

# Guia de dimensionamento de cabos isolados para Média Tensão

De acordo com a norma ABNT NBR 14039:2021



[Clique aqui para baixar o Guia completo](#)

**Prysmian**  
Group

Linking  
the Future

# Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. TENSÕES DE ISOLAMENTO DOS CABOS.....	4
3. SELEÇÃO DA TENSÃO DE ISOLAMENTO DO CABO.....	5
3.1. DEFINIÇÕES.....	5
3.2. SELEÇÃO DE UO E U.....	5
3.2.1. Categorias do Sistema.....	5
3.2.2. Valores mínimos de (Uo) em função da (Um) e da categoria do sistema.....	6
3.2.3. Tensão suportável de Impulso atmosférico do cabo (Up) .....	6
4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS.....	6
4.1. SEÇÃO MÍNIMA DOS CONDUTORES.....	7
4.1.1. Condutores de Fase.....	7
4.1.2. Condutor Neutro.....	7
4.1.3. Condutor de Proteção (PE) – Condutor Terra.....	7
4.2. CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE EM REGIME PERMANENTE.....	8
4.2.1. Métodos de Instalação/referência da norma ABNT NBR 14039:2021.....	8
4.2.2. Capacidades de condução de corrente (A) - 90°C no condutor – Ar Livre.....	9
4.2.3. Capacidades de condução de corrente (A) - 90°C no condutor – Enterrado.....	10
4.2.4. Capacidades de condução de corrente (A) - 105°C no condutor – Ar Livre.....	11
4.2.5. Capacidades de condução de corrente (A) - 105°C no condutor – Enterrado.....	12
4.2.6. Fatores de correção da capacidade de corrente.....	13
4.2.7. Variações das condições de instalação num percurso (6.2.5.7 da NBR 14039) .....	19
4.3. SOBRECARGA.....	19
4.4. CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO.....	20
4.4.1. Condutor.....	20
4.4.2. Blindagem metálica.....	21
4.4.3. Condutor de proteção (PE) .....	23
4.5. QUEDA DE TENSÃO – REGULAÇÃO DE TENSÃO.....	25
4.5.1. Limites Permitidos.....	25
4.5.2. Considerações gerais.....	25
4.5.3. Cálculo da queda de tensão.....	26
4.5.4. Resumo indicativo de uso.....	29
5. RESISTÊNCIA ELÉTRICA DO CONDUTOR.....	30
6. INDUTÂNCIA E REATÂNCIA INDUTIVA.....	32
7. CAPACITÂNCIA, CORRENTE CAPACITIVA E PERDAS DIELETRICAS.....	32
7.1. CAPACITÂNCIA E REATÂNCIA CAPACITIVA.....	33
7.2. CORRENTE DE PERDA ATIVA.....	34
7.3. PERDA DIELETRICA.....	34
8. IMPEDÂNCIAS INDUTIVAS.....	35
8.1. IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIA POSITIVA E NEGATIVA.....	35
8.1.1. Blindagens aterradas em um só ponto (sem circulação de corrente) .....	35
8.1.2. Blindagens aterradas em dois ou mais pontos (com circulação de corrente) .....	35
8.1.3. Cálculo simplificado e aproximado para DRca e -DXL.....	36

8.2. IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIA ZERO.....	38
9. TABELAS DE PARAMETROS ELÉTRICOS.....	39
10. BLINDAGEM.....	58
10.1. FUNÇÕES DA BLINDAGEM.....	58
10.1.1. Camada semicondutora do condutor.....	58
10.1.2. Blindagem da Isolação.....	58
10.2. UTILIZAÇÃO DA BLINDAGEM DA ISOLAÇÃO.....	58
10.3. ATERRAMENTO DA BLINDAGEM DA ISOLAÇÃO.....	58
10.4. MATERIAIS DA BLINDAGEM.....	59
10.5. EMENDAS E TERMINAIS.....	59
10.6. TENSÃO INDUZIDA NA BLINDAGEM DA ISOLAÇÃO ATERRADA EM UM SÓ PONTO.....	59
10.6.1. Três cabos em qualquer configuração geométrica.....	59
10.6.2. Três cabos na configuração trifólio ou trifólio aberto (equilateral) .....	59
10.6.3. Três cabos em configuração plana.....	60
10.6.4. Fórmulas simplificadas para cálculo das tensões induzidas nas blindagens metálicas.....	61
10.6.5. Limites para as tensões induzidas na blindagem metálica em regime normal de operação do sistema.....	61
10.6.6. Tensões induzidas na blindagem metálica sob curto-circuito.....	62
11. UTILIZAÇÃO DE MAIS DE UM CABO POR FASE EM PARALELO.....	62
12. INSTALAÇÃO DOS CABOS.....	65
12.1. RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA.....	65
12.2. INSTALAÇÃO EM ELETRODUTOS.....	66
12.2.1. Taxa de ocupação do eletroduto.....	66
12.2.2. Acomodação dos cabos no eletroduto.....	66
12.2.3. Eletrodutos já existentes.....	67
12.3. FORÇAS MÁXIMAS DE PUXAMENTO.....	67

## INTRODUÇÃO

Este guia foi desenvolvido como um material de consulta, completo e abrangente, capaz de auxiliar profissionais desde a escolha da tensão de isolamento do cabo adequada ao sistema elétrico onde irá operar, passando pela determinação das seções do condutor e da blindagem metálica, levando em conta os critérios mais determinantes para tal, até informações relevantes para a instalação.

Se aplica a todos os cabos de média tensão, notadamente aos cabos da Prysmian e similares, na parte de parâmetros elétricos tabelados.

Com base na NBR e IEC, o guia explica como escolher a tensão de isolamento do cabo em função das características do sistema elétrico onde ele irá operar.

São elencados nos próximos capítulos os critérios para o dimensionamento da seção do condutor e da blindagem:

- a) Seção mínima dos condutores de fase, neutro e proteção (terra);
- b) Capacidade de condução de corrente em regime permanente e fator de carga 100%.

Neste tópico, estão indicadas as diversas alternativas de instalação - ao ar livre e subterrâneas - previstas na norma ABNT NBR 14039:2021, tabeladas com as respectivas capacidades de condução de corrente. Também constam diversos fatores de correção da capacidade de corrente para condições e agrupamentos diferentes dos previstos nas tabelas;

- c) Sobrecarga. Considerações sobre a operação em sobrecarga, temperaturas e tempos admissíveis;
- d) Curto-circuito. Para curtos-circuitos com duração máxima de cinco segundos, intervalo que representa a maioria das ocorrências, sendo, nestes casos, o regime adiabático aceitável, estão indicadas as fórmulas para a determinação da corrente de curto-circuito admissível ou seção mínima ou o tempo máximo de duração do curto, aplicáveis ao condutor, à blindagem metálica e ao condutor de proteção (terra);
- e) Queda de tensão – Regulação de tensão. Embora raramente nos circuitos de média tensão a queda de tensão estabeleça a seção a ser utilizada, em alguns casos, esse quesito deve ser verificado. Consta neste Guia a explicação de como ocorre a queda, a influência do fator de potência da carga e como calculá-la, inclusive em circuitos relativamente longos onde a capacitância do cabo também é considerada.

Na análise de circuitos elétricos, faz-se necessário o conhecimento de parâmetros elétricos dos cabos bem como das impedâncias de sequência.  $R_{cc}$ ,  $R_{ca}$ ,  $X_l$  e  $X_c$  são os parâmetros mais relevantes, sendo  $R_{cc}$  e  $R_{ca}$  as resistências elétricas à corrente contínua e alternada, respectivamente;  $X_l$  a reatância indutiva e  $X_c$  a reatância capacitiva;  $R_{ca}$  e  $X_l$  são os componentes da impedância de sequência positiva/negativa e dependem além do arranjo físico dos cabos, também da existência ou não de corrente circulante nas blindagens.

Sempre considerando o tipo de aterramento das blindagens, como calcular esses parâmetros e as impedâncias de sequência positiva/negativa e zero. Para os cabos de média tensão da Prysmian, existem tabelas com esses parâmetros já calculados para as maneiras mais usuais de instalação.

As blindagens são elementos importantes nos cabos de potência de média e alta tensão. Por isto, existe um capítulo dedicado a elas abordando as funções da blindagem, utilização, materiais e aterramento da parte metálica. No caso de aterramento em um só ponto, encontram-se as fórmulas completas e simplificadas para cálculo da tensão induzida na ponta em aberto (não aterrada), qualquer que seja a configuração geométrica dos cabos, como também os limites aceitáveis de tensão induzida.

Quando mais que um cabo por fase é utilizado, dependendo do arranjo físico deles, as correntes nos cabos de mesma fase podem sofrer grande variação e, com isto, alguns deles poderão operar com temperatura muito acima do recomendado, ocasionando perda de vida útil. O porquê da ocorrência desse fato, como minimizá-lo e sugestões de como distribuir os cabos, visando reduzir ou eliminar esse inconveniente.

Por fim este documento também traz informações úteis quanto à instalação dos cabos: força máxima de puxamento, raios mínimos de curvatura e, quando a instalação é realizada em eletroduto, ele ensina a como calcular a taxa máxima de ocupação e como os cabos se acomodam no eletroduto dependendo dos diâmetros do duto e cabo – aprendendo a evitar o “jamming” ou “sandwich”.

## 1. CABOS PRYSMIAN

O dimensionamento dos cabos de média tensão deve ser feito conforme a norma ABNT NBR 14039:2021, de forma geral, complementada pela norma ABNT NBR 13570:2021 para instalações elétricas em locais de afluência de público. Ao serem publicadas outras versões destas normas, essas novas versões devem ser consultadas pelo projetista, tendo a prevalência sobre eventuais dados diferentes contidos neste Guia.

Apesar da norma ABNT NBR 14039:2021 estabelecer os limites de tensão de 1kV a 36,2kV a escolha do nível de tensão dos cabos de média tensão pode atingir até 42kV e deve ser feito através da NBR 6251: 2018 conforme capítulo 3 - SELEÇÃO DA TENSÃO DE ISOLAMENTO DO CABO, deste guia.

O objetivo deste Guia é a escolha correta do cabo e da seção do condutor a ser utilizada e não o dimensionamento completo da instalação.

**Tabela 1.1. Cabos Prysmian mais comuns para aplicações em média tensão**

Norma ABNT	Linha de Produto	Tensão de Isolamento	Isolação	Cobertura (Capa externa)	Temp. Máx. de Operação do Condutor	Temp. Máx. de Sobrecarga	Temp. Máx. de curto-circuito
		[U <sub>o</sub> /U]			[°C]	[°C]	[°C]
NBR 7286	Eprotenax	3,6/6 kV a 20/35kV	EPR (espessura plena)	PVC (ST2)	90	130	250
NBR 7286	Epro Compact 105	3,6/6 kV a 20/35kV	EPR 105 (espessura coordenada)	PVC (ST2)	105	140	250
NBR 7286	Ecoplus Compact	3,6/6 kV a 20/35kV	EPR 105 livre de chumbo (espessura coordenada)	PVC (ST2)	105	140	250
NBR 7287	Voltalene	3,6/6 kV a 20/35kV	XLPE (espessura plena)	PVC (ST2)	90	130	250
NBR 16132	Afumex	3,6/6 kV a 20/35kV	EPR (espessura plena)	SHF1	90	130	250
NBR 16132	Afumex Compact	3,6/6 kV a 20/35kV	HEPR (espessura coordenada)	SHF1	90	130	250
NBR 7287	Voltalene Grid	3,6/6 kV a 20/35kV	XLPE (espessura plena)	PE (ST7)	90	130	250

### Notas:

- Dependendo da classe de tensão e seção, todos os cabos podem ser fabricados com 1 (singelo) ou 3 (tripolar) condutores.
- NBR 7286 - Cabo isolado com EPR, HEPR ou EPR 105
- NBR 7287 – Cabo isolado com XLPE ou TR-XLPE
- NBR 16132 – Cabo com baixa emissão de fumaça e halogênios
- Os requisitos destes cabos são complementados pelas especificações da norma de padronização ABNT NBR 6251:2018.
- SHF1 - Composto poliolefinico termoplástico não halogenado.

[Clique aqui para baixar o Guia completo](#)