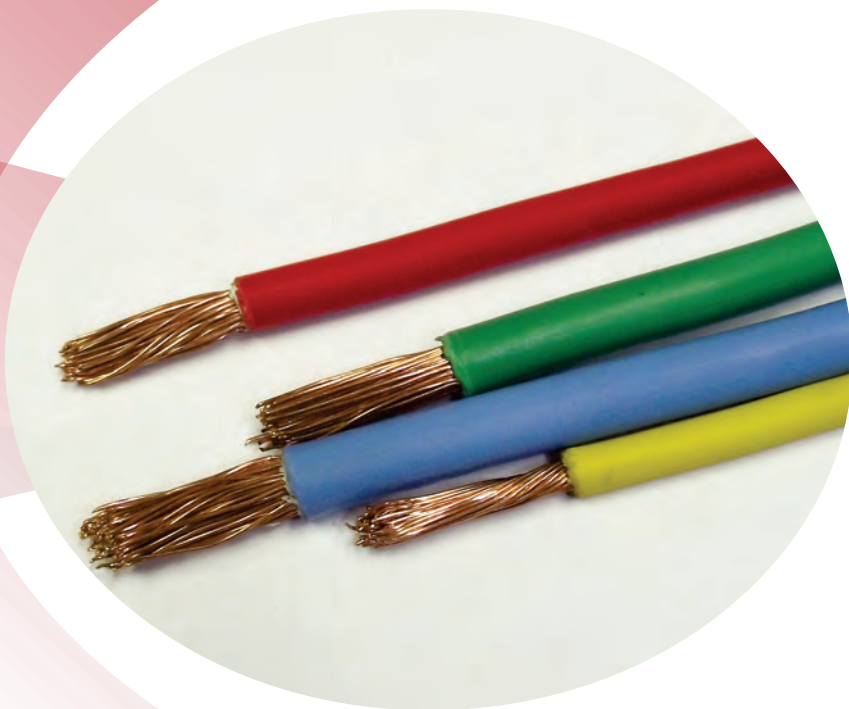


# PROGRAMA QUALIMAT



**FIOS E CABOS ELÉTRICOS  
PARA EDIFICAÇÕES**

## FICHA TÉCNICA

### Realização

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais — Sinduscon-MG  
Rua Marília de Dirceu, 226 — 3º e 4º andares — Lourdes — CEP: 30170-090  
Belo Horizonte — MG — Tel.: (31) 3253-2666 — Fax: (31) 3253-2667  
www.sinduscon-mg.org.br — e-mail: sinduscon@sinduscon-mg.org.br

### Coordenação

**Vice-presidente da Área de Materiais,  
Tecnologia e Meio Ambiente**  
Geraldo Jardim Linhares Júnior

**Diretor da Área de Materiais e Tecnologia**  
Cantídio Alvim Drumond

**Diretor da Área de Meio Ambiente**  
Eduardo Henrique Moreira

### Elaboração

Assessoria técnica

### Assessoria de Comunicação

Jorn. Cristiane Araújo Costa

### Colaboração

Breno Assis Oliveira — ABRASIP-MG  
Ítalo Batista — Proerg Engenharia e Projetos

### Revisão ortográfica e gramatical

Afonso Celso Gomes  
(De acordo com a nova ortografia da Língua Portuguesa)

### Projeto gráfico

D'Comunicação

### Foto de capa

Matheus Vilhena

S616f

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais.  
**Fios e cabos elétricos para edificações.** Belo Horizonte: SINDUSCON-MG,  
2012.

28 p. il.

(Programa Qualimat Sinduscon-MG)

1. Fios Elétricos 2. Cabos Elétricos I. Título

CDU: 621.332.34

## Diretoria Sinduscon-MG – Triênio 2012–2015

### **Presidente**

Luiz Fernando Pires

### **1º Vice-presidente**

André de Sousa Lima Campos

### **Vice-presidentes**

#### **Administrativo-financeiro**

Bruno Vinícius Magalhães

#### **Área Imobiliária**

Lucas Guerra Martins

#### **Área de Materiais, Tecnologia e Meio Ambiente**

Geraldo Jardim Linhares Júnior

#### **Comunicação Social**

Jorge Luiz Oliveira de Almeida

#### **Obras Industriais e Públicas**

João Bosco Varela Cançado

#### **Política, Relações Trabalhistas e Recursos Humanos**

Walter Bernardes de Castro

### **Diretores**

**Administrativo-financeiro:** Rodrigo Mundim Pena Veloso

**Área Imobiliária:** Bráulio Franco Garcia

**Área de Materiais e Tecnologia:** Cantídio Alvim Drumond

**Área de Meio Ambiente:** Eduardo Henrique Moreira

**Área de Obras Industriais:** Ilso José de Oliveira

**Área de Obras Públicas:** José Soares Diniz Neto

**Área de Política e Relações Trabalhistas:** Ricardo Catão Ribeiro

**Comunicação Social:** Eustáquio Costa Cruz Cunha Peixoto

**Programas Habitacionais:** Bruno Xavier Barcelos Costa

**Projetos:** Renato Ferreira Machado Michel

**Relações Institucionais:** Werner Cançado Rohlfis

### **Coordenador sindical**

Daniel Ítalo Richard Furletti

### **Equipe técnica**

**Elaboração:** Eng. Roberto Matozinhos (Consultor técnico)

**Colaboração:** Thayse Emannuely de Araújo Vieira (Auxiliar técnico)

## Sumário

# FIOS E CABOS ELÉTRICOS PARA EDIFICAÇÕES

1	OBJETIVO .....	7
2	FIOS E CABOS ELÉTRICOS.....	7
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA NORMATIVOS.....	8
4	CLASSES DE CONDUTORES ELÉTRICOS.....	10
	4.1 Classes.....	10
5	TIPOS DE FIOS E CABOS.....	12
6	IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES, POR COR .....	14
7	CRITÉRIOS TÉCNICOS DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS.....	14
	7.1 Metais utilizados como condutores elétricos .....	17
	7.2 Condutividade elétrica.....	17
	7.3 Conexões.....	18
8	ISOLAÇÃO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS.....	19
	8.1 Cloreto de polivinila (PVC).....	19
	8.2 Composto termofixo etileno propileno e polietileno reticulado.....	20
	8.3 Blindagem dos fios e cabos.....	20
9	DADOS TÉCNICOS PARA A AQUISIÇÃO QUE DEVEM CONSTAR NA ORDEM DE COMPRA.....	21
10	VERIFICAÇÃO E ENSAIOS.....	21
	10.1 Ensaios.....	22
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	22
12	A IMPORTÂNCIA DA QUANTIDADE DE COBRE.....	23
13	RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO.....	23

14	EXIGÊNCIAS DO PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H) .....	24
15	PRINCIPAIS PROBLEMAS OCASIONADOS PELA UTILIZAÇÃO DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS QUE NÃO ATENDEM ÀS NORMAS TÉCNICAS .....	25
16	RECICLAGEM.....	25
16.1	Destinação de resíduos .....	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## CARTA DO PRESIDENTE

**O**s avanços pelos quais o setor da Construção Civil vem passando nos últimos anos são inquestionáveis, compreendendo desde a melhoria das condições de saúde e segurança nos canteiros de obras e a crescente remuneração dos trabalhadores até os avanços tecnológicos. Neste último quesito, por exemplo, é possível constatar, em um curto período de tempo, grandes mudanças na concepção e execução dos empreendimentos, fato evidenciado pela esbeltez e flexibilidade conferidas às estruturas das edificações, além, é claro, da velocidade e das características industriais, cada vez mais presentes nos canteiros.

As obras passam a ser cartões-postais não mais pela pujança volumétrica, mas por sua leveza, arquitetura arrojada e integração com o entorno onde estão localizadas.

Há muito tempo já não são distantes do setor os termos *gestão de qualidade e sustentabilidade*, além do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e outros programas de gestão. Estes já foram integrados ao cotidiano dos nossos canteiros.

Neste contexto, o programa **Qualidade dos Materiais (QUALIMAT)**, do Sinduscon-MG, consolidou-se perante os construtores nesses mais de 10 anos de existência e mais de 15 publicações lançadas.

A cartilha *Fios e cabos elétricos para edificações*, trabalho coordenado pela Vice-presidência de Materiais, Tecnologia e Meio Ambiente do nosso sindicato, que conta com o apoio incondicional da Comissão de Materiais e Tecnologia (COMAT), vem somar-se ao programa QUALIMAT em um esforço para a indução ao atendimento das normas técnicas e ao aumento da qualidade, além de ser uma ferramenta de subsídio à certificação no PBQP-H no que concerne a materiais controlados.

Esperamos que esta cartilha seja bem e bastante utilizada. Então, construtores, façam bom proveito desta publicação, mais uma que o Sinduscon-MG produz, para contribuir para o desenvolvimento da Construção Civil mineira.

**Luiz Fernando Pires**  
**Presidente do Sinduscon-MG**



## 1. OBJETIVO

Constitui objetivo do programa **Qualimat** estabelecer um procedimento padrão para a aquisição de materiais de construção diversos, com base em requisitos definidos e documentados, estabelecendo-se uma metodologia para especificação, inspeção, recebimento, armazenamento e manuseio. O conhecimento e a observância de procedimentos de especificação e inspeção na compra desses materiais possibilitam as seguintes vantagens:

- Comunicação eficaz entre compradores e fornecedores, evitando-se eventuais equívocos.
- Rastreabilidade da qualidade dos materiais, objetivando a gestão da qualidade.
- Comparação entre diferentes fornecedores de materiais similares, possibilitando a elaboração de um cadastro de fornecedores qualificados – ou seja, não somente no atendimento de variáveis como preço e prazo de entrega, mas também com relação à conformidade dos produtos às normas técnicas existentes.
- Indução do aumento da qualidade dos materiais.
- Indução ao atendimento às normas técnicas.
- Cumprimento da exigência de materiais controlados, objetivando a certificação no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

## 2. FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Os fios e cabos são tipos de condutores elétricos – ou seja, são componentes formados de um material geralmente metálico e de baixa resistência elétrica, cujo o objetivo é conduzir a corrente elétrica de uma fonte geradora para um ponto de consumo.

O fio é um condutor sólido, maciço, provido de isolamento ou cobertura protetora, usado diretamente como condutor de energia elétrica. O cabo é formado por um conjunto de fios reunidos para formar um condutor elétrico, conferindo-lhe maior flexibilidade. O cobre é o metal mais utilizado na fabricação de condutores elétricos para instalações residenciais, comerciais e industriais. É permitida também a utilização do alumínio



(material de preço inferior), desde que possua bitolas superiores a 50mm<sup>2</sup> (instalações comerciais) ou 16mm<sup>2</sup> (instalações industriais). Este material exige especial cuidado nas conexões, pois a utilização de componentes de materiais diferentes pode provocar o efeito de “pilha galvânica”, acelerando a corrosão dos materiais e, dessa forma, diminuindo sua capacidade de condução de corrente. A utilização de cabos de alumínio em instalações residenciais é vedada pela NBR 5410:2004.

### 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA NORMATIVOS

TABELA 1 – Normas técnicas

(continua)

PRODUTO	DOCUMENTOS NORMATIVOS
FIOS E CABOS ELÉTRICOS	NBR 5410:2004 – estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.
	NM 280:2011 – especifica as seções nominais padronizadas de 0,5mm <sup>2</sup> a 2.000mm <sup>2</sup> , bem como o número e o diâmetros dos fios e os valores de resistência elétrica para condutores de cabos elétricos e cordões flexíveis, isolados. Emenda 1, de 17.03.2011: complementa a ABNT NBR NM 280:2002.
	NBR 6815:2010 – especifica o método de ensaio de determinação da resistividade de materiais para condutores elétricos.
PRODUTO	DOCUMENTOS NORMATIVOS
FIOS E CABOS ELÉTRICOS (ENSAIOS)	NBR 7307:2011 – estabelece o método de ensaio da fragilização dos compostos semicondutores utilizados em fios e cabos elétricos.
	NBR 6810:2010 – estabelece o método de ensaio de tração à ruptura de condutores para fins elétricos.
	NBR 10301:1988 – prescreve o método de ensaio e especifica os requisitos de resistência ao fogo para fios e cabos elétricos que sejam classificados como resistentes ao fogo pela norma aplicável.
	NBR 6814:1985 Errata 1:2001 – Ensaio de resistência elétrica.
	NBR 9512:1986 – prescreve o método de ensaio recomendado para a determinação da resistência ao intemperismo dos componentes de fios e cabos elétricos e seus acessórios.

(conclusão)

PRODUTO	DOCUMENTOS NORMATIVOS
<b>FIOS E CABOS ELÉTRICOS (ENSAIOS)</b>	NBR NM 247-2:2002, versão corrigida 2011 — Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V.
	ABNT NBR 7288:1994 — Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1kV a 6 kV. Esta Norma fixa as condições exigíveis para a qualificação e para a aceitação e/ou recebimento de cabos de potência unipolares, multipolares ou multiplexados, para instalações fixas, isoladas com cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE), com cobertura.
	ABNT NBR 8661:1997 — Cabos de formato plano com isolamento extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensão até 750V — Especificação. Esta Norma fixa as condições exigíveis na qualificação, aceitação e/ou recebimento de cabos elétricos, tipo BWF, de formato plano, com condutores de cobre, isolados e cobertos com cloreto de polivinila (PVC), para tensões de isolamento até 750V.
	ABNT NBR 13248:2000 — Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolamento extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV — Requisitos de desempenho. Esta Norma fixa as condições exigíveis para condutores isolados e cabos unipolares, multipolares ou multiplexados para instalações fixas, isolados com composto extrudado polimérico, com ou sem cobertura.

Fonte: Adaptado da ABNT.

Os componentes da instalação elétrica devem ser conforme as normas técnicas aplicáveis e possuir características compatíveis com as condições elétricas, operacionais e ambientais a que forem submetidos.

### Observações:

- 1ª) Este procedimento não pretende criar, alterar, reproduzir ou transcrever as normas técnicas, mas, sim, divulgar e chamar a atenção para a importância do atendimento às normas vigentes.
- 2ª) Para a aquisição de normas técnicas, acesse o site [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br). Em Belo Horizonte, o telefone da ABNT é (31) 3226-4396.
- 3ª) Antes de utilizar as normas e os direcionamentos deste procedimento, verifique se os documentos e as referências citados estão em vigor.

## 4. CLASSES DE CONDUTORES ELÉTRICOS

As classes determinam o grau de flexibilidade dos condutores, que dependem da quantidade dos fios que compõem um cabo e do diâmetro de cada um deles.

### 4.1 Classes

A norma brasileira ABNT NBR NM 280:2011 define algumas classes de flexibilidade para os condutores elétricos. Veja abaixo:

TABELA 2 – Classes de flexibilidade para condutores elétricos

CLASSES	DEFINIÇÕES
<b>1</b>	Compreende os condutores sólidos (fios), os quais apresentam baixo grau de flexibilidade durante o seu manuseio. É estabelecida uma resistência elétrica máxima a 20°C em w/km.
<b>2, 3, 4, 5 e 6</b>	Compreendem os condutores formados por vários fios (cabos), sendo que quanto mais alta a classe maior a flexibilidade do cabo durante o manuseio. É estabelecida uma resistência elétrica máxima de 20°C em w/km e diâmetro máximo dos fios elementares do condutor.

Fonte: Adaptado de Manual de instalações elétricas residenciais – ELEKTRO PIRELLI

#### Observação:

O uso de cabos flexíveis da classe 5 ou da classe 6 reduz significativamente o esforço de enfição dos condutores nos eletrodutos, facilitando também sua eventual retirada.

TABELA 3 – Resistência em corrente contínua conforme a ABNT NBR NM 280 para condutores da classe 5 (condutores flexíveis para cabo uni e multipolares)

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistência máxima do condutor a 20°C formado com fios nus ( $\Omega$ /km)
0,5	39,0
0,75	26,0
1	19,5
1,5	13,3
2,5	7,98
4	4,95
6	3,30
10	1,91
16	1,21
25	0,780
35	0,554
50	0,386
70	0,272
95	0,206
120	0,161
150	0,129
185	0,106
240	0,0801
300	0,0641
400	0,0486
500	0,0384
630	0,0287

## 5. TIPOS DE FIOS E CABOS

Os condutores elétricos são diferenciados por sua formação e aplicação, pois a função de conduzir a energia elétrica de um ponto ao outro com segurança e com o mínimo de perda possível é a mesma em todos.

São tipos de condutores elétricos:

**Condutor isolado:** tipo de fio ou cabo que possui apenas uma isolação.



Condutor isolado (cabo isolado)



Fio isolado

**Fios e cabos nus:** não possuem revestimento, isolação ou cobertura. Geralmente, são utilizadas em locais onde a ausência da camada protetora não apresenta risco a pessoas ou equipamentos.



Cabu nu

**Cabo unipolar:** composto por isolação e cobertura, é conhecido como cabo 0,6/1,0kV. Utilizado em todos os tipos de instalação de potência em condutos abertos ou fechados.



Cobertura

Isolação

Condutor

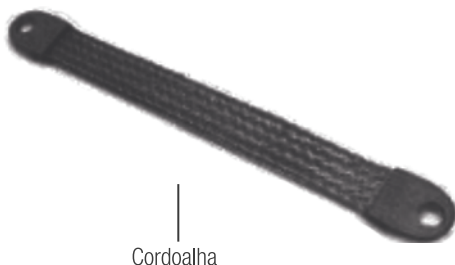
**Cabo multipolar:** formado por dois ou mais condutores isolados, cada um chamado de “vias”. Podem ser bipolares (duas vias), tripolares (três vias) ou tetrapolares (quatro ou mais vias).



**Cabo multiplexado:** composto de dois ou mais condutores isolados de forma helicoidal. Não possui cobertura.



**Cordoalhas:** constituídas por um condutor flexível em forma de tecido de fios metálicos e cordões. Usadas especialmente nas interligações para aterramento de equipamentos.



## 6. IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES, POR COR

Para facilitar a identificação dos condutores, utilizam-se cores na isolação dos cabos. São elas:

**Azul claro:** neutro

**Verde-amarelo ou verde:** proteção

**Vermelho:** fase

**Preto:** retorno



**Observação:** A norma brasileira NBR 5410:2004 prevê apenas duas cores obrigatórias: azul claro para o condutor neutro; e verde-amarelo ou verde para o condutor de proteção (Pe – *protection earth*, ou cabo terra).

## 7. CRITÉRIOS TÉCNICOS DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS

Chamamos de “dimensionamento técnico” de um circuito a aplicação dos diversos itens da NBR 5410 relativos à escolha da seção de um condutor e de seu respectivo dispositivo de proteção. Os critérios da norma são:

- Seção mínima
- Capacidade de condução de corrente
- Queda de tensão
- Sobrecarga
- Curto-circuito
- Contatos indiretos

É importante lembrar que o dimensionamento pelo critério técnico conduz à menor seção possível de condutor, que não compromete a segurança, a qualidade e a durabilidade da instalação elétrica. No entanto, quanto menor a seção do condutor maior a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, maior a perda de energia ao longo do circuito. Neste sentido, foi editada a NBR 15920:2011 (Cabos elétricos – cálculo da corrente nominal – condições de operação – otimização econômica das seções dos cabos de potência), que trata da escolha econômica de seções de condutores com base em perdas por efeito joule (perdas de energia por aquecimento).








Na prática, esta nova norma estabelece critérios que visam o dimensionamento ambientalmente correto de condutores elétricos, aumentando-se as bitolas dos cabos determinados pelos critérios técnicos, obtendo-se, desta forma, menores quantidades de CO<sub>2</sub> emitidos na atmosfera.

IMAGEM 1 - Tipos de condutores





TABELA 4: Métodos de instalação para obtenção da capacidade de condução de corrente.

Tipos de Linhas Elétricas			
Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.	A1
2		Cabos multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçada desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto.	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçada desta menos 0,3 vez o diâmetro do eletroduto.	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não circular sobre parede.	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não circular sobre parede.	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçada desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto.	C

Fonte: Tabela 33 da ABNT NBR 5410

(Continua - Vide ABNT NBR5410)

## 7.1 Metais utilizados como condutores elétricos

Em função de suas propriedades elétricas, térmicas e mecânicas, além do fator custo, o cobre e o alumínio são os metais mais utilizados na indústria de fabricação de fios e cabos elétricos.

As três principais diferenças entre o cobre e o alumínio são: condutividade elétrica, peso e conexões.

**Observação:** Segundo a norma de “Instalações Elétricas de Baixa Tensão”, a NBR 5410, é proibido o uso de alumínio em instalações residenciais. Em instalações comerciais, sua utilização é permitida para bitolas acima de 50mm<sup>2</sup> e em instalações industriais, acima de 16mm<sup>2</sup>.

## 7.2 Condutividade elétrica

Todo material conduz corrente elétrica, porém com intensidades diferentes. O número que expressa a capacidade que um material tem de conduzir a corrente é chamado de “condutividade elétrica” e o número que indica a propriedade que os materiais possuem de dificultar a passagem da corrente é chamado de “resistividade elétrica”.

Segundo a norma “International Annealed Copper Standard” (IACS), adotada em praticamente todos os países, é fixada em 100% a condutividade de um fio de cobre de 1m de comprimento com 1mm<sup>2</sup> de seção e cuja resistividade a 20°C seja de 0,01724W. mm<sup>2</sup>/m (a resistividade e a condutividade variam com a temperatura ambiente). Dessa forma, esse é o padrão de condutividade adotado, o que significa que todos os demais condutores, sejam em cobre, alumínio ou outro metal qualquer, têm suas condutividades sempre referidas àquele condutor.

A tabela 5 ilustra essa relação entre condutividades.

TABELA 5 - Relação de Condutividades

<b>Material</b>	<b>Condutividade relativa ACS (%)</b>
cobre mole	100
cobre meio-duro	97,7
cobre duro	97,2
alumínio	60,6

Fonte: International Annealed Copper Standard (IACS)

### 7.3 Conexões

Uma das diferenças entre o cobre e o alumínio está na forma como se realizam as conexões entre condutores ou entre condutor e conector.

O cobre não apresenta requisitos especiais quanto a este aspecto, sendo relativamente simples realizar as ligações dos condutores deste metal. No entanto, o mesmo não ocorre com o alumínio. Quando exposta ao ar, a superfície do alumínio é imediatamente recoberta por uma camada invisível de óxido, de difícil remoção e altamente isolante. Assim, em condições normais, encostar um condutor de alumínio em outro é como colocar em contato dois isolantes elétricos – ou seja, não haveria contato elétrico entre eles.

Nas conexões em alumínio, um bom contato somente será conseguido se essa camada de óxido for rompida, mediante a utilização de conectores apropriados, que, com a aplicação de pressão suficiente, rompem a camada de óxido. Além disso, quase sempre são empregados compostos que inibem a formação de uma nova camada de óxido uma vez removida a camada anterior.

## 8. ISOLAÇÃO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS

A isolação tem como função limitar o campo elétrico gerado pela tensão aplicada ao condutor no seu interior. Com isso, é reduzido ou eliminado o risco de choques elétricos e de curtos-circuitos.

Furos, trincas, rachaduras ou qualquer outro dano à isolação podem significar a dispersão de linhas de campo elétrico, com o consequente aumento na corrente de fuga do cabo, o que provoca aumento no risco de choques, curtos-circuitos e, até, incêndios.

De modo geral, as isolações sólidas possuem apropriada resistência ao envelhecimento em serviço e reduzida sensibilidade à umidade. Desde que necessário, podem apresentar bom comportamento em relação ao fogo. O composto isolante mais utilizado atualmente é o PVC.

### 8.1 Cloreto de Polivinila (PVC)

Consiste na mistura de cloreto de polivinila puro (resina sintética), plastificante, cargas e estabilizantes. Sua rigidez dielétrica é relativamente elevada, sendo possível utilizar cabos isolados em PVC até a tensão de 6kV. Possui adequada resistência a agentes químicos e a água, também apresentando características de não propagação de chamas. Porém, seu uso é vedado em instalações aparentes (sobre eletrocalhas abertas, em leitos ou sobre paredes ou no interior de espaços de construção – shafts), em locais de grande acesso de pessoas (escolas, hospitais, teatros, cinemas, shopping centers) e em edificações de grande porte. Nestes casos, os condutores isolados em PVC deverão estar contidos em eletrodutos totalmente imersos em material não propagante de chama – por exemplo, eletrodutos embutidos em paredes. Outra alternativa é utilizar meios metálicos, eletrodutos de aço ou eletrocalhas metálicas com tampas. Também os condutores podem ser constituídos de material que possua baixa emissão de fumaça e gases tóxicos – por exemplo, o HEPR (composto termoplástico poliolefínico não halogenado).

## 8.2 Composto Termofixo Etileno Propileno (EPR) e Polietileno Reticulado (XLPE)

Os cabos com isolamento em EPR ou XLPE suportam maiores temperaturas em serviço (90°C, ao invés dos 70°C suportados pelos cabos isolados em PVC), oferecendo, desta forma, maiores capacidades de condução de corrente. É boa alternativa a utilização de cabos isolados em PVC quando o fator determinante para sua aplicação é o critério de capacidade de condução de corrente em detrimento dos demais, como o da queda de tensão presente em um circuito. Seu emprego preferencial ocorre em alimentadores elétricos, geralmente, compostos de diversos cabos de bitolas significativas. A escolha pelos cabos isolados em EPR ou XLPE, nestes casos, pode diminuir consideravelmente os custos e os espaços para implantação destes alimentadores, uma vez que reduzem a quantidade de cabos necessários para conduzir uma mesma intensidade de corrente.

Deverão obedecer às seguintes normas técnicas:

- ABNT NBR 7285:2001 – Cabos de potência com isolamento extrudada de polietileno termofixo (XLPE) para tensão de 0,6/1,0kV – Sem cobertura – Especificação;
- ABNT NBR 7286:2001 – Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etilenopropileno (EPR) para tensões de 1kV a 35 kV – Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 7287:2009 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1kV a 35kV – Requisitos de desempenho.

## 8.3 Blindagem dos fios e cabos

A função da blindagem é fazer com que o campo elétrico fique confinado no interior do cabo. Em cabos de média tensão, devido à intensidade dos campos elétricos, a blindagem é obrigatória.

Para os cabos de baixa tensão, a blindagem serve para proteger o ambiente em que o cabo está instalado contra os “ruídos elétricos” (o ruído elétrico é um sinal da alta frequência, quando comparado com os 50Hz ou 60Hz da rede, que se soma à senoide de tensão normal, agregando-lhe componentes indesejáveis) que o circuito pode gerar ou proteger os condutores isolados (vias) dos cabos contra os “ruídos” existentes no local.

## 9. DADOS TÉCNICOS PARA A AQUISIÇÃO QUE DEVEM CONSTAR NA ORDEM DE COMPRA

- Tipo de material (cobre etc.);
- Tipo (cabos, cordão, fio) e classe;
- Cor;
- Dimensão da seção (bitola);
- Quantidade em metros ou em unidades de caixas;
- Aviso solicitando que o material possua a marca de conformidade do Inmetro.  
**Observação:** Nem todos os tipos de cabos elétricos possuem certificação compulsória. Consultar a lista do Inmetro para os produtos e serviços com conformidade avaliada na página da internet do órgão; e
- Norma técnica pertinente (NBR NM-247-3, NBR 7288 ou NBR 13248, dependendo da aplicação apontada pelo projeto).

A produção e comercialização de produtos em consonância com as normas técnicas é prevista pelo Código de Defesa do Consumidor, artigo 39:

*“...é vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:*

*...VII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)”.*

## 10. VERIFICAÇÃO E ENSAIOS

É indispensável o ensaio dos materiais em laboratórios autorizados, qualificados ou acreditados. A realização das verificações especificadas neste procedimento não isenta essa exigência.

A realização de todos os passos deste procedimento não isenta também a observação e o atendimento das normas técnicas da ABNT.

Os instrumentos de medição utilizados na execução dos ensaios devem estar devidamente aferidos.

## **10.1 Ensaios**

- ABNT NBR 7307:2011 – estabelece o método de ensaio da fragilização dos compostos sem condutores utilizados em fios e cabos elétricos.
- ABNT NBR 6810:2010 – estabelece o método de ensaio de tração à ruptura de condutores para fins elétricos.
- ABNT NBR 10301:1988 – prescreve o método de ensaio e especifica os requisitos de resistência ao fogo para fios e cabos elétricos que sejam classificados como resistentes ao fogo pela norma aplicável.
- ABNT NBR 6814:1985 Errata 1:2001 – Ensaio de resistência elétrica.
- ABNT NBR 9512:1986 – prescreve método de ensaio recomendado para a determinação da resistência ao intemperismo dos componentes de fios e cabos elétricos e seus acessórios.

Produtos já avaliados e certificados pelo Inmetro são a garantia de uma compra segura.

## **11. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

As não conformidades relacionadas aos cabos e fios ocorrem principalmente em relação à marca comercial de produtos não certificados ou ao uso de informações falsas. É preciso conferir se as embalagens apresentam as informações obrigatórias determinadas pelo Inmetro, como CNPJ, endereço e telefone do fabricante, além da norma aplicável aos condutores. O selo do Inmetro pode ser encontrado em gravações no próprio fio e/ou cabo.

As principais não conformidades são:

- redução das dimensões dos condutores de cobre, provocando o aumento da resistência elétrica e afetando gravemente a segurança dos usuários (incêndios ou choques elétricos);
- uso de materiais isolantes de baixa qualidade, tanto na resistência de isolamento elétrico como nas propriedades mecânicas;
- dimensões inferiores às especificadas nas espessuras do isolamento;
- comprimento do material inferior ao declarado;
- informações deficientes ou inexistentes, tanto na embalagem como no corpo dos produtos;
- falta de identificação do fabricante; e
- falta de dados para o rastreamento do produto (data de fabricação, lote, etc.).

## **12. A IMPORTÂNCIA DA QUANTIDADE DE COBRE**

A quantidade de cobre na fabricação dos fios e cabos elétricos tem implicação em sua qualidade. A utilização de menos cobre que o especificado pode reduzir a capacidade de transmitir a corrente do condutor e aumentar a queda de tensão no circuito. Isso pode comprometer o desempenho da instalação elétrica, aumentando a temperatura de operação dos condutores, e gerar perdas na instalação, perigos de sobrecarga, curtos-circuitos e, até mesmo, incêndios.

## **13. RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO**

Os fios e cabos devem ser armazenados em suas embalagens originais, caixas de papelão, fitas plásticas ou bobinas de madeira, em locais secos, abrigados do sol e da umidade e longe de contaminantes. Procedimentos de movimentação do material devem ser adotados para a prevenção de quedas e choques mecânicos.



## **14. EXIGÊNCIAS DO PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H)**

**Requisitos Complementares para o subsetor Obras de Edificações da especialidade técnica Execução de Obras do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC)**

**Requisitos Complementares SiAC – Execução de Obras de Edificações**  
**Definição dos materiais controlados**

A empresa construtora deve preparar uma lista mínima de materiais que afetem a qualidade tanto de seus serviços de execução controlados quanto da obra, os quais devem ser controlados. Essa lista deve ser representativa dos sistemas construtivos por ela utilizados. Dela deverão constar, no mínimo, 20 materiais.

Em qualquer nível, a empresa deve garantir que sejam também controlados todos os materiais que tenham a inspeção exigida pelo cliente, como também todos aqueles que considerou críticos em função de exigências feitas pelo cliente quanto ao controle de outros serviços de execução (ver item 2 – SiAC – PBQP-H).

**Evolução do número de materiais controlados, conforme nível de certificação**

Devem ser controlados, no mínimo, as seguintes porcentagens da lista de materiais controlados da empresa, conforme o nível de certificação:

Nível “C”: 20%;

Nível “B”: 50%;

Nível “A”: 100%.

Informações complementares no site do Ministério das Cidades:  
[www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_siad.php](http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_siad.php)

## 15. PRINCIPAIS PROBLEMAS OCASIONADOS NA UTILIZAÇÃO DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS QUE NÃO ATENDEM ÀS NORMAS TÉCNICAS

O não cumprimento dos requisitos estabelecidos nas Normas Brasileiras implicará desempenho insatisfatório dos produtos ao longo de sua vida útil. As manifestações patológicas resultantes da utilização de produtos que não atendem às Normas Brasileiras estão descritos a seguir:

- Risco de choque elétrico
- Risco de incêndio
- Queima de aparelhos eletro/eletrônicos

## 16. RECICLAGEM

A preocupação com o meio ambiente está se tornando uma nova exigência da sociedade moderna. Assim, a reciclagem passou a ser uma das formas mais importantes de contribuição para o meio ambiente. Os resíduos de cabos e fios elétricos também são recicláveis, tanto o PVC que envolve os cabos quanto o metal condutor.

Existem dois tipos de resíduos de fios e cabos:

- **Resíduos pré-consumo:** são as aparas industriais originadas na indústria de fios e cabos.
- **Resíduos pós-consumo:** gerados por empresas que utilizam fios e cabos para fazer instalações de redes públicas ou não, elétricas, telefonia e TV a cabo, além dos originados durante reformas, reinstalação de redes, etc.

A origem e o estado de conservação (limpeza, por exemplo) dos resíduos definirão o valor de mercado e, também, algumas características dos produtos reciclados.

O processo de reutilização do cobre é por volta de 85% mais econômico do que a extração natural. Faz-se necessário ressaltar que não existe diferença de qualidade

entre o metal reciclado e o metal primário. Segundo o ProCobre, “estima-se que 80% de todo o cobre extraído durante os últimos anos ainda está em uso na atualidade”. No processo de reciclagem do cobre praticamente não há produção de lixo residual. Os resíduos de construção podem ser fonte do cobre reciclado.

O PVC pode, desde que separado corretamente, ser reciclado, ao invés de ser destruído, jogado fora ou queimado. O PVC reciclado tem o seu uso na fabricação de solados e calçados, manoplas, mangueiras, laminados, etc.

## 16.1 Destinação de resíduos

Alguns municípios brasileiros possuem Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), licenciadas pelas respectivas prefeituras para receber resíduos. Nos casos de metais e, principalmente, de cabos e fios elétricos, que possuem um alto valor agregado, o ideal é encaminhá-los a empresas específicas, comumente chamadas de “ferro-velho”. Veja a lista de empresas na publicação **Alternativas para destinação de resíduos da Construção Civil** – 2ª Edição, do Sinduscon-MG.

Existem empresas que realizam o serviço de coleta dos resíduos nas obras, mediante pagamento ou, no caso do cobre, em troca da doação do resíduo. Depois de submetidos a triagem e a homogenização, são vendidos para indústrias que farão a sua reciclagem.

## ELABORAÇÃO/REVISÃO

Roberto Matozinhos – Consultor técnico – Sinduscon-MG

Thayse Emannuely de Araújo Vieira – Auxiliar técnico – Sinduscon-MG

## COLABORAÇÃO

Breno de Assis Oliveira – Presidente da Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais, Regional Minas Gerais – ABRASIP-MG, e sócio-diretor da Viabile Planejamento e Projetos Ltda.

Ítalo Batista – Sócio-diretor da Proerg Engenharia e Projetos.

## APROVAÇÃO

Este procedimento foi aprovado pelo vice-presidente da área Materiais, Tecnologia e Meio Ambiente, Geraldo Jardim Linhares Júnior, pelo diretor da área Materiais e Tecnologia, Cantídio Alvim Drumond, e pelo diretor da área Meio Ambiente, Eduardo Henrique Moreira, e pela Comissão de Materiais e Tecnologia (COMAT) do Sinduscon-MG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão – Esta versão corrigida da ABNT NBR 5410:2004 incorpora a Errata 1 de 17.03.2008

\_\_\_\_\_. NBR 6810 Fios e cabos elétricos – Tração à ruptura em componentes metálicos.

\_\_\_\_\_. NBR 6814 Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica – Esta edição incorpora a Errata 1 de 30.04.2001. Confirmado em 03.10.2012.

\_\_\_\_\_. NBR 6815 Fios e cabos elétricos — Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos.

\_\_\_\_\_. NBR 7288 Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV.

\_\_\_\_\_. NBR 7307 Fios e cabos elétricos – Ensaio de fragilização.

\_\_\_\_\_. NBR 8661 Cabos de formato plano com isolamento extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensão até 750V – Especificação.

\_\_\_\_\_. NBR 9512 Fios e cabos elétricos – Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-b proveniente de lâmpadas fluorescentes – Método de ensaio.

\_\_\_\_\_. NBR 10301 Fios e cabos elétricos – Resistência ao fogo - Método de ensaio.

\_\_\_\_\_. NBR 13248 Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolamento extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho.

\_\_\_\_\_. NBR NM 247-2 Esta Errata 1 de 31.05.2006 corrige a ABNT NBR NM 247-2:2002.

\_\_\_\_\_. NBR NM 280 Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD) – Esta Emenda 1 de 17.03.2011 complementa a ABNT NBR NM 280:2002.

ARERJ AMBIENTAL <<http://www.arerj.org.br/ambiental.html>> Acesso em: 31 de ago. de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PELA QUALIDADE DOS CABOS E FIOS ELÉTRICOS -QUALIFIO <[www.qualifio.org.br](http://www.qualifio.org.br)> Acesso em: 01 de ago. de 2012.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO COBRE NO BRASIL – PROCOBRE <<http://www.procobre.org>> Acesso em: 01 de ago. de 2012.

MANUAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS – ELEKTRO/PIRELLI – Julho 2003

Moreno, Hilton – DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE CONDUTORES ELÉTRICOS – PROCOBRE.

PASTRO, DANIEL H. – FIOS E CABOS ELÉTRICOS NUS, FABRICAÇÃO, ESCALAS E NORMAS - Documento Engenharia Elétrica UFPR. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/DanielPastro.pdf>> Acesso em: 01 ago. 2012.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H). Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC): princípios e regimento. Disponível em: <[http://www2.cidades.gov.br/pbqph/projetos\\_siac.php](http://www2.cidades.gov.br/pbqph/projetos_siac.php)> Acesso em: 11 out. 2010.

PROGRAMA CASA SEGURA – <<http://www.programacasasegura.org>> Acesso em: 01 ago. 2012.

Revista Sustentabilidade – <<http://www.revistasustentabilidade.com.br>> Acesso em: 31 de ago. de 2012.



Esta cartilha foi impressa  
em papel 100% reciclável  
(75% pré-consumo e 25% pós-consumo)

## REALIZAÇÃO



## APOIO



## PARCEIROS INSTITUCIONAIS



Belgo Bekaert Arames

