943 | 0.1657 | 0.2468 | 0.3362 | 0.4331 | 0.5367 | 0.6467 |
| 30         | 0.0400     | 0.1014 | 0.1750 | 0.2581 | 0.3493 | 0.4478 | 0.5530 | 0.6646 |
| 35         | 0.0444     | 0.1084 | 0.1842 | 0.2693 | 0.3623 | 0.4625 | 0.5693 | 0.6824 |
| 40         | 0.0488     | 0.1155 | 0.1935 | 0.2805 | 0.3753 | 0.4772 | 0.5856 | 0.7002 |
| 45         | 0.0530     | 0.1224 | 0.2026 | 0.2916 | 0.3883 | 0.4918 | 0.6018 | 0.7179 |
| 50         | 0.0571     | 0.1292 | 0.2116 | 0.3026 | 0.4011 | 0.5063 | 0.6179 | 0.7355 |

**Tabela A.4 - Condutores de Rede Spacer 15 kV – Flechas - Cabo Mensageiro**

| Vão (m)    | 5          | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     |
|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temp. (°C) | Flecha (m) |        |        |        |        |        |        |        |
| 0          | 0.0195     | 0.0658 | 0.1278 | 0.2013 | 0.2842 | 0.3753 | 0.4738 | 0.5792 |
| 5          | 0.0221     | 0.0715 | 0.1360 | 0.2116 | 0.2964 | 0.3892 | 0.4893 | 0.5963 |
| 10         | 0.0252     | 0.0776 | 0.1444 | 0.2221 | 0.3087 | 0.4033 | 0.5050 | 0.6135 |
| 15         | 0.0287     | 0.0840 | 0.1532 | 0.2328 | 0.3212 | 0.4174 | 0.5208 | 0.6308 |
| 20         | 0.0326     | 0.0906 | 0.1620 | 0.2436 | 0.3338 | 0.4317 | 0.5366 | 0.6481 |
| 25         | 0.0368     | 0.0974 | 0.1710 | 0.2545 | 0.3465 | 0.4460 | 0.5525 | 0.6654 |
| 30         | 0.0411     | 0.1043 | 0.1800 | 0.2655 | 0.3592 | 0.4604 | 0.5684 | 0.6828 |
| 35         | 0.0455     | 0.1112 | 0.1890 | 0.2764 | 0.3719 | 0.4747 | 0.5842 | 0.7001 |
| 40         | 0.0497     | 0.1180 | 0.1980 | 0.2873 | 0.3845 | 0.4889 | 0.6000 | 0.7174 |
| 45         | 0.0539     | 0.1248 | 0.2069 | 0.2981 | 0.3971 | 0.5032 | 0.6158 | 0.7346 |
| 50         | 0.0579     | 0.1314 | 0.2157 | 0.3088 | 0.4096 | 0.5173 | 0.6315 | 0.7518 |

**Tabela A.5 - Condutores de Rede Spacer 25 kV – Flechas - Cabo Mensageiro**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Vão (m)    | 5          | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     |
|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temp. (°C) | Flecha (m) |        |        |        |        |        |        |        |
| 0          | 0.0257     | 0.0820 | 0.1550 | 0.2402 | 0.3353 | 0.4393 | 0.5511 | 0.6702 |
| 5          | 0.0285     | 0.0875 | 0.1626 | 0.2495 | 0.3464 | 0.4518 | 0.5651 | 0.6855 |
| 10         | 0.0316     | 0.0932 | 0.1703 | 0.2590 | 0.3575 | 0.4644 | 0.5791 | 0.7009 |
| 15         | 0.0350     | 0.0990 | 0.1781 | 0.2686 | 0.3687 | 0.4771 | 0.5932 | 0.7163 |
| 20         | 0.0387     | 0.1050 | 0.1861 | 0.2783 | 0.3799 | 0.4898 | 0.6073 | 0.7317 |
| 25         | 0.0425     | 0.1111 | 0.1941 | 0.2880 | 0.3912 | 0.5026 | 0.6214 | 0.7472 |
| 30         | 0.0463     | 0.1173 | 0.2021 | 0.2977 | 0.4025 | 0.5153 | 0.6355 | 0.7626 |
| 35         | 0.0502     | 0.1234 | 0.2101 | 0.3075 | 0.4138 | 0.5280 | 0.6496 | 0.7781 |
| 40         | 0.0540     | 0.1295 | 0.2181 | 0.3172 | 0.4250 | 0.5408 | 0.6637 | 0.7935 |
| 45         | 0.0577     | 0.1355 | 0.2261 | 0.3268 | 0.4362 | 0.5534 | 0.6778 | 0.8088 |
| 50         | 0.0614     | 0.1415 | 0.2340 | 0.3364 | 0.4474 | 0.5661 | 0.6918 | 0.8241 |

**Tabela A.6 - Condutores de Rede Spacer 34,5 kV – Flechas - Cabo Mensageiro**

| Vão real | Vão equivalente Leq [m] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Lre [m]  | 20                      | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| 20       | 0,19                    | 0,18 | 0,17 | 0,17 |      |      |      |      |      |      |      |
| 25       | 0,29                    | 0,28 | 0,27 | 0,26 |      |      |      |      |      |      |      |
| 30       | 0,42                    | 0,4  | 0,39 | 0,38 | 0,37 |      |      |      |      |      |      |
| 35       | 0,58                    | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,51 |      |      |      |      |      |      |
| 40       | 0,75                    | 0,72 | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | 0,64 |      |      |      |      |
| 45       | 0,95                    | 0,91 | 0,88 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,81 |      |      |      |      |
| 50       | 1,18                    | 1,12 | 1,09 | 1,06 | 1,03 | 1,02 | 1    | 1,00 |      |      |      |
| 55       |                         | 1,36 | 1,31 | 1,28 | 1,25 | 1,23 | 1,22 | 1,20 |      |      |      |
| 60       |                         | 1,62 | 1,56 | 1,52 | 1,49 | 1,46 | 1,45 | 1,43 | 1,42 |      |      |
| 65       |                         |      | 1,83 | 1,78 | 1,75 | 1,72 | 1,7  | 1,68 | 1,67 |      |      |
| 70       |                         |      | 2,13 | 2,07 | 2,03 | 1,99 | 1,97 | 1,95 | 1,94 | 1,92 | 1,92 |
| 75       |                         |      |      | 2,37 | 2,33 | 2,29 | 2,26 | 2,24 | 2,22 | 2,21 | 2,20 |
| 80       |                         |      |      | 2,7  | 2,65 | 2,6  | 2,57 | 2,55 | 2,53 | 2,51 | 2,50 |
| 85       |                         |      |      |      | 2,99 | 2,94 | 2,9  | 2,88 | 2,85 | 2,84 | 2,82 |
| 90       |                         |      |      |      | 3,35 | 3,3  | 3,26 | 3,22 | 3,20 | 3,18 | 3,17 |
| 95       |                         |      |      |      |      | 3,67 | 3,63 | 3,59 | 3,57 | 3,55 | 3,53 |
| 100      |                         |      |      |      |      | 4,07 | 4,02 | 3,98 | 3,95 | 3,93 | 3,91 |
| 105      |                         |      |      |      |      |      | 4,43 | 4,39 | 4,36 | 4,33 | 4,31 |
| 110      |                         |      |      |      |      |      | 4,86 | 4,82 | 4,78 | 4,75 | 4,73 |
| 115      |                         |      |      |      |      |      | 5,32 | 5,26 | 5,23 | 5,19 | 5,17 |
| 120      |                         |      |      |      |      |      | 5,79 | 5,73 | 5,69 | 5,66 | 5,63 |
| 125      |                         |      |      |      |      |      |      | 6,22 | 6,17 | 6,14 | 6,11 |
| 130      |                         |      |      |      |      |      |      | 6,73 | 6,68 | 6,64 | 6,61 |

**Tabela A.7 - Condutores de Rede Isolada MT – Flechas Máxima - cabo 3x150 + 50mm<sup>2</sup>**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Vão real | Vão equivalente Leq [m] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Lre [m]  | 20                      | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| 20       | 0,17                    | 0,16 | 0,15 | 0,15 |      |      |      |      |      |      |      |
| 25       | 0,26                    | 0,25 | 0,24 | 0,23 |      |      |      |      |      |      |      |
| 30       | 0,37                    | 0,36 | 0,34 | 0,33 | 0,33 |      |      |      |      |      |      |
| 35       | 0,51                    | 0,49 | 0,47 | 0,45 | 0,45 |      |      |      |      |      |      |
| 40       | 0,66                    | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,59 | 0,57 | 0,56 |      |      |      |      |
| 45       | 0,84                    | 0,8  | 0,77 | 0,75 | 0,75 | 0,72 | 0,71 |      |      |      |      |
| 50       | 1,03                    | 0,99 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,89 | 0,88 | 0,87 |      |      |      |
| 55       |                         | 1,2  | 1,15 | 1,12 | 1,12 | 1,07 | 1,06 | 1,05 |      |      |      |
| 60       |                         | 1,43 | 1,37 | 1,33 | 1,33 | 1,28 | 1,26 | 1,25 | 1,23 |      |      |
| 65       |                         |      | 1,61 | 1,56 | 1,56 | 1,5  | 1,48 | 1,46 | 1,45 |      |      |
| 70       |                         |      | 1,87 | 1,81 | 1,81 | 1,74 | 1,72 | 1,70 | 1,68 | 1,67 | 1,66 |
| 75       |                         |      |      | 2,08 | 2,08 | 2    | 1,97 | 1,95 | 1,93 | 1,92 | 1,90 |
| 80       |                         |      |      | 2,37 | 2,37 | 2,27 | 2,24 | 2,22 | 2,20 | 2,18 | 2,17 |
| 85       |                         |      |      |      | 2,68 | 2,57 | 2,53 | 2,50 | 2,48 | 2,46 | 2,45 |
| 90       |                         |      |      |      | 3,00 | 2,88 | 2,84 | 2,80 | 2,78 | 2,76 | 2,74 |
| 95       |                         |      |      |      |      | 3,21 | 3,16 | 3,12 | 3,10 | 3,07 | 3,06 |
| 100      |                         |      |      |      |      | 3,55 | 3,5  | 3,46 | 3,43 | 3,41 | 3,39 |
| 105      |                         |      |      |      |      |      | 3,86 | 3,82 | 3,78 | 3,75 | 3,73 |
| 110      |                         |      |      |      |      |      | 4,24 | 4,19 | 4,15 | 4,12 | 4,10 |
| 115      |                         |      |      |      |      |      | 4,63 | 4,58 | 4,54 | 4,50 | 4,48 |
| 120      |                         |      |      |      |      |      | 5,04 | 4,98 | 4,94 | 4,90 | 4,87 |
| 125      |                         |      |      |      |      |      |      | 5,41 | 5,36 | 5,32 | 5,29 |
| 130      |                         |      |      |      |      |      |      | 5,85 | 5,80 | 5,76 | 5,72 |

**Tabela A.8 - Condutores de Rede Isolada MT – Flechas Máxima - cabo 3x95 + 50mm<sup>2</sup>**

| Vão real | Vão equivalente Leq [m] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Lre [m]  | 20                      | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| 20       | 0,18                    | 0,17 | 0,16 | 0,16 |      |      |      |      |      |      |      |
| 25       | 0,28                    | 0,27 | 0,25 | 0,24 |      |      |      |      |      |      |      |
| 30       | 0,41                    | 0,38 | 0,36 | 0,35 | 0,34 |      |      |      |      |      |      |
| 35       | 0,56                    | 0,52 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |      |      |      |      |      |      |
| 40       | 0,73                    | 0,68 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,58 |      |      |      |      |
| 45       | 0,92                    | 0,86 | 0,82 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,73 |      |      |      |      |
| 50       | 1,14                    | 1,06 | 1,01 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,91 | 0,90 |      |      |      |
| 55       |                         | 1,28 | 1,22 | 1,17 | 1,14 | 1,12 | 1,1  | 1,08 |      |      |      |
| 60       |                         | 1,53 | 1,45 | 1,4  | 1,36 | 1,33 | 1,31 | 1,29 | 1,28 |      |      |
| 65       |                         |      | 1,7  | 1,64 | 1,59 | 1,56 | 1,53 | 1,51 | 1,50 |      |      |
| 70       |                         |      | 1,97 | 1,9  | 1,85 | 1,81 | 1,78 | 1,76 | 1,74 | 1,73 | 1,72 |
| 75       |                         |      |      | 2,18 | 2,12 | 2,07 | 2,04 | 2,02 | 2,00 | 1,98 | 1,97 |
| 80       |                         |      |      | 2,48 | 2,41 | 2,36 | 2,32 | 2,29 | 2,27 | 2,25 | 2,24 |
| 85       |                         |      |      |      | 2,72 | 2,66 | 2,62 | 2,59 | 2,56 | 2,54 | 2,53 |
| 90       |                         |      |      |      | 3,05 | 2,99 | 2,94 | 2,90 | 2,88 | 2,85 | 2,84 |
| 95       |                         |      |      |      |      | 3,33 | 3,27 | 3,23 | 3,20 | 3,18 | 3,16 |
| 100      |                         |      |      |      |      | 3,69 | 3,63 | 3,58 | 3,55 | 3,52 | 3,50 |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Vão real<br>Lre [m] | Vão equivalente Leq [m] |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |
|---------------------|-------------------------|----|----|----|----|----|------|------|------|------|------|
|                     | 20                      | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| 105                 |                         |    |    |    |    |    | 4    | 3,95 | 3,91 | 3,88 | 3,86 |
| 110                 |                         |    |    |    |    |    | 4,39 | 4,34 | 4,29 | 4,26 | 4,24 |
| 115                 |                         |    |    |    |    |    | 4,8  | 4,74 | 4,69 | 4,66 | 4,63 |
| 120                 |                         |    |    |    |    |    | 5,23 | 5,16 | 5,11 | 5,07 | 5,04 |
| 125                 |                         |    |    |    |    |    |      | 5,60 | 5,55 | 5,50 | 5,47 |
| 130                 |                         |    |    |    |    |    |      | 6,06 | 6,00 | 5,95 | 5,92 |

**Tabela A.9 - Condutores de Rede Isolada MT – Flechas Máxima - cabo 3x50 + 50mm<sup>2</sup>**

| Potência do Transformador (kVA) | Nível de Tensão (kV)               |      |      |      |
|---------------------------------|------------------------------------|------|------|------|
|                                 | 6,6                                | 11,4 | 13,8 | 34,5 |
|                                 | <b>Transformadores monofásicos</b> |      |      |      |
| 10                              | 3H                                 | 2H   | 2H   | 0,5H |
| 15                              | 3H                                 | 2H   | 2H   | 1H   |
| 37,5                            | -                                  | -    | 5H   | 2H   |
|                                 | <b>Transformadores trifásicos</b>  |      |      |      |
| 15                              | 1H                                 | 2H   | 1H   | 0,5H |
| 30                              | 3H                                 | 3H   | 2H   | 1H   |
| 75                              | 8K                                 | 6K   | 5H   | 2H   |
| 150                             | 15K                                | 8K   | 8K   | 3H   |
| 225                             | 20K                                | 12K  | 10K  | 5H   |
| 300                             | 30K                                | 15K  | 15K  | 6K   |

**Tabela A.10 - Transformador x Elo Fusível**

| Fusível Protetor | K   | Fusível Protegido tipo K |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |     | 12                       | 15  | 20  | 25  | 30    | 40    | 50    | 65    | 80    | 100   | 140   |
|                  | 6   | 350                      | 510 | 650 | 840 | 1.060 | 1.340 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 8   | 210                      | 440 | 650 | 840 | 1.060 | 1.340 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 10  |                          | 300 | 540 | 840 | 1.060 | 1.340 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 12  |                          |     | 320 | 710 | 1.050 | 1.340 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 15  |                          |     |     | 430 | 870   | 1.340 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 20  |                          |     |     |     | 500   | 1.100 | 1.700 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 25  |                          |     |     |     |       | 660   | 1.350 | 2.200 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 30  |                          |     |     |     |       |       | 850   | 1.700 | 2.800 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 40  |                          |     |     |     |       |       |       | 1.100 | 2.200 | 3.900 | 5.800 |
|                  | 50  |                          |     |     |     |       |       |       |       | 1.450 | 3.500 | 5.800 |
|                  | 65  |                          |     |     |     |       |       |       |       |       | 2.400 | 5.800 |
|                  | 80  |                          |     |     |     |       |       |       |       |       |       | 4.500 |
|                  | 100 |                          |     |     |     |       |       |       |       |       |       | 2.000 |

**Nota 1:** Fusíveis preferenciais: 6-10-15-25-40-65-100-140.

**Nota 2:** Fusíveis não preferenciais: 8-12-20-30-50-80.

**Tabela A.11 - Coordenação entre elos fusíveis tipo K**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

As tabelas a seguir apresentam os coeficientes para o Cálculo de Queda de Tensão para os cabos que não são mais utilizados em novos projetos, mas que ainda podem existir na rede de distribuição:

Rede BT Isolada - Tabela A.12

Rede BT com Cabo nu, CA – Tabela A.13

Rede BT com Cabo de Cobre – Tabela A.14

Rede Compacta – Tabela A.15

Rede MT com Cabos CA – Tabelas A.16 e A.17

Rede MT com Cabos CAA – Tabelas A.18 e A.19

Rede MT com Cabos CAL – Tabela A.20

| Cabo       | CQT (%/kVA x 100m) |                  |                  |                  |
|------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
|            | 380/220 V          |                  | 220/127 V        |                  |
|            | Cos $\phi$ = 1,0   | Cos $\phi$ = 0,8 | Cos $\phi$ = 1,0 | Cos $\phi$ = 0,8 |
| 3x1x35+35  | 0,0771             | 0,0658           | 0,2300           | 0,1964           |
| 3x1x35+50  | 0,0771             | 0,0658           | 0,2300           | 0,1964           |
| 3x1x70+70  | 0,0394             | 0,0355           | 0,1175           | 0,1060           |
| 3x1x95+70  | 0,0285             | 0,0267           | 0,0850           | 0,0798           |
| 3x1x95+50  | 0,0285             | 0,0267           | 0,0850           | 0,0798           |
| 3x1x120+70 | 0,0225             | 0,0219           | 0,0673           | 0,0654           |
| 3x1x150+70 | 0,0170             | 0,0174           | 0,0508           | 0,0518           |
| 2x1x16+25  | 0,2607             | 0,2181           | 0,7779           | 0,6507           |

**Tabela A.12 - Coeficientes De Queda De Tensão – Rede Multiplexada – 380/220 V e 220/127 V**

| Cabo        | CQT (%/kVA x 100m) |                  |                  |                  |
|-------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | 380/220 V          |                  | 220/127 V        |                  |
|             | Cos $\phi$ = 1,0   | Cos $\phi$ = 0,8 | Cos $\phi$ = 1,0 | Cos $\phi$ = 0,8 |
| 3 # 4       | 0,1059             | 0,1049           | 0,3159           | 0,3129           |
| 3 # 2       | 0,0664             | 0,0725           | 0,1980           | 0,2163           |
| 3 # 1/0     | 0,0418             | 0,0522           | 0,1248           | 0,1556           |
| 3 # 2/0     | 0,0332             | 0,0449           | 0,0990           | 0,1338           |
| 3 # 4/0     | 0,0209             | 0,0343           | 0,0624           | 0,1024           |
| 2 # 4 (4)   | 0,2382             | 0,2242           | 0,7108           | 0,7039           |
| 2 # 2 (4)   | 0,1789             | 0,1757           | 0,5340           | 0,5591           |
| 2 # 2 (2)   | 0,1493             | 0,1514           | 0,4455           | 0,4867           |
| 2 # 1/0 (2) | 0,1125             | 0,1209           | 0,3357           | 0,3957           |
| 2 # 2/0 (2) | 0,0995             | 0,1099           | 0,2970           | 0,3630           |
| 1 # 4 (4)   | 0,6353             | 0,5935           | 1,8955           | 1,8771           |
| 1 # 2 (2)   | 0,3980             | 0,3995           | 1,1881           | 1,2978           |
| 1 # 1/0 (2) | 0,3245             | 0,3384           | 0,9684           | 1,1158           |
| 1 # 2/0 (2) | 0,2985             | 0,3165           | 0,8910           | 1,0504           |

**Tabela A.13 - Coeficientes De Queda De Tensão – Condutor CA – 380/220 V e 220/127 V**

**Nota:** Os coeficientes são aplicados para qualquer seção utilizada como condutor neutro.

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Cabo        | CQT (%/kVA x 100m)  |                     |                     |                     |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|             | 380/220 V           |                     | 220/127 V           |                     |
|             | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 25      | 0,0737              | 0,0736              | 0,2200              | 0,2195              |
| 3 # 35      | 0,0499              | 0,0539              | 0,1489              | 0,1608              |
| 2 # 16 (25) | 0,2181              | 0,2082              | 0,6508              | 0,6211              |
| 2 # 25 (25) | 0,1659              | 0,1655              | 0,4905              | 0,4939              |
| 2 # 35 (16) | 0,1563              | 0,1573              | 0,4662              | 0,4694              |
| 2 # 35 (35) | 0,1123              | 0,1213              | 0,3350              | 0,3618              |
| 1 # 25 (25) | 0,4425              | 0,4414              | 1,3201              | 1,3954              |
| 1 # 35 (16) | 0,4754              | 0,4677              | 1,4182              | 1,3954              |
| 1 # 35 (35) | 0,2995              | 0,3234              | 0,8934              | 0,9647              |

**Tabela A.14 - Coeficientes De Queda De Tensão – Condutor De Cobre**

**Nota:** Para os circuitos trifásicos, os coeficientes são aplicados para qualquer seção utilizada como condutor neutro.

| Cabo | CQT a 90°C (%/MVA x km) |                     |                     |                     |
|------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|      | 13,8 kV                 |                     | 34,5 kV             |                     |
|      | Cos $\varphi$ = 1,0     | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 35   | 0,5844                  | 0,5684              | -                   | -                   |
| 70   | 0,2983                  | 0,3363              | 0,0477              | 0,0538              |
| 150  | 0,1386                  | 0,1953              | 0,0222              | 0,0312              |

**Tabela A.15 - Coeficientes de Queda de Tensão - Rede Compacta**

| Cabo          | CQT (%/MVA x km)    |                     |                     |                     |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|               | 7,96 kV             |                     | 19,91 kV            |                     |
|               | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 1 # 4 (4)     | 4,7709              | 4,7351              | 0,7633              | 0,7576              |
| 1 # 2 (4)     | 3,8864              | 4,0109              | 0,6218              | 0,6417              |
| 1 # 2 (2)     | 3,0019              | 3,2868              | 0,4803              | 0,5259              |
| 1 # 1/0 (2)   | 2,4439              | 2,8238              | 0,3910              | 0,4518              |
| 1 # 1/0 (1/0) | 1,8859              | 2,3609              | 0,3017              | 0,3777              |

**Tabela A.16 - Coeficientes De Queda De Tensão - Condutor CA - Circuito Monofásico**

| BITOLA (AWG) | CQT (%/MVA x km)    |                     |                     |                     |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|              | 13,8 kV             |                     | 34,5 kV             |                     |
|              | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 4        | 0,7951              | 0,7891              | 0,1272              | 0,1262              |
| 3 # 2        | 0,5003              | 0,5477              | 0,0800              | 0,0876              |
| 3 # 1/0      | 0,3143              | 0,3934              | 0,0501              | 0,0629              |
| 3 # 2/0      | 0,2496              | 0,3389              | 0,0399              | 0,0542              |
| 3 # 4/0      | 0,1572              | 0,2595              | 0,0251              | 0,0415              |
| 3 # 336,4    | 0,0989              | 0,2060              | 0,0158              | 0,0329              |

**Tabela A.17 - Coeficientes De Queda De Tensão - Condutor CA - Circuito Trifásico**

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Cabo          | CQT (%MVA x km)     |                     |                     |                     |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|               | 7,96 kV             |                     | 19,91 kV            |                     |
|               | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 1 # 2 (4)     | 3,5416              | 3,6999              | 0,5667              | 0,5920              |
| 1 # 1/0 (2)   | 2,3373              | 2,7340              | 0,3740              | 0,4374              |
| 1 # 2/0 (1/0) | 1,6985              | 2,2100              | 0,2718              | 0,3536              |

**Tabela A.18** - Coeficientes De Queda De Tensão - Condutor CAA - Circuito Monofásico

| Cabo    | CQT (%MVA x km)     |                     |                     |                     |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         | 13,8 kV             |                     | 34,5 kV             |                     |
|         | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 2   | 0,5515              | 0,6062              | 0,0882              | 0,0970              |
| 3 # 4/0 | 0,1932              | 0,3037              | 0,0309              | 0,0486              |

**Tabela A.19** - Coeficientes De Queda De Tensão - Condutor CAA - Circuito Trifásico

| Cabo    | CQT (%MVA x km)     |                     |                     |                     |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         | 13,8 kV             |                     | 34,5 kV             |                     |
|         | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 | Cos $\varphi$ = 1,0 | Cos $\varphi$ = 0,8 |
| 3 # 25  | 0,9479              | 0,9070              | 0,1517              | 0,1451              |
| 3 # 50  | 0,4740              | 0,5200              | 0,0758              | 0,0832              |
| 3 # 70  | 0,3382              | 0,4070              | 0,0541              | 0,0651              |
| 3 # 160 | 0,1450              | 0,2427              | 0,0232              | 0,0388              |

**Tabela A.20** - Coeficientes De Queda De Tensão - Condutor CAL - Circuito Trifásico

As tabelas abaixo apresentam as trações de projeto para os cabos que não são mais utilizados em novos projetos, mas que existem na rede de distribuição.

Rede BT Isolada: 3x1x35+35, 3x1x35+50, 3x1x70+70, 3x1x95+50 e 3x1x150+70 mm<sup>2</sup>

Rede Compacta: 35 mm<sup>2</sup> (15kV), 150 mm<sup>2</sup> (15 kV) e 70 mm<sup>2</sup> (35 kV)

Rede Convencional com Cabos CA: 2, 1/0, 2/0, 4/0 e 336,4

Rede Convencional com Cabos CAA: 2, 2/0, 4/0 e 336,4

Rede Convencional com Cabos CAL: 25, 50, 70 e 160

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| Tipo de Cabo               | Trações de Projeto (daN) | Tipo de Cabo      | Trações de Projeto (daN) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| 3x1x35+35 mm <sup>2</sup>  | 168                      | 3 x 4/0 AWG, CA   | 852                      |
| 3x1x35+50 mm <sup>2</sup>  | 235                      | 3 x 336,4 MCM, CA | 1356                     |
| 3x1x70+70 mm <sup>2</sup>  | 281                      | 3 x 2 AWG, CAA    | 455                      |
| 3x1x95+50 mm <sup>2</sup>  | 393                      | 3 x 4/0 AWG, CAA  | 1334                     |
| 3x1x150+70 mm <sup>2</sup> | 554                      | 3 x 25 CAL        | 489                      |
| 3 # 35 + 9,5, 15 kV        | 400                      | 3 x 50 CAL        | 729                      |
| 3 # 70 + 9,5, 35 kV        | 600                      | 3 x 70 CAL        | 963                      |
| 3 # 150 + 9,5, 15 kV       | 503                      | 3 x 160 CAL       | 1623                     |
| 3 x 2 AWG, CA              | 267                      |                   |                          |
| 3 x 1/0 AWG, CA            | 426                      |                   |                          |
| 3 x 2/0 AWG, CA            | 507                      |                   |                          |

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

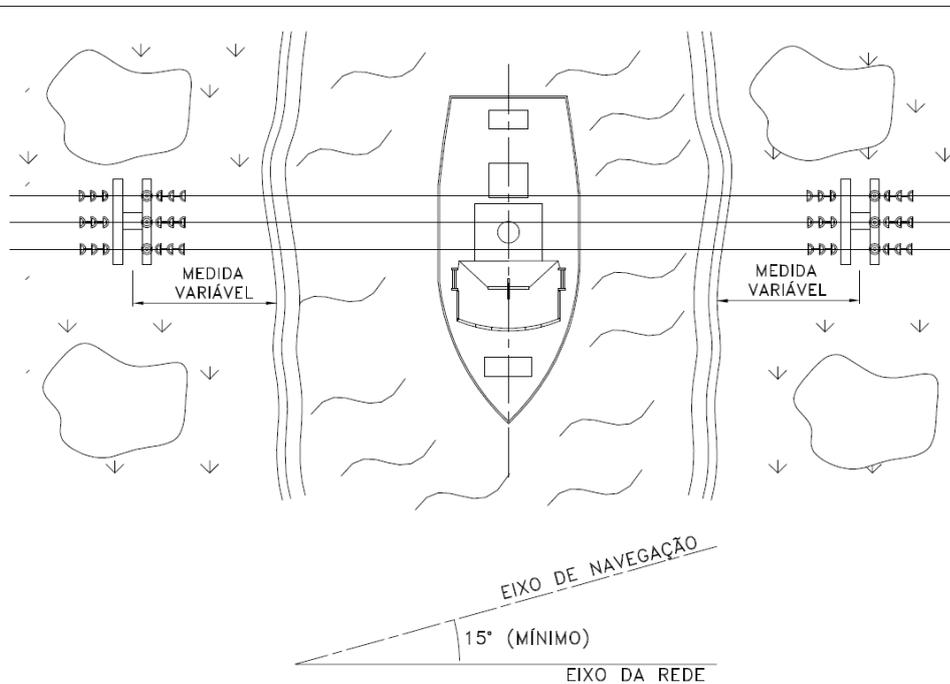
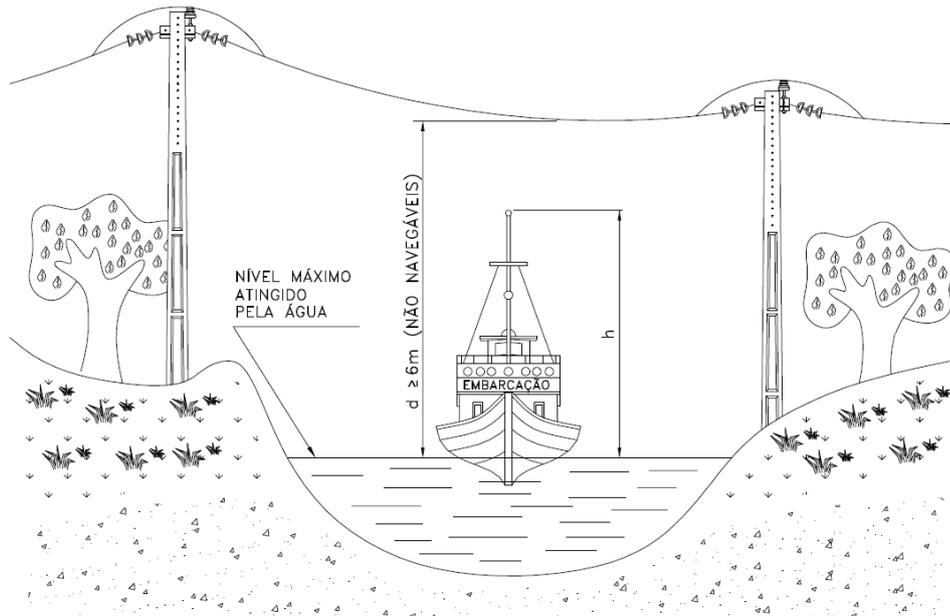
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**8.2. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo - Desenhos**

**Desenho 1 – Travessia sobre águas navegáveis**



NOTAS: 1 -  $d = h + 2m$ ;

2 -  $h$  = ALTURA ENTRE A SUPERFÍCIE DA ÁGUA E O TOPO DO MAIOR MASTRO.

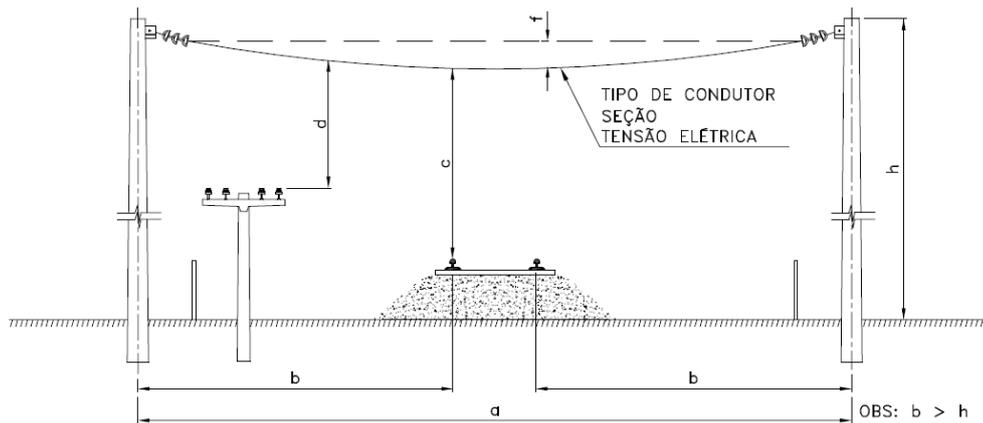
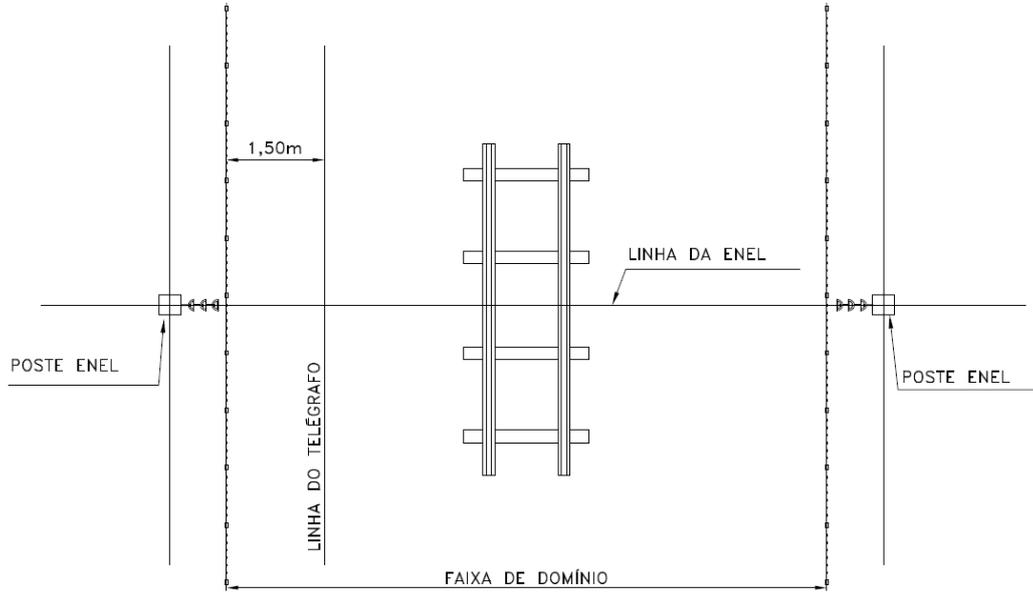
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 2 – Travessia sobre linha férrea não eletrificada**


|   |               |
|---|---------------|
| a | MÁXIMA 70m    |
| c | MÍNIMO 9m     |
| d | MÍNIMO 1,70m  |
| f | FLECHA MÁXIMA |

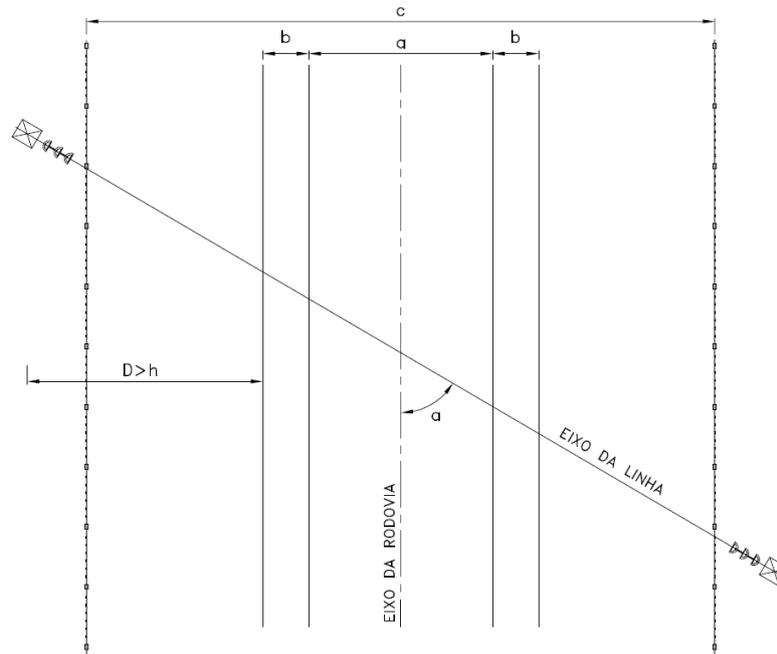
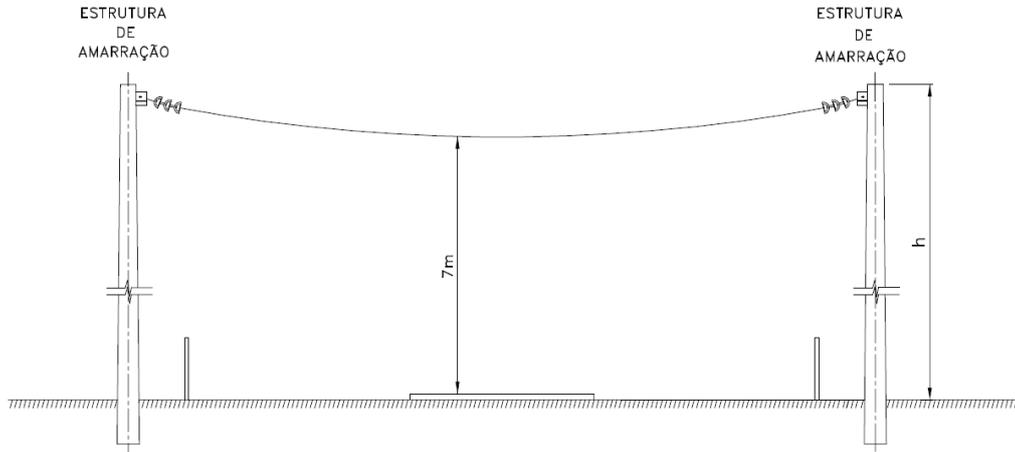
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 3 – Travessia sobre rodovia**


- $a > 60^\circ$   
 a – FAIXA DE TRÁFEGO  
 b – FAIXA DO ACOSTAMENTO  
 c – FAIXA DE DOMÍNIO  
 h – ALTURA DO POSTE

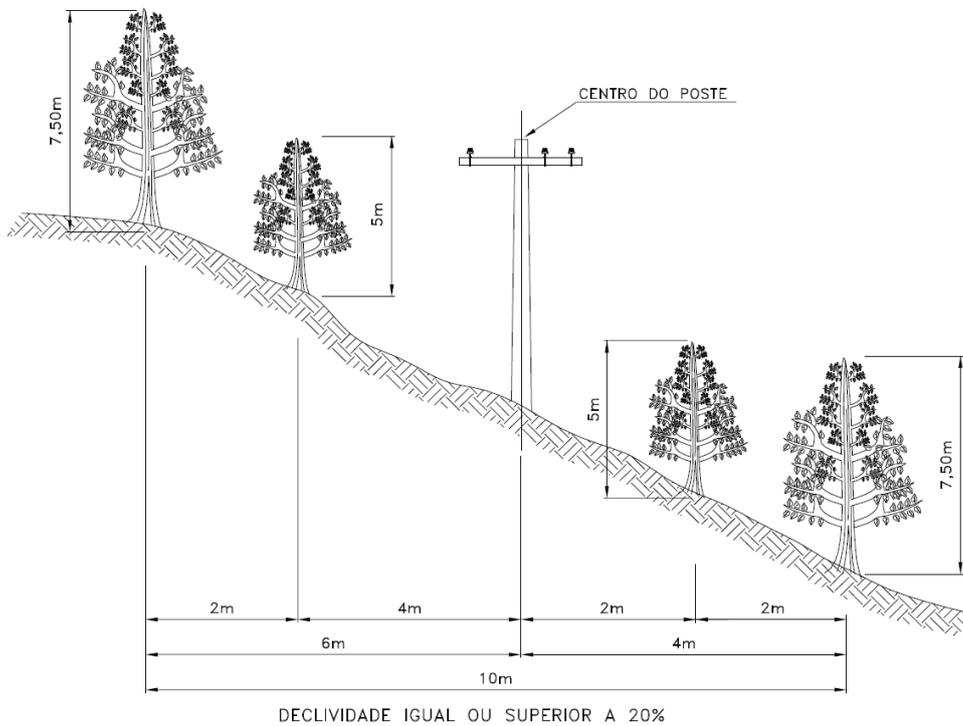
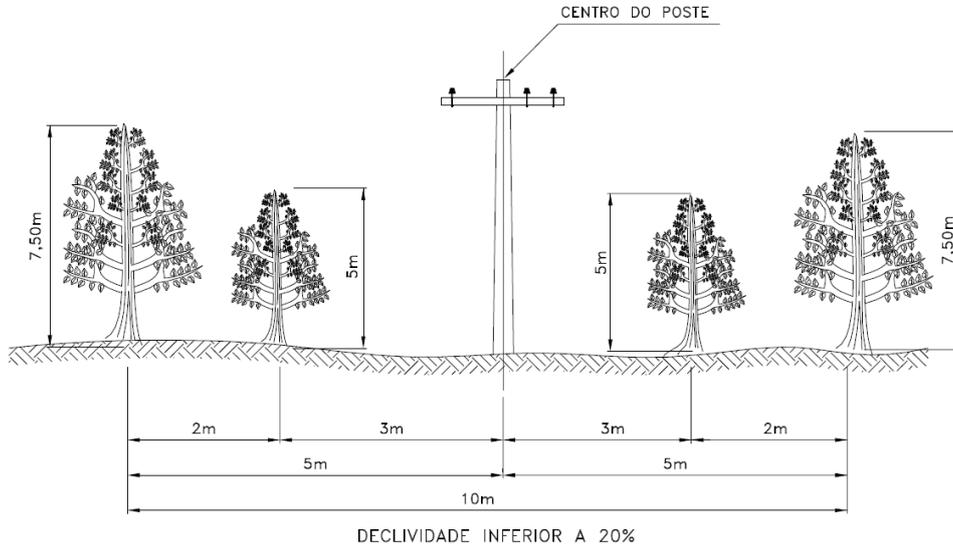
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 4 – Faixa de servidão**


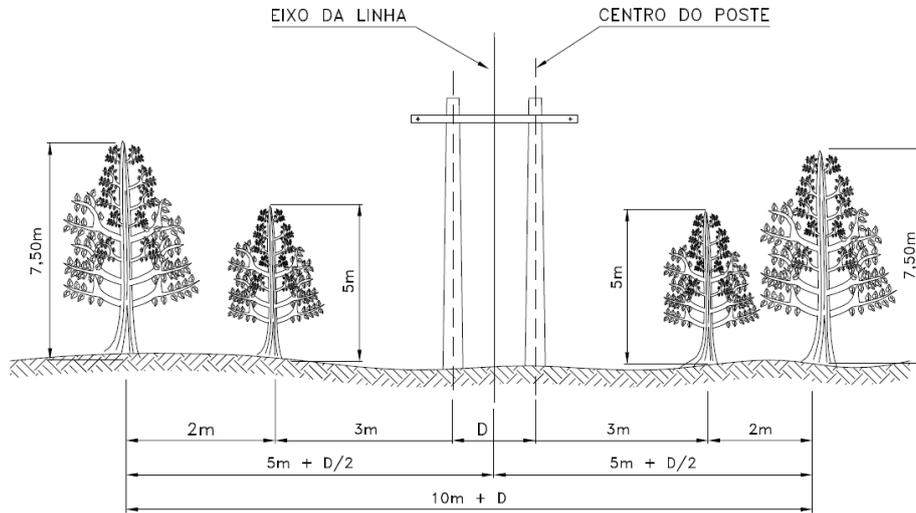
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

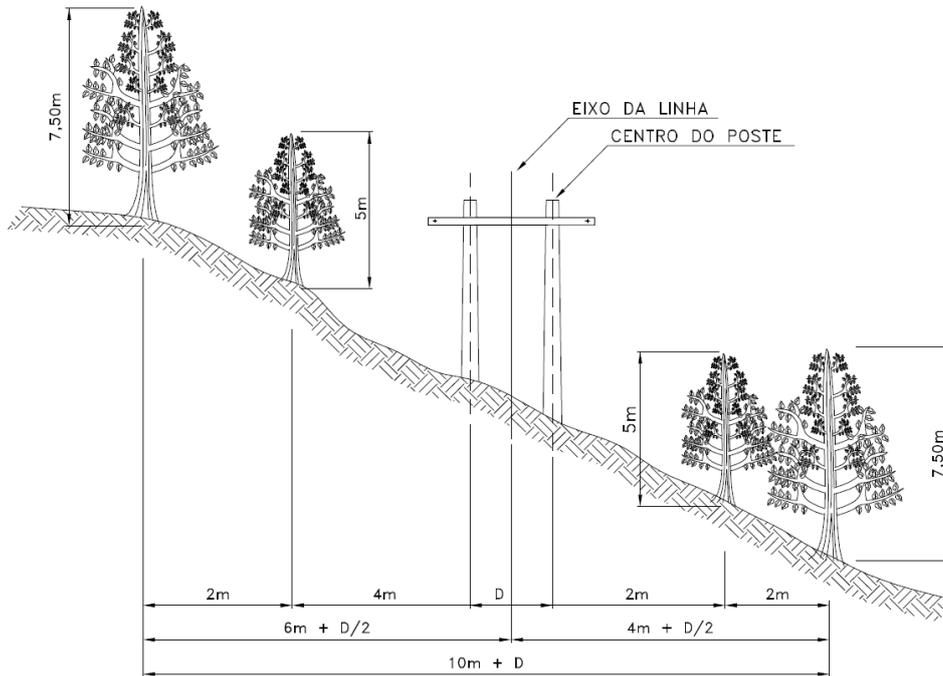
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



DECLIVIDADE INFERIOR A 20%



DECLIVIDADE IGUAL OU SUPERIOR A 20%

NOTA: D – DISTÂNCIA ENTRE OS POSTES.

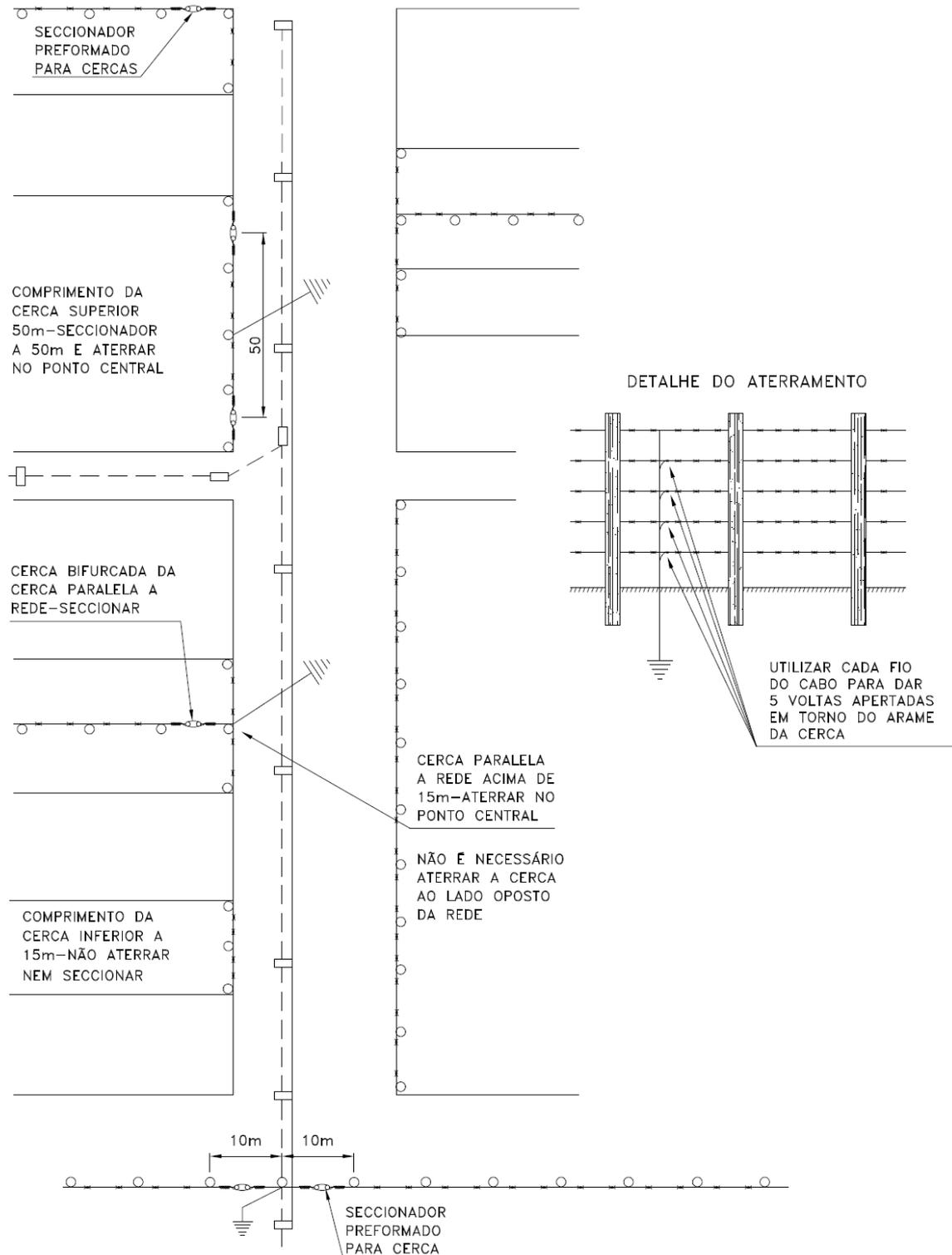
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 5 – Aterramento de cerca em área urbana**


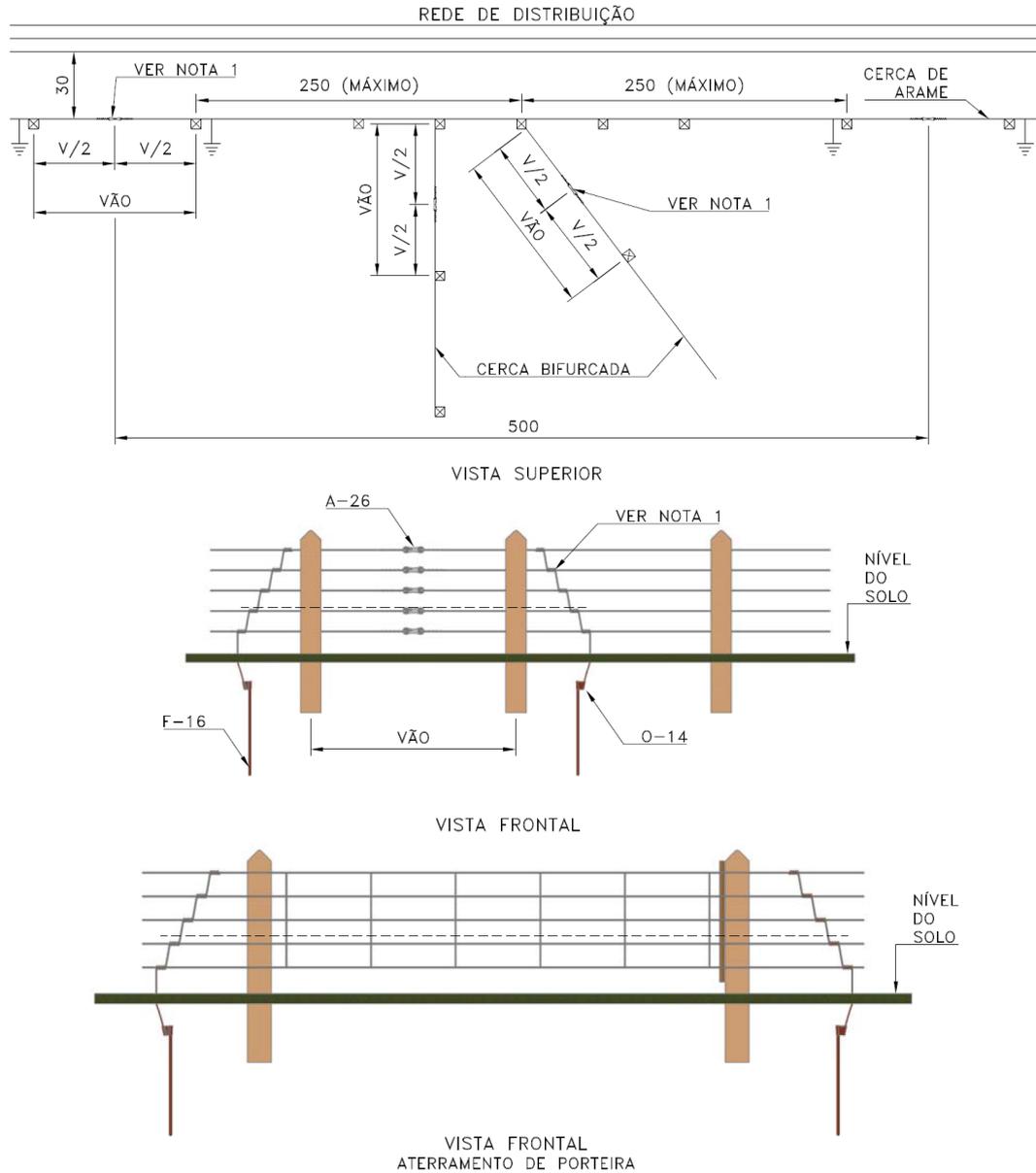
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 6 – Seccionamento e aterramento de cercas paralelas e bifurcadas**


| REF. | QUANTIDADE |   | DESCRIÇÃO  |
|------|------------|---|--|
| A-26 | 5          | 5 | SEC. PREF. DE CERCA (MAT-OMBR-MAT-18-0053-EDBR)  |
| C-11 | 1          | 1 | CABO AÇO COBREADO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR)    |
| F-16 | 1          | 1 | HASTE DE ATERRAMENTO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR) |
| O-14 | 1          | 1 | CONEC. CUNHA ATERR. (MAT-OMBR-MAT-18-0051-EDBR)  |

**Notas:**

1 – Dar 5 voltas apertadas em torno do arame da cerca.

2 – Dimensões em milímetros, exceto onde indicado.

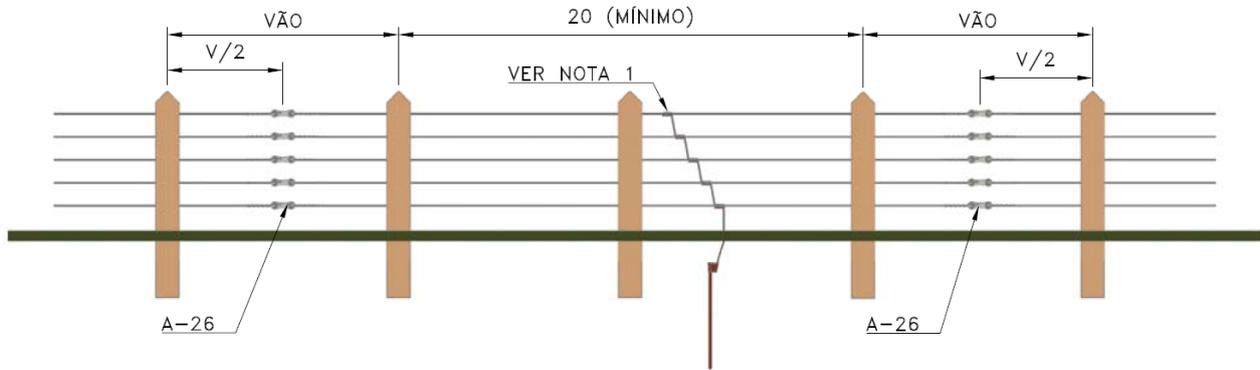
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

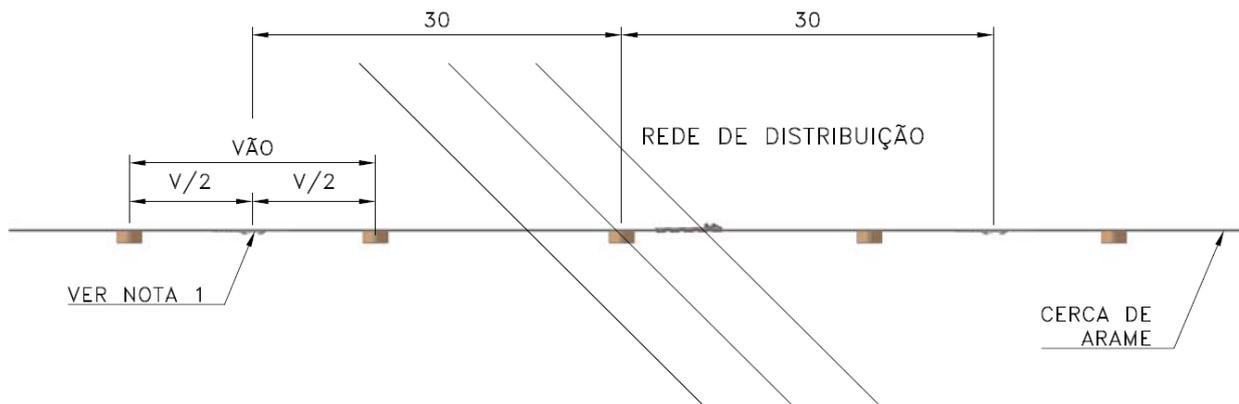
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 7 – Seccionamento e aterramento de cercas transversais**


VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

| REF. | QUANTIDADE |   | DESCRIÇÃO  |
|------|------------|---|--|
| A-26 | 5          | 5 | SEC. PREF. DE CERCA (MAT-OMBR-MAT-18-0053-EDBR)  |
| C-11 | 1          | 1 | CABO AÇO COBREADO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR)    |
| F-16 | 1          | 1 | HASTE DE ATERRAMENTO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR) |
| O-14 | 1          | 1 | CONEC. CUNHA ATERR. (MAT-OMBR-MAT-18-0051-EDBR)  |

**Notas:**

1 – Dar 5 voltas apertadas em torno do arame da cerca.

2 – Dimensões em milímetros, exceto onde indicado.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

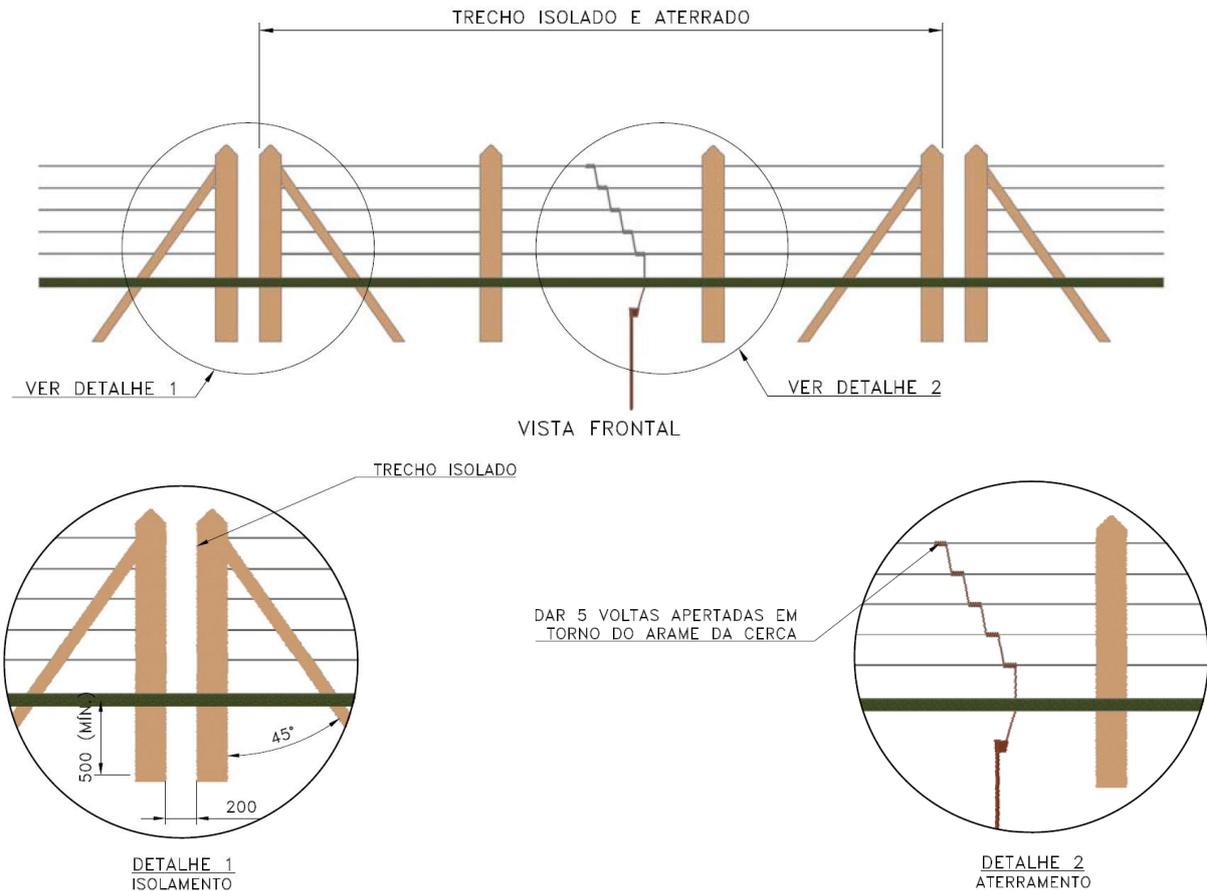
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 8 – Seccionamento com mourões**



| REF. | QUANTIDADE |   | DESCRIÇÃO  |
|------|------------|---|--|
| A-26 | 5          | 5 | SEC. PREF. DE CERCA (MAT-OMBR-MAT-18-0053-EDBR)  |
| C-11 | 1          | 1 | CABO AÇO COBREADO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR)    |
| F-16 | 1          | 1 | HASTE DE ATERRAMENTO (MAT-OMBR-MAT-18-0054-EDBR) |
| O-14 | 1          | 1 | CONEC. CUNHA ATERR. (MAT-OMBR-MAT-18-0051-EDBR)  |

**Notas:**

Dimensões em milímetros, exceto onde indicado.

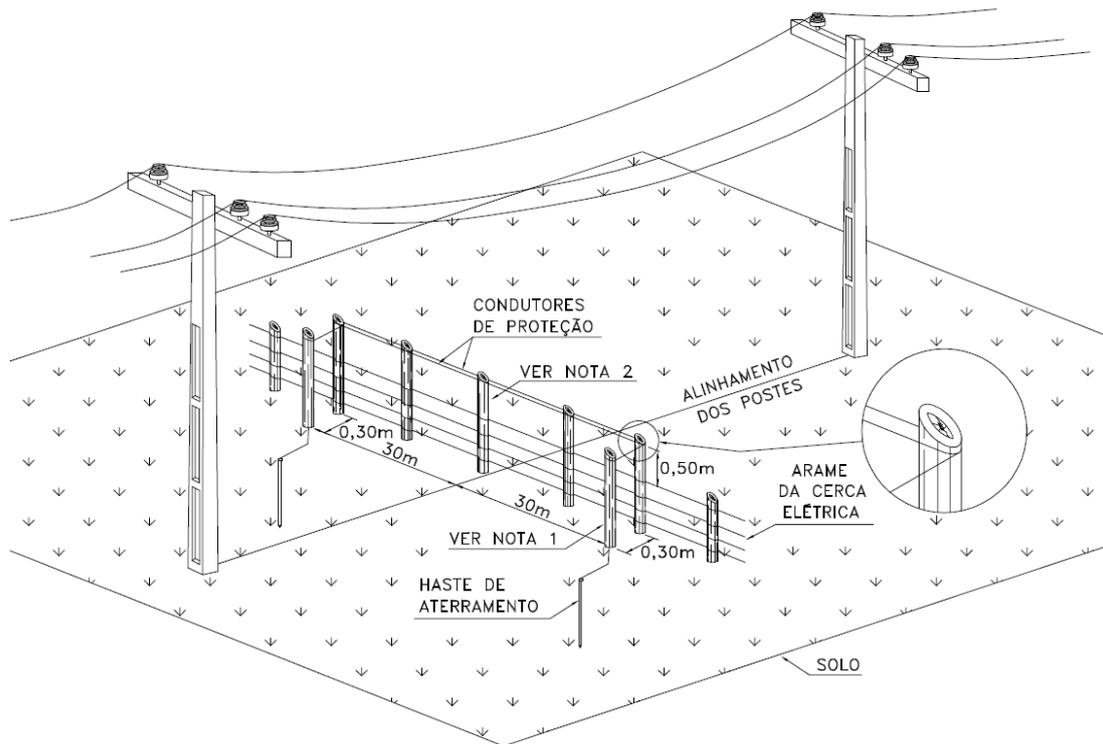
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 9 – Cruzamento sobre cerca eletrificada**


- NOTAS: 1 – MOURÕES PARA FIXAÇÃO E DESCIDA DO ATERRAMENTO A 0,30m DA CERCA;  
 2 – MOURÕES PARA FIXAÇÃO DOS FIOS DE PROTEÇÃO INSTALADOS NO PÉ DA CERCA.

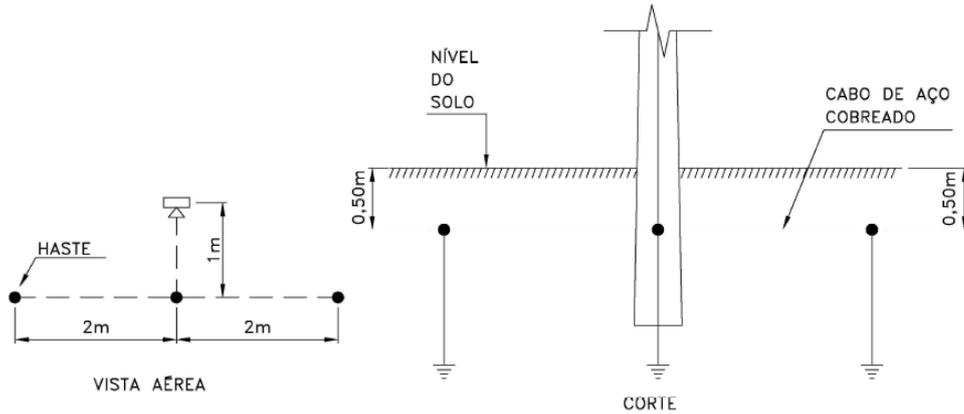
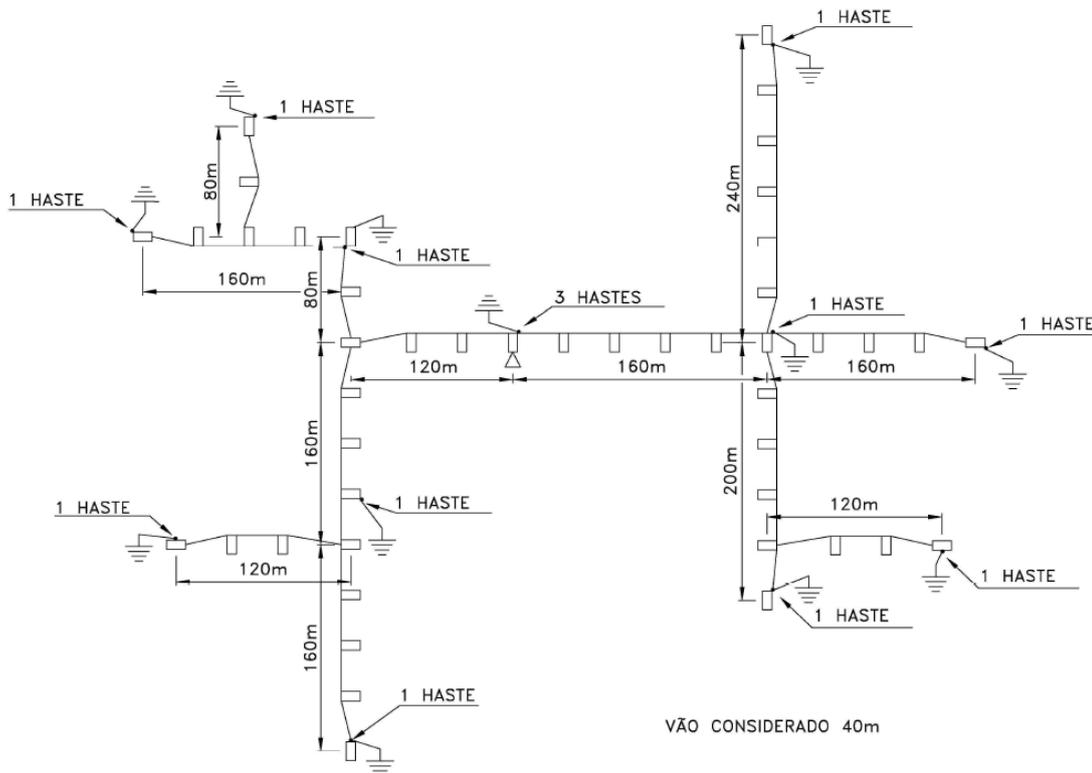
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 10 – Aterramento de MT e BT**

**ATERRAMENTO COM 3 HASTES**

**ATERRAMENTO DE CIRCUITO SECUNDÁRIO**

NOTA: DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADO.



**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

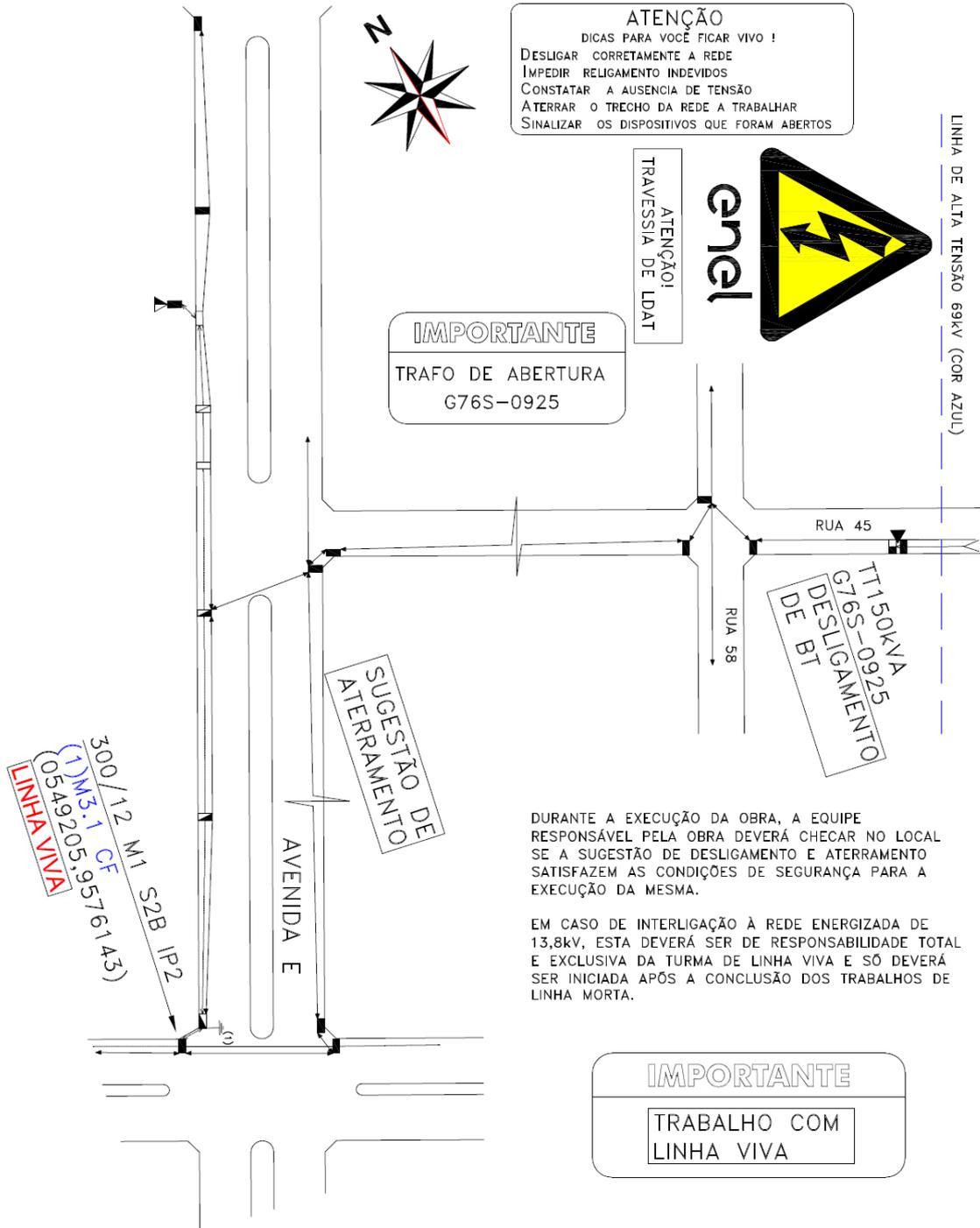
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## SUGESTÃO DE ATERRAMENTO PROVISÓRIO E MANOBRA DE ABERTURA



**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**LEGENDA**

|  |  |  |                                      |
|--|--|--|--------------------------------------|
|  | POSTE PROJETADO  |  | FERROVIA                             |
|  | POSTE A RETIRAR  |  | CERCA                                |
|  | POSTE SUBSTITUÍDO                                      |  | RODOVIA FEDERAL (BR)                 |
|  | POSTE EXISTENTE  |  | RODOVIA ESTADUAL                     |
|  | TRAFÓ ENEL EXISTENTE                                   |  | HASTE DE ATERRAMENTO A IMPLANTAR     |
|  | TRAFÓ PARTICULAR                                       |  | HASTE DE ATERRAMENTO EXISTENTE       |
|  | TRAFÓ PARTICULAR EM CUBÍCULO                           |  | HASTE DE ATERRAMENTO NO DESLIGAMENTO |
|  | TRAFÓ A IMPLANTAR                                      |  | ARVORE A SER SUPRIDA                 |
|  | TRAFÓ A SUBSTITUIR                                     |  | SELO DE SEGURANÇA PARA OBRAS         |
|  | TRAFÓ A RETIRAR  |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 80W EXISTENTE                             |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 80W A RETIRAR                             |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 70W EXISTENTE                             |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 70W A IMPLANTAR                           |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 125 A 400W BRAÇO CURTO                    |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 150W A 400W BRAÇO CURTO A IMPLANTAR       |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DE 400W BRAÇO LONGO A IMPLANTAR              |  |                                      |
|  | LUMINÁRIA DUPLA DE 400W EXISTENTE                      |  |                                      |
|  | UC JÁ LIGADA – REFERÊNCIA                              |  |                                      |
|  | UC A SER LIGADA  |  |                                      |
|  | UC EM CONSTRUÇÃO                                       |  |                                      |
|  | REDE ENEL COM 3 FASES E 1 NEUTRO                       |  |                                      |
|  | REDE DE BAIXA TENSÃO AÉREA 380/220V (COR VERDE)        |  |                                      |
|  | REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA 380/220V (COR VERDE)  |  |                                      |
|  | REDE DE MÉDIA TENSÃO AÉREA 13,8kV (COR VERMELHA)       |  |                                      |
|  | REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA 13,8kV (COR VERMELHA) |  |                                      |
|  | REDE DE MÉDIA TENSÃO COMPACTA 13,8kV (COR VERMELHA)    |  |                                      |
|  | LINHA DE DISTRIBUIÇÃO DE ALTA TENSÃO 69kV (COR AZUL)   |  |                                      |

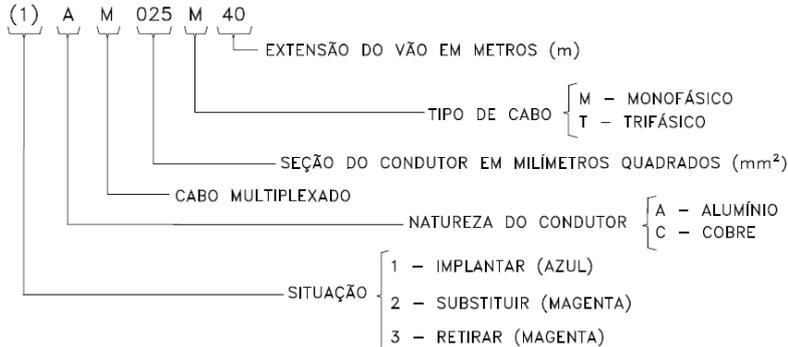
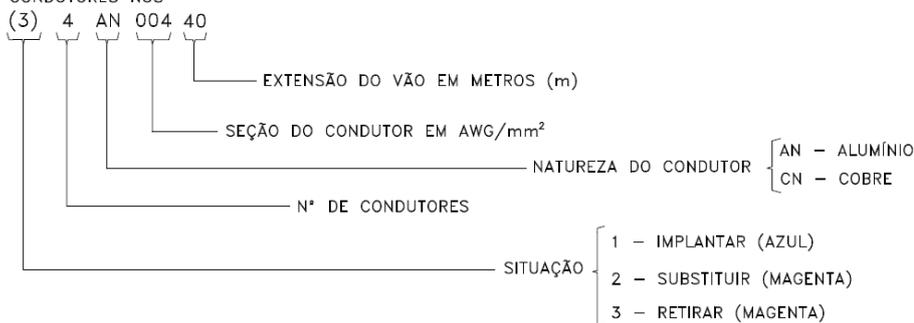
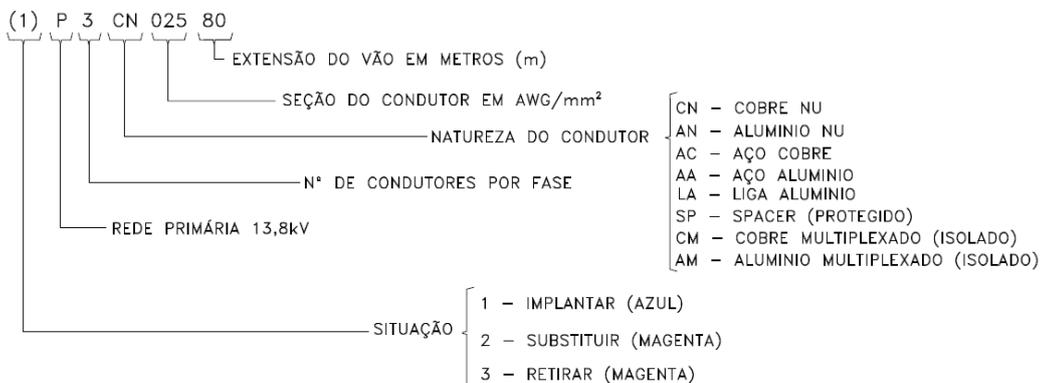
**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**LEGENDA**
**REDE BAIXA TENSÃO**
**CONDUTORES MULTIPLEXADOS**

**REDE BAIXA TENSÃO**
**CONDUTORES NUS**

**REDE MÉDIA TENSÃO**


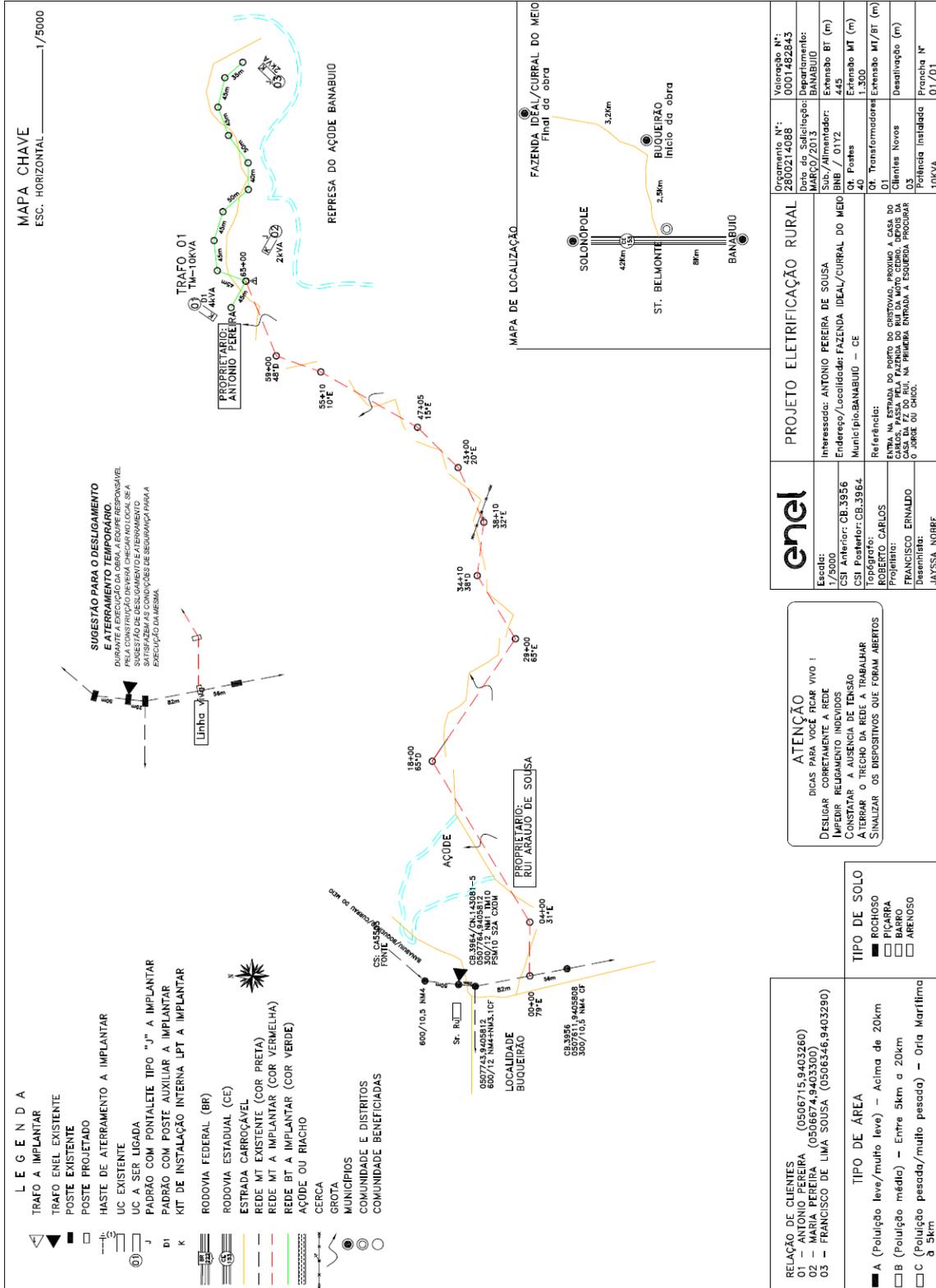


**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

- Perímetro: Brasil
- Função Apoio: -
- Função Serviço: -
- Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 13 – Mapa chave**

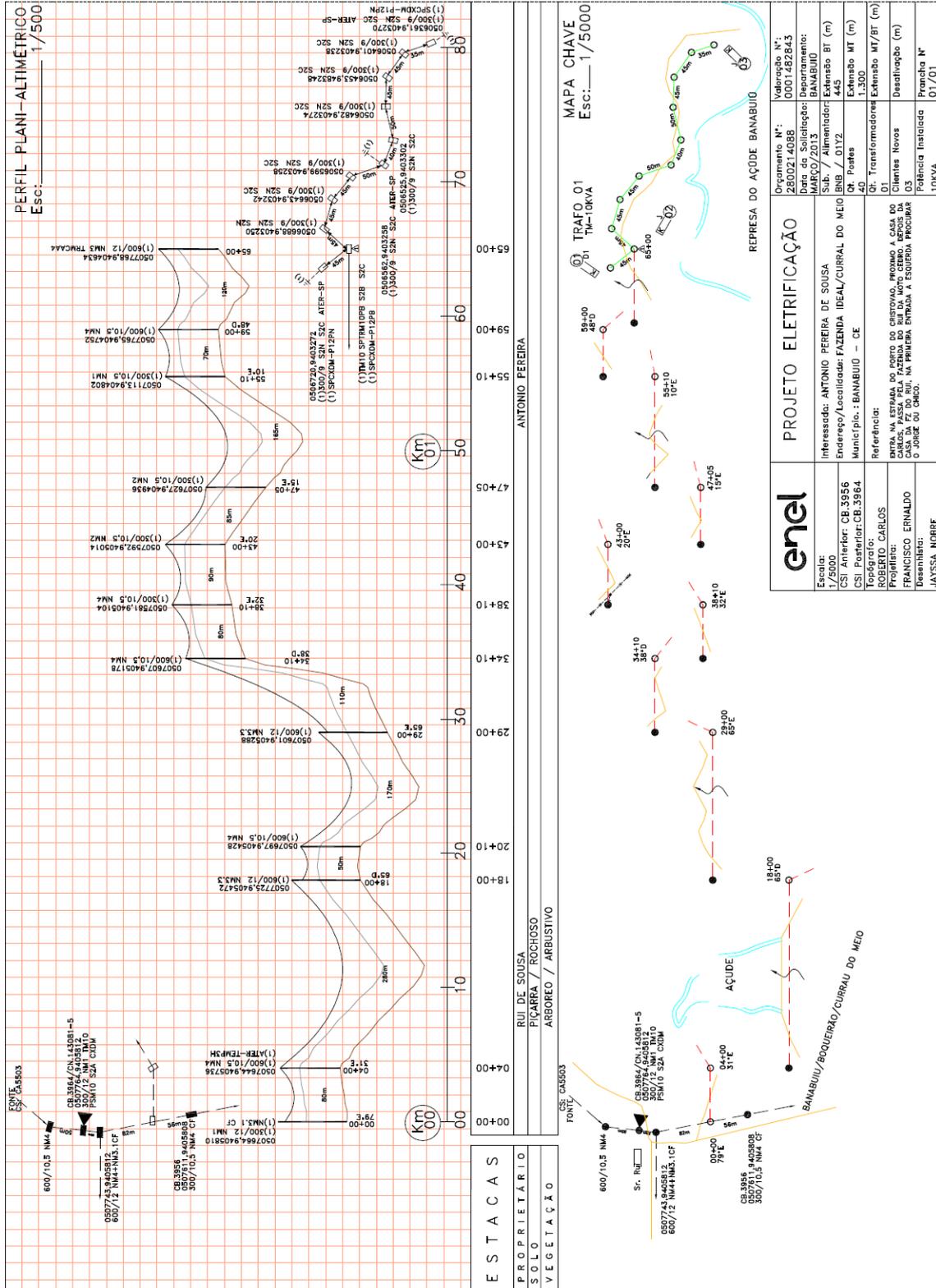


**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

- Perímetro: Brasil
- Função Apoio: -
- Função Serviço: -
- Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 14 – Perfil planialtimétrico**



|                                  |   |                              |
|----------------------------------|---|------------------------------|
|                                  | <b>PROJETO ELETRIFICAÇÃO</b>  |                              |
|                                  | Organismo N°:<br>2800214086   | Valorção N°:<br>0001482845   |
| Escala:<br>1/5000                | Endereço/Localidade:<br>FAZENDA IDEAL/CURRAL DO MEIO  | Departamento:<br>Banabuiu    |
| CSI Anterior:<br>CB.3956         | Substituição:<br>Alimentador BNB / 01Y2   | Extensão BT (m):<br>445      |
| CSI Posterior:<br>CB.3964        | Município:<br>BANABUIU - CE   | Extensão MT (m):<br>1.300    |
| Topógrafo:<br>ROBERTO CARLOS     | Referência:<br>ENTRA NA ESTRADA DO PORTO DO CRYSTAL, PROMO A CASA DO ROBERTO CARLOS, PASSA PELA FAZENDA DO RUI DA MOTO CERBO, DEPOIS DA FAZENDA DO CARLOS, NA PRIMEIRA ENCRUADA A ESQUERDA PROCURAR O SINAL DO GRUPO. | Qt. Transformadores:<br>01   |
| Desenhista:<br>FRANCISCO ERNALDO | Referência:<br>JATISSA NOBRE  | Extensão MT/BT (m):<br>1.300 |
| Cliente:<br>FRANCISCO ERNALDO    | Referência:<br>JATISSA NOBRE  | Desatligação (m):<br>03      |
| Referência:<br>JATISSA NOBRE     | Referência:<br>JATISSA NOBRE  | Referência:<br>JATISSA NOBRE |

**E S T A C A S**

PROPRIETÁRIO  
SOLO  
VEGETAÇÃO

RUI DE SOUSA  
PIÇARRA / ROCHOSO  
ARBUSTIVO / ARBUSTIVO

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Desenho 15 – Simbologia de Projeto**

| SIMBOLOGIA DOS CONDUTORES  |            |
|--|------------|
| CONDUTORES   | SIMBOLOGIA |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 2 AWG  | C002       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 4 AWG  | C004       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 6 AWG  | C006       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 1/0 AWG  | C010       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 2/0 AWG  | C020       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 3/0 AWG  | C030       |
| CONDUTOR COBRE BITOLA 4/0 AWG  | C040       |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 2 AWG   | AN002      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 4 AWG   | AN004      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 1/0 AWG   | AN010      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 2/0 AWG   | AN020      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 4/0 AWG   | AN040      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO BITOLA 266 MCM   | AN266      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO LIGA 50-A3-7   | LA050      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO LIGA 70-A3-7   | LA070      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO LIGA 120-A3-19   | LA120      |
| CONDUTOR ALUMÍNIO LIGA 160-A3-19   | LA160      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 16 mm <sup>2</sup>  | CN016      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 25 mm <sup>2</sup>  | CN025      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 35 mm <sup>2</sup>  | CN035      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 50 mm <sup>2</sup>  | CN050      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 70 mm <sup>2</sup>  | CN070      |
| CONDUTOR COBRE SEÇÃO 95 mm <sup>2</sup>  | CN095      |
| CABO DE ALUMÍNIO COBERTO 70 mm <sup>2</sup>                                    | SP070      |
| CABO DE ALUMÍNIO COBERTO 185 mm <sup>2</sup>                                   | SP185      |
| CABO DE ALUMÍNIO COBERTO 240 mm <sup>2</sup>                                   | SP240      |
| CABO DE ALUMÍNIO ISOL. MULTIPLEXADO 50 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>  | AM050      |
| CABO DE ALUMÍNIO ISOL. MULTIPLEXADO 95 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>  | AM095      |
| CABO DE ALUMÍNIO ISOL. MULTIPLEXADO 150 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup> | AM150      |
| CABO DE AÇO COBRE 3X10AWG – 15,78 mm <sup>2</sup>                              | AC015      |
| CABO DE AÇO COBRE 3X8AWG – 25,10 mm <sup>2</sup>                               | AC025      |
| CABO DE AÇO COBRE 7X10AWG – 36,83 mm <sup>2</sup>                              | AC036      |
| CABO DE AÇO COBRE 7X7AWG – 73,86 mm <sup>2</sup>                               | AC073      |
| CABO DE AÇO COBRE 7X6AWG – 93,09 mm <sup>2</sup>                               | AC093      |
| CABO DE AÇO ALUMÍNIO 1X8AWG – 8,37 mm <sup>2</sup> – FAL3,26mm                 | AA008      |
| CABO DE AÇO ALUMÍNIO 3X8AWG – 25,10 mm <sup>2</sup>                            | AA025      |
| CABO DE AÇO ALUMÍNIO 7X8AWG – 59,57 mm <sup>2</sup>                            | AA059      |
| CABO DE AÇO ZINCADO 7,50 mm <sup>2</sup> – FAZ3,09mm                           | AZ007      |
| CABO MULTIPLEXADO DE ALUMÍNIO 1X25 mm <sup>2</sup> + 1X25 mm <sup>2</sup>      | AM025M     |
| CABO MULTIPLEXADO DE ALUMÍNIO 3X25 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>      | AM025T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE ALUMÍNIO 3X50 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>      | AM050T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE ALUMÍNIO 3X95 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>      | AM095T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE ALUMÍNIO 3X150 mm <sup>2</sup> + 1X70 mm <sup>2</sup>     | AM150T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE COBRE 1X16 mm <sup>2</sup> + 1X16 mm <sup>2</sup>         | CM016M     |
| CABO MULTIPLEXADO DE COBRE 3X16 mm <sup>2</sup> + 1X16 mm <sup>2</sup>         | CM016T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE COBRE 3X35 mm <sup>2</sup> + 1X35 mm <sup>2</sup>         | CM035T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE COBRE 3X70 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>         | CM070T     |
| CABO MULTIPLEXADO DE COBRE 3X95 mm <sup>2</sup> + 1X50 mm <sup>2</sup>         | CM095T     |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| SIMBOLOGIA                                      | PROJETO | CADASTRO |
|---|---------|----------|
| POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A IMPLANTAR    | 1       |          |
| POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A RETIRAR      | 3       |          |
| POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A SUBSTITUIR   | 2       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE A IMPLANTAR         | 1       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE A RETIRAR           | 3       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE A SUBSTITUIR        | 2       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A IMPLANTAR        | 1       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A RETIRAR          | 3       |          |
| TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A SUBSTITUIR       | 2       |          |
| TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE               |         |          |
| TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE**             |         |          |
| TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINE              |         |          |
| TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE              | c       | c        |
| TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE**            |         |          |
| RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A IMPLANTAR  | 1       |          |
| RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A RETIRAR    | 3       |          |
| RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A SUBSTITUIR | 2       |          |
| CHAVE MAGNÉTICA A IMPLANTAR                     | 1       |          |
| CHAVE MAGNÉTICA A RETIRAR                       | 3       |          |
| CHAVE MAGNÉTICA A SUBSTITUIR                    | 2       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR   | 1       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR     | 3       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR  | 2       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A IMPLANTAR        | 1       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A RETIRAR          | 3       |          |
| LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR       | 2       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR      | 1       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR        | 3       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR     | 2       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR           | 1       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A RETIRAR             | 3       |          |
| LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR          | 2       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR     | 1       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR       | 3       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR    | 2       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR          | 1       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A RETIRAR            | 3       |          |
| LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR         | 2       |          |
| ESTAI DE POSTE A POSTE                          |         |          |
| ESTAI DE CRUZETA A POSTE                        |         |          |
| PARA-RAIO TIPO VÁLVULA                          | 1       |          |
| ATERRAMENTO A IMPLANTAR                         | 1       |          |
| ATERRAMENTO A RETIRAR                           | 3       |          |
| ATERRAMENTO A SUBSTITUIR                        | 2       |          |
| ATERRAMENTO NO DESLIGAMENTO                     |         |          |
| FERROVIA  |         |          |
| CERCA   |         |          |
| DESCARREGADOR DE CHIFRES                        | 1       |          |

**Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

| EQUIPAMENTOS   | PROJETO | CADASTRO |
|--|---------|----------|
| UC JÁ LIGADA – REFERÊNCIA                              |         |          |
| UC A SER LIGADA  |         |          |
| UC EM CONSTRUÇÃO                                       |         |          |
| UC DE TAIPA  |         |          |
| REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA                          |         |          |
| REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA                        |         |          |
| LINHA DE TRANSMISSÃO ≤230kV (COR MARROM)               |         |          |
| REDE DE TELECOMUNICAÇÃO (COR CYAN)                     |         |          |
| CRUZAMENTO COM LIGAÇÃO                                 |         |          |
| CRUZAMENTO SEM LIGAÇÃO                                 |         |          |
| ENCABEÇAMENTO PRIMÁRIO                                 |         |          |
| ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO                               |         |          |
| ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE ABERTO (NOTA 2)  |         |          |
| ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE FECHADO (NOTA 2) |         |          |
| MUDANÇA DE SEÇÃO DE CONDUTOR                           |         |          |
| SECCIONAMENTO DO PRIMÁRIO                              |         |          |
| SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO                            |         |          |
| SECCIONAMENTO DO CONTROLE                              |         |          |
| CHAVE FUSÍVEL SEM ABERTURA EM CARGA                    |         |          |
| CHAVE FUSÍVEL COM ABERTURA EM CARGA                    |         |          |
| CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA                               |         |          |
| CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR SEM ABERTURA EM CARGA      |         |          |
| CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR COM ABERTURA EM CARGA      |         |          |
| CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM ABERTURA EM CARGA      |         |          |
| CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR COM ABERTURA EM CARGA      |         |          |
| RELIGADOR MONOFÁSICO                                   |         |          |
| RELIGADOR TRIFÁSICO                                    |         |          |
| SECCIONALIZADOR MONOFÁSICO                             |         |          |
| SECCIONALIZADOR TRIFÁSICO                              |         |          |
| CAPACITOR FIXO   |         |          |
| CAPACITOR AUTOMÁTICO                                   |         |          |
| REGULADOR DE TENSÃO                                    |         |          |
| UNIDADE TERMINAL REMOTA                                |         |          |
| SUBESTAÇÃO COM TENSÃO DE DISTRIBUIÇÃO (NOTA 2)         |         |          |
| PADRÃO COM POSTE AUXILIAR A IMPLANTAR                  | D1      | D1       |
| PADRÃO COM PONTALETE TIPO "J" A IMPLANTAR              | J       | J        |
| KIT DE INSTALAÇÃO INTERNA LPT A IMPLANTAR              | K       | K        |
| REDE ENEL COM 3 FASES E 1 NEUTRO                       |         |          |
| REDE DE BAIXA TENSÃO AÉREA (COR VERDE)                 |         |          |
| REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERDE)           |         |          |
| REDE DE MÉDIA TENSÃO AÉREA (COR VERMELHA)              |         |          |
| REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERMELHA)        |         |          |
| REDE DE MÉDIA TENSÃO COMPACTA (COR VERMELHA)           |         |          |
| REDE DE ALTA TENSÃO – 69kV (COR AZUL)                  |         |          |
| SELO DE SEGURANÇA PARA OBRAS                           |         |          |

NOTAS: 1 – OS SÍMBOLOS ACIMA DEVERÃO TER AO LADO OS NÚMEROS 1, 2 E 3 RESPECTIVAMENTE PARA OS EQUIPAMENTOS A SEREM INSTALADOS, SUBSTITUÍDOS E RETIRADOS;  
2 – PARA USO EM DIAGRAMA UNIFILAR.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas de Média e Baixa Tensão

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- 
- 8.3. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo A - Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão**
- 8.4. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo B - Fatores de Demanda e de Carga de Consumidores MT/BT**
- 8.5. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo C – Orçamento Resumo**
- 8.6. CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR – Anexo D – Modelo de Termo de Servidão e Permissão de Passagem em Propriedade Particular**