

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas 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 .....	2
4.	REFERÊNCIAS .....	2
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO ORGANIZACIONAL NA TAXONOMIA DE PROCESSOS .....	4
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	4
7.	DESCRIÇÃO.....	7
7.1.	Considerações Gerais .....	7
7.2.	Elaboração de Projeto de Redes de Distribuição Subterrâneas .....	8
7.3.	Obtenção de Dados Preliminares.....	9
7.4.	Levantamento de Carga e Determinação das Demandas .....	13
7.5.	Condutores .....	22
7.6.	Configuração de Rede Subterrânea.....	24
7.7.	Conversão Rede Aérea para Rede Subterrânea .....	40
7.8.	Centro de Transformação MT/BT.....	46
7.9.	Dimensionamento Elétrico.....	48
7.10.	Dimensionamento Mecânico .....	52
7.11.	Proteção e Seccionamento.....	53
7.12.	Conexões.....	53
7.13.	Qualidade e Confiabilidade da Rede.....	54
7.14.	Apresentação do Projeto .....	54
7.15.	Execução e Comissionamento da Obra .....	57
7.16.	Fiscalização da Obra .....	59
8.	ANEXOS .....	59
8.1.	Anexo A - Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico .....	59
8.2.	Anexo B - Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão.....	59
8.3.	Anexo C - Fatores de Demanda e Fatores de Carga de Consumidores de BT e MT .....	59
8.4.	Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas .....	59
8.5.	Desenho 02: Simbologia de Projeto .....	59
8.6.	Desenho 03: Modelo de Planta .....	59

RESPONSÁVEL POR OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO BRASIL

**Nilson Baroni Jr.**

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas 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 Subterrâneas de Média e de Baixa Tensão do Sistema Elétrico da Enel Distribuição Ceará / Enel Distribuição Goiás / Enel Distribuição Rio / Enel Distribuição São Paulo, 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 Ceará, Goiás, Rio, e São Paulo.

## 2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	27/02/2019	Emissão da especificação técnica de construção. Este documento cancela e substitui WKI-OMBR-MAT-18-0250-INBR, WKI-OMBR-MAT-18-0061-EDCE, NTC-35, NTC- 62 e NTC-64.
2	17/12/2019	Itens incluídos: 5, 7.6, 7.7, 7.8 (sendo renumerados os demais itens da revisão anterior), Figuras 03, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 16 a 24 e Anexo C. Itens alterados: 1, 2, 3, 4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.12, 7, Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11 Tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15.

## 3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Operação e Manutenção Brasil.

Responsável pela autorização do documento:

- Operação e Manutenção Brasil;
- Qualidade de Processos.

## 4. REFERÊNCIAS

- Procedimento Organizacional n.375, Gestão da Informação Documentada;
- Código Ético do Grupo Enel;
- Plano de Tolerância Zero à Corrupção;
- PRODIST, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional;
- Resolução Normativa ANEEL N° 414 de 09/09/2010, estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada;
- NR 10, Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 15, Atividades e Operações Insalubres;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- NR 19, Explosivos;
- NR 21, Trabalho a Céu Aberto;
- ABNT NBR 6118, Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;
- ABNT NBR 6916, Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal;
- ABNT NBR 7211, Agregados para concreto - Especificação;
- ABNT NBR 7229, Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos;
- ABNT NBR 7480, Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação;
- ABNT NBR 7680, Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto;
- ABNT NBR 9050, Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- ABNT NBR 11768, Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos;
- ABNT NBR 12655, Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento;
- ABNT NBR 13133, Execução de Levantamento Topográfico;
- ABNT NBR 13231, Proteção contra incêndio em subestações elétricas;
- ABNT NBR 13434-2, Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores;
- ABNT NBR 14165, Travessia Férrea – Travessia por linhas e redes de energia elétrica – requisitos;
- ABNT NBR15715, Sistema de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de energia e telecomunicações – Requisitos;
- ABNT NBR 15749, Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR, Critério de Projeto de Redes Aéreas MT/BT;
- IEC60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV up to 30kV. Part. 1: Cables for rated voltages of 1kV and 3kV;
- GSC-001, Global Standard - Technical Specification of Medium Voltage Cables with Rated Voltage  $U_0/U_c(U_m)$  8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV and 20/34,5(37,95) kV;
- GSC-002, Global Standard - Technical Specification of Low Voltage Cables with Rated Voltage  $U_0/U_c(U_m)$  0,6/1,0 (1,2) kV;
- Instrução Operacional n.1659, Critérios de Soluções Construtivas e Design de Subestação de Comutação de Média Tensão – Centro Satélite;
- Instrução Operacional n.1696, Projeto e construção de Linhas de BT;
- Instrução Operacional n.1896, Regras e Diretrizes para Projeto e Construção de Redes de Média Tensão;
- Instrução Operacional n.1698, Critérios Técnicos de Desenvolvimento da Rede AT, MT e BT;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- GSCC-004, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold Shrink Compact Joints For MV Cables;
- GSCC-005, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold Shrink Terminations For MV Cables;
- GSCC-006, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable Connectors For MV Cables;
- GSM-001, MV RMU With Switch-Disconnecter;
- GST-001, Global Standard - MV/LV Transformers.

## 5. POSIÇÃO DO PROCESSO ORGANIZACIONAL NA TAXONOMIA DE PROCESSOS

Cadeia de Valor / Área do Processo: Gestão de Redes

Macroprocesso: Gestão de Materiais

Processo: Padronização de Componentes da Rede

## 6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
Anteprojeto	Constituído de planta de situação georreferenciada, indicando ruas, avenidas e planta baixa, apresentando: caminhamento, distâncias, seções dos condutores, cargas, arranjo escolhido, sistemas de proteção adotada, equipamentos a instalar, relação dos principais materiais e custo aproximado da proposta.
Área tombada	Área transformada em patrimônio oficial público ou sob tutela do poder público, por reconhecimento de valor histórico.
Arranjo de Distribuição	Sistema, ou parte de sistema de potência no qual, dependendo da configuração, pode haver fluxo de energia em dois sentidos, correspondendo à configuração da rede.
Atestado de Viabilidade Técnica - AVT	Documento emitido pela Distribuidora que informa se o sistema elétrico é capaz de suprir a demanda estimada pelo interessado e que indica a necessidade ou não de obras de suporte.
Base para Subida em Poste	Estrutura formada por canaleta de aço zincado e concreto simples, destinada a proteção mecânica dos condutores de interligação entre as redes elétricas aéreas e subterrâneas.
Caixa de Passagem	Caixa de concreto ou outro material resistente aos esforços mecânicos do solo, lacrável, pré-fabricada ou não, subterrânea, com tampa de concreto ou de ferro fundido, pode ser provida furos longitudinais para dutos, olhais para puxamento de condutores, destinada a manuseio de condutores de Baixa Tensão e passagem de cabos de Média Tensão, conforme padrão da Distribuidora com logotipo da Enel. Deve ser instalada em áreas com acesso permitido somente para pedestre, destinada a auxiliar o lançamento dos condutores, conforme padrão da Distribuidora.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Palavras Chaves	Descrição
Carga Instalada	É a soma das potências nominais de todos os aparelhos e dispositivos instalados nas dependências das unidades consumidoras, os quais, em qualquer tempo, podem consumir Energia Elétrica.
Condição N	Estado permanente da rede, na configuração padrão, com todos os elementos disponíveis.
Condição N-1	Estado temporário da rede, em uma configuração modificada, devido a indisponibilidade de um elemento. No caso da rede de média tensão, considera-se condição N-1, a falha de um trecho do circuito que conecta dois centros de transformação ou centros de transformação e clientes de média tensão.
Centro de Transformação de Superfície - CTS	Centro de Transformação de Superfície construído ao nível do solo, provido de acesso para equipamentos, ventilação natural ou forçada, iluminação, fácil acesso para a via pública, destinado a instalação de equipamentos de transformação, proteção e seccionamento (RMU) do sistema elétrico de distribuição.
Centro Satélite - CS	Correspondem a um nó de Média Tensão, onde uma ou mais linhas de média tensão convergem e onde várias linhas de saída de média tensão se originam. Cada linha de saída de Média Tensão contempla disjuntores (INT). A infraestrutura para a instalação de um Centro Satélite (equipamentos, proteção etc.), é semelhante ou equivalente ao deslocamento de uma barra de média tensão da subestação.
Demanda	Média das potências elétricas instantâneas solicitadas por um consumidor durante um período especificado.
Distribuidora	Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de Distribuição de Energia Elétrica. Entende-se por: Enel Distribuição Ceará ou Enel Distribuição Goiás ou Enel Distribuição Rio ou Enel Distribuição São Paulo.
Edificação incombustível	Toda construção, incluindo revestimento, forro, cobertura, subcobertura e isolantes termo acústicos que, nas condições esperadas de uso, não auxiliam a combustão e nem adicionam calor a um ambiente em caso de sinistro.
Edificação resistente ao fogo	Construção com propriedade de resistir à ação do fogo por tempo determinado, mantendo sua segurança estrutural.
Equipamentos a nível de superfície	Equipamentos que devem ser instalados a nível de superfície ou a nível de solo (locais abrigados), pois não possuem capacidade de submersão.
Horizonte de Projeto	Período de tempo futuro, estimado em 5 (cinco) anos, para vida útil da rede, considerando o crescimento de consumo, dentro das condições para a qual foi dimensionada e o perfil de carga dos consumidores.
LILO	Line In / Line Out (Entrada de linha/Saída de linha).

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Palavras Chaves	Descrição
Mapa Chave	Mapa correspondente à representação das áreas urbanas dos centros populacionais na escala de 1:5000 ou seus múltiplos, até o limite de 1:25000.
Mapa Planimétrico	Mapa correspondente à planimetria de uma quadrícula de 500m (ordenada) por 500m (abscissa), na escala 1:1000, com área de 0,25km <sup>2</sup> , desenhado no formato A1.
Média Tensão	Tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e inferior a 69 kV.
Ponto de Entrega	É a conexão do sistema elétrico da Distribuidora com a unidade consumidora e situa-se no limite da via pública com a propriedade onde esteja localizada a unidade consumidora.
Ponto de Manobra	Ponto na rede que permite a execução de manobras com ou sem tensão.
Ponto Significativo - PS	Ponto do sistema elétrico que limita um trecho do circuito elétrico. Normalmente são pontos de ligação de cargas, instalação de equipamentos mudança de alinhamento, mudança da seção dos condutores, mudança do número de fases, mudança do nível de tensão e local de instalação de equipamentos.
Quadro de Distribuição Pedestal - QDP	Conjunto de dispositivos elétricos (barramentos, isoladores e outros), montados em uma caixa de fibra de vidro com poliuretano injetado, destinados à operação (ponto de manobra) de circuitos secundários, instalada apoiada em base de concreto ou embutida em parede.
RMU	Ring Main Unit – MV Switchgear.
Talude	Considera-se talude o terreno cuja superfície é formada por um plano inclinado (rampa), seja terreno natural ou resultado de um aterro ou corte no terreno, onde podem ocorrer fenômenos de instabilidade associados ao deslocamento do solo.
Trecho	Considera-se trecho a extensão de condutor entre o seu seccionamento ou entre caixas, o que for de menor comprimento.
Classe de consumidor Nível "A"	Unidade consumidora de pequeno porte onde o consumo predominante seja o de iluminação interior, incluindo neste nível os consumidores de baixa renda.
Classe de consumidor Nível "B"	Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média, com utilização de aparelhos eletrodomésticos convencionais.
Classe de consumidor Nível "C"	Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média alta, com carga de iluminação significativa, aparelhos de ar condicionado, chuveiros elétricos etc.
Classe de consumidor 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.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 7. DESCRIÇÃO

### 7.1. Considerações Gerais

Este documento aplica-se às seguintes condições:

- a) Projetos especiais de extensão de Redes Subterrâneas de Distribuição de Média Tensão (até 34.500 Volts) e de Baixa Tensão (380 Volts, 240 Volts ou 220 Volts conforme a tensão trifásica de distribuição local) em locais já existentes;
- b) Projetos especiais de extensão, reforma e melhoria de Redes Subterrâneas de Distribuição de Média Tensão (até 34.500 Volts) e de Baixa Tensão (380 Volts, 240 Volts ou 220 Volts conforme a tensão trifásica de distribuição local) executadas pela Distribuidora em locais já existentes.
- c) Conversão de rede aérea existente de MT/BT para rede subterrânea MT/BT.

**Nota 1:** Para as obras de extensão, reforma, melhoria e conversão de rede de distribuição subterrânea, o critério para a realização do projeto deve adotar equipamentos instalados ao nível de superfície, abrigados e sem capacidade de submersão. Outros critérios de projeto podem ser adotados após avaliação e aprovação da distribuidora.

O sistema elétrico de distribuição da Enel no Brasil é predominantemente aéreo e constituído por redes de distribuição de MT a 3 (três) condutores fases, transformadores delta-estrela com neutro acessível, solidamente aterrado com defasamento angular de 1 hora da MT com relação à BT (DYN1) e redes de distribuição de BT a 4 (quatro) condutores, sendo 3 (três) fases e 1 (um) neutro.

A rede subterrânea é um tipo de rede especial, cuja tomada de decisão de utilização depende de estudo de viabilidade em relação as demais alternativas disponíveis, considerando o investimento prudente e o padrão da rede no local.

**Nota 2:** Redes subterrâneas são consideradas projetos especiais e não fazem parte do Padrão oficial estabelecido pela Distribuidora. Portanto, conforme opção formal prévia feita pelo interessado na utilização de projetos especiais para obras de responsabilidade do interessado, as distribuidoras da Enel no Brasil devem observar se há viabilidade técnica para aceitação deste tipo de projeto e as condições para conexão.

A rede subterrânea é constituída por redes de distribuição de MT a 3 (três) condutores fase, transformadores delta-estrela com neutro acessível, solidamente aterrado com defasamento angular de 1 hora da MT em relação à BT (DYN1) e redes de distribuição de BT a 4 (quatro) condutores, sendo 3 (três) fases e 1 (um) neutro.

A rede de média tensão subterrânea deve ser projetada e construída em área pública, preferencialmente na pista de rolamento cujos espaçamentos estão definidos nos padrões da Distribuidora. A rede de baixa tensão deve ser projetada e construída em área pública, preferencialmente no passeio. Em casos especiais a rede de média tensão pode ser projetada e construída no passeio, desde que exista legislação específica do município (lei de uso e ocupação do solo, plano diretor, código de postura do município, lei orgânica, etc.).

O caminhamento da rede subterrânea, seja de média ou baixa tensão, deve ser o mais retilíneo possível, sempre paralelo (sem cruzamentos no mesmo caminhamento), evitando grandes mudanças de direção, respeitando os raios de curvatura dos condutores utilizados e a possibilidade de utilização dos equipamentos para a instalação dos cabos.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

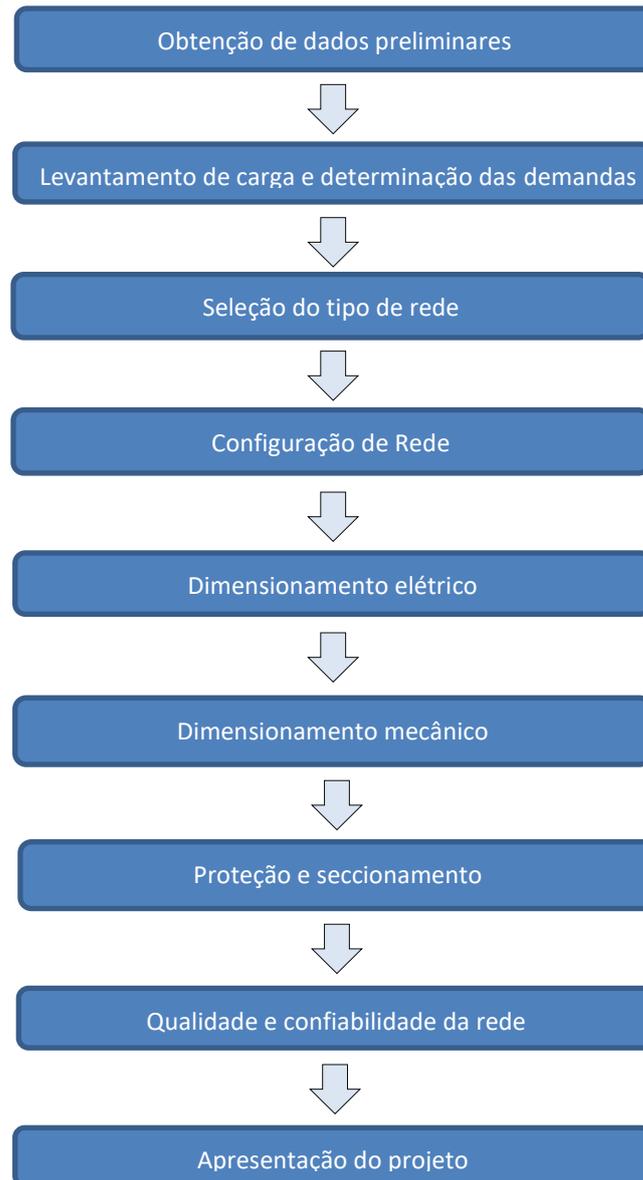
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 7.2. Elaboração de Projeto de Redes de Distribuição Subterrâneas

A elaboração dos projetos de redes distribuição subterrâneas deve seguir o fluxograma apresentado na Figura 1.



**Figura 1** - Roteiro para elaboração de projetos

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

**Áreas de aplicação**

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

### 7.3. Obtenção de Dados Preliminares

O projetista deve fazer o levantamento de todas as informações pertinentes para que o projeto da rede atenda a todos os critérios elétricos, mecânicos, de segurança, qualidade e confiabilidade requeridos. Os itens a seguir (7.3.1 e 7.3.2) indicam o tipo de informação necessária para o projeto.

#### 7.3.1 Características Gerais do Sistema Elétrico

Na Tabela 1 são apresentadas as características do sistema elétrico da Enel Distribuição Ceará / Enel Distribuição Goiás / Enel Distribuição Rio / Enel Distribuição São Paulo.

Características	Infraestrutura e Redes Brasil na Operação de Distribuição			
	Ceará	Goiás	Rio	São Paulo
Frequência (Hz)	60			
Número de Fases	3			
<b>Sistema de Baixa Tensão</b>				
<p>Sistema Trifásico</p>	380 - Urbano e Rural		220 - Urbano 240 - Rural	220 Urbano e Rural
<b>Sistema de Média Tensão (kV)</b>				
Tensão nominal	13,8	13,8	11,95 - 13,8	8,7 / 15 - 13,8
Nível Básico de Isolamento no sistema de distribuição MT (kV)	95			
Nível máximo de curto circuito na barra da subestação (kA)	25	16	16	15/34/110
Conexão de transformador	MT – Delta e BT – estrela aterrada (Dyn1)			
<b>Condições Ambientais</b>				
Altitude Máxima (m)	< 1.000			
Temperatura Mínima (°C)	+14	0	-5	-7
Temperatura Máxima (°C)	+40			
Temperatura Média (°C)	+30			
Temperatura de operação (°C)	90			
Umidade Relativa Média (%)	> 80	> 80	Até 100	> 80
Nível de Contaminação (ABNT IEC/TR 60815)	Muito Pesado (IV)	Pesado (III)	Pesado (III)	Pesado (III)
Radiação Solar Máxima (Wh/m <sup>2</sup> )	1.000			
Resistividade térmica do solo	<b>Nota 1</b>			
<b>Condições de Instalação</b>				

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Características	Infraestrutura e Redes Brasil na Operação de Distribuição			
	Ceará	Goiás	Rio	São Paulo
Profundidade de montagem da MT	1m (via)			
Profundidade de montagem da BT	0,6m (passeio) e 0,8m (via)			
Distância horizontal entre dutos	0,1 m			
<b>Nota 1:</b> Consultar seção 7.6				
<b>Nota 2:</b> Diâmetro D da tubulação. Pode ser utilizado menor espaçamento com a devida análise térmica.				

**Tabela 1** - Principais Características do Sistema Elétrico para Rede Subterrânea

### 7.3.2 Planejamento Básico

#### 7.3.2.1. Mapeamento

O mapeamento deve fazer o gerenciamento e mitigação dos riscos, de maneira a evitar custos extras, atrasos e retrabalho, tais como problemas com licenças, com o dimensionamento da rede, problemas de qualidade dos materiais, condições climáticas adversas, qualificação do pessoal envolvido na construção, atrasos caso encontre sítio arqueológico, etc.

O roteiro para elaboração do mapeamento deve conter os seguintes passos:

- a) Obter plantas cadastrais da prefeitura e empresas de serviços públicos da área e fazer inspeção no local, levantando todas as informações necessárias à elaboração do projeto;
- b) Atualizar mapas e cadastros existentes por meio de levantamento topográfico, seguindo orientações da NBR 13133 e orientações da Distribuidora;
- c) Identificar rede existente (aérea ou subterrânea), condições locais de pavimentação, arborização e práticas locais de escavações sem autorização;
- d) Fazer esboço em campo das soluções viáveis para o atendimento da nova carga;
- e) Compatibilizar as soluções encontradas com características específicas da área e posturas municipais, bem como conseguir as respectivas licenças e Atestado de Viabilidade Técnica da Distribuidora;
- f) Consultar os órgãos de Patrimônio Artístico e Cultural ou de Preservação Ambiental sempre que as instalações estejam inseridas, respectivamente, em área tombada ou de preservação ambiental;
- g) Definir o tipo de tubulação e caixas (quando aprovadas) em função do caminhamento escolhido e das características físicas do terreno;
- h) Planejar a rede para operar na condição N e na condição N-1 (média tensão).

#### 7.3.2.2. Obtenção de dados da Área do projeto

Devem ser levantados os aspectos peculiares da área em estudo, observando-se:

- a) Grau de urbanização da área;
- b) Características das edificações;
- c) Dimensões dos lotes;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- d) Tendências regionais;
- e) Comparação com áreas semelhantes que tenham dados de carga e taxa de crescimento conhecidas;
- f) Levantamento da carga;
- g) Previsão da taxa de crescimento da carga;
- h) Meta para os indicadores de qualidade para o conjunto de unidades consumidoras.

### 7.3.2.3. 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) Obras de redes subterrâneas que interfiram na rede existente da Distribuidora ou outras obras consideradas especiais;
- c) Conexão de unidades consumidoras com cargas que possam causar perturbações no sistema ou cargas muito sensíveis a variações de tensão, independente da potência.

### 7.3.2.4. Compartilhamento de Infraestrutura

Novos projetos de extensão de rede subterrânea ou de conversão de redes aéreas a rede subterrânea, não devem prever o compartilhamento de valas, caixas e dutos destinados aos condutores de potência com outros circuitos, como os de telecomunicação.

O compartilhamento de infraestrutura subterrânea construída em datas anteriores a publicação deste critério deve seguir as regras de compartilhamento estabelecidas em documento específico publicado pela distribuidora.

### 7.3.2.5. Interferências e Pontos Significativos da Rede

Sempre que houver indícios da existência de interferências não mapeadas no subsolo, devem ser feitas sondagens prévias na área onde o projeto subterrâneo será executado. No projeto deve constar uma nota com a recomendação do procedimento sobre a sondagem que deve ser seguida.

Considera-se interferência qualquer infraestrutura ou condição do relevo local que dificulte ou inviabilize a passagem da rede de distribuição subterrânea, como sistemas de drenagem, com redes de iluminação, comunicações, gás, circuito fechado de TV e segurança, água, esgoto, drenagem de águas pluviais, sistemas de combate a incêndio, afloramento rochoso, lençol freático raso, áreas alagadas, áreas com intrusão salina, etc.

As caixas de ramal devem estar localizadas, preferencialmente entre as divisas das propriedades, evitando-se, com isso, sua localização em área de jardinagem ou sujeitas à escavação ou fluxo de veículos.

Os CTS's devem estar localizados em locais afastados de edificações como medida de proteção contra incêndio de acordo com a NBR 13231 e Tabela 2

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Tipo de líquido isolante	Distância do CT para a Edificação		
	Edificação resistente ao fogo por 2h	Edificação incombustível	Edificação combustível
Óleo mineral	1,5m	4,6m	7,6m
Óleo vegetal	1,5m	1,5m	7,6m

**Tabela 2** - Tabela de distâncias do CTS para edificações conforme o tipo de óleo

Os pontos de proximidade, cruzamento e paralelismo com interferências, devem ser cadastrados ao longo do caminhamento da rede subterrânea, como redes hidráulicas, telefônicas, esgoto, áreas com necessidade de detonação, etc.

O cadastro dos pontos significativos e interferências da rede devem estar num croqui com base do projeto civil, numerando sequencialmente todos os pontos significativos, indicando as disposições e forma de apresentação através plantas com cortes e detalhes específicos. As simbologias dos principais pontos significativos da rede estão descritas no item 8.5.

#### 7.3.2.6. Responsabilidades das Obras de Terceiros

O empreendedor é o responsável pela elaboração do projeto e construção da rede subterrânea, bem como pela contratação do serviço de execução das obras, sendo que, antes de sua execução, o projeto deve ser aceito pela Distribuidora e deve, obrigatoriamente, estar de acordo com os Padrões vigentes, com as normas ABNT e com as Normas e resoluções expedidas pelos órgãos oficiais competentes. Em caso de dúvidas no projeto por parte do empreendedor, a Distribuidora pode ser consultada para uma análise conjunta sobre pontos específicos e proposta de alternativas e restrições para segurança, confiabilidade e níveis de qualidade no fornecimento.

O empreendedor é o responsável pelo projeto e locação de todos os PS's da rede subterrânea, ou seja, estruturas que estejam afloradas do solo como cabines, quadros, casamatas, etc. Estas estruturas não podem interferir na acessibilidade dos passeios e devem estar em local acessível às equipes e veículos de manutenção, como equipamento guindauto. Além disso, os projetos de arquitetura e paisagismo são de responsabilidade do empreendedor e devem seguir o plano de zoneamento, código de obras e postura, plano diretor, lei de uso de ocupação do solo do município ou quaisquer documentos oficiais que racionalizem o uso do solo no local da obra.

O empreendedor é o responsável ainda pelo correto dimensionamento e fornecimento de todos os materiais e equipamentos tais como condutores, transformadores, proteções, aterramentos, ramal de ligação. É responsável também pelos cálculos de demanda e queda de tensão considerando todo o horizonte do projeto, cálculo e medição da tensão de passo e toque nos transformadores e cubículos metálicos, perfil da carga e a vida útil estimada da rede.

O empreendedor deve solicitar visita prévia da Distribuidora para verificar se os equipamentos e materiais adquiridos (inspecionados ou não) correspondem aos materiais homologados e ao padrão construtivo aceito como medida de mitigação de problemas no material e que venha a acarretar prejuízos após a construção e/ou custos adicionais com adequações.

No caso de obras em condomínio legalmente constituído, o empreendedor deve entregar o Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico, conforme anexo A.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O fluxo de documentos deve seguir as orientações da Distribuidora quanto à autoconstrução, fornecimento e conexão de redes de distribuição em tensão primária e secundária.

## **7.4. Levantamento de Carga e Determinação das Demandas**

### **7.4.1 Levantamento da Carga**

#### **7.4.1.1. 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 que provocam flutuação de tensão na rede são:

- a) Aparelhos de Raios X;
- b) Máquinas de solda;
- c) Fornos elétricos a arco;
- d) Fornos elétricos de indução com compensação por capacitores;
- e) Motores de potências elevadas (superiores a 50 cv);
- f) Retificadores e equipamentos de eletrólise;
- g) Outros que provoquem perturbações.

#### **7.4.1.2. Iluminação Pública**

Devem ser assinalados, na Planta Cadastral, a potência e tipo das lâmpadas, conforme simbologia de projeto do item 8.5. Os projetos de Iluminação Pública devem ser elaborados conforme prescrições contidas nas Especificações Técnicas de Construção da Distribuidora.

#### **7.4.1.3. Rede de Baixa Tensão**

##### **7.4.1.3.1. 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 seguintes recomendações:

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.

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

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

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

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

**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.

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

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

Onde:

Ia, Ib, Ic = correntes medidas nas fases A, B e C, em ampère;

Va, Vb, Vc = tensão medida entre fase e neutro, em volts.

a) 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 3.

Os consumidores residenciais devem ter suas demandas calculadas de acordo com a Equação 3 e suas demandas individuais calculadas conforme a Equação 4.

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

**Equação 3** - Demanda dos consumidores residenciais

Onde:

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

DMt = demanda máxima medida do transformador, em kVA;

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

Fdiv = fator de diversidade característico do grupo de consumidores de acordo com a Tabela 4 e Tabela 5.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

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

**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.

#### 7.4.1.3.2. 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 3.
- 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 o Anexo C;

Fp = Fator de Potência.

**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;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

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

Fp = Fator de Potência.

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

#### 7.4.1.3.3. 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.

#### 7.4.1.3.4. Determinação da Demanda Estimada por PS

Com base na Tabela 3 deve ser concentrada por PS da rede secundária a demanda diversificada dos consumidores nele ligados, de acordo com Equação 7.

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

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

Onde:

DMp = demanda máxima diversificada por PS, em kVA;

$\sum (Cic \times ni)$  = somatório das demandas individuais diversificadas dos consumidores, em kVA, por nível característico de acordo com a Tabela 3 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, considerando os fatores de potência).

**Nota 1:** Na Equação 7 devem ser computadas também as cargas dos consumidores especiais, considerando como demanda a sua carga nominal.

**Assunto:** Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas 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							
	Enel Distribuição Ceará Enel Distribuição Goiás				Enel Distribuição Rio			
	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 3** - 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 4** - 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 5** - Fator de Diversidade para Consumidores Rurais

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### 7.4.1.4. Rede de Média Tensão

##### 7.4.1.4.1. Processo por Medição

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

- a) 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 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.

**Nota 1:** 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)".

##### 7.4.1.4.2. 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.

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

**Áreas de aplicação**

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

$$F_d = \frac{D_{ma1}}{P_{trafo}}$$

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

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

**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, conforme indicado na especificação técnica de construção CNS-OMBR-MAT-19-0285-EDBR.

#### 7.4.2 Previsão da Taxa de Crescimento da Carga

- Na Tabela 6 estão caracterizados os fatores de multiplicação de demanda em função da taxa de crescimento.
- Dependendo das condições de crescimento da área, as demandas individuais calculadas no seção 7.4.1 devem ser multiplicadas pelos fatores da Tabela 6, em cujos resultados serão baseados os cálculos dos dimensionamentos das seções dos condutores, das redes de MT e de BT, bem como do carregamento final do transformador.
- A taxa de crescimento 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 seção 7.9, deve ser considerado um horizonte de 5 anos conforme o especificado na Instrução Operacional n.1698.

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 6** - Taxa de Crescimento Anual

#### 7.4.3 Cálculo de Queda de Tensão

##### 7.4.3.1. Queda de Tensão - Baixa 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 7.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Tensão Nominal (Volts)	Limites de Variação (Volts)							
	Ceará		Goiás		Rio		São Paulo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
220	-	-	-	-	202	231	202	231
380	350	399	350	399	-	-	350	399

**Tabela 7** - Níveis de Tensão BT

O comprimento máximo dos circuitos secundários é de 200 metros desde que atenda aos limites estabelecidos para queda de tensão.

O limite de queda de tensão deve ser:

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

Podem ser adotados os valores limites de queda de tensão do especificados no módulo 8 do PRODIST ao final do horizonte de projeto. O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado conforme a demanda.

O processo de cálculo está baseado no coeficiente de queda de tensão em % de  $kVA \times 100m$ , com o preenchimento da planilha orientativa no Anexo B, onde:

- 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 alimentada pelo 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 8;
- 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.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Condutor Alumínio (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão a 90°C (%/kVA x 100m)					
	220 V			380 V		
	Cos φ = 1,0	Cos φ = 0,90	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1,0	Cos φ = 0,90	Cos φ = 0,8
25	0,3340	0,3107	0,2811	0,1120	0,1041	0,0942
70	0,1233	0,1202	0,1113	0,0413	0,0403	0,0373
150	0,0573	0,0602	0,0578	0,0192	0,0202	0,0194
240	0,0348	0,0397	0,0394	0,0117	0,0133	0,0132
400	0,0208	0,0262	0,0269	0,0070	0,0088	0,0090

**Tabela 8** - Coeficientes de Queda de Tensão de BT

#### 7.4.3.2. Queda de Tensão - Média 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 9.

O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado também se simulando as transferências de carga previstas em projeto e considerando o fluxo de potência nos dois sentidos e conforme os padrões da Distribuidora, bem como as simulações na condição N-1.

Tensão Nominal (Volts)	Limites de Variação (Volts)							
	Ceará		Goiás		Rio		São Paulo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
11.950	-	-	-	-	11.114	12.547		
13.800	12.834	14.490	12.834	14.490	12.834	14.490	12.834	14.490
21.000	-	-	-	-	-	-	19.530	22.050
34.500	-	-	-	-	32.085	36.225	32.085	36.225

**Tabela 9** - Níveis de Tensão MT

Podem ser adotados os valores limites de queda de tensão do especificados no módulo 8 do PRODIST ao final do horizonte de projeto. O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado conforme a demanda.

O processo de cálculo está baseado no coeficiente de queda de tensão em %MVA.km - 13800V, com o preenchimento da planilha orientativa no Anexo B, onde:

- 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 10;
- F: queda de tensão em cada trecho, em volts;
- G: queda de tensão acumulada percentual.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Condutor Alumínio (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão a 75°C (%MVA.km - 13800V)		Queda de Tensão a 75°C (%MVA.km - 34500V)
	11,95kV	13,8kV	34,5kV
	Cos φ = 0,90		Cos φ = 0,90
95	0,3016	0,2261	-
185	0,1734	0,1301	-
240	0,1411	0,1059	0,0173
400	0,1009	0,0756	0,0124

**Tabela 10** - Coeficientes de Queda de Tensão de MT

### 7.5. Condutores

O dimensionamento e o número de condutores por fase devem ser determinados pelas demandas máximas, curto-circuito, tensão nominal, queda de tensão, distribuição espacial de carga, capacidade elétrica dos equipamentos, valor dos investimentos e custos das perdas ao final da análise econômica.

Para o projeto dos condutores devem ser seguidos os critérios abaixo:

- Para projetos de rede subterrânea considera-se a utilização dos condutores de alumínio listados na Tabela 11 e Tabela 12, conforme normas GSC-001, Global Standard - Technical Specification of Medium Voltage Cables with Rated Voltage e GSC-002, Global Standard - Technical Specification of Low Voltage Cables with Rated Voltage.
- Somente para aplicações específicas com a justificativa apropriada (grandes clientes especiais, linhas de MT de saída específicas da subestação AT / MT, reformas de rede, conversão de rede aérea para rede subterrânea, etc.), é possível usar cabos com condutores de alumínio e seção transversal de 400 mm<sup>2</sup>.
- Para os ramais de ligação deve-se adotar a queda de tensão indicada no 7.4.3.
- A distribuidora pode ajustar os valores de capacidade de corrente em função da curva de carga para estabelecer planos de operação.

Tipo de condutor (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)	Diâmetro Externo Aproximado (mm)	Curto-circuito no condutor (kA)	Blindagem (mm <sup>2</sup> )	Curto-circuito na blindagem (kA)
95	200	29,2	12,7	22,5	3,78
185	290	34,1	24,7	27	4,53
240	335	37	32,1	30	5,04
400	460	43,3	53,4	34,5	5,79

**Tabela 11** - Condutores de Unipolares de Alumínio com blindagem de cobre utilizados na rede de MT

A Tabela 11 considera os parâmetros abaixo:

- As correntes foram calculadas considerando um circuito de 8,7/15 kV por duto, e somente 1 duto de 160mm por vala.;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

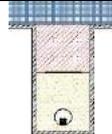
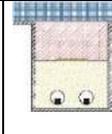
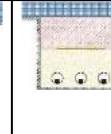
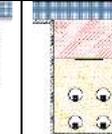
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- b) Tempo de atuação da proteção: 0,5s
- c) Temperatura do ambiente de 30° C;
- d) Temperatura inicial do condutor: 90°C;
- e) Temperatura final do condutor: 250°C;
- f) Resistividade do solo de 1mk/w;
- g) Fator de Carga de 100% para todos os condutores;
- h) Temperatura inicial da blindagem: 80°C (fios de cobre);
- i) Temperatura final da blindagem:180°C (fios de cobre).

Caso a aplicação tenha uma corrente de curto-circuito acima do informado na Tabela 11, deve ser feito o cálculo correspondente para a blindagem.

Seção do Condutor (mm <sup>2</sup> )	Corrente (A) <small>Nota 1:</small>				Diâmetro Externo Aproximado (mm)
					
25	95	86	81	76	10,9
70	156	140	133	125	15,2
150	250	225	213	200	20,6
240	331	298	281	265	25,6
400	495	446	421	396	32,4

**Nota 1:** As correntes foram calculadas considerando um circuito por duto, temperatura do solo de 20°C, temperatura máxima do condutor de 90°C, distância entre dutos de 250mm, profundidade de instalação de 0,6m e resistividade do solo de 1mK/W, e fator de carga de 100% para todos os circuitos.

**Tabela 12** - Condutores de Alumínio utilizados na rede de BT 0,6/1kV

Qualquer alteração das condições de instalação descritos anteriormente devem ser precedidas de revalidação dos valores de correntes admissíveis nos cabos.

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

**Áreas de aplicação**

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

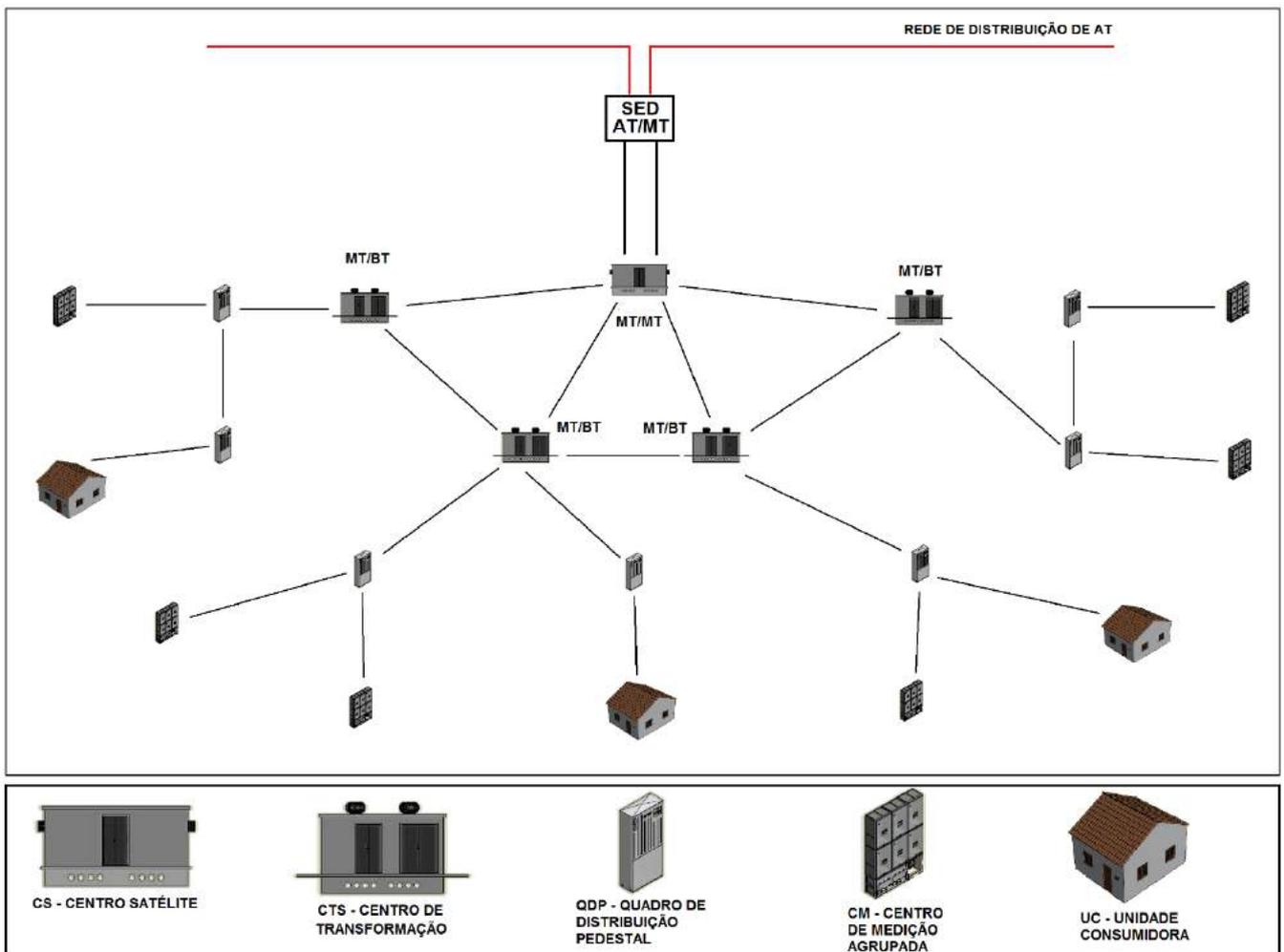
**7.6. Configuração de Rede Subterrânea**

**7.6.1 Configuração básica**

A Figura 2 mostra a configuração típica de uma rede subterrânea com todos os PS's e interligações entre eles.

A configuração para redes subterrâneas deve prevêr equipamentos e caixas de conexão instalados a nível de superfície, abrigados e sem capacidade de submersão.

Em locais com riscos de alagamentos ou sem espaço disponível para a instalação dos equipamentos no nível do solo, devem ser realizados projetos específicos, como por exemplo, utilização de equipamentos submersíveis instalados em câmaras transformadoras subterrâneas ou com utilização de equipamentos não-submersíveis instalados em edifícios de forma abrigada.



**Figura 2 - Configuração típica de uma rede subterrânea**

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.6.1.1. Rede Primária

Todos os circuitos distribuição de média tensão subterrânea devem ser projetados e construídos para operarem na condição N-1, desta forma, a falha de qualquer circuito de média tensão não deve causar o desligamento permanente de cargas.

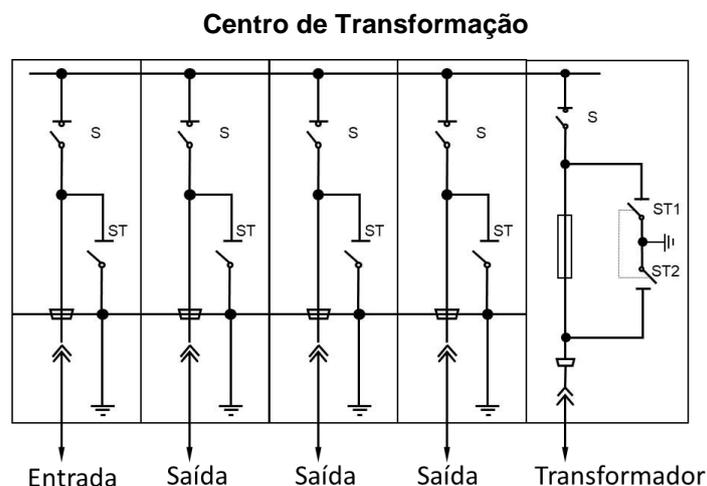
A condição N-1 deve ser garantida através da conexão de no mínimo dois circuitos de média tensão não radiais a cada centro de transformação, centro satélites ou clientes de media tensão.

Os centros de transformação, conforme Figura 3, tem como função realizar o seccionamento automático da rede primária, realizar a transformação de média tensão para baixa tensão e proteção dos circuitos de baixa tensão. Eles são formados pelo conjunto de:

- a) Cubículo com chave seccionadora de entrada;
- b) Cubículo com chave seccionadora de saída;
- c) Cubículo com chave seccionadora para derivação de circuito;
- d) Cubículo com proteção do transformador;
- e) Proteção dos circuitos de baixa tensão.

Os centros satélites, conforme Figura 4, tem como função estender a barra de média tensão da subestação AT/MT, até o centro de carga, permitindo redução de perdas e ganhos de qualidade. Os centros satélites são formados pelo conjunto de:

- a) Cubículos com seccionadora (com posição fechada, aberta ou aterrada) e interruptores
- b) Cubículo com proteção do transformador (quando necessário);
- c) Proteção dos circuitos de baixa tensão (quando necessário)



**Figura 3** – Centro de Transformação

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

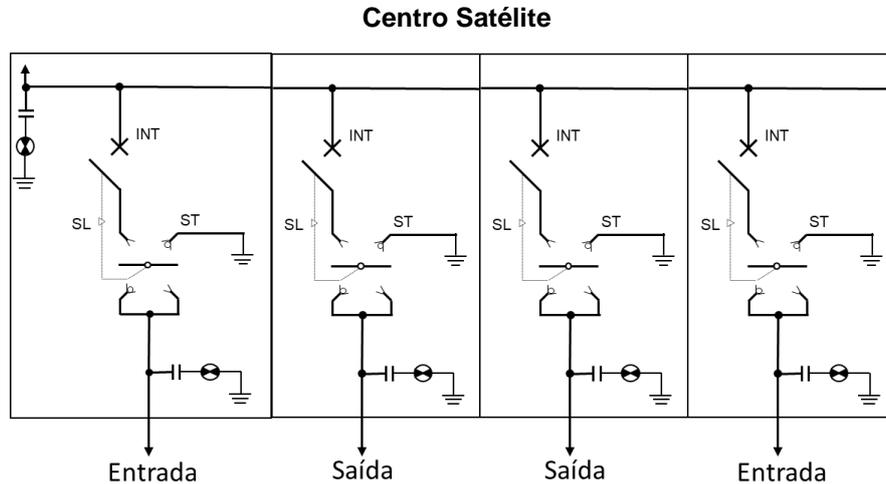
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



**Figura 4 – Centro Satélite**

Excepcionalmente e a critério da distribuidora, centros de transformação finais e clientes de média tensão em finais de circuitos, podem ser conectados radialmente (somente 1 fonte) desde centros de transformação ou centro satélites, quando:

- a) a potência instalada dos mesmos estiver dentro dos limites de atendimento emergencial com os geradores da distribuidora;
- b) não atendam serviços ou atividades essenciais;
- c) permitam a conexão rápida com geradores do cliente ou da distribuidora.

Em conexões radiais, não é permitida a instalação de emendas nos condutores de média tensão durante a etapa de construção.

Mesmo com o atendimento radial, deve ser reservado espaço suficiente para a instalação dos equipamentos necessários para a conexão com dois circuitos de média tensão.

Todos os equipamentos instalados devem estar preparados para o Telecomando.

A rede primária subterrânea deve apresentar as configurações básicas a seguir que devem ser selecionadas em função de análise das condições de atendimento de carga e análise técnico/econômico da distribuidora.

Podem ser projetadas outras configurações com objetivo de melhorar os indicadores de qualidade.

A linha em cor verde indica a conexão entre alimentadores diferentes, que deve operar em condição normalmente aberta e podem ser fechados durante a operação da rede.

Em todos os casos, deve ser evitado o fechamento de seccionadoras que resultem em paralelismo de transformadores de potência da subestação.

A operação de transformadores de potência em paralelos deve ser analisada pelas áreas de operação e manutenção das distribuidoras.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- a) **Radial com Recurso:** o sistema radial com recurso é um arranjo de distribuição com mais de um ponto de entrega. Ver Figura 5

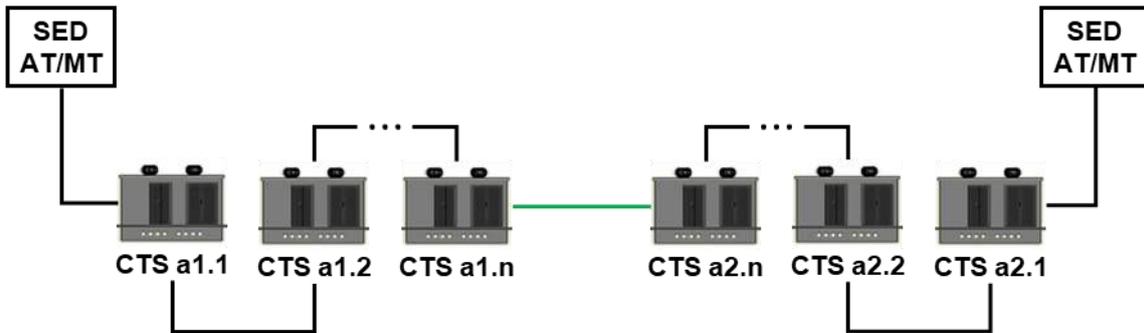


Figura 5 - Rede radial com recurso

- b) **Anel Aberto:** o circuito que opera em anel aberto entre dois alimentadores da mesma subestação. Pode ser utilizado quando não há outra subestação próxima para realizar a interconexão ou quando existir uma maior concentração de carga próxima da subestação. Ver Figura 6

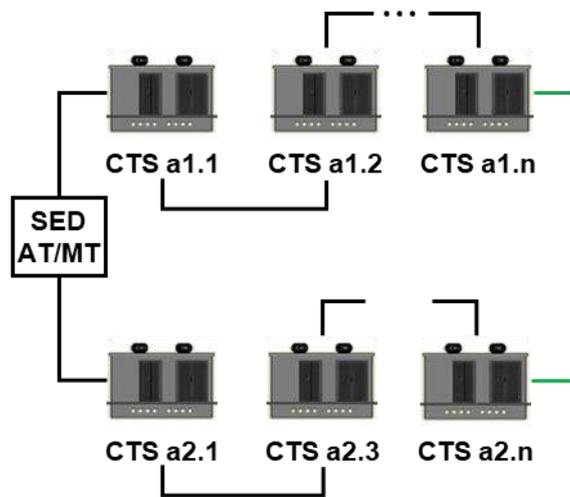


Figura 6 - Rede em anel aberto

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

**Áreas de aplicação**

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

- c) **Malha:** o esquema é constituído por pela conexão de uma alimentador a outros dois ou quatro alimentadores, conforme ilustrado na Figura 7 (a) e Figura 7 (b).

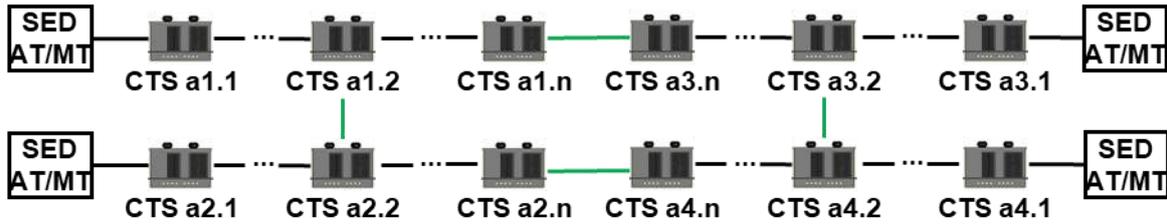


Figura 7 - Rede em malha com duas interconexões (a)

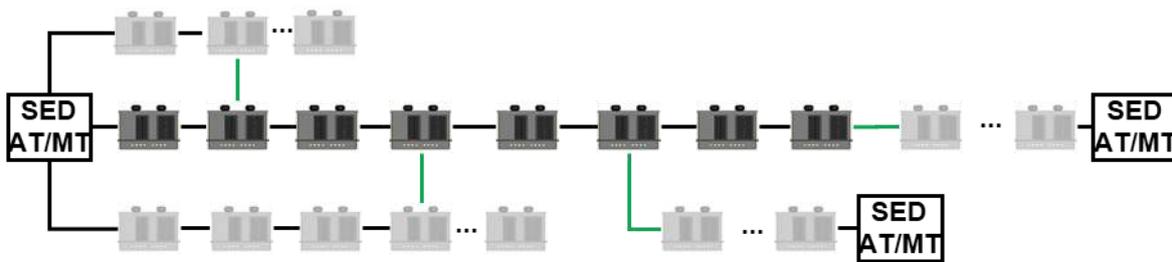


Figura 7 - Rede em malha com quatro interconexões (b)

- d) **Centro Satélite:** neste arranjo, o barramento de 1 ou mais subestações é estendido até o centro de carga, conforme ilustrado na Figura 8.

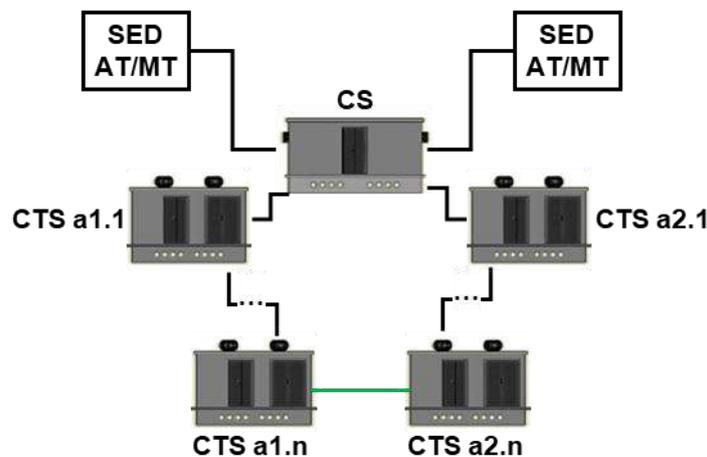


Figura 8 – Configuração com centro satélite

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

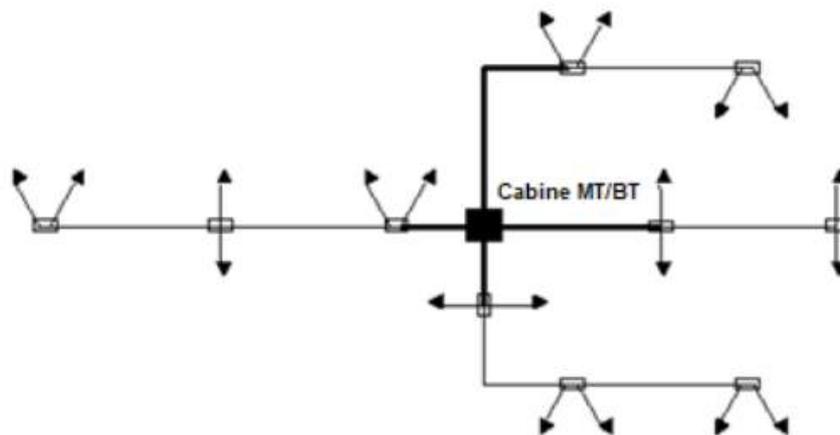
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.6.1.2. Rede Secundária

A rede secundária deve apresentar a configuração radial simples. A Figura 9 ilustra essa configuração.

Todas as derivações dos circuitos principais de baixa tensão devem ser realizados com um quadro de distribuição pedestal com seccionadora, que derivam os ramos para centros de medição ou para medição individual de cada cliente.

Não deve ser compartilhado os circuitos e infraestrutura (caixa e dutos) de transformadores de distribuição diferentes.



**Figura 9** - Rede secundária

### 7.6.2 Obra Civil

O método construtivo do padrão da rede de distribuição subterrânea não deve prevê a instalação de caixas subterrâneas destinadas a realização de emendas nos condutores, instalação de equipamentos, tracionamento de cabos, mudança de direção, etc. Todas as operações indicadas anteriormente devem ser realizadas em vala aberta, com dimensões adequadas para a atividade.

Devem ser atendidas as condições abaixo para que o método construtivo padrão indicado no parágrafo anterior possa ser utilizado.

- a) Circuitos da rede subterrânea de média tensão devem operando em condição N-1;
- b) A vala deve ser exclusiva para os dutos de distribuição de energia;
- c) Deve haver ordenamento do solo para garantir o afastamento das valas das redes de destruição de energia com redes de outros serviços;
- d) Eletricistas certificados para execução de emendas de média tensão diretamente enterradas. A certificação deve ser emitida por organismo certificador com base na especificação dos fabricantes de emenda ou, quando este não estiver disponível no Brasil, a distribuidora deve estabelecer critérios para aprovação de capacidade técnica dos eletricistas;
- e) Espaço disponível para abertura de vala de 1,5m de largura por 7m de comprimento para a realização de emendas de MT na construção e manutenção;
- f) Espaço disponível para abertura de vala para curvatura de dutos e cabos durante a construção, em caso de mudança de direção.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- g) Toda emenda deve ser identificada em seu corpo com o nome do electricista, nome da empresa responsável, data da execução. A mesma informação deve ser registrada nos sistemas técnicos da distribuidora com a informação adicional do endereço, coordenadas geográficas, posição (rua, calçada, jardim, terreno livre) e distância do meio fio.

A realização de emenda em condutores deve ser totalmente evitada na etapa de projeto e construção, mas caso seja necessária sua execução, a mesma pode ser realizada diretamente enterrada somente em vias de baixo fluxo, onde a atividade de manutenção não interrompa todas as faixas de rolamento e quando exista ordenamento de ocupação do solo.

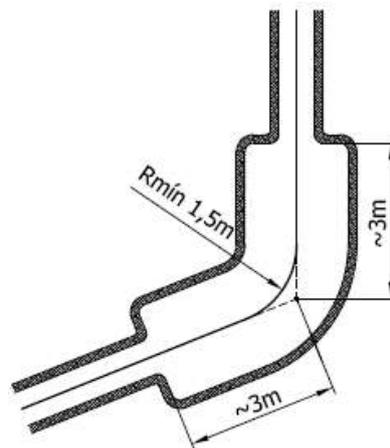
Quando a emenda for realizada sob vias principais como avenidas, ruas principais, etc. deve ser previsto uma caixa subterrânea para a emenda.

As emendas realizadas durante manutenção corretiva dos condutores podem ser realizadas diretamente enterradas em qualquer situação.

Em locais onde não for possível a intervenção para escavações (ferrovias, vias arteriais, etc.) podem ser utilizadas máquinas de escavação para instalação dos condutores subterrâneos por método não destrutivo.

Todos os dutos devem ser diretamente enterrados. Em condições especiais deve ser utilizada proteção adicional, conforme descrito neste documento.

Em locais com necessidade de mudança de direção dos condutores em vala aberta, deve-se prever abertura adequada para a curvatura dos cabos, conforme exemplo da Figura 10.



**Figura 10** – Escavação de mudança de direção

### 7.6.2.1. Execução

A execução de obras civis para instalação de redes elétricas inicia-se pela análise das sondagens geotécnicas e escavação do solo, que deve permitir o assentamento de dutos, a construção de caixas de inspeção (quando aprovada pela Distribuidora, derivação e bases para equipamentos).

As obras civis naturalmente criam um impacto em relação ao público em geral, quando executados em logradouros de uso comum. Durante a construção, deve-se tomar todas as ações no sentido de minimizar os transtornos à população, sobretudo através de sinalização adequada para orientação do fluxo de veículos, pedestres e trabalhadores em geral.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Devem ser planejados os horários e dias de intervenção para minimizar transtornos.

Deve-se ainda atender as seguintes prescrições:

- a) Os cálculos estruturais e detalhamento das escavações devem ser elaborados por Engenheiro Civil, devendo os desenhos e respectivos cálculos serem apresentados junto com a ART do projeto;
- b) O projeto estrutural é de inteira responsabilidade do projetista. Quando utilizado, o concreto deve atender ao previsto na NBR 12655;
- c) Para as estruturas subterrâneas recomenda-se a utilização de aço do tipo CA-50A e concreto com fck mínimo de 20Mpa com adição de impermeabilizante. Demais ferragens da armadura transversal conforme NBR 7480;
- d) Admite-se a utilização de aditivos no concreto como medida para minimizar o tempo de cura. A utilização de aditivos deve ser prevista no projeto e deve seguir os requisitos da NBR 11768;
- e) A Distribuidora se reserva no direito de solicitar a retirada de testemunhos de concreto (corpos de prova) das estruturas de concreto para realização de ensaios para comprovar os valores encontrados nos registros de controle tecnológico de concreto do construtor. A extração deve ocorrer seguindo orientações da NBR 7680.

#### 7.6.2.2. Escavação

Deve-se considerar os aspectos de segurança para o serviço de escavação e orientações da NR 15 e NR 21.

A execução deve seguir as premissas do projeto da rede, que deve considerar as características físicas do terreno, com o caminhamento dos bancos de dutos nos espaços disponíveis nas calçadas ou na via e evitando interferências com redes de iluminação, comunicações, gás, circuito fechado de TV e segurança, água, esgoto, drenagem de águas pluviais, sistemas de combate a incêndio, etc.

O traçado da rede de MT deve ser, preferencialmente, na pista de rolamento, o mais retilíneo possível, paralela ao meio-fio.

O traçado da rede de BT deve ser, preferencialmente, no passeio, o mais retilíneo possível, paralelo ao meio-fio e, na medida do possível, devem ser minimizadas a quantidade de travessias pela via.

Em locais onde o lençol freático possa causar a inundação de caixas subterrâneas ou do compartimento inferior dos centros de transformação ou centro satélite, deve ser realizado o rebaixamento do mesmo ou sistema de drenagem, seja por meio de bombas de drenagem ou rede interligada ao sistema de drenagem de águas pluviais.

Durante as escavações, caso seja encontrada rocha, deve-se optar pela remoção ou detonação da mesma, seguindo-se as orientações da Distribuidora para desmonte ou fragmentação de rocha NR 19. No caso de uma detonação parcial da rocha, o ponto de detonação deve ser identificado no projeto, para o caso de ampliação da rede. Recomenda-se a utilização de técnicas de fragmentação de rocha ao invés de desmonte de rocha com explosivos pelo seu menor impacto ambiental como ruído, vibração e lançamento de partículas.

Caso o nível do terreno seja variável em um ciclo hidrológico (por exemplo dunas móveis) com deposição/retirada de sedimentos, devem ser tomadas precauções adicionais e estudos aprofundados de solo de maneira a proteger adequadamente as tubulações e mitigar impactos ambientais.

Devem ser seguidas as boas práticas de escavação, como o uso de ensacadeiras / barreiras e distância mínima para alocação do material retirado para mitigar risco de desmoronamento e acidentes.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Deve-se evitar escavações nas proximidades de postes existentes nos casos de projetos de substituição de rede aérea para subterrânea, bem como a proximidade do maquinário utilizado com a rede aérea.

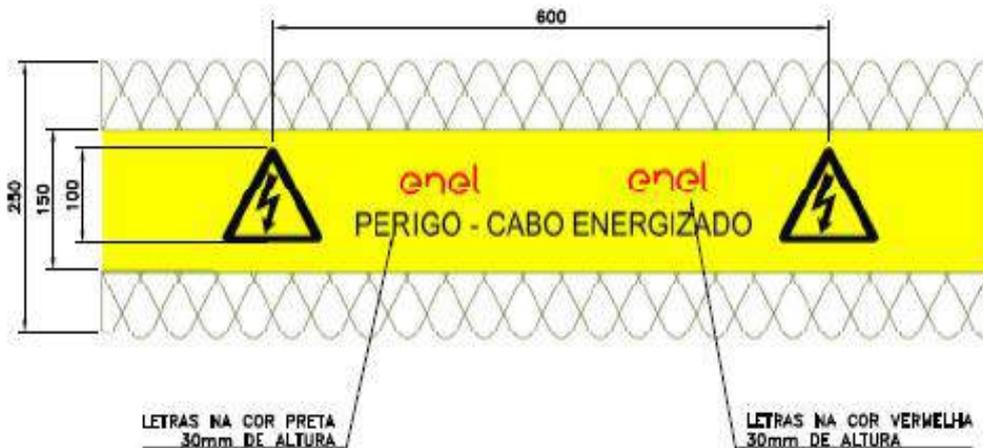
As dimensões da vala devem ser adequadas para a instalação dos dutos, sinalização e para a execução da compactação do terreno.

### 7.6.2.3. Reaterro

O reaterro deve ser feito com areia grossa ou pó de pedra caso o solo natural original não seja adequado. Considera-se que o solo não é adequado quando existe a presença de matéria orgânica, rochas, entulho de construção civil, etc.

A critério da Distribuidora, podem ser solicitados ensaios na areia/solo, como granulometria, massa específica, massa unitária, fator de inchamento e resistividade térmica do solo ou conforme NBR 7211. Não se admite a utilização de matéria orgânica no reaterro, bem como materiais pontiagudos que possam perfurar a tubulação.

Durante o reaterro devem ser instaladas fitas de sinalização acima dos bancos de dutos, conforme padrão da Distribuidora indicado na Figura 11.



**Figura 11** - Fita de sinalização

A compactação deve ser planejada e executada em camadas de 20 cm., com objetivo de garantir a compactação adequada do solo.

### 7.6.2.4. Caixas de Passagem

As caixas podem ser em concreto armado ou modular/monobloco, projetadas conforme NBR 6118, ou outro material aprovado pela Distribuidora.

Podem ser aceitas caixas em alvenaria com bloco estrutural de concreto (tijolo pré-moldado), desde que devidamente justificado no projeto, devendo todas as suas faces externas serem impermeabilizadas.

Todas as superfícies internas das caixas devem ser lisas e livres de rebarbas e buracos, exceto os destinados para drenagem e instalação do aterramento.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Associada à cada caixa pode existir pedestal em concreto com cota positiva em relação ao nível do solo onde serão instalados equipamentos como Quadro de Distribuição Pedestal (para a rede de BT), CTS, etc.

O piso da caixa deve ser revestido por argamassa impermeabilizada e com uma declividade mínima de 1% em direção ao dreno.

As caixas devem ser assentadas num colchão mínimo de 200mm de brita para garantir a drenagem.

Devem ser previstos olhais no interior das caixas subterrâneas para auxiliar no puxamento dos condutores.

Em caixas de passagem para mudança de direção da tubulação, devem ser previstos olhais adicionais para fixação de carretilhas para curva do condutor. O detalhamento da posição e especificação dos olhais estão nos desenhos da Distribuidora para cada tipo de caixa.

#### **7.6.2.5. Tampas**

As caixas devem possuir tampas removíveis. Estas tampas devem ter as mesmas dimensões das caixas e devem possuir escotilhas para acesso/visita com abertura para fora.

A tampa pode ser metálica (ferro fundido nodular conforme NBR 6916) ou de concreto (apenas para rede secundária). Caso a tampa seja de concreto, deve possuir pontos de içamento embutidos e escotilhas para visita. Caso a tampa seja metálica, deve ser parafusada internamente e com abertura para fora.

#### **7.6.2.6. Instalação de Equipamentos**

Os equipamentos aflorados da Rede de Distribuição Subterrânea devem, preferencialmente, ser instalados em áreas de uso comum como praças, locais de recuo do passeio.

A instalação de equipamentos pode ser no passeio desde que não prejudique a acessibilidade para as pessoas conforme NBR 9050.

#### **7.6.2.7. Tubulação**

Devem ser utilizados apenas dutos corrugados (anelar ou helicoidal) conforme NBR 15715. Deve ser prevista a utilização de metodologia que permita o espaçamento, retilineidade, declividade e paralelismo dos mesmos. Esta metodologia pode ser por meio de espaçadores, blocos de ancoragem ou outro material adequado e com distância máxima de 5 metros.

As emendas nos dutos devem ser feitas por material apropriado e devidamente seladas e defasadas de emendas em tubulações adjacentes. As emendas devem ser de material de mesmo fabricante do duto.

O assentamento das tubulações deve ser feito por camadas, sendo vedada a instalação de mais de uma camada por vez.

Em travessias de vias com alto tráfico de veículos ou via férrea devem ser feitas com dutos concretados/envelopados em toda a sua extensão.

Em caso de risco de perfuração dos cabos por terceiros, deverá ser utilizado a proteção mecânica, através da instalação mais profunda dos dutos ou com placa de concreto magro (50x40 x4cm), com fck mínimo de 10Mpa. A mesma poderá ser de material polimérico desde que apresente a mesma resistência mecânica.

A quantidade de dutos da vala deve obedecer a previsão de circuitos e não deve ser superior a 4.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Para todo centro de transformação ou centro satélite, deve ser previsto a instalação de duto específico para instalação de infraestrutura de dados da distribuidora, destinado a proteção e operação.

Os dutos não utilizados devem ser tamponados e os ocupados devem possuir vedação de forma a impossibilitar a passagem de calor e alastramento de chamas e gases, conforme previsto na NBR 13231.

A largura e profundidade da escavação deve permitir a instalação adequada das tubulações.

Os dutos destinados à iluminação pública devem ser exclusivos e sem comunicação com as demais caixas e tubulações, tanto da rede primária quanto da rede secundária.

Deve ser prevista a utilização de fita de sinalização a ser instalada a pelo menos 200mm acima dos dutos enterrados, conforme padrão da Distribuidora.

A passagem dos condutores de média tensão em pontes, pontilhões e passarelas devem ser em tubulação metálica fixadas nas laterais ou abaixo da estrutura ou em bandejas adaptadas para passagem de condutores (lacráveis). Todo o detalhamento da travessia, como fixação, quantidade de circuitos, raio de curvas, etc. deve ser apresentado para aprovação da Distribuidora. Não se permite a travessia de condutores de baixa tensão em pontes, pontilhões e passarelas, devendo ser prevista a travessia de uma rede de Média Tensão.

As tubulações devem ficar, no mínimo, a 200mm do fundo das caixas.

#### **7.6.2.8. Sinalização do caminhamento da rede**

No caso em que a rede de média tensão tenha que seguir pelo passeio e exista alto risco de escavações à revelia de autorização dos órgãos pertinentes, deve ser prevista a utilização de marcos de sinalização horizontal a cada 5 metros, ao nível do piso acabado e onde exista passeio definido, devendo serem instalados ao longo do caminhamento da tubulação, entre caixas de passagem, independentemente do caminhamento ser em terreno natural, exceto nos pontos de travessia.

Os marcos horizontais devem ser montados em lajotas de concreto cúbicas, com 200mm de aresta, conforme Figura 12.

Os marcos verticais devem ser utilizados em áreas rurais onde exista alto risco de escavações a cada 100 metros, conforme Figura 13.

**Especificação Técnica no. 283**

Versão no.02 data: 17/12/2019

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

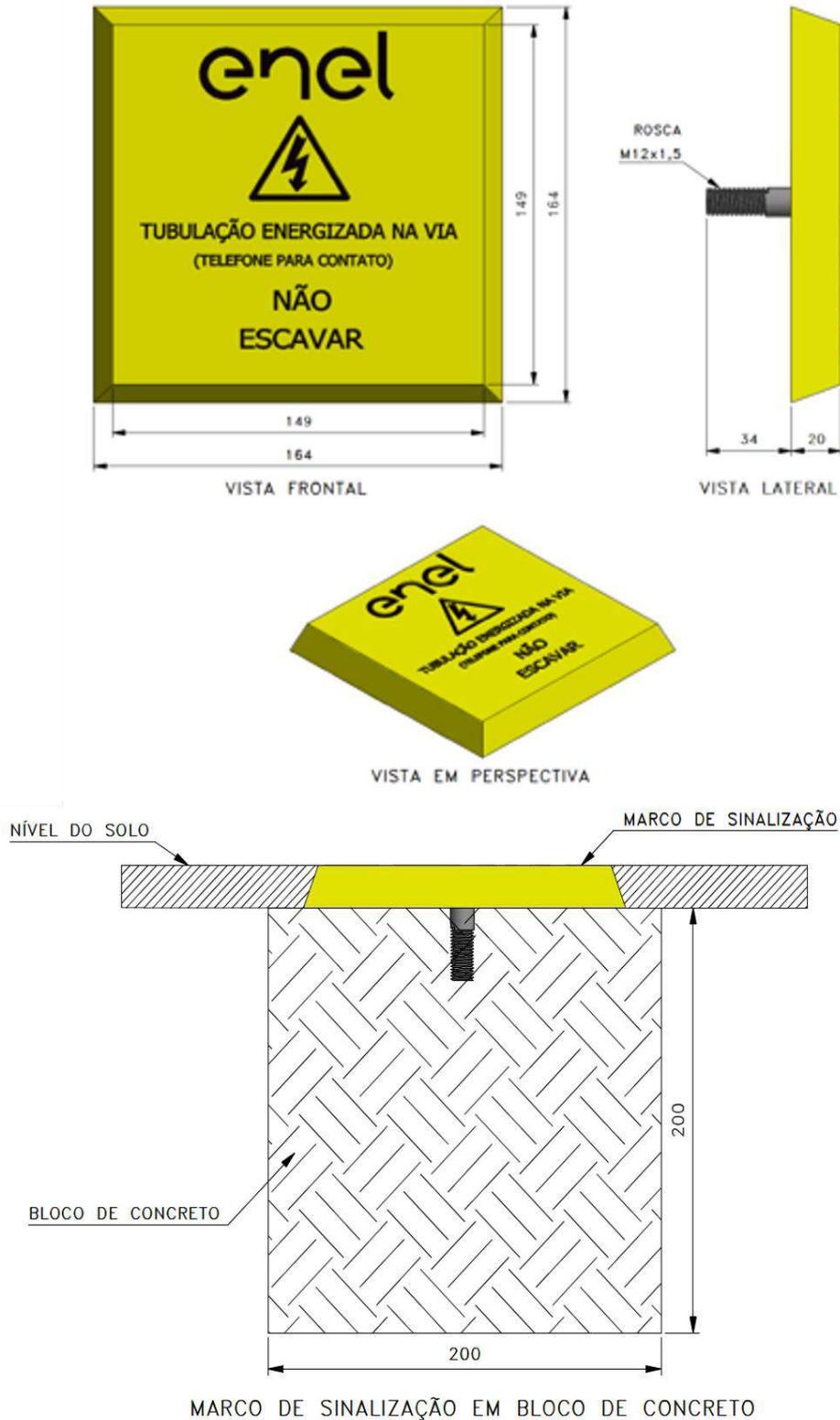
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes


**Figura 12 - Marco de sinalização horizontal**

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

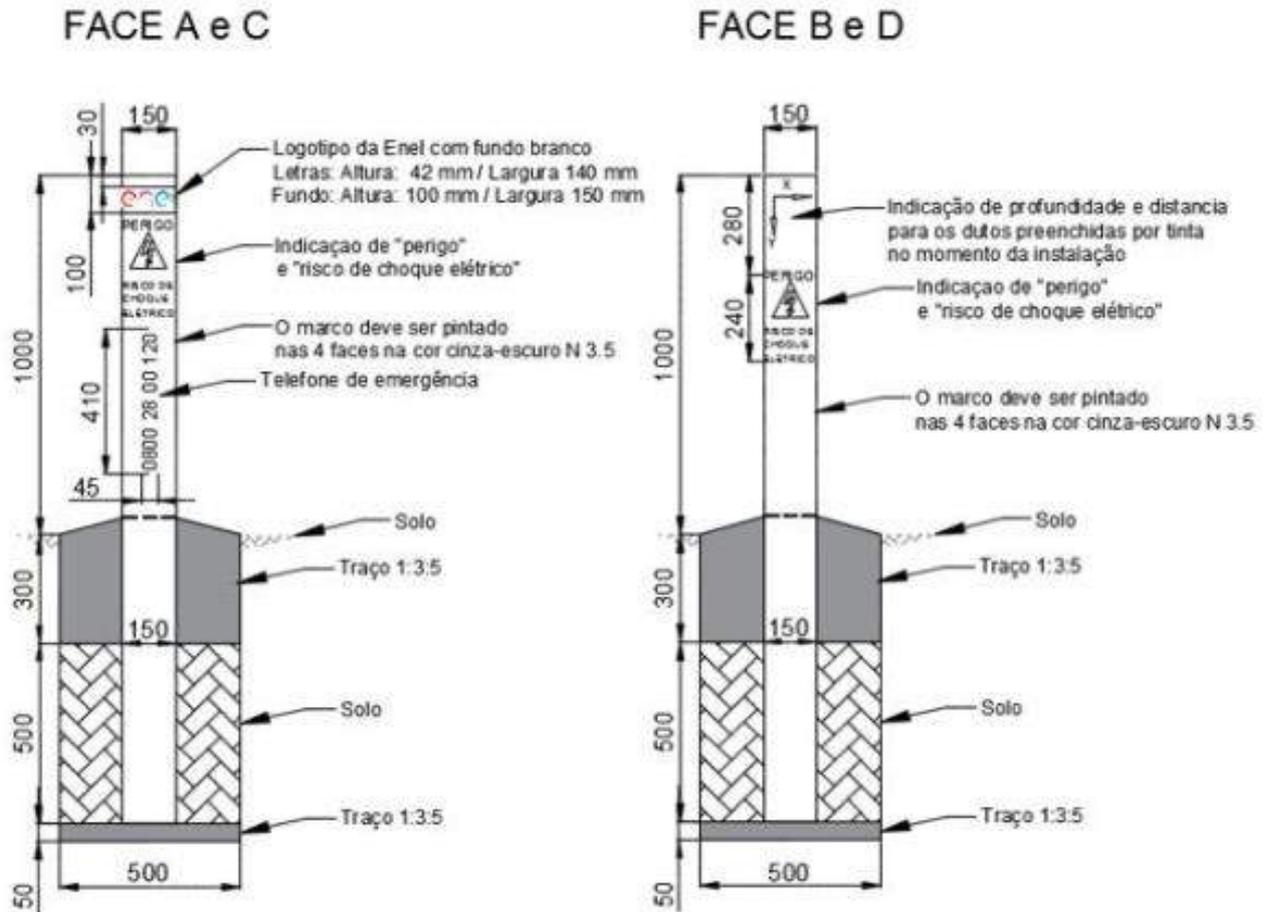


Figura 13 - Marco de sinalização vertical

### 7.6.3 Obra Elétrica

O responsável pela obra deve solicitar, com 5 (cinco) dias de antecedência, a inspeção das obras civis pela Distribuidora para prosseguimento da parte eletromecânica da obra.

As instalações elétricas só podem ser iniciadas após a aprovação das obras civis pela Distribuidora.

O projeto deve prever arranjo de distribuição com recursos de alimentação para rede de MT.

Na transição da rede aérea para rede subterrânea em média tensão deve ser previsto equipamento de seccionamento.

Não é permitida a extensão de novas redes áreas desde circuitos subterrâneos, exceto em saídas de subestação destinados a alimentados aéreos, cruzamentos de viadutos, passarelas, avanço no passeio existente, vias férreas eletrificadas, etc.

Derivações para Grupo A devem ser conforme estabelecidos na norma de fornecimento de energia.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### 7.6.4 Centro de Transformação em Superfície - CTS e Centro Satélite - CS

Os CTS's e CS's devem seguir o padrão da Distribuidora.

O CTS's e CS's devem se situar o mais próximo possível do centro de carga, de forma a minimizar o transporte de energia e, conseqüentemente, as perdas por efeito Joule e queda de tensão.

A localização do CTS/CS deve ser em local seguro e o mais discreto possível, visando minimizar os impactos ambientais, vandalismo, acidentes com veículos e sem ferir a acessibilidade (obstruir rampas ou limitar a largura de passeios), todavia deve-se levar em consideração a possibilidade de instalação ou retirada do mesmo através de caminhão do tipo guindauto. Em casos extremos, deve-se solicitar autorização da prefeitura local e verificação da legislação pertinente: como o código de obras, lei de uso e ocupação do solo, plano diretor, etc.

O CTS/CS devem estar com afastamento adequado de qualquer edificação como medida de proteção contra incêndio, conforme NBR 13231.

Como regra geral, o CS pode utilizar uma área dedicada de até 20m<sup>2</sup> e o CTS de até 24m<sup>2</sup>.

Um sistema de combate ao incêndio deve ser previsto tanto para o CS como para o CTS, conforme definido na legislação em vigor.

#### 7.6.5 Disposição dos Condutores

Os condutores devem estar devidamente acondicionados no interior das estruturas, obedecendo a seu raio de curvatura.

O raio mínimo de curvatura que os condutores podem ser submetidos são 12 vezes o diâmetro externo dos condutores de média tensão e 10 vezes o diâmetro externo dos condutores de baixa tensão. Deve-se também considerar os raios de curvaturas mínimos de instalação recomendado pelo fabricante.

Em casos específicos, conforme o critério deste documento, quando da utilização de caixas de passagem no passeio, os condutores de média tensão devem ser acomodados preferencialmente na parede mais próxima da faixa de rolamento/limite da via pública, e os condutores de baixa tensão devem ser instalados em outras caixas, todavia na parede mais afastada da faixa de rolamento/limite da via pública.

Após a passagem dos condutores, os dutos ocupados e não ocupados devem ser vedados.

A taxa de ocupação dos dutos não deve ser superior a 40% de sua área útil.

A relação entre o diâmetro interno do duto e o diâmetro aparente externo do circuito deve ser no mínimo igual a 1,4.

A distância mínima entre as tubulações de média tensão ou baixa tensão, paralelas ou em condição de cruzamento deve ser de 200mm.

#### 7.6.6 Disposição de Interferências

Para interferências com a rede de média e baixa tensão, utilizar as distâncias mínimas a seguir:

- a) Redes de água ou esgoto paralelas ou se cruzando: 200mm;
- b) Redes de telecomunicações paralelas ou se cruzando: 200mm;
- c) Rede de Iluminação Pública paralelas ou se cruzando: 200mm;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

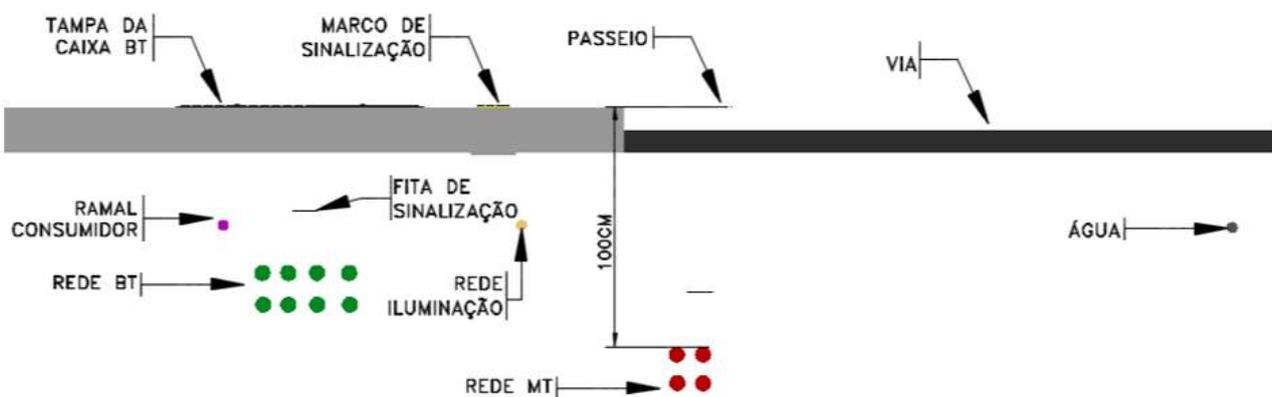
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- d) Fossa séptica/sumidouro (conforme NBR 7229): 1500mm;
- e) Boca de lobo: 1.500mm ou prever envelopamento da tubulação com concreto.

A Figura 14 traz uma perspectiva ilustrada das interferências de uma rede subterrânea.



**Figura 14** - Interferências na rede subterrânea

### 7.6.7 Ramal de Ligação de Baixa tensão

Os condutores do ramal de ligação devem ser contínuos até a medição.

O comprimento máximo do ramal de ligação deve garantir a queda de tensão nos limites estabelecidos, a contar do ponto de derivação da rede secundária até a medição.

Alimentação dos clientes de baixa tensão deve ser realizado através de caixas de derivação de superfície e dutos diretamente enterrados.

Deve ser evitado o cruzamento de ramais de ligação de baixa tensão na via pública, sendo indicado a instalação de caixas de derivação por cada passeio. O cruzamento pode ser realizado após análise e aprovação da distribuidora, em função da quantidade de ramais, tipo e largura da via.

Não são permitidos:

- a) Que os condutores do ramal de ligação sejam enterrados diretamente no solo;
- b) Que os condutores atravessem terrenos de terceiros;

### 7.6.8 Quadro de Distribuição Pedestal (QDP) de BT

Nos circuitos secundários de cada CTS deve ser previsto ponto de seccionamento nas derivações dos circuitos de BT.

Os QDP's devem ficar localizados nos pontos de derivação da rede secundária e cuja disposição permita a abertura da porta de acesso ao barramento.

A conexão do QDP deve ser feita com condutor de alumínio.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

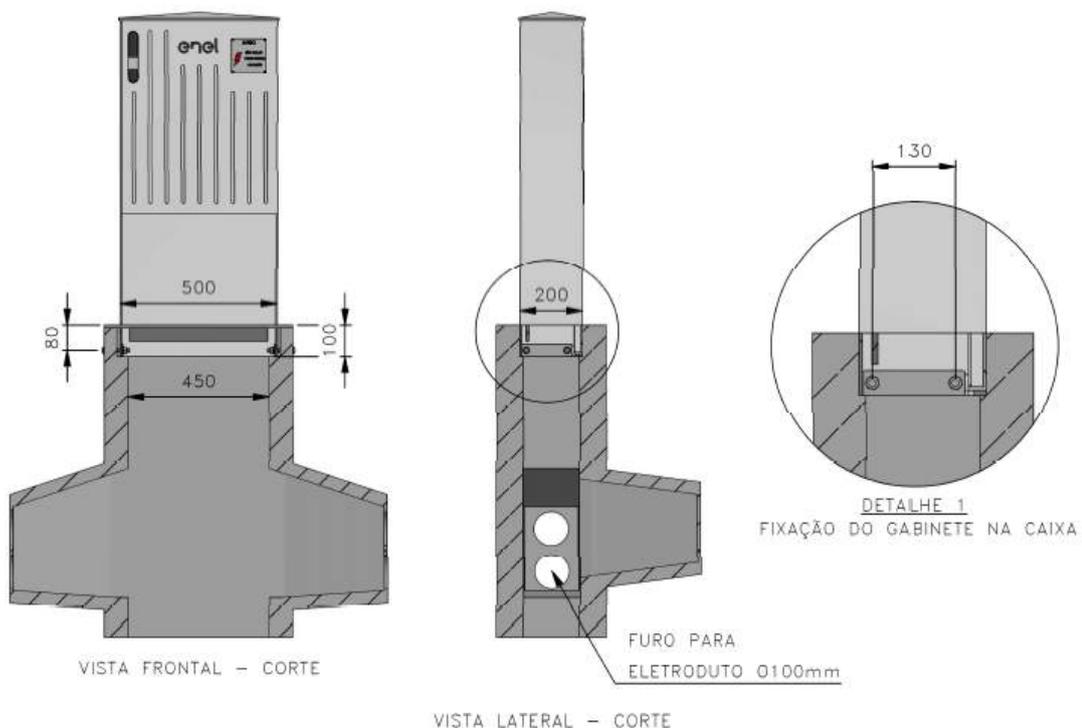
O QDP pode derivar para grandes clientes de BT, para Centro de Medição Agrupada, ou caixas de derivação

O QDP é instalado apenas na condição apoiado ou em parede.

Em casos especiais, a Distribuidora pode aprovar um PS subterrâneo para derivação de BT, quando exigido pelo legalmente pelo município onde a rede subterrânea seja instalada (paisagens, monumentos históricos e centro cultural), e desde que não existam limitações técnicas, como por exemplo risco de soterramento, infiltração de água, intrusão salina, etc. Nesta condição, o solicitante ficará responsável por todos os custos envolvidos nesse tipo de implantação.

Poderão ser utilizadas caixas subterrâneas somente em casos especiais, quando exigido legalmente pelo município onde a rede subterrânea será instalada, desde que não exista limitações técnicas para a sua instalação, como por exemplo: entrada de areia, infiltração de água, etc. Nesta condição, o solicitante ficará responsável pela diferença de custo da implantação.

A Figura 15 mostra o QDP de passeio apoiado em base de concreto.



**Figura 15** - Perspectiva ilustrada do QDP

### 7.6.8.1. Iluminação Pública

O circuito de iluminação pública, ou circuito de uso comum, no caso de condomínio, deve derivar diretamente de circuito exclusivo, além disso, deve ser prevista medição e proteção através de disjuntor termomagnético.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

A medição de rede iluminação pública pode ser instalada em caixa polimérica ao lado do QDP fixado em parede ou através de um pequeno poste de sustentação.

### 7.7. Conversão Rede Aérea para Rede Subterrânea

A conversão de rede aérea à rede subterrânea deve seguir as regras descritas neste documento e seus tipos são detalhados nesta seção.

As regras de conversões deste documento são adequadas para redes subterrâneas com equipamentos instalados a nível de superfície, abrigados e sem capacidade de submersão.

Em locais com riscos de alagamentos ou sem espaço disponível para a instalação dos equipamentos no nível do solo, devem ser realizados projetos específicos, como exemplo, com utilização de equipamentos submersíveis instalados em câmaras subterrâneas ou com utilização de equipamentos não-submersíveis instalados em edifícios.

Seção	Tipos de Arranjos	Carga Máxima Nota 1: (kVA)	Comprimento Máximo do Circuito Primário (m)	Clientes Grupo A
7.7.1	Rede Secundária Subterrânea	≤ 300	Nota 2:	Não
7.7.2	Rede Secundária Subterrânea e Equipamentos a Nível de Superfície	≤ 1.000	Nota 2:	Sim
7.7.3	Rede Primária e Secundária Subterrânea e Equipamentos a Nível de Superfície	≤ 1.000	Nota 2:	Sim
<p><b>Nota 1:</b> Carga máxima por centro de transformação kVA</p> <p><b>Nota 2:</b> Comprimento limitado pelo cálculo de queda de tensão.</p>				

**Tabela 13** - Resumo de requisitos para conversão de rede

Os esquemas unifilares apresentados neste documento se aplicam a todas as configurações de rede, seja, a nível do solo ou submersível.

Para configurações de rede com equipamentos submersíveis deve ser verificado o manual técnico da distribuidora.

Deve ser instalado equipamento de seccionamento em todos os pontos de conversão da rede aérea para a subterrânea.

Deve ser revisado o estudo de proteção do alimentador quando realizado conversão de qualquer parte da rede aérea de média tensão para rede subterrânea. A função de religamento deve ser bloqueada para circuitos subterrâneos.

É de Responsabilidade do interessado pela conversão buscar soluções construtivas para viabilizar as novas instalações subterrâneas, como espaço para medições de clientes de baixa e média tensão na própria unidade consumidora, remoção das redes de telecomunicação, espaços para instalação de centros de transformação e satélite, ordenação do solo, etc.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

---

### 7.7.1 Rede Secundária Subterrânea

Neste tipo de conversão, a rede primária e equipamentos de média tensão permanecem instalados na rede aérea e somente a rede de baixa tensão é convertida de aéreo para subterrâneo.

Todos os pontos de seccionamento de rede de baixa tensão subterrânea devem ser realizados no QDP através de seccionadora (Figura 15) e os ramais devem derivar de caixas de distribuição, conforme exemplo da Figura 16.

Os postes com a rede aérea de distribuição ou com os mergulhos dos circuitos secundários não podem estar na mesma via onde serão instalados os dutos com os circuitos subterrâneos, logo não é permitido o compartilhamento de espaço entre rede aérea e rede subterrânea.

Os mergulhos dos circuitos secundários sempre devem ser feitos em ruas adjacentes ou laterais ao perímetro planejado.

A potência máxima de cada centro de transformador de derivação deve ser de 300 kVA.

A proteção dos circuitos dos centros de transformação deve ser realizada com disjuntor termomagnéticos.

Não deve existir clientes do Grupo A no local de conversão.

Caso no futuro seja necessário a alimentação de um cliente do Grupo A em rede subterrânea, todos os custos de implantação da infraestrutura civil e elétrica será por conta do solicitante, conforme definido na legislação em vigor.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

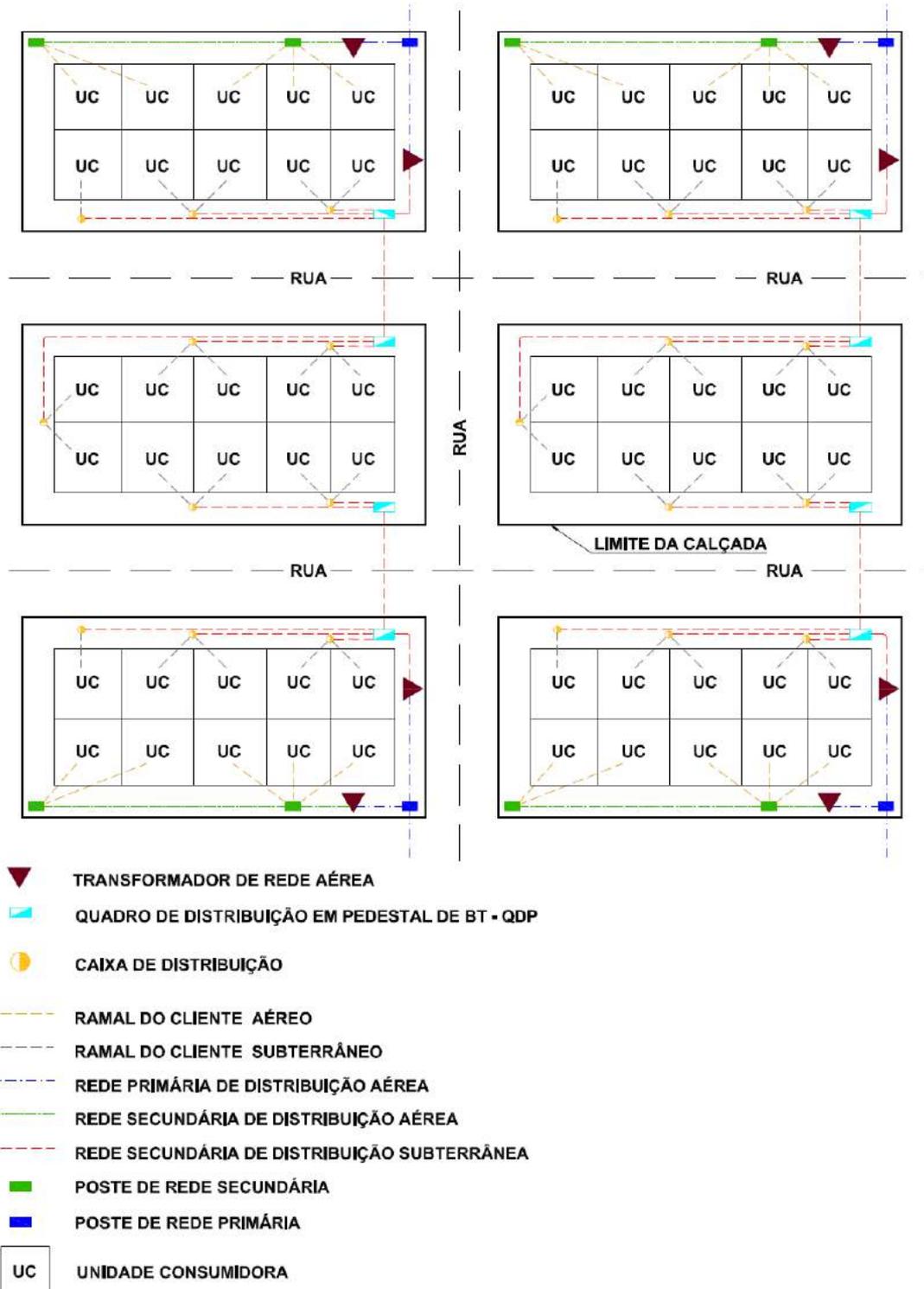


Figura 16 - Configuração de conversão rede aérea de baixa tensão para rede subterrânea

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

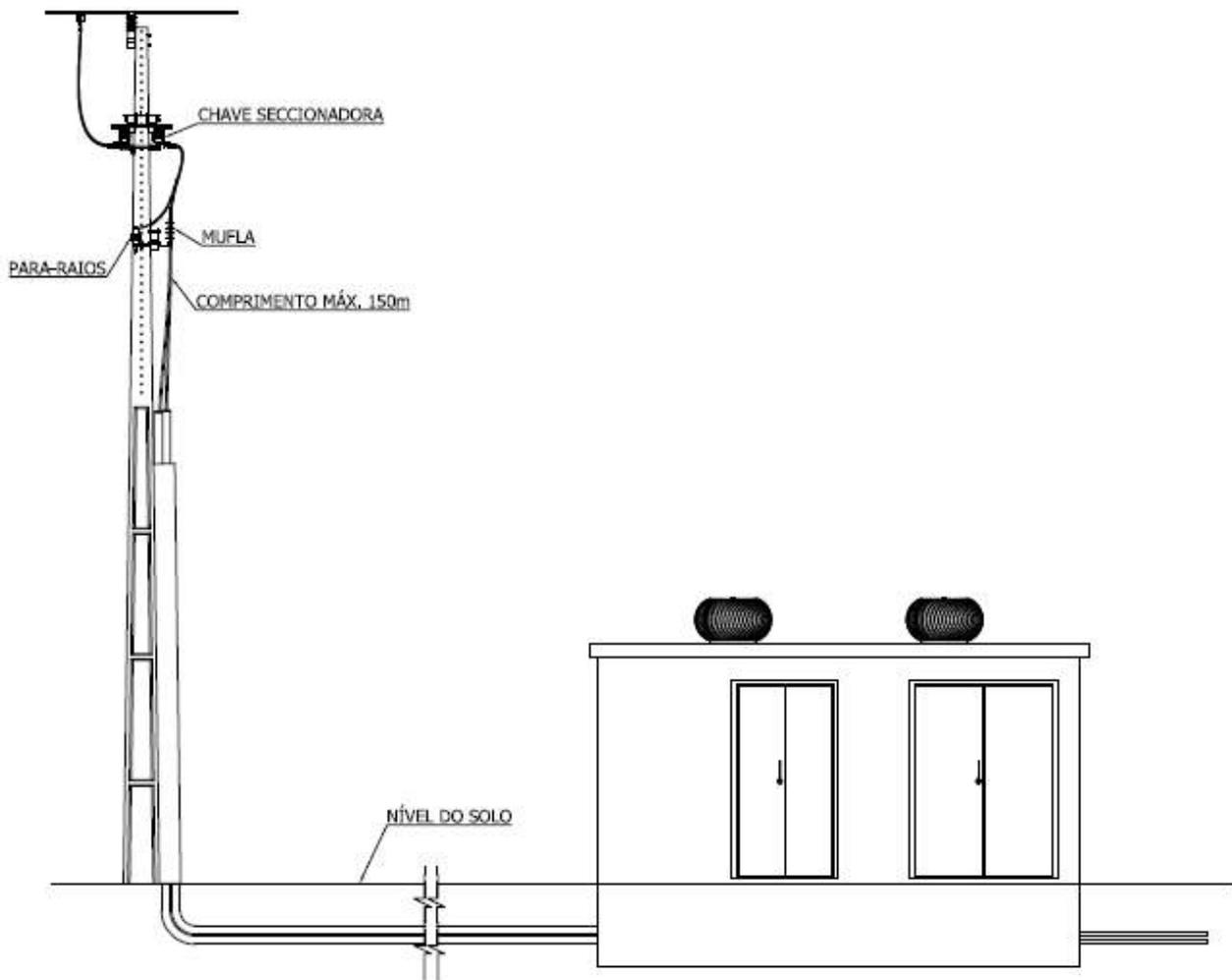
Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**7.7.2 Rede Secundária Subterrânea e Equipamentos a Nível de Superfície**

Neste tipo de conversão, os transformadores aéreos de distribuição são convertidos em centros de transformação de superfície, conforme ilustrado na Figura 18. A conexão destes centros de transformação à rede de média tensão é realizada através de uma estrutura de transição de rede de média tensão aérea para subterrânea (ver Figura 17).

Para conversão de centros de transformação e clientes de média tensão, devem ser garantidas as regras de conexão para operação em N-1, ou, em casos especiais, conexão radial

Para a conversão da rede aérea de baixa tensão deve ser seguida as regras da seção 7.7.1.



**Figura 17** - Estrutura de transição de rede de média tensão aérea para subterrânea

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

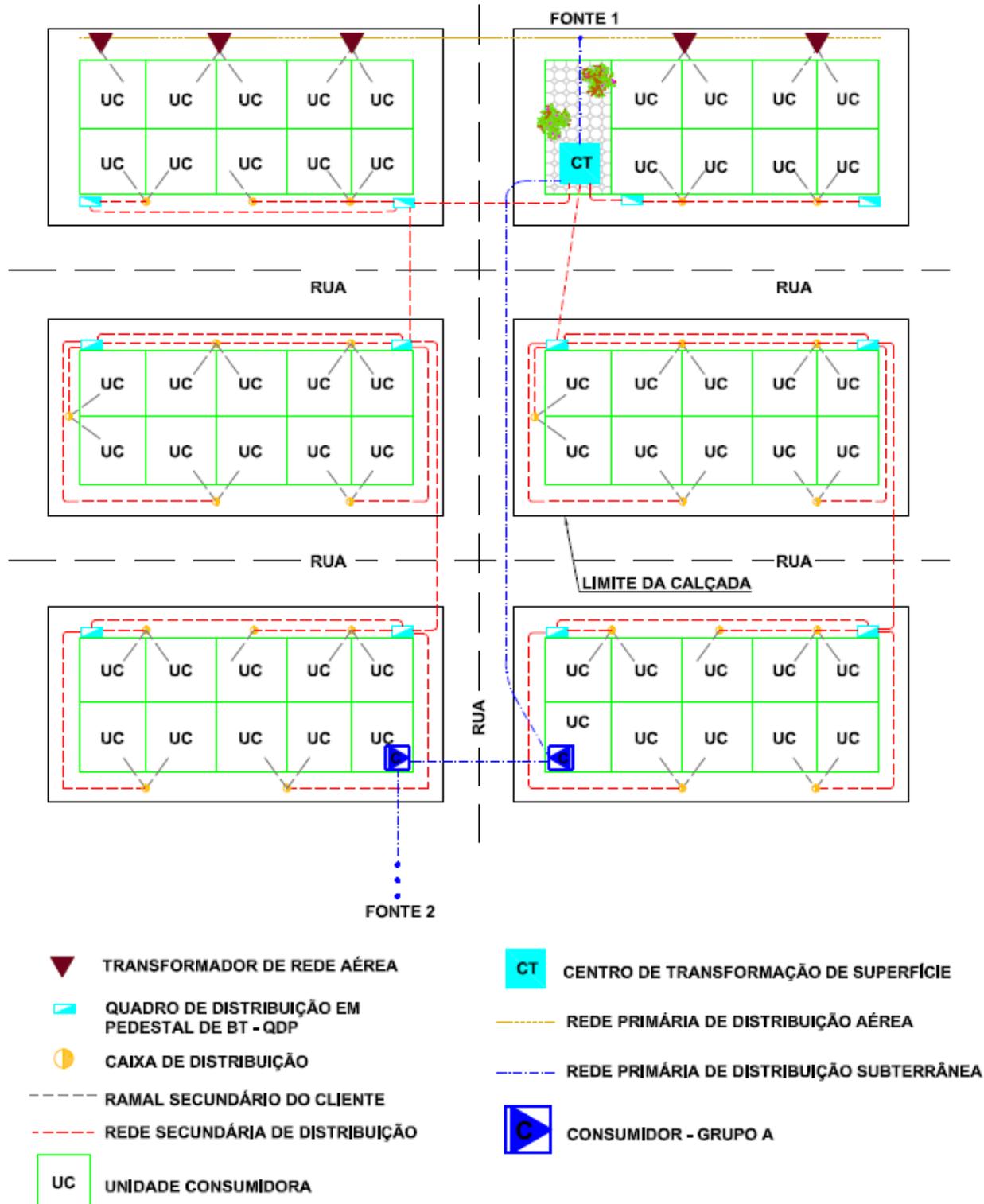


Figura 18 - Conversão rede aérea de baixa tensão para rede subterrânea

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

**Áreas de aplicação**

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

**7.7.3 Rede Primária e Secundária Subterrânea e Equipamentos a Nível de Superfície (Radial com Recurso)**

Neste tipo de conversão, a rede aérea de baixa e média tensão são convertidas para subterrânea e todos os equipamentos devem ser instalados a nível do solo, conforme ilustrado na Figura 19.

Para conversão de centros de transformação e clientes de média tensão, devem ser garantidas as regras de conexão para operação em N-1, ou, em casos especiais, conexão radial.

Para a conversão da rede aérea de baixa tensão deve ser seguida as regras da seção 7.7.1.

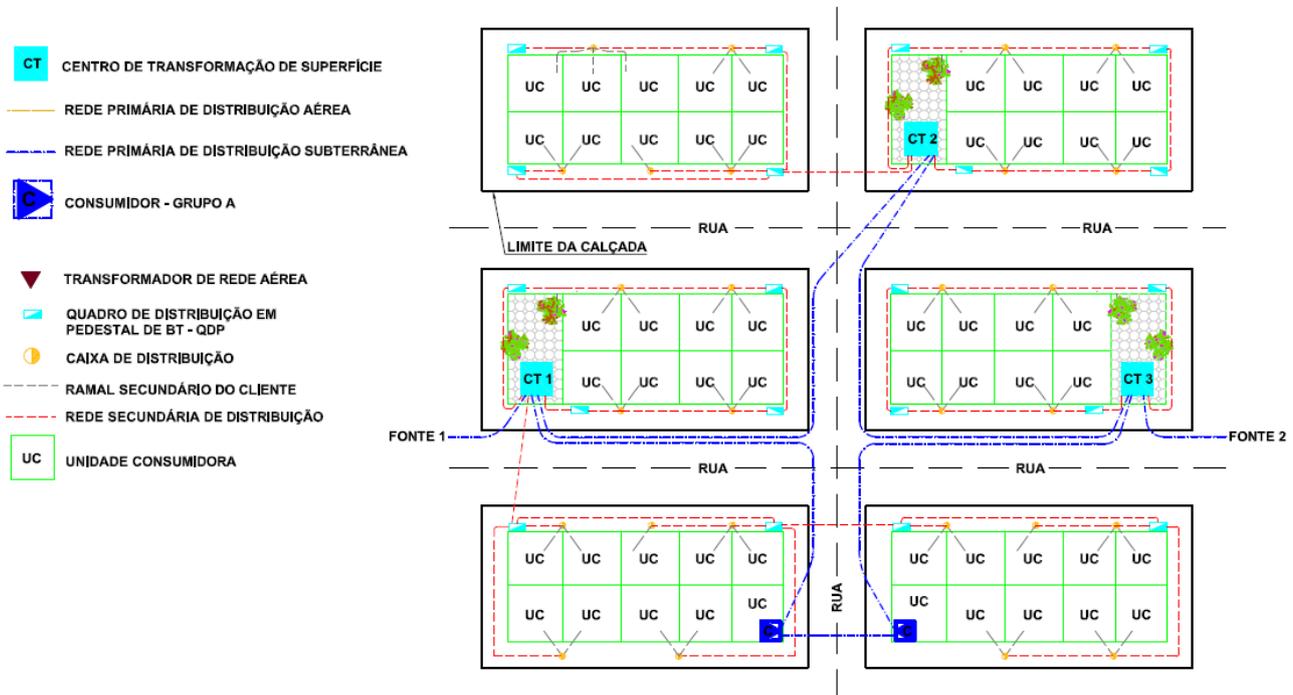
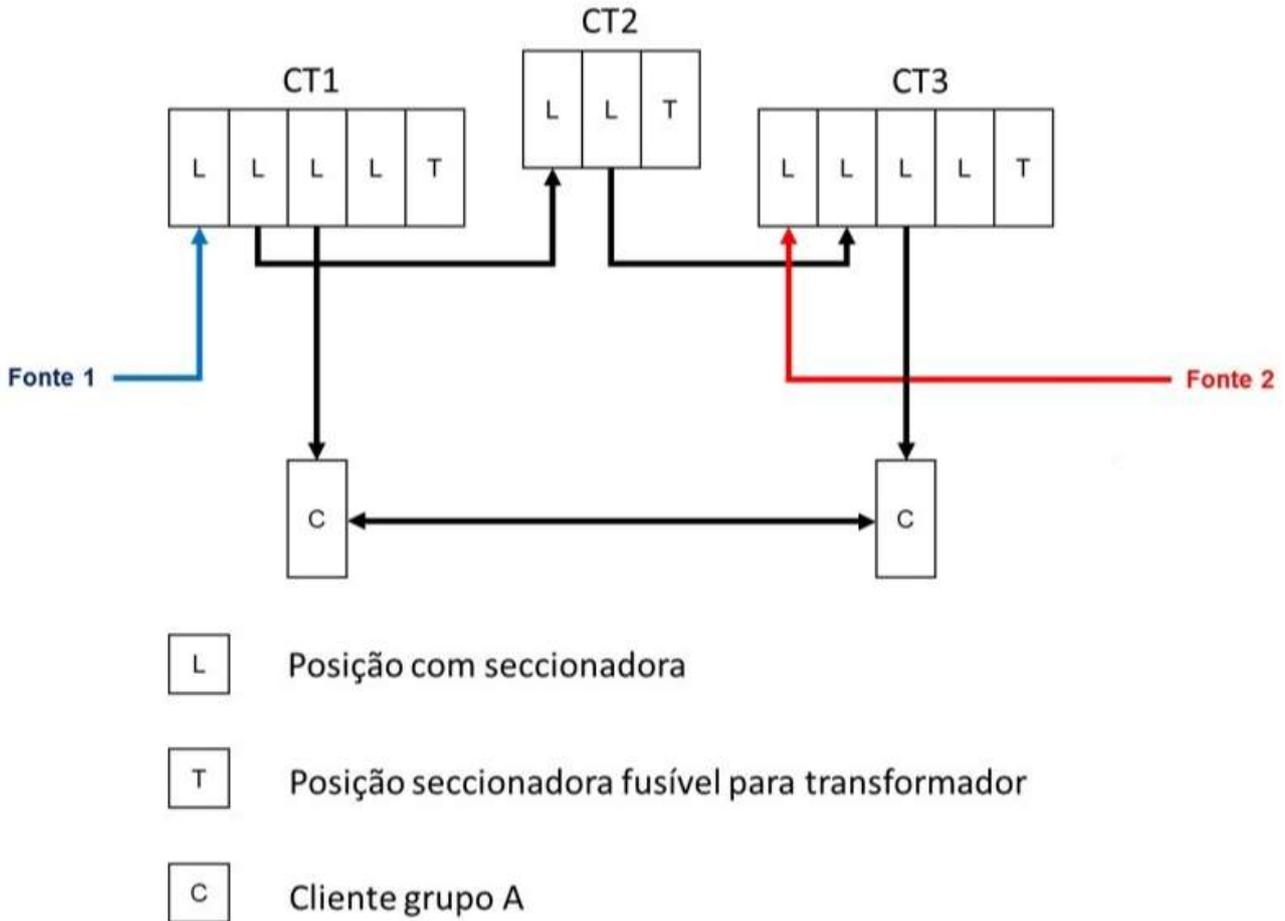


Figura 19 - Conversão para rede subterrânea

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

**Áreas de aplicação**

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



**Figura 20** - Diagrama de Conexão Anel Aberto

**7.8. Centro de Transformação MT/BT**

Os centros de transformação devem ser projetados e construídos de acordo com a consideração dada no presente documento e as especificações técnicas referenciadas na seção 7.6.4. Também deve ser observada a Instrução Operacional n.1850.

Para os centros de transformação instalados em propriedade privada, a localização deve obedecer a condições de segurança para pessoas e equipamentos. Além disso, deve cumprir as permissões de ocupação correspondentes e permitir acesso livre e permanente ao pessoal da Distribuidora para atividades de operação e manutenção 24 horas por dia/sete dias por semana.

O acesso a todos os CT's deve ser realizado preferencialmente através da via pública e feito exclusivamente por pessoal autorizado.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.8.1 Seleção do Centro de Transformação

Os centros de transformação podem ser projetados em 3 tipos, conforme apresentado na Tabela 14.

Tipo de Centro de Transformação	Comprimento L (m)	Largura W (m)	Potência Máxima do Transformador (KVA)	Quantidade máxima de circuitos de baixa tensão
Padrão	3,1 – 5,5	2,2 – 2,3	1000	6
Compacto	2,1 – 3,0	1,9 – 2,1	500	4
Reduzido	1,7 -2,1	1,3 – 1,7	300	4

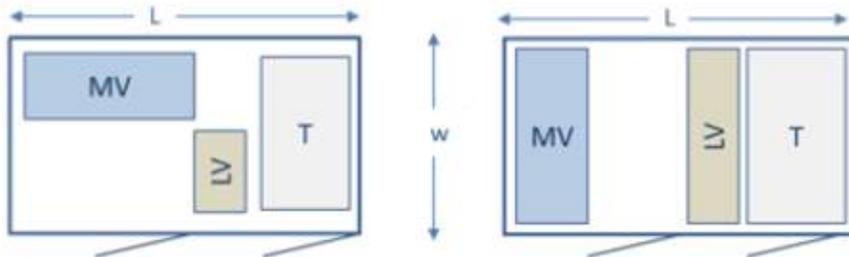
**Nota 1:** As dimensões L e W estão indicadas na Figura 21, Figura 22 e Figura 23.

**Tabela 14** - Tipos de centro de transformação

A quantidade de circuitos de baixa tensão deve atender as regras estabelecidas na seção 7.9.3, considerando a capacidade de corrente dos cabos de baixa tensão e a formação do banco de dutos.

#### 7.8.1.1. Centro Padrão

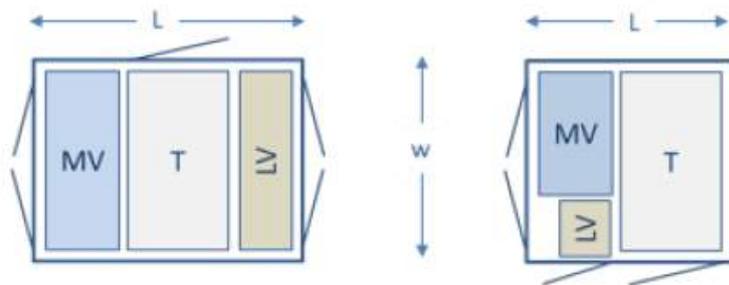
Centro de transformação que permite a instalação de até 1.000 kVA e de até 4 posições de entrada e saída, conforme exemplo da Figura 21, CT1.



**Figura 21** - Centro de Transformação Padrão

#### 7.8.1.2. Centro de Transformação Compacto

O design compacto pode ser usado para reduzir o espaço utilizável em relação ao centro de transformação padrão. No entanto permite somente a instalação de até 500 kVA e de até 2 posições de entrada e saída, conforme exemplo da Figura 22, CT2.



**Figura 22** - Centro de Transformação Compacto

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

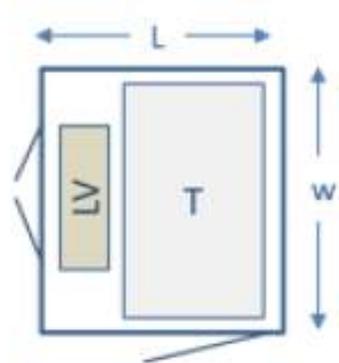
Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.8.1.3. Centro de Transformação Reduzido

Dentre as soluções construtivas para subestações secundárias apresentadas neste documento, o centro reduzido é a que requer menor espaço físico. No entanto permite somente a instalação de até 300 kVA e não permite a instalação de derivação de circuitos, contado somente com a conexão ao transformador, conforme exemplo da Figura 23.

A proteção do transformador deve ser realizada através do componente TDC (Terminal Desconectável tipo Cotovelo) com fusível.



**Figura 23** - Centro de Transformação Reduzido

## 7.9. Dimensionamento Elétrico

### 7.9.1 Transformadores

- O projeto deve prever um carregamento máximo contínuo de até 100% da potência do transformador tanto na condição N como na condição N-1 no horizonte de projeto.
- A parte ativa dos transformadores pode ser à seco ou imerso em óleo vegetal/mineral isolante conforme projeto de combate ao incêndio e padrão da Distribuidora.
- A Tabela 15 trata do dimensionamento dos fusíveis dos CTS's.

Potência do Transformador (kVA)	Corrente Nominal Fusível (A)
75	5H
150	8K
225	10K
300	15K
630	40HH
1000	63HH

**Tabela 15** - Dimensionamento do fusível por transformador

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 7.9.2 Circuitos Primários

Os condutores dos CTS's devem ser dimensionados pelos critérios de corrente admissível, curto-circuito e máxima queda de tensão permitida, visando atingir os limites estabelecidos pela legislação no fim do horizonte do projeto.

Na média tensão, deve ser utilizado 1 (um) circuito por duto tanto para o caso de condutor unipolar ou no caso de condutor triplexado.

O número máximo de circuitos primários são até 4 (quatro) circuitos carregados, sem considerar os dutos reservas.

Admite-se apenas condutores de alumínio para a rede de média tensão, limitados as capacidades de corrente indicadas na Tabela 11.

Todos os circuitos de média tensão devem ser identificados de maneira legível e indelével por meio de anilhas ou placas conforme definição pela Distribuidora para codificação operacional. Adicionalmente as fases da rede de média tensão devem ser identificadas por cores (branco, vermelho e preto).

As características das conexões utilizadas devem estar de acordo com o disposto na GSCC-004, GSCC-005 e GSCC-006.

Não se admite sobrecarga na rede subterrânea no final do horizonte do projeto, tanto na condição N como na condição de contingência (N-1).

## 7.9.3 Circuitos Secundários

O circuito secundário contempla o tronco secundário e ramal secundário.

A quantidade de circuitos de baixa tensão por CTS, deve ser calculada em função da potência do transformador, carga a ser atendida, dos limites de queda de tensão definidos pela legislação, da capacidade de condução de corrente dos condutores, da taxa de crescimento da área dentro do horizonte de estudo e a capacidade de instalação de circuitos nos centros de transformação.

Na baixa tensão, deve ser utilizado 1 (um) circuito por duto.

Admite-se apenas condutores de alumínio para a rede de baixa tensão, limitadas as capacidades de corrente indicadas na Tabela 12.

A derivação de circuito exclusivo de iluminação pública e de circuito para alimentação de uso comum, no caso de condomínio, pode ser realizada em qualquer ponto da rede de baixa tensão, e deve garantir o adequado balanceamento de carga entre fases.

Os QDP's, quando utilizados, devem ser instalados em locais que permitam fácil acesso para inspeção e manutenção.

A configuração e dimensionamento da rede secundária deve ser realizada de tal forma a minimizar os custos de instalação, perdas elétricas e manutenção dentro do horizonte do projeto.

A derivação da rede secundária deve ser feita exclusivamente por meio de QDP.

Em locais sujeitos a intrusão salina, lençol freático raso ou zona de alagamento, deve ser prevista a adequada proteção das tubulações e ferragens adequadas.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Deve ser garantida sobras de condutores no interior das caixas para garantir que, no caso de manutenção, não exista reparo no cabo dentro da tubulação.

O dimensionamento do circuito secundário deve levar em consideração 3 (três) parâmetros: queda de tensão, corrente admissível do condutor e capacidade de curto-circuito.

Deve ser previsto um quadro de medição e um de proteção de BT. Deve ainda ser previsto um quadro individual de medição e proteção para os circuitos de IP.

#### **7.9.4 Painel de Baixa Tensão**

O Painel de distribuição de BT permite a derivação do secundário do transformador de MT/BT para as diferentes linhas de BT e o mesmo deve incluir um disjuntor para cada uma dessas linhas a fim de garantir a proteção adequada para curtos-circuitos e sobrecargas.

O Painel de distribuição de BT utilizados nos centros de transformação montados em poste (conforme Figura 24 a)) e centros de transformação de superfície (conforme Figura 24 b) devem ser compostos por caixas de proteção secundária conforme MAT-OMBR-MAT-18-0155-EDBR ou, preferencialmente, alguma especificação global que a substitua.

O disjuntor de BT deve cumprir as características indicadas na especificação técnica de material MAT-OMBR-MAT-18-0148-INBR ou, preferencialmente, alguma especificação global que a substitua.

Devido ao espaço restrito as condições de instalação dos condutores não devem provocar esforços e curvas acentuadas que venham a comprometer a segurança da instalação. As normas referidas neste documento também deverão ser atendidas.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

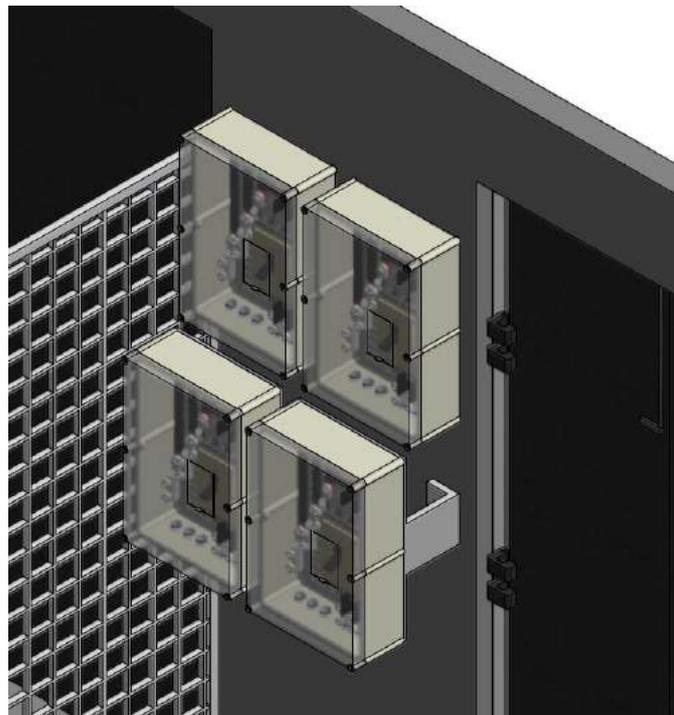
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes



**Figura 24 -** Painel de distribuição de BT em poste (a)



**Figura 24 -** Painel de distribuição de BT em centro de transformação (b)

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.9.5 Aterramento

O aterramento de uma rede de distribuição tem como finalidade garantir a segurança dos operadores e equipamentos quando da ocorrência de um curto-circuito com circulação de corrente pela terra, e permitir um desempenho correto dos relés de proteção.

Uma malha de terra é um conjunto de cordoalhas e hastes interligadas entre si por conectores apropriados, em contato direto com o solo, para que possa dissipar para a terra as correntes que sejam impostas a essa rede.

O valor da resistência de aterramento, deve atender as tensões de passo e toque conforme especificado na NBR 15749.

Os condutores de aterramento devem ser em aço cobreado, conforme padrão Distribuidora.

As hastes de aterramento devem ser conforme padrão Distribuidora.

Nas estruturas de transformação, devem ser utilizadas, no mínimo, 4 (quatro) hastes de terra dispostas ao redor da estrutura, cravadas em terreno natural a uma distância mínima entre hastes de 2m e no mínimo a 1m da base do CS/CTS;

As seccionadoras de todos os QDP's devem ser aterradas com 1 (uma) haste de terra, que também servirá como ponto de aterramento temporário.

Caso seja encontrada rocha em baixa profundidade, pode-se optar por aterramento linear em terreno natural, com o cabo enterrado horizontalmente no solo, a uma profundidade mínima de 60cm e uma distância mínima de 10m, evitando-se o paralelismo com a tubulação.

No caso da opção por remoção ou detonação da rocha, deve-se seguir os procedimentos da Distribuidora e as orientações da NR 19.

As caixas de passagem da rede primária não necessitam ter haste de aterramento pois são utilizadas apenas na condição de emenda em trechos acima de 500m e grandes mudanças de direção das tubulações.

Todas as partes metálicas (transformador, portas, cercas, telas, etc.), bem como o terminal do neutro do transformador devem ser aterrados dentro do CTS.

O aterramento deve possuir uma caixa de inspeção de aterramento. Em locais onde o lençol freático seja raso, esta caixa deverá ser concretada, porém mantendo visível a conexão da haste.

Por questões de segurança operacional, todas as blindagens dos condutores da rede primária devem ser aterradas em todas as extremidades.

### 7.10. Dimensionamento Mecânico

Os condutores devem ser instalados dentro de tubulações construídas de material plástico. Quando as tubulações estiverem afloradas do solo, as mesmas devem ser metálicas. A instalação em bandejas é permitida apenas em estruturas destinadas para esta finalidade como estruturas de pontes, pontilhões, passarelas, desde que devidamente aprovadas pela Distribuidora.

Só é permitido, no máximo, um circuito por tubulação.

Considera-se um circuito de MT o conjunto de três condutores fase, onde é permitida a construção de uma tubulação reserva para o caso de travessias de grande fluxo de veículos ou via férrea.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Considera-se um circuito de BT o conjunto de quatro condutores, sendo três de fase e um de neutro.

Como regra geral, o número máximo de circuitos de Média tensão em uma rede subterrânea deve ser 4 (quatro). Um número maior pode ser incluído em casos específicos, considerando circuitos futuros no horizonte de projeto.

A taxa de ocupação dos eletrodutos não deve ser superior a 40% de sua área útil, conforme NBR-5410.

As tubulações padronizadas devem ser do tipo corrugado anelar ou helicoidal, obedecendo a NBR 15715.

Em casos especiais e excepcionais, os cabos de média tensão poderão ser enterrados diretamente, naqueles lugares nos quais o caminho traçado é muito complexo e sinuoso e que não precise de caixa de passagem, desde que aprovado pela Distribuidora.

### 7.10.1 Cálculo dos Esforços de Puxamento dos Condutores de Média Tensão

A Tabela 16 orienta a máxima tração de puxamento dos condutores padronizados de média tensão e a máxima distância, em linha reta, entre pontos disponíveis para tração.

Condutor (mm <sup>2</sup> )	Densidade linear (kg/km)	Diâmetro do duto (mm)	Tração de puxamento máximo do cabo (daN)	Distância máxima entre PS's (m)
95	0,872	125	380	300
150	1,111	140	600	350
185	1,281	160	740	350
240	1,509	190	960	400
400	2,152	200	1600	500

Tabela 16 - Distância máxima entre PS

### 7.11. Proteção e Seccionamento

Para a rede primária, as derivações devem ser feitas exclusivamente por meio de CTS e CS.

Para a rede secundária, as derivações devem ser feitas exclusivamente por meio de QDP.

### 7.12. Conexões

A instalação das conexões deve obedecer às instruções do fabricante, onde alguns cuidados básicos devem ser tomados para reduzir a possibilidade de falhas prematuras, como a preparação do condutor, onde fatores como sujeira e umidade comprometem as características isolantes dos condutores.

A decapagem do condutor é tarefa crítica e na ocorrência de imperfeições no corte, por menores que sejam, a ponta deve ser cortada e o serviço reiniciado.

Deve ser garantida a recomposição do isolamento de modo a garantir um conjunto seguro e livre de pontos energizados.

O lançamento e serviço em conexões não devem ser realizados em condição de chuva.

No caso de transição da rede aérea, deve existir base subida em poste em ferro galvanizado para proteção dos condutores isolados de MT no poste, bem como mecanismo que impeça entrada de água, conforme padrão da Distribuidora.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O pessoal envolvido na instalação das conexões deve possuir capacitação e ferramental adequado.

### **7.13. Qualidade e Confiabilidade da Rede**

#### **7.13.1 Segurança das Instalações**

De acordo com as prerrogativas da NR 10, as redes devem ser projetadas considerando dispositivos de seccionamento equipotencialização e aterramento, obedecendo as prescrições a seguir:

- a) Em todas CTS's deve existir um barramento de cobre conectado ao aterramento para conexão do aterramento temporário, conforme padrão da Distribuidora;
- b) Quando houver escavação em locais com rede existente, seja aérea ou subterrânea, e esta rede esteja energizada, os trabalhadores envolvidos devem possuir treinamento e orientações para o risco elétrico, e tomar ações pertinentes quanto ao aterramento e a proximidade de máquinas e equipamentos com a rede aérea (retroescavadeira, guindauto, caçamba, etc.).

#### **7.13.2 Confiabilidade**

O projeto deve apresentar recursos de manobra adequados conforme indicado na seção 7.6. Os recursos de manobra devem ser bem detalhados para cada tipo de condição de operação da rede (N e N-1).

### **7.14. Apresentação do Projeto**

#### **7.14.1 Geral**

O anteprojeto executivo deve ser apresentado em 4 (quatro) vias impressas coloridas e uma via digital, contendo todo o detalhamento do mesmo.

As plantas e desenhos devem ter mapa planimétrico e mapa chave que possibilite leitura e interpretação das informações, com clareza e possibilidade de rápida identificação dos circuitos e localização da planta no empreendimento.

Cada planta/desenho deve ter identificação de sua sequência lógica, com o mosaico com a posição da mesma com relação as outras plantas.

Qualquer alteração, substituição de material, ou método de trabalho, após a aceitação do projeto, somente pode ser efetuada mediante prévia autorização da Distribuidora.

Uma vez aceito, a Distribuidora deve devolver 1 (uma) via do projeto analisado ao interessado.

O prazo máximo de validade do projeto é de 6 (seis) meses após a sua aceitação e validade do AVT. Decorrido este prazo, a aceitação do projeto fica sem efeito.

O projeto a ser enviado para apreciação da Distribuidora deve possuir, no mínimo, os documentos e informações descritas entre os itens 7.14.

O projeto deve obedecer ao padrão de legendas e simbologias do Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas, Desenho 02: Simbologia de Projeto e Desenho 03: Modelo de Planta. Outra simbologia pode ser adotada desde que mantida a coerência e lógica de interpretação.

#### **7.14.2 Memorial Descritivo**

O memorial descritivo deve conter:

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

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- a) Planta de situação;
- b) Planta de implantação geral (localização e numeração de todas as caixas de passagem, indicação e detalhes de todos os dutos, seção dos condutores, nomes de ruas e acidentes geográficos, localização e capacidade dos transformadores, indicação de chaves de transferência, etc.);
- c) Traçado do arruamento com identificação das ruas, avenidas, edificações, acidentes topográficos, detalhes de rede existente, etc.;
- d) Nome da Empresa contratada para execução do projeto juntamente com o responsável técnico e respectiva ART;
- e) Localização do empreendimento com limites, coordenadas geográficas em UTM;
- f) Perfil da carga e de consumo com características de cargas privadas (residência ou comercial) e de uso comum (IP, bombeamento de água, elevadores, etc.);
- g) Previsão de aumento de carga para o horizonte de projeto;
- h) Previsão de interligação com projetos subsequentes;
- i) Informações gerais do empreendimento, tipo de empreendimento, área, planta, número de residências/lotes;
- j) Perfil planialtimétrico do terreno com localização do norte magnético;
- k) Identificação de interferências com a rede (água, esgoto, drenagem de águas pluviais, afloramento rochoso);
- l) Corte transversal identificando ocupação dos dutos;
- m) Cronograma da obra;
- n) AVT;
- o) Memória de cálculo de cargas, dimensionamento de condutores, transformadores, chaves, disjuntores, fusíveis, barramentos, dutos, cálculos de queda de tensão e curto-circuito;
- p) Especificação dos equipamentos de proteção, segurança e recursos da rede que serão instalados como tubulações reserva, para-raios, disjuntores, seccionadores, etc.
- q) Diagrama unifilar;
- r) Lista de material;
- s) Especificação de todos os materiais a serem utilizados;
- t) Coordenadas georreferenciadas em coordenadas UTM das caixas, equipamentos, etc.

**7.14.3 Projeto da Rede Primária**

O projeto da rede primária deve conter:

- a) Transformadores, com sua localização, potência nominal e acessórios;
- b) Diagrama unifilar;
- c) Circuitos primários;

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- d) Chaves de proteção e manobra;
- e) Detalhes dos pontos de manobra na rede;
- f) Detalhes da estrutura de transição entre a rede aérea e subterrânea de Média Tensão;
- g) Especificação dos circuitos, tipo de condutores, quantidade de fases, identificação do circuito, do CTS, etc.;
- h) Detalhes de instalação de clientes do grupo A.

#### 7.14.4 Projeto da Rede Secundária

O projeto da rede secundária deve conter:

- a) Indicação dos ramais de ligação;
- b) Diagrama unifilar;
- c) Circuitos secundários;
- d) Localização dos QDP's e CTS's;
- e) Especificação de cada quadro de distribuição;
- f) Especificação dos circuitos, tipo de condutores, quantidade de fases, identificação do circuito, do transformador, etc.;
- g) Caminhamento elétrico da rede secundária e ramal de ligação.

#### 7.14.5 Projeto Civil

O projeto Civil deve conter:

- a) Localização dos dutos subterrâneos;
- b) Material de preenchimento dos dutos e sua especificação;
- c) Caixas de passagem (com coordenadas XYZ em UTM, Datum), em casos especiais, aprovados pela Distribuidora.
- d) Cálculos estruturais das caixas (quando aplicável);
- e) Projeto de rebaixamento de lençol freático (quando aplicável);
- f) Projeto de contenção (quando aplicável);
- g) Base dos CTS's e CS's;
- h) Detalhes da separação física entre dutos da rede primária e secundária;
- i) Detalhes do cruzamento entre dutos, onde houver;
- j) Detalhes da preparação do terreno, aterro e reaterro;
- k) Detalhes da proteção mecânica quando os dutos cruzarem locais de grande circulação de veículos;
- l) Detalhes do civil das bases dos equipamentos de medição do cliente.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 7.15. Execução e Comissionamento da Obra

### 7.15.1 Etapas de Construção

Durante as etapas de construção, recomenda-se que sejam observados os procedimentos de execução da Distribuidora, relativos a cada atividade que esteja sendo executada.

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

O executor deve informar a Distribuidora, com antecedência de 10 (dez) dias, o início das etapas: lançamento dos dutos, lançamento dos condutores, testes com os equipamentos.

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.

Devem ser tomadas todas as precauções para evitar soterramento de trabalhadores durante as escavações.

Em nenhuma hipótese deve-se admitir que os locais escavados permaneçam abertos e sem sinalização durante à noite;

O lançamento do condutor deve ser cuidadosamente planejado de modo a garantir a integridade dos materiais utilizados e evitar grandes perdas com retalhos de condutor. Esta etapa deve ser iniciada com a presença de técnico da Distribuidora.

O comprimento dos trechos e o peso dos condutores, implica que o processo de instalação deva lidar com esforços mecânicos significativos durante o lançamento, sendo imperativo que todos os cuidados sejam tomados no sentido de que não sejam causados danos que prejudiquem o desempenho do circuito e a vida útil dos condutores.

O condutor deve ser fixado por meio de camisa de puxamento e destorcedor, para mitigar esforços mecânicos concentrados, bem como torções no condutor.

Acessórios adicionais devem ser utilizados como carretilhas, roletes, guinchos, carretas, controle de tração etc. Além disso, recomenda-se que durante o processo de instalação, mantenha-se um regime de puxamento contínuo com a finalidade de aproveitar a inércia do condutor e evitar esforços bruscos. É conveniente também o uso de lubrificantes não abrasivos e nem corrosivos para diminuir o atrito.

Depois de concluída a obra, o projeto deve ser atualizado.

Todas as estruturas de caixas e circuitos devem ser codificadas e identificadas e as serigrafias dos tombamentos dos centros de transformação pintadas.

Todas as portas de acesso às partes energizadas, como CTS, QDP, RMU e grades de acesso devem possuir símbolo triangular e pictograma preto com fundo amarelo e indicação de risco de choque elétrico, conforme NBR 13434-2.

Toda emenda deve ser identificada em seu corpo com o nome do electricista, nome da empresa responsável, data da execução. Os mesmos dados devem ser informados a distribuidora com adição do endereço, coordenadas geográficas, posição (rua, calçada, jardim, terreno livre) e distância do meio fio.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 7.15.2 Ensaios de Comissionamento

Antes do lançamento do condutor, o empreendedor deve entregar à Distribuidora um laudo do mandrilhamento assinado pelo responsável técnico da obra. Adicionalmente a Distribuidora pode verificar os dutos através do mandrilhamento antes da liberação para a instalação dos cabos. Fica a critério da Distribuidora o acompanhamento do lançamento dos condutores.

A Tabela 17 indica as dimensões do mandril conforme o diâmetro interno de cada tipo de duto.

Ø Nominal do Duto		Comprimento do Mandril (mm)	Ø Mandril (mm)
Pol.	(mm)		
2	50	200	38
3	75		56
4	100	400	80
5	125		96
6	150		116
8	200	600	150

**Tabela 17** - Dimensões do Mandril

Após a instalação dos condutores e antes das conexões da rede primária, o empreendedor deve entregar à Distribuidora um laudo dos ensaios de rotina nos condutores da rede primária e emendas, com o ensaio de tensão elétrica aplicada conforme IEC 60502-1 ou orientação da Distribuidora. Adicionalmente a Distribuidora poderá realizar ensaio nos condutores da rede primária para comprovar as medições realizadas.

Após a instalação dos condutores e antes das conexões da rede secundária, o empreendedor deve entregar à Distribuidora um laudo dos ensaios de rotina nos condutores da rede secundária, com o ensaio de resistência de isolamento entre fases e entre fase e neutro conforme IEC 60502-1. Adicionalmente a Distribuidora poderá realizar ensaio nos condutores da rede secundária para comprovar as medições realizadas.

Antes da conexão do aterramento, o empreendedor deve enviar relatório com os valores calculados e medidos de resistência de aterramento, tensão de passo e tensão de toque em todos os pontos, assinado pelo responsável técnico da obra. Adicionalmente a Distribuidora poderá realizar medições de resistência de aterramento e tensão de passo e toque para comprovar as medições realizadas, conforme NBR 15749.

Qualquer divergência quanto ao método e execução dos ensaios deve ser aceita ou acompanhada pela Distribuidora.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 7.16. Fiscalização da Obra

A Distribuidora se reserva no direito de fiscalizar a obra a qualquer tempo (levantamento de dados, projeto e construção), devendo os projetistas e construtores envolvidos informar toda metodologia e ferramentas utilizadas.

A Distribuidora pode solicitar a paralisação da obra a qualquer tempo, no caso de sendo constatadas anormalidades na execução ou uso de materiais não-homologados. Todos os custos decorrentes da paralisação e adequações serão de responsabilidade do empreendedor.

Antes de ser energizada a rede deve ser cuidadosamente inspecionada a fim de verificar a conformidade com o projeto, com as normas técnicas e o seu correto acabamento.

A Distribuidora deve fornecer um check-list de inspeção de obra ao Empreendedor para que o mesmo possa adotar eventuais medidas corretivas necessárias apontadas no check-list.

Deve ser observada a limpeza de todas as caixas e locais utilizados durante a execução da obra, devendo todos os lugares ficarem limpos e livres de qualquer tipo de entulho, sobras de construção, galhos, gravetos, etc. Além disso, deve haver a recomposição de todos os passeios/vias danificados.

A empresa construtora deve, obrigatoriamente, solicitar o acompanhamento de fiscalização da Distribuidora quando do início das seguintes etapas da obra:

- a) Fechamento das valas;
- b) Montagens das terminações externas e terminais desconectáveis;
- c) Conexões de Baixa Tensão;
- d) Emendas de Média ou Baixa Tensão (quando eventualmente esteja previsto e aprovado);
- e) Instalação de equipamentos como transformadores e chaves a gás;
- f) Medição de tensão de passo, toque (obrigatório para os equipamentos) e do aterramento, além dos ensaios de tensão elétrica aplicada (Média e Baixa Tensão);
- g) Mandrilhamento dos eletrodutos;
- h) Lançamento dos condutores;
- i) Ensaios elétricos.

## 8. ANEXOS

**8.1. Anexo A** - Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico

**8.2. Anexo B** - Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão

**8.3. Anexo C** - Fatores de Demanda e Fatores de Carga de Consumidores de BT e MT

**8.4. Desenho 01:** Símbolos e Convenções Topográficas

**8.5. Desenho 02:** Simbologia de Projeto

**8.6. Desenho 03: Modelo de Planta**

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

**Áreas de aplicação**

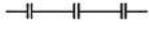
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

#### 8.4 Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas

1 – CERCADOS E VIAS DE COMUNICAÇÃO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	CERCA DE ARAME
	CERCA VIVA COMUM
	RODOVIA/VIA PAVIMENTADA
2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
	QUADRA DE ESPORTES
	CAMPO DE FUTEBOL
	PISCINA
	RESERVATÓRIO D'ÁGUA
	RESERVATÓRIO
	TANQUE
	LINHA ADUTORA (TUBULAÇÃO)
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**8.4 Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas (continuação)**

2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	CÓRREGO
	RIO
	BREJO
	ALAGADOS COM VEGETAÇÃO
	ALAGADOS SEM VEGETAÇÃO
	AFLORAMENTO ROCHOSO
	VALA OU EROSÃO
	BARRANCO, CORTE, ATERRO

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

**Áreas de aplicação**

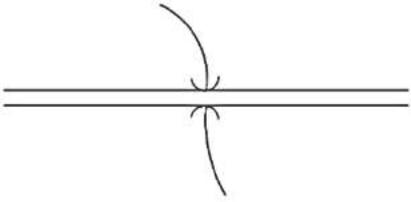
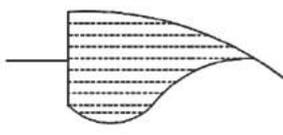
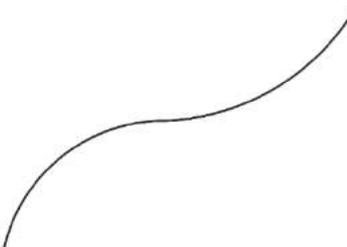
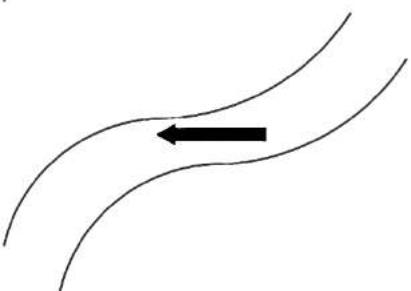
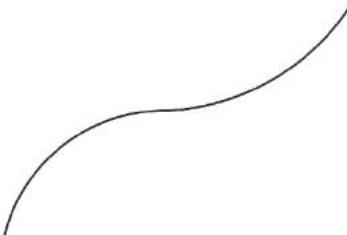
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**8.4 Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas (conclusão)**

2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	BUEIRO
	BARRAGEM / REPRESA
	ORLA MARÍTIMA
	CURSO D'ÁGUA PERENE
	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 8.5 Desenho 02: Simbologia de Projeto

SIMBOLOGIA	PROJETO
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
POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T EXISTENTE	1
TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE A RETIRAR	3
TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE EXISTENTE	1
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A IMPLANTAR	1
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A RETIRAR	3
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A SUBSTITUIR	2
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE EXISTENTE	1
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE	1
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE	1
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINE	1
TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE	c
TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE	1
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A IMPLANTAR	1
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A RETIRAR	3
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO 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 INDIVIDUAL EXISTENTE	1
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO EXISTENTE	1
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR	1
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR	3
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR	2
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL EXISTENTE	1
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO EXISTENTE	1
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR	1
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR	3
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR	2
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL EXISTENTE	1
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO EXISTENTE	1
LUM. DE 70W A IMPLANTAR	1
LUM. DE 125 A 400W BRAÇO CURTO	1
LUM. DE 150 A 400W BRAÇO CURTO A IMPLANTAR	1
LUM. DE 400W BRAÇO LONGO A IMPLANTAR	1
ESTAI DE POSTE A POSTE	1
ESTAI DE POSTE A POSTE EXISTENTE	1
ESTAI DE CRUZETA A POSTE	1
ESTAI DE CRUZETA A POSTE EXISTENTE	1
PARA-RAIO TIPO VÁLVULA	1
PARA-RAIO TIPO VÁLVULA EXISTENTE	1
ATERRAMENTO A IMPLANTAR	1
ATERRAMENTO A RETIRAR	3
ATERRAMENTO A SUBSTITUIR	2
ATERRAMENTO EXISTENTE	1
ATERRAMENTO NO DESLIGAMENTO	1
FERROVIA	1
CERCA	1
RODOVIA FEDERAL (BR)	1
RODOVIA ESTADUAL	1

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

## 8.5 Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

EQUIPAMENTOS	PROJETO
UC JÁ LIGADA – REFERÊNCIA	
UC A SER LIGADA	
UC EM CONSTRUÇÃO	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA EXISTENTE	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA EXISTENTE	
LINHA DE TRANSMISSÃO ≤230kV (COR MARROM)	
LINHA DE TRANSMISSÃO ≤230kV EXISTENTE	
LINHA DE DISTRIBUIÇÃO DE ALTA TENSÃO 69kV (COR AZUL)	
REDE DE TELECOMUNICAÇÃO (COR CYAN)	
REDE DE TELECOMUNICAÇÃO EXISTENTE	
CRUZAMENTO COM LIGAÇÃO	
CRUZAMENTO SEM LIGAÇÃO	
ENCABEÇAMENTO PRIMÁRIO	
ENCABEÇAMENTO PRIMÁRIO EXISTENTE	
ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO	
ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO EXISTENTE	
ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE ABERTO	
ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE FECHADO	
MUDANÇA DE SEÇÃO DE CONDUTOR	
SECCIONAMENTO DO PRIMÁRIO	
SECCIONAMENTO DO PRIMÁRIO EXISTENTE	
SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO	
SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO EXISTENTE	
SECCIONAMENTO DO CONTROLE	
SECCIONAMENTO DO CONTROLE EXISTENTE	
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	
REDE ENEL COM 3 FASES E 1 NEUTRO	
REDE DE BAIXA TENSÃO AÉREA (COR VERDE)	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERDE)	
EM ELETRODUTO	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENVELOPADA (COR VERDE)	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA DIRETAMENTE ENTERRADA (COR VERDE)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO AÉREA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERMELHA)	
EM ELETRODUTO	
REDE DE MÉDIA TENSÃO COMPACTA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENVELOPADA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENTERRADA (COR VERMELHA)	
REDE DE ALTA TENSÃO (COR AZUL)	
RAMAL DO CONSUMIDOR SUBTERRÂNEO (COR LILÁS)	
REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA SUBTERRÂNEA (COR AMARELA)	
INTERFERÊNCIAS (ÁGUA, ESGOTO, FIBRA ÓPTICA, ETC) (COR CINZA)	

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 8.5 Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

EQUIPAMENTOS	PROJETO
DEADBREAK	
CHAVE SECCIONADORA EXISTENTE	
CHAVE SECCIONADORA A IMPLANTAR	
CUBICULO PRIMÁRIO PEDESTAL EXISTENTE	
CUBICULO PRIMÁRIO PEDESTAL A IMPLANTAR	
CENTRO DE TRANSFORMAÇÃO DE SUPERFÍCIE CTS EXISTENTE	
CENTRO DE TRANSFORMAÇÃO DE SUPERFÍCIE CTS A IMPLANTAR	
CENTRO SATÉLITE CS EXISTENTE	
CENTRO SATÉLITE CS A IMPLANTAR	
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PEDESTAL QDP EXISTENTE	
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PEDESTAL QDP A IMPLANTAR	
CENTRO DE MEDIÇÃO CM EXISTENTE	
CENTRO DE MEDIÇÃO CM A IMPLANTAR	
PLUGUE DE INSEÇÃO SIMPLES (PIS)	
PÁRA-RAIOS DESCONNECTÁVEL EXISTENTE	
PÁRA-RAIOS DESCONNECTÁVEL A IMPLANTAR	
RECEPTÁCULO ISOLANTE BLINDADO (RTB) EXISTENTE	
RECEPTÁCULO ISOLANTE BLINDADO (RTB) A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A RETIRAR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A RETIRAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A SUBSTITUIR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A SUBSTITUIR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA EXISTENTE	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA EXISTENTE	

**Nota 1:** Os símbolos acima devem ter ao lado os números 1, 2 e 3 respectivamente para os equipamentos a serem instalados, substituídos e retirados.

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 8.5 Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	PROJETADO	RETIRADO	SIGLA
BASE PARA CTS				BCTS
BASE PARA CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO QDP				BCD
BASE PARA CM				BCM
LINHA DE DUTO				LD
CAIXA DE PASSAGEM				CP
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA				TAS
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA				TSA
PÁRA-RAIOS DESCONECTÁVEL				PrD
PÁRA-RAIOS INSERÇÃO				PrI
CABO BT (DUTO) ENVELOPADO (VERDE)				CBTe
CABO MT (DUTO) ENVELOPADO (VERMELHO)				CMTe
RECEPTÁCULO ISOLADO BLINDADO				RIB

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

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

### 8.5 Desenho 02: Simbologia de Projeto (conclusão)

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	PROJETADO	RETIRADO	SIGLA
CABO BT (DUTO) (VERDE)				CBTd
CABO MT (DUTO) (VERMELHO)				CMTd
CABO MT DIRETAMENTE ENTERRADO (VALA) (VERMELHO)				CMTv
TERMINAL EXTERNO MT				TEMT
TERMINAL DESCONECTÁVEL MT (200A)				TDC
TERMINAL DESCONECTÁVEL ISOLADO MT (600A)				TBB
CHAVE A GÁS EX. 4.3.1 – 4 VIAS – 3 SEM PROTEÇÃO E 1 COM PROTEÇÃO				CG 4.3.1
BARRAMENTO ISOLADO DE BT EX. 4 VIAS				BISOL

#### SIMBOLOGIA DOS CONDUTORES BT

CONDUTORES	SIMBOLOGIA
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 25 mm <sup>2</sup>	AS016
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 70 mm <sup>2</sup>	AS070
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 150 mm <sup>2</sup>	AS150
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 240 mm <sup>2</sup>	AS240
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 400 mm <sup>2</sup>	AS400

#### SIMBOLOGIA DOS CONDUTORES MT

CONDUTORES	SIMBOLOGIA
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 95 mm <sup>2</sup>	ACS095
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 185 mm <sup>2</sup>	ACS185
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 240 mm <sup>2</sup>	ACS240

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

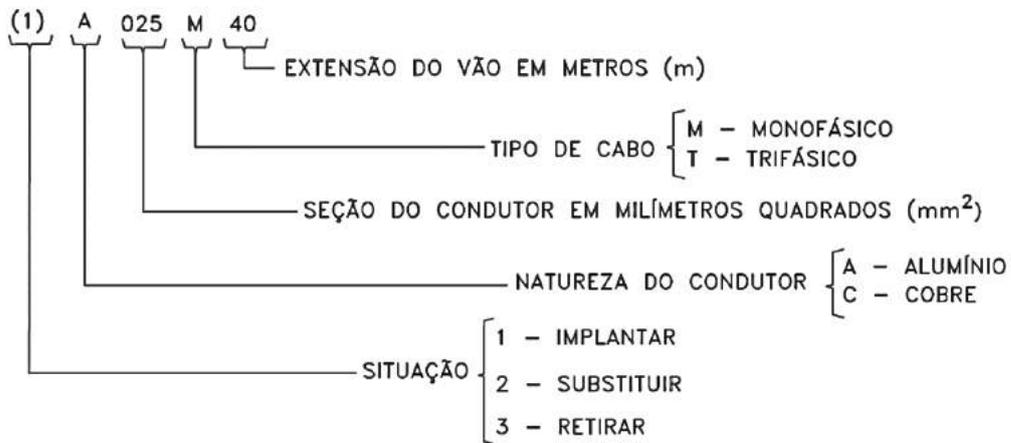
**Áreas de aplicação**

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

**8.6 Desenho 03: Modelo de Planta**

LEGENDA

REDE BAIXA TENSÃO



REDE MÉDIA TENSÃO

