



***FASCÍCULO***

***CONDIÇÕES GERAIS***

***EMPREENDIMENTOS PARTICULARES***

***LIVRO DE INSTRUÇÕES GERAIS***

---

---

## INDICE

INTRODUÇÃO.....	3
1. OBJETIVO .....	4
2. CAMPO DE APLICAÇÃO.....	4
3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	4
4. TERMINOLOGIA GERAL.....	7
5. CONTEÚDO E APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS .....	9
6. TENSÃO NOMINAL .....	11
7. INSTALAÇÕES DOS CONSUMIDORES .....	12
8. PREVISÃO DE CARGAS .....	12
9. QUEDA DE TENSÃO.....	14
9.2 PARÂMETROS DE CÁLCULOS .....	17
9.3 TABELA B.2: PARÂMETROS DE CABOS DE REDE SUBTERRÂNEA.....	17
9.4 TABELA B.3: PARÂMETROS DE CABOS DE REDE AÉREA .....	18
9.5 EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO EM UM CIRCUITO SECUNDÁRIO	19
9.6 TABELA ILUSTRATIVA .....	20
10. VIGÊNCIA.....	22

---

---

## **INTRODUÇÃO**

A AES Eletropaulo buscando a uniformização no atendimento e elaboração dos projetos de rede de distribuição Aérea e Subterrânea de Empreendimentos Particulares, elaborou este Fascículo visando a excelência dos processos e melhora na qualidade e confiabilidade no fornecimento de Energia Elétrica para seus clientes.

---

---

## 1. OBJETIVO

Estabelecer critérios e métodos visando à elaboração de projetos para alimentação de novos loteamentos residenciais e comerciais através do padrão de “rede de distribuição Aérea e Subterrânea” apresentada neste Fascículo.

## 2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a novos loteamentos residenciais e comerciais, com demandas não superiores a **4,5 MVA**, situados em localidades atendidas com redes primárias em 13,8 kV.

## 3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para a utilização desta Norma é necessário consultar em sua última revisão:

- PD-8.001-Materiais Padronizados Para Rede de Distribuição Aérea;
  - PD-4.009-Redes de Distribuição Aérea Compacta 15KV
  - ID-4.005–Montagem de Rede Compacta de Média Tensão (Rede Spacer Cable);
  - ID-4.004-Montagem de Redes Aéreas de Baixa Tensão com cabos pré reunidos;
  - ID-5059-Numeração de Circuitos e Equipamentos para Rede de Distribuição Aérea;
  - PND- 2.1-Projetos de Redes de Distribuição aéreas Secundária;
  - ND- 2.003 – Apresentação de Projetos de Rede Distribuição Aérea;
  - RT-2.003: Dimensionamento de Poste de Concreto com Seção Circular, utilizando em Rede de Distribuição;
  - PD-4.001-Redes de Distribuição Aérea Urbana – 15kV
  - PD-8.002: Materiais Padronizados Para Rede de Distribuição Subterrânea;
-

- 
- ND-2.014: Construção Civil para Instalação de Rede de Distribuição Subterrânea com Transformador em Pedestal;
  - NTE-105: Cabos de Potência Com Isolação Extrudada de Polietileno Reticulado (XLPE) ou de Borracha Etileno-Propileno (EPR) Para Tensões de 1 a 35 kV - Especificação Técnica;
  - NTE-106: Cabos de Potência com Isolação Extrudada de Polietileno Reticulado (XLPE) Para Tensões de 0,6/1,0 kV, sem Cobertura - Especificação Técnica;
  - NTE-108: Emendas Para Cabos de Potência com Isolação – Especificação Técnica;
  - NBR – 5434-Rede de Distribuição Aérea Urbana de Energia Elétrica
  - NBR-7310: Transporte, Armazenamento e Utilização de Bobinas de Condutores Elétricos em Madeira;
  - NBR-11301: Cálculo da Capacidade de Corrente de Cabos Isolados em Regime Permanente (fator de carga: 100 %);
  - NTE-005: Transformador em Pedestal – Especificação e Método de Ensaio;
  - NTE-030: Carretéis Para Fios e Cabos Elétricos;
  - NTE-036: Quadro de Distribuição em Pedestal;
  - NTE-044: Acessórios Isolados Desconectáveis Para Cabos de Potência Para Tensões de 15 kV a 35 kV;
  - NTE-049: Transformador Para Rede Aérea de Distribuição – Especificação;
  - NTE-051: Terminais Para Cabos de Potência com Isolação Para Tensões de 1 a 35 kV - Especificação;
  - PD-4.020: Rede de Distribuição Subterrânea em Baixa Tensão;
  - PD-4.021: Rede de Distribuição Subterrânea em Média Tensão;
-

- 
- PD-4.022: Construção Civil – Rede Subterrânea;
  - RT-004: Transformadores Conectados em Ramais Subterrâneos Derivados de Circuitos Aéreos.
  - IEC Standard: Electric Cables – Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18 / 30 kV (36 kV) and emergency ratings for cables of all. Publication IEC 853-2 (1989);
  - NBR 5437 – Bucha para Transformadores sem Conservador de Óleo – Tensão Nominal 1,2 kV – 160 A, 400 A e 800 A – Dimensões – Padronização;
  - LIG BT – Livro de Instruções Gerais – Baixa Tensão;
  - LIG MT – Livro de Instruções Gerais – Media Tensão;
  - Resolução 505 (de 26 de novembro de 2001)- Conformidade dos Níveis de Tensão em Regime Permanente;
  - NTE – 8085 - Religadores automáticos com controle integrado de circuitos trifásicos, de tensões nominais acima de 1 kV e até 36,2 kV em corrente alternada, aplicados como dispositivos de manobra e proteção dos alimentadores de circuitos de distribuição, destinados à ELETROPAULO METROPOLITANA - ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S/A.
  - Comunicado Técnico 39 – Requisitos Mínimos para o atendimento e incorporação de Redes em Loteamentos Particulares.
-

---

## 4. TERMINOLOGIA GERAL

- Projeto: Planta na qual se representa os componentes da rede de distribuição para a sua expansão/reforma.
  - Sistema de Distribuição: Parte do sistema de potência destinado ao transporte de energia elétrica a partir do barramento secundário de uma estação (onde termina a transmissão ou subtransmissão), até os pontos de consumo.
  - Rede Primária Aérea: Conjunto contínuo de elementos da rede de distribuição que são energizadas a partir de uma ETD.
  - Rede Secundária Aérea: Componente do sistema de distribuição energizada pelos secundários dos transformadores de distribuição.
  - Anotações de Projeto: São detalhes e características referentes às estruturas, equipamentos, condutores inseridos no projeto.
  - Rede de distribuição subterrânea: rede elétrica constituída de cabos e acessórios isolados instalados sob a superfície do solo, diretamente enterrados ou em dutos.
  - Circuito primário subterrâneo: parte da rede subterrânea, constituído de cabos isolados, que alimentam os transformadores de distribuição da AES ELETROPAULO e/ou de consumidores.
  - Circuito secundário subterrâneo: parte da rede subterrânea, constituído de cabos isolados, que a partir dos transformadores de distribuição aérea ou em pedestal conduz energia aos pontos de consumo.
  - Ramal de entrada primário subterrâneo: conjunto de condutores e seus acessórios compreendidos entre o ponto de derivação da rede primária aérea / subterrânea e um ou mais pontos de entrega.
-

- 
- Ramal de entrada secundário subterrâneo: conjunto de condutores e seus acessórios compreendidos entre o ponto de derivação da rede secundária e o ponto de entrega.
  - Limite de propriedade: demarcações que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedades de terceiros no alinhamento designado pelos poderes públicos.
  - Ponto de entrega: é o ponto até o qual a AES ELETROPAULO se responsabiliza pelo fornecimento de energia elétrica e pela execução dos serviços de operação e manutenção. O ponto de entrega deverá situar-se no limite da via interna com o limite da propriedade (lote).
  - Carga instalada: soma das potências nominais dos equipamentos de uma unidade de consumo que, depois de concluído os trabalhos de instalação, estão em condições de entrar em funcionamento.
  - Demanda: potência ou corrente, em kVA, kW ou A, requisitada por determinada carga instalada. Normalmente se considera o valor médio correspondente a um intervalo de 15 minutos.
  - Demanda máxima: maior de todas as demandas registradas ou ocorridas durante um período de tempo definido (dia da semana, mês, ano, etc).
  - Fator de demanda: relação entre a demanda máxima e a carga instalada ambas tomada na mesma unidade.
  - Fator de carga: relação entre a demanda média e a máxima, ambas tomadas na mesma unidade, durante um período de tempo definido (dia, semana, mês, ano, etc).
  - Demanda diversificada (casas / lotes): relação entre a demanda do conjunto de cargas e o número de cargas.
  - Fator de diversidade (casas / lotes): relação entre a soma das demandas máximas individuais e a demanda máxima do conjunto.
-



- Fator de coincidência ou simultaneidade: razão entre a demanda simultânea máxima de um conjunto de equipamentos ou instalações elétricas e a soma das demandas máximas individuais ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.
- Loteamento: subdivisão de gleba em lotes destinados a edificações com aberturas de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação de vias existentes.
- Loteamentos edificados: loteamentos com todos os serviços de infraestrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) e residências construídas. (Nota: os loteamentos edificados são colocados a venda para ocupações imediatas das residências).
- Loteamentos não edificados: loteamentos somente com os serviços de infraestrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) construídos.

**Nota:** Nos loteamentos não edificados são colocados à venda os lotes, sendo de responsabilidade dos compradores as futuras construções das residências e as ligações dos serviços de infra-estrutura.

## **5. CONTEÚDO E APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS**

### **5.1 PROJETO BÁSICO ELÉTRICO**

A definição da rede de distribuição Aérea ou Subterrânea é feita após a obtenção dos dados relativos às demandas dos lotes/edificações e envolve um grau de complexidade muito grande, pois são muitos os fatores que a influenciam, tais como:

As características físicas dos loteamentos (espaços disponíveis nas calçadas, espaços disponíveis para instalação postes, dos transformadores e outros);

As características das cargas (demanda, modalidade de atendimento, localização).

## **5.2 PROJETOS PARA ANÁLISE E LIBERAÇÃO PELA AES ELETROPAULO**

O projeto correspondente à rede de distribuição Aérea ou Subterrânea em loteamento residencial ou comercial, deve ser apresentado para liberação da AES ELETROPAULO e conter os documentos indicados a seguir.

O empreendedor deve fornecer uma cópia da planta do empreendimento aprovada pela Prefeitura.

Memorial descritivo (3 cópias em papel e em formato digital) contendo informações referentes ao seguinte:

- área e localização do empreendimento: planta de situação mostrando a localização do terreno do empreendimento, vias públicas adjacentes e ponto para interligação da rede interna com a rede externa existente ou prevista;
  - descrição básica do empreendimento: área total, número de residências / lotes, áreas das residências / lotes, lançamento de vendas e outros;
  - cronograma previsto para início das obras e para energização da rede;
  - características básicas das edificações;
  - características das obras a serem feitas nas áreas comuns (clubes, áreas de recreação, administração e outros);
  - outros serviços (água, esgoto, telefone e outros);
  - estimativa (previsão) de cargas: lotes / residências, áreas comuns, serviços (bombas de recalque), iluminação externa, etc;
  - cálculos elétricos: corrente elétrica nos cabos, carga e potência nominal dos transformadores, quedas de tensão e outras informações julgadas necessárias;
  - descrições básicas dos materiais e equipamentos (especificação de compra);
-

---

**Nota 1:** Deve constar do memorial descritivo cópias autenticadas da “Anotação de Responsabilidade Técnica – ART” e cópias da “Carteira de Registro do CREA” dos profissionais técnicos responsáveis pelos projetos elétrico e civil. No caso de firma instaladora, também deve ser apresentada a Certidão de Registro naquele Conselho.

**Nota 2:** Maiores detalhes sobre a apresentação dos projetos de rede de distribuição Aérea e Subterrânea, vide Fascículo de empreendimentos Particulares – Rede de Distribuição Aérea e Fascículo de empreendimentos particulares – Rede de Distribuição Subterrânea.

**Nota 3:** O projeto deve ser apresentado em plantas básicas na escala 1:500 em folha tamanho padrão “A0” contendo logradouros públicos (ruas, praças, calçadas, canteiros centrais, ilhas e outros). Materiais adicionais, devem ser indicados em planta em legenda.

**Nota 4:** Para loteamento com área superior a 500.000 m<sup>2</sup> e com lotes de áreas superiores a 1000 m<sup>2</sup>, os projetos podem ser elaborados na escala 1:1000.

**Nota 5:** Os projetos básicos (primário e secundário) deve ser feito em planta exclusiva com coordenadas UTM para fins de cadastro;

**Nota 6:** Todas as plantas devem ter identificação, número do CREA do Engenheiro Elétrico responsável pelo projeto elétrico com a assinatura do responsável técnico que consta da ART.

## **6. TENSÃO NOMINAL**

As tensões nominais padronizadas para o atendimento de loteamentos são 13,8 kV, para os circuitos primários, e 220/127 V, para os circuitos secundários. Os limites de tensões de fornecimentos admissíveis são os estabelecidos na resolução 505.

---

---

## 7. INSTALAÇÕES DOS CONSUMIDORES

Os critérios para atendimento dos consumidores, assim como os requisitos técnicos correspondentes, estão definidos neste fascículo e nos demais fascículos do LIG BT e LIG MT.

## 8. PREVISÃO DE CARGAS

O empreendedor / projetista será o responsável pela previsão de cargas dos consumidores que será adotada no dimensionamento da rede de distribuição e influenciará diretamente em seu custo.

O dimensionamento dos circuitos primários, transformadores e circuitos secundários e a definição das obras civis devem ser feitos considerando atendimento das cargas por um período mínimo de 5 anos, sem qualquer alteração da mesma.

Adicionalmente, as definições de obras civis devem ser feitas considerando o atendimento das cargas por um período de 10 anos sem necessidade de execução de obras civis em vias de circulação de veículos.

Com o objetivo de auxiliar os projetistas, um critério básico para previsão de cargas dos consumidores está apresentado a seguir, sendo que os valores obtidos através do mesmo correspondem às cargas mínimas aceitáveis para liberação do projeto elétrico. A utilização do mencionado critério não elimina a responsabilidade do projetista.

As previsões de cargas correspondentes aos lotes podem ser feitas em função dos consumos estimados dos mesmos através da fórmula:

$$kVAD = 0,022 kWh^{0,84} \quad (8.1)$$

onde:

- kVAD - demanda prevista em kVA;
  - kWh - consumo mensal estimado em kWh.
-

Os consumos estimados por lote podem ser feitos através da fórmula 8.2 que leva em consideração o tipo (edificado ou não edificado) e a área do mesmo.

$$\text{KWh} = A \times \text{SL} + B \quad (8.2)$$

onde:

SL: area do lote, em m<sup>2</sup>;

A e B: parâmetros obtidos na tabela 8.1.

**Tabela 8.1: Fatores para estimativa de consumo por lote**

Área do lote (m <sup>2</sup> ) - SL	Loteamento edificado		Loteamento não edificado	
	A	B	A	B
SL ≤ 150	0	300	0	210
150 < SL ≤ 500	1	150	0,7	105
500 < SL ≤ 1000	0,5	400	0,35	280
SL > 1000	0,2	700	0,14	490

Para ilustrar o exposto um exemplo está apresentado a seguir:

tipo do lote: não edificado;

área do lote: 400 m<sup>2</sup>;

tabela 8.1 ⇒ A = 0,7 ; B = 105 ⇒ kWh/lote = 385 ⇒ kVA = 3,3 kVA

As fórmulas (8.1) e (8.2) podem ser utilizadas também para previsão de cargas nos diversos componentes da rede, considerando-se para tanto a soma dos consumos estimados dos lotes envolvidos.

Os padrões e critérios de projetos da AES ELETROPAULO, abordados a seguir, procuram facilitar essa definição pelos projetistas.

---

## 9. QUEDA DE TENSÃO

A máxima queda de tensão admissível na rede secundária (circuito secundário + ramal de ligação) **é de 3%**.

Os cálculos de quedas de tensão deverão ser feitos considerando temperatura do condutor de 70°C, visto que normalmente o dimensionamento do condutor é feito em função da queda de tensão. Nestas condições, os cabos raramente operam com correntes superiores a 80% de sua corrente nominal e para tanto as quedas de tensão poderão ser calculadas em função de temperatura no condutor de 70°C. Quando as correntes nos cabos forem superior a 80% da corrente nominal, cálculos de queda de tensão devem ser feitos considerando temperatura no condutor de 90°C.

Informações sobre parâmetros elétricos e fatores de queda de tensão dos cabos padronizados estão apresentados no item 9.3 tabela **B.2** e item 9.4 tabela **B.3**.

### 9.1 Fórmulas Práticas de Cálculos de Quedas de Tensão, em Volts

- transformador trifásico ( $\Delta Y$ ):
- impedância do cabo:

$$Z = R \cos \varphi + X \operatorname{sen} \varphi$$

- Queda de tensão, em volts:

- Carga trifásica:

$$\Delta V_{(3F)} = \sqrt{3} \times L \times 10^{-3} \times Z \times I_3 = K_{3I} \times L \times I_3$$

$$K_{3I} = \sqrt{3} \times Z \times 10^{-3}$$

$$\Delta V_{(3F)} = L \times Z \times \frac{S_3}{V_r} = K_{3S} \times L \times S_3$$

---

$$K_{3S} = \frac{Z}{V_L}$$

**- Carga bifásica (fase-fase)**

$$\Delta V_{(2F)} = 2 \times L \times 10^{-3} \times Z \times I_2 = K_{2I} \times L \times I_2$$

$$K_{2I} = 2 \times Z \times 10^{-3}$$

$$\Delta V_{(2F)} = 2 \times L \times Z \times V_L \frac{S_2}{V_L} = K_{2S} \times L \times I_2$$

$$K_{2S} = \frac{2 \times Z}{V_L}$$

**- Carga monofásica (fase-neutro)**

$$\Delta V_{(1F)} = 2 \times L \times 10^{-3} \times Z \times I_1 = K_{1I} \times L \times I_1$$

$$\Delta V_{(1F)} = 2 \times L \times 10^{-3} \times Z \times I_1 = K_{1I} \times L \times I_1$$

$$K_{1I} = 2 \times Z \times 10^{-3}$$

$$\Delta V_{(2F)} = 2 \times L \times Z \times \frac{S_1}{V_F} = K_{1S} \times L \times S_1$$

$$K_{1S} = \frac{2 \times Z}{V_F}$$

Onde:

- R: resistência do cabo, em Ohm/km;
- X: reatância do cabo, em Ohm/km;
- $\cos\varphi$ : fator de potência;

---

$-\Delta V_{(3F)}, \Delta V_{(2F)}$  e  $\Delta V_{(1F)}$ : quedas de tensões nos trechos correspondentes a cargas trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente, concentradas nas extremidades dos mesmos, em volts;

- L: comprimento do circuito (trecho), em m;

-  $V_L$  e  $V_F$ : tensões entre fases e entre fase e terra, respectivamente, em volts;

-  $I_3, I_2$  e  $I_1$ : correntes no circuito (trecho) correspondentes a cargas trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente, em amperes;

-  $S_3, S_2, S_1$ : potências no circuito (trecho) correspondentes a cargas trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente, em kVA;

$-K_{3I}, K_{2I}$  e  $K_{1I}$ : parâmetros “equivalentes” para cálculos de quedas de tensões em funções de correntes (A) trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente, em  $V/A \cdot m$  (ver tabela 1);

$-K_{3S}, K_{2S}$  e  $K_{1S}$ : parâmetros “equivalente” para cálculos de quedas de tensões em funções de potências (kVA) trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente, em  $V/A \times m$  (ver tabela B1).

- queda de tensão, em porcentagem:

. carga trifásica:  $\Delta V_{\%} (3F) = \frac{\Delta V_{(3F)}}{V_L} \times 100$

. carga bifásica:  $\Delta V_{\%} (2F) = \frac{\Delta V_{(2F)}}{V_L} \times 100$

. carga monofásica:  $\Delta V_{\%} (1F) = \frac{\Delta V_{(1F)}}{V_F} \times 100$

Onde:  $\Delta V_{\%} (3F), \Delta V_{\%} (2F)$  e  $\Delta V_{\%} (1F)$  correspondem às quedas de tensões, em porcentagens, referentes a cargas trifásicas, bifásicas e monofásicas, respectivamente.

---



## 9.2 Parâmetros de Cálculos

Os parâmetros para os cálculos de quedas de tensões, para os cabos padronizados de redes secundárias aéreas e subterrâneas, estão mostrados na **Tabela B.2. cabos de Rede Subterrânea e Tabela B.3 cabos de Rede Aérea.**

Estes valores foram calculados considerando as seguintes premissas para os cabos de Rede Subterrânea:

- cabos quadriplexados 0.6/1.0 kV;
- condutores de alumínio;
- isolação de XLPE;
- temperatura de operação do condutor: 90 °C;
- fator de potência de 0,95;
- tensão de linha: 220 V.

### 9.3 Tabela B.2: Parâmetros de Cabos de Rede Subterrânea

CABOS	1x240 mm <sup>2</sup> , Cu	1x185 mm <sup>2</sup> , Al	4x1x95 mm <sup>2</sup> , Al	4x1x35 mm <sup>2</sup> , Al	1x16mm <sup>2</sup> , Al
PARÂMETROS					
. Resistência (Ohm/km)	0,0993	0,1952	0,3766	1,0215	2,2441
. Reatância (Ohm/km)	0,0859	0,0967	0,1008	0,1084	0,1157
. $K_{3l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	0,2099	0,373	0,674	1,739	3,755
. $K_{2l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	0,2424	0,431	0,778	2,009	4,336
. $K_{1l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	0,2424	0,431	0,778	2,009	4,336
. $K_{3s} * 10^{-3}$ (V/kVA*m) (2)	0,5509	0,980	1,769	4,565	9,855
. $K_{2s} * 10^{-3}$ (V/kVA*m) (2)	1,1018	1,960	3,538	9,130	19,710
. $K_{1s} * 10^{-3}$ (V/kVA*m) (3)	1,9087	3,395	6,128	15,813	34,138

- (1)  $\cos\varphi = 0,95$      $V_L = 220 \text{ V}$      $V_F = 127 \text{ V}$ ;  
 (2)  $V_L = 220 \text{ V}$  (fase-fase);  
 (1)  $V_F = 127 \text{ V}$  (fase-terra).

Para os valores de cabos de Rede Aérea foram calculados considerando as seguintes premissas para os cabos de Rede Aérea:

- cabos quadriplexados 0.6/1.0 kV;
- condutores de cobre e alumínio;
- cobertura em PVC;
- temperatura de operação do condutor: 90 °C;
- fator de potência de 0,95;
- tensão de linha: 220 V.

#### 9.4 Tabela B.3: Parâmetros de Cabos de Rede Aérea

CABOS DE BAIXA TENSÃO - PRÉ-REUNIDO	3x1x120 + 70 mm <sup>2</sup> , Cu	3x1x70 +50 mm <sup>2</sup> , Al
	PARÂMETROS	
. Resistência (Ohm/km)	<b>0,319</b>	<b>0,558</b>
. Reatância (Ohm/km)	<b>0,109</b>	<b>0,112</b>
. $K_{3l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	<b>0,5823</b>	<b>0,9652</b>
. $K_{2l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	<b>0,6724</b>	<b>1,1145</b>
. $K_{1l} * 10^{-3}$ (V/A*m)	<b>0,672398</b>	<b>1,11451</b>
. $K_{3S} * 10^{-3}$ (V/kVA*m) (2)	<b>1,5282</b>	<b>2,5330</b>

$\cdot K_{2S} * 10^{-3} \text{ (V/kVA*m) (2)}$	<b>3,0564</b>	<b>5,0660</b>
$\cdot K_{1S} * 10^{-3} \text{ (V/kVA*m) (3)}$	<b>5,2938</b>	<b>8,7745</b>

(1)  $\cos\phi = 0,95$      $V_L = 220 \text{ V}$      $V_F = 127 \text{ V}$ ;

(2)  $V_L = 220 \text{ V}$  (fase-fase);

(2)  $V_F = 127 \text{ V}$  (fase-terra).

<b>Condutores de fases</b>		
Cabo	120 mm <sup>2</sup>	70 mm <sup>2</sup>
Diâmetro	12,73	9,65
Espessura do isolamento	2,0 mm	1,8 mm

<b>Condutor neutro</b>		
Cabo	70 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>
Diâmetro	10,35 mm	9,0 mm

<b>Cabo completo</b>		
Cabo	3x120 mm <sup>2</sup>	3x70 mm <sup>2</sup>
Capacidade de corrente por fase a temperatura ambiente de 40°C	289 A	207 A
Raio mínimo de curvatura do cabo completo	190 mm	150 mm
Raio mínimo de curvatura do cabo fase	85 mm	65 mm
Peso do cabo	1,46 (kg/m)	0,90 (kg/m)

## 9.5 EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO EM UM CIRCUITO SECUNDÁRIO

Os cálculos serão feitos considerando as premissas e parâmetros citados anteriormente, o unifilar simplificado da figura B.4 e cargas trifásicas com fator de potência igual 0,95.

- queda de tensão - ponto 4

$$\Delta V (3F) = 0,373 * 10^{-3} (50 * 260 + 30 * 80 + 40 * 50) = 6,49 V$$

ou

$$\Delta V (3F) = 0,98 * 10^{-3} (50 * 98,8 + 30 * 30,4 + 40 * 19) = 6,47 V;$$

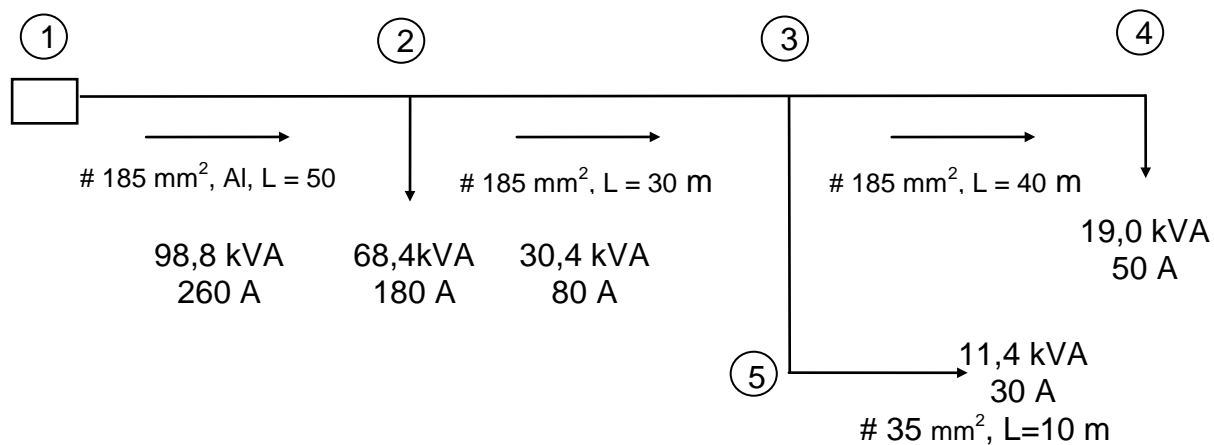
- queda de tensão - ponto 5

$$\Delta V (3F) = 0,373 * 10^{-3} (50 * 260 + 30 * 80) + 1,739 (10 * 30) = 6,27 V$$

ou

$$\Delta V (3F) = 0,98 * 10^{-3} (50 * 98,8 + 30 * 30,4) + 4,565 (10 * 11,4) = 6,25 V$$

**Figura B.4 – Exemplo de cálculo em um cabo 4 x 185 mm<sup>2</sup> AL XLPE**



## 9.6 Tabela ilustrativa

Os cálculos podem ser efetuados através de tabelas sintetizando os mesmos, sendo para tanto sugerido o modelo indicado na **Tabela B.5**.

**TABELA B.5 – CÁLCULO DE QUEDA DE TENSAO**

TRECHO				BARRA						TRECHO				BARRA	
DE	PARA	L(M)	CABO	TP	Nº	LT	M²	KWH	KVA	KWH	KVA	A	QT(V)	QT(V)	QT(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	1			TPD	1						0,0	0,0		0,00	0,0
1	2	3	185A	QDP	1					12390	60,3	158,4	0,18	0,18	0,1
2	3	24	185A	CS2	1					6195	33,7	88,5	0,79	0,97	0,4
3	31	15	35A	L	A1	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	1,23	0,6
3	32	3	35A	L	A2	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	1,02	0,5
3	33	3	35A	L	A3	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,06	1,03	0,5
3	34	15	35A	L	A4	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,29	1,26	0,6
3	4	60	185A	CS2	2					4235	24,5	64,3	1,44	2,41	1,1
4	41	18	35A	L	A5	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,35	2,76	1,3
4	42	3	35A	L	A6	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,06	2,47	1,1
4	43	3	35A	L	A7	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	2,46	1,1
4	44	15	35A	L	A8	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	2,66	1,2
4	5	48	185A	CS2	3					2275,0	14,5	38,1	0,68	3,09	1,4
5	51	15	35A	L	A9	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	3,35	1,5
5	52	3	35A	L	A10	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	3,14	1,4
5	53	3	35A	L	A11	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	3,14	1,4
5	54	15	35A	L	A12	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	3,35	1,5
5	55	27	35A	L	A13	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,46	3,55	1,6
2	6	12	185A	CS2	4					6195	33,7	88,5	0,40	0,57	0,3
6	7	24	185A	CS2	5					6195	33,7	88,5	0,79	1,37	0,6
7	71	15	35A	L	B1	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	1,62	0,7
7	72	3	35A	L	B2	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	1,42	0,6
7	73	3	35A	L	B3	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,06	1,42	0,6
7	73	15	35A	L	B4	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,29	1,66	0,8
7	8	60	185A	CS2	6					4235	24,5	64,3	1,44	2,80	1,3
8	81	18	35A	L	B5	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,35	3,15	1,4
8	82	3	35A	L	B6	NE	500	525	4,2	525	4,2	11,1	0,06	2,86	1,3
8	83	3	35A	L	B7	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	2,85	1,3
8	84	15	35A	L	B8	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	3,06	1,4
8	9	48	185A	CS2	7				0,0	2275	14,5	38,1	0,68	3,49	1,6
9	91	15	35A	L	A9	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	3,74	1,7
9	92	3	35A	L	A10	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	3,54	1,6
9	93	3	35A	L	A11	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,05	3,54	1,6
9	94	15	35A	L	A12	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,26	3,74	1,7
9	95	27	35A	L	A13	NE	400	455	3,8	455	3,8	9,9	0,46	3,95	1,8

COLUNA 1	Número da barra inicial do trecho
COLUNA 2	Número da barra final do trecho
COLUNA 3	Comprimento do trecho, em m
COLUNA 4	Identificação do cabo do trecho (240C, 185A, 35A e 16A)

COLUNA 5	"Tipo de estrutura" (TPD: transformador em pedestal, QDP: quadro de distribuição em pedestal, CS1 E CS2: caixas de derivações de circuitos secundários; L: lote)
COLUNA 6	Número / código para identificação da "estrutura"
COLUNA 7	Tipo do lote (NE: não edificado; ED: edificado)
COLUNA 8	Área do lote (m <sup>2</sup> )
COLUNA 9	Consumo previsto para o lote, em kWh: calculado pela tabela xx
COLUNA 10	Demanda prevista para o lote, em kVA - sem diversidade: calculado pela fórmula xxx
COLUNA 11	Consumo previsto no trecho, em kWh: calculado somando os consumos (coluna 9) dos lotes posteriores ao trecho)
COLUNA 12	Demanda prevista para o trecho, em kVA - com diversidade: calculado pela fórmula xxx
COLUNA 13	Demanda prevista para o trecho, em amperes: calculado considerando o valor da coluna 12 dividido por 1,73* 0,22
COLUNA 14	Queda de tensão no trecho, em V: calculada considerando o parâmetro $K_{31}$ da tabela xx, correspondente ao cabo multiplicado pelas colunas 3 e 13
COLUNA 15	Queda de tensão em V na barra: calculada considerando a soma da queda de tensão na barra anterior (coluna 15) com a queda de tensão no trecho (coluna 14)
COLUNA 16	Queda de tensão em % na barra: calculada considerando o valor correspondente, em V (coluna 15) dividido pela tensão - 220 - e multiplicado por 100

## 10. VIGÊNCIA

Esta norma técnica entra em vigência em 30 (trinta) dias a contar da sua data de publicação..