



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

**DIRETORIA TECNOLÓGICA E DE PROJETOS - DTP**  
**GERÊNCIA DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO - GTD**

**EM - RIOLUZ - 81**

**ESPECIFICAÇÃO DE REDE AÉREA PARA IP**

**EMISSÃO 01 - 04.10.06**

## SUMÁRIO

### **1- OBJETIVO**

**1.1 – Cabos utilizados em sistemas subterrâneos de iluminação pública**

**1.2 – Normas Complementares**

### **2 – DEFINIÇÕES**

**2.1 – Ensaios de Conformidade**

**2.2 – Cabo Armado**

### **3 – CONDIÇÕES GERAIS**

**3.1 – Designação dos Cabos de acordo com as tensões de isolamento**

**3.2 – Condições de regime permanente**

**3.3 – Condições de regime de sobrecarga**

**3.4 – Condições de regime de curto-circuito**

**3.5 - Condutor**

**3.6 – Isolação**

**3.7 – Identificação do cabo**

**3.8 – Garantias**

### **4 – CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

**4.1 - Condutor**

**4.2 – Isolação**

**4.3 – Formação e características dimensionais dos cabos**

**4.4 – Aplicação de material para preenchimento de interstícios**

**4.5 – Cobertura**

### **5 – EMBALAGEM, TRANSPORTE E ARMAZENAGEM**

### **6 – INSPEÇÃO E ENSAIOS**

**6.1 – Generalidades**

**6.2 – Relação de ensaios**

**6.2.1 – Ensaios para aprovação do tipo**

**6.2.2 – Ensaios de recebimento**

**6.2.3 – Ensaios de conformidade**

**6.3 – Verificação e inspeção**

**6.4 – Amostragem**

**6.4.1 – Ensaios para aprovação do tipo**

**6.4.1.1– Ensaios elétricos**

**6.4.1.2 - Ensaios não elétricos**

**6.4.2 – Ensaios de recebimento**

**6.4.3 – Ensaios de conformidade**

**6.5 – Aceitação e rejeição**

**6.5.1 – Ensaios para aprovação de tipo**

**6.5.2 – Ensaios de recebimento**

**6.5.3 – Ensaios de conformidade**

**6.5.4 – Re aprovação do tipo**

**6.6 – Relatório de ensaios**



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

## **7 - INSTALAÇÃO**

### **8- ANEXOS**

#### **8.1 – Tabela 1**

#### **8.2 – Tabela 2**

#### **8.3 – Tabela 3**

## **1 – OBJETIVO**

A presente especificação fixa as características principais mínimas que devem ser satisfeitas para o fornecimento de cabo de potência pré-reunido (multiplexado) com um condutor neutro de sustentação em alumínio (alma de aço galvanizada) e os restantes de alumínio isolados com cobertura externa de uma camada sólida extrudada de polietileno termoplástico (XLPE) na cor preta, para tensões até 0,6/1,0KV, resistentes às condições agressivas existentes tanto em orlas marítimas quanto em locais de alta poluição atmosférica - adequado para uso no Município do Rio de Janeiro. Caberá ao órgão competente da RIOLUZ opinar conclusivamente sobre estas ou outras características não mencionadas ou já normalizadas por órgãos nacionais ou internacionais visando os interesses do Município.

### **1.1 - CABOS UTILIZADOS EM SISTEMAS AÉREOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

#### **1.2 – NORMAS COMPLEMENTARES**

Para aplicação desta especificação é necessário consulta às seguintes normas:

NBR 5111/97 – Fios de Cobre nu de seção circular para fins elétricos

NBR 5118/85 – Condutores elétricos de alumínio – Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos

NBR 5368/97 – Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos

NBR 5410 – Instalações elétricas prediais

NBR 5456/86 – Eletrotécnica e Eletrônica – Eletricidade geral – Terminologia

NBR 5471/86 – Eletrotécnica e eletrônica – Condutores elétricos – terminologia

NBR 6236/98 – Madeiras para carretéis para fios, cordoalhas e cabos – especificação

NBR 6242/79 – Fios e cabos elétricos – Verificação dimensional – Método de ensaio

NBR 6244 – Ensaio de resistência a chama para fios e cabos elétricos – Método de ensaio

NBR 6251/99 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 a 35KV – Construção

NBR 6252/88 – Condutores de alumínio para cabos isolados – Padronização

NBR 6880/97 – Condutores de cobre para cabos isolados – Padronização

NBR 7286/01 - Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de borracha etileno propileno(EPR) para tensões de isolamento 1kV a 35kV

NBR 7287/92 - Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de polietileno reticulado(XLPE) para tensões de isolamento de 1kV a 35kV

NBR 7288/94 - Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila(PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1kV a 6kV

NBR 7310/80 – Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos em madeira – Procedimento

NBR 8182 – Cabos de potência - têmpera de alumínio

NBR 9511/97 – Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetro mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento – Padronização.

NBR 11.137/88 – Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas – Padronização

## **2 – DEFINIÇÕES**

Para os efeitos desta especificação são adotadas as definições das normas NBR 5456, NBR 5471, NBR 6251, NBR 6252, NBR 6880 e NBR 11.137, acrescidas das seguintes

### **2.1 – Ensaio de conformidade**

Ensaio que se destinam a verificar se os cabos mantêm as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação de seu tipo.

## **3 – CONDIÇÕES GERAIS**

### **3.1 – Designação dos cabos por suas tensões de isolamento**

Para efeito de aplicação da presente especificação, o cabo se caracteriza pelas tensões de isolamento  $V_0/V = 0,6/1KV$ , onde

$V_0$  - Valor eficaz da tensão entre condutor e terra

$V$  - Valor eficaz da tensão entre condutores isolados

### **3.2 – Condições de regime permanente**

Em regime permanente a temperatura do condutor não deve ultrapassar 90°C

### **3.3 - Condições de regime de sobrecarga**

Em regime de sobrecarga a temperatura no condutor não deve ultrapassar 130°C. A operação neste regime não deve superar 100h durante doze meses consecutivos, nem superar 500h durante a vida do cabo. Além disto, limites mais baixos de temperatura podem ser requeridos em função dos materiais usados nos cabos, emendas e terminais como, por exemplo, o chumbo, ou em função de condições da instalação.

### **3.4 – Condições em regime de curto-circuito**

Em regime de curto circuito, a temperatura no condutor não deve ultrapassar 250°C. A operação neste regime não deve ser superior a 5s.

### **3.5 – Condutor**

A superfície dos fios componentes do condutor não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias e inclusões. O condutor pronto não deve apresentar falhas no encordoamento.

### **3.6 – Isolação**

A camada do material aplicada sobre o condutor deve ser concêntrica, contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento do condutor.

A isolação deve estar perfeitamente justaposta ao condutor porém facilmente removível e não aderente ao mesmo

A cor da isolação deve ser preta tanto para cabos unipolares sem cobertura como para cabos armados tetrapolares. Outras cores terão de ser analisadas previamente pelos técnicos da RIOLUZ para serem aprovadas.

### **3.7 – Identificação do Cabo**

A superfície dos cabos unipolares devem ser marcados ao longo da camada isolante, de forma permanente, a intervalos regulares de até 500mm, com as seguintes informações:

- a – marca ou nome do fabricante;
- b – número de condutores;
- c - seção do condutor em mm<sup>2</sup>;
- d – temperatura máxima do condutor em regime permanente;
- e – tensão de isolamento (de acordo com item 4.1 desta especificação);
- f - tipo de material empregado no isolamento e no condutor;
- g – data (mês/ano) de fabricação

### **3.8 – Garantias**

O fabricante deverá garantir o atendimento aos seguintes itens:

- a - Todos os materiais utilizados na fabricação dos cabos deverão possuir excelente qualidade, atendendo aos requisitos desta especificação.
- b -A reposição, livre de quaisquer despesas, de qualquer condutor isolado e considerado defeituoso devido a deficiências em seu projeto, matéria prima ou processo de fabricação durante a vigência do período de garantia. Considera-se como defeituoso, não sendo aceito qualquer cabo que apresentar mancha, arranhões ou outras imperfeições decorrentes de processo inadequado de fabricação.
- c -O fornecedor deverá garantir seu material pelo período de 18 meses, contados a partir da data de entrada em serviço ou de 24 meses contados a partir da data do recebimento, prevalecendo o que ocorrer primeiro.
- d - As garantias são válidas para qualquer cabo instalado com técnica adequada e utilizado em condições próprias e normais.

## **4 - Condições Específicas**

### **4.1 – Condutor**

Os fios componentes do condutor encordoado antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da norma NBR 5111 ou NBR 5118, para condutores de cobre ou de alumínio respectivamente, de acordo com ABNT

O condutor de cobre deverá ser de têmpera mole circular, compactado, de encordoamento classe 2 de acordo com a norma NBR 6880.

O condutor de alumínio deverá possuir têmpera conforme o especificado na NBR 8182, circular, compactado e encordoamento classe 2.

Outras classes de encordoamento poderão ser usadas desde que especificado em projeto.

### **4.2 – Isolação**

A isolação dever ser constituída por uma camada de polietileno termofixo (XLPE) ou etileno propileno (EPR) contendo dispersão de negro fumo.

Os requisitos físicos da isolação devem estar de acordo com o anexo D da NBR 7285.

A espessura nominal da isolação de cada condutor isolado, bem como suas tolerâncias deverão estar de acordo com os valores da ABNT.

A espessura média da isolação de cada condutor isolado em qualquer seção transversal não deve ser inferior ao valor nominal especificado na ABNT.

A espessura mínima da isolação de cada condutor isolado em um ponto qualquer de uma seção transversal pode ser inferior ao valor nominal especificado, contanto que a diferença não exceda  $0,1\text{mm} + 10\%$  do valor nominal (ver ABNT).

As espessuras da isolação e suas respectivas tolerâncias devem ser medidas conforme a NBR 6242

### **4.3 – Formação e Características dimensionais dos cabos**

Os cabos compactados mais utilizados pela RIOLUZ, cuja seção nominal está relacionada abaixo, possuem características dimensionais e a formação dos cabos atendidas pela ABNT.

XLPE/EPR – 10, 16, 25, 35, 50, 70 mm<sup>2</sup> (Al e Cu)

Outras bitolas poderão ser utilizadas desde que especificadas em projeto e aprovadas pelo órgão homologador da RIOLUZ.

#### **4.4 – Aplicação de material para preenchimento dos interstícios**

Devem ser totalmente preenchidos os interstícios existentes na reunião dos condutores de fase e neutro do cabo armado, utilizando-se para isso, somente materiais compatíveis com o material da isolação. Este preenchimento visa auxiliar a montagem da armação na forma circular, bem como impedir que a resina utilizada na confecção das emendas venha a penetrar no interior do cabo.

#### **4.5 – Cobertura**

A camada de material da cobertura do cabo armado deve ser anti-chama de acordo com a NBR 6244.

A cobertura deve ser constituída de cloreto de polivinila do tipo ST2 (anti-chama) ou polietileno tipo ST4 (anti-chama). A cobertura deve ser na cor preta.

A camada de material de cobertura para cabos unipolares, tripolares e tetrapolares deve ser confeccionada em composto termoplástico a base de cloreto de polivinila (PVC) na cor preta. Outros materiais terão de ser analisados previamente pelos técnicos da RIOLUZ para serem aprovadas.

No caso de utilização em túneis, deverão ser adquiridos cabos com características de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos (composto poliolefínico).

### **5 – EMBALAGEM, TRANSPORTE E ARMAZENAGEM**

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o transporte, manuseio e armazenagem. O acondicionamento deve ser em carretel de madeira. Este deve ter a resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto, e resistir ao armazenamento a céu aberto, em ambientes agressivos, por um período mínimo de um ano sem se deteriorar.

As bobinas devem estar integralmente fechadas com madeira, e ter fitas de aço aplicadas sobre os elementos de fechamento.

Com relação a madeira empregada nos carretéis, deverão ser observadas as condições especificadas na NBR 6236.

As dimensões e estruturas dos carretéis de madeira para o acondicionamento devem atender ao estabelecido pela NBR 11137 no que for aplicável.

O comprimento dos lances dos cabos estão citados nas Tabelas da ABNT, permitindo-se uma tolerância de  $\pm 3\%$  no comprimento.



Os carretéis devem possuir as dimensões de acordo com a NBR 11137.

O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 2500Kg

As extremidades dos cabos devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenagem.

Deverá ser fixado firmemente, na parte externa de cada carretel, uma placa de material resistente às intempéries, tendo as seguintes indicações gravadas na superfície da mesma, de forma legível e indelével:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Número de condutores e seção nominal;
- c) Identificação do material do condutor (cobre nu ou de alumínio);
- d) Identificação do material da isolação (XLPE ou EPR);
- e) Tensões de isolamento ( $V_0/V-0,6/1$  KV);
- f) Comprimento em m;
- g) Massa bruta em Kg;
- h) Número de série do carretel;
- i) Número desta Especificação;
- j) Número da Autorização de Fornecimento de Material(OFOR);
- k) Data de fabricação (mês/ano);
- l) Seta no sentido de rotação para desenrolar.

**Notas:** 1) No que se refere à alínea 6.6c, os cabos devem ser designados da seguinte maneira:

Exemplo:

Cabo unipolar

1 x S, onde "S" é a seção transversal do condutor.

Cabo armado tetrapolar

3 x "S1" + 1 x "S2", onde S1 é a área da seção transversal dos condutores de fase e

S2 é a área da seção transversal do condutor de neutro.

2) No que se refere à alínea 6.6f, o comprimento deve ser designado da seguinte maneira:

tipo de cabo (x n)., onde "n" é o comprimento do cabo unipolar

As condições exigíveis de acondicionamento, transporte, armazenagem e movimentação de bobina de condutores elétricos estão na norma NBR- 7310.

## **6 – INSPEÇÃO E ENSAIOS:**

### **6.1 – Generalidades:**

O material a ser fornecido conforme esta Especificação, está sujeito a inspeção e ensaios nas instalações do fornecedor ou em laboratório reconhecido pela RIOLUZ.

Antes do primeiro fornecimento para a RIOLUZ, o fabricante deve comprovar que o cabo satisfaz às exigências desta Especificação, através da realização dos ensaios de tipo.

Quando os ensaios de tipo já tiverem sido realizados em cabos de mesmo projeto, a RIOLUZ, a seu critério poderá, mediante análise dos relatórios de ensaios apresentados pelo fabricante, dispensar nova realização de algum ou de todos os ensaios de tipo.

Os relatórios acima mencionados deverão ser de ensaios realizados em laboratório reconhecido pela RIOLUZ e conter todos os dados necessários para sua perfeita compreensão.

A RIOLUZ se reserva ao direito de exigir a qualquer tempo a realização de ensaios de conformidade.

### **6.2 – Relação dos ensaios:**

Os ensaios previstos por esta Especificação são classificados em:

- a) ensaios para aprovação do tipo;
- b) ensaios de recebimento;
- c) ensaios de conformidade.

#### **6.2.1 – Ensaios para aprovação do tipo**

Os ensaios exigidos por esta Especificação são:

- a) verificação da construção do cabo;
- b) resistência elétrica;
- c) tensão elétrica aplicada;
- d) resistência de isolamento à temperatura ambiente;
- e) resistência de isolamento a 90°C;
- f) tensão elétrica aplicada de longa duração;
- g) verificação dos requisitos físicos da isolação;
- h) grau de reticulação da isolação.

- i) Ensaios mecânicos.

### **6.2.2 – Ensaios de recebimento**

Os ensaios de recebimento são:

- a) Os especificados nas alíneas 7.2.1 à 7.2.1d desta Norma;
- b) Ensaio do grau de reticulação da isolação;
- c) Verificação das condições de embalagem, transporte e armazenagem, segundo o estabelecido no item 6 desta Especificação.

### **6.2.3 – Ensaios de conformidade:**

Os ensaios de conformidade solicitados são todos os citados como de tipo nas alíneas 7.2.1 e a 7.2.1h desta Especificação.

### **6.3 – Verificação e inspeção**

Para a verificação dos requisitos elétricos e não elétricos do condutor e da isolação, o cabo isolado deve ser ensaiado segundo o item 6.1 da norma NBR 7285.

Para verificação da sua construção o cabo deve ser submetido a inspeção visual e dimensional, conforme abaixo:

- a) Verificação das condições estabelecidas nos itens 4.5 a 4.7;
- b) Confirmação dos requisitos dimensionais e de formação estabelecidos no item 5.3 das Condições Específicas e Tabelas 1 e 2 do Anexo A desta Especificação.

Para verificação do acondicionamento do cabo, as bobinas devem estar de acordo com o estabelecido no item 6 desta Especificação.

### **6.4 – Amostragem**

#### **6.4.1 – Ensaios para aprovação do tipo**

##### **6.4.1.1- Ensaios Elétricos:**

- a) cada amostra deve ser constituída por um pedaço de cabo completo, correspondente à menor e à maior seção transversal de condutor produzidas pelo fabricante, de comprimento suficiente para a realização do ensaio; conforme ABNT
- b) os ensaios devem ser realizados sucessivamente sobre a mesma amostra.

#### **6.4.1.2 – Ensaios não elétricos**

- a) cada amostra deve ser constituída por um pedaço de cabo completo, correspondente à menor e à maior seção transversal de condutor produzidas pelo fabricante;
- b) da amostra retirada, tanto para a menor como para a maior seção do condutor, devem ser extraídos corpos de prova de comprimento suficiente para a realização dos ensaios, conforme ABNT .

#### **6.4.2 – Ensaios de recebimento**

Todas as unidades de expedição poderão ser submetidas a todos os ensaios de recebimento.

Os ensaios elétricos poderão ser feitos no comprimento nominal de todas as unidades componentes do lote.

Para os ensaios de verificação da construção do cabo, as amostras retiradas de cada unidade de expedição devem ser de comprimento suficiente para a realização dos mesmos.

#### **6.4.3 – Ensaios de conformidade**

Quando os ensaios de conformidade forem solicitados pela RIOLUZ, o critério de amostragem deve ser o mesmo estabelecido para os ensaios para aprovação do tipo.

### **6.5 – Aceitação e rejeição**

#### **6.5.1- Ensaios para aprovação do tipo**

O tipo de cabo será considerado em conformidade com esta Especificação, se as amostras satisfizerem os requisitos especificados nos ensaios para aprovação do tipo.

#### **6.5.2 - Ensaios de recebimento**

Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não atendam aos requisitos dos referidos ensaios.

#### **6.5.3 - Ensaios de conformidade**

O lote será aprovado se satisfizer aos requisitos especificados para os ensaios de conformidade, quando exigidos pela RIOLUZ.

Ocorrendo falha na amostragem em um dos ensaios, o lote será rejeitado ou, se o fornecedor solicitar, o ensaio será repetido em nova amostra de tamanho igual ao dobro da primeira. Se ocorrer nova falha, o lote será rejeitado. Excepcionalmente, a critério da RIOLUZ, poderá ser feita a aceitação individual das demais unidades, que deverão ser submetidas ao (s) mesmo (s) ensaio (s) em que houve falha.

#### **6.5.4 – Reaprovação do tipo**

A rejeição dos ensaios de tipo e de conformidade implicará na necessidade de o fabricante ter seu tipo novamente aprovado pela RIOLUZ, através da realização dos ensaios para aprovação do tipo citados em 7.2.1, antes de qualquer novo fornecimento.

#### **6.6 - Relatório de ensaios**

O fabricante deve fornecer à RIOLUZ os relatórios dos ensaios efetuados, em cinco cópias, devidamente assinadas pelo representante do fabricante e pelo inspetor da RIOLUZ, contendo as seguintes informações:

- a) número e item da Autorização para Fornecimento de Material da RIOLUZ
- b) número da ordem interna do fabricante (OFOR) , se houver;
- c) informações completas e detalhadas dos ensaios efetuados.

### **7 – INSTALAÇÃO**

A instalação dos cabos subterrâneos deverá ser feita respeitando-se os limites mínimos de raios de curvatura, e os limites máximos de esforços de tração determinados pelo fabricante – quer pelo condutor quer pela cobertura.

Os cabos devem ser instalados com cuidado necessário para que não haja dano na capa de cobertura e/ou na sua isolação. O lançamento de cabos em dutos deverá prever o uso de lubrificante não inflamável, a base de água cuja composição não ataque ou danifique a superfície do cabo e não deixe resíduo após aplicado. Seu objetivo é lubrificar os componentes do cabo em geral diminuindo seu atrito durante o arrasto.

#### **8 – Participaram da elaboração desta especificação os seguintes profissionais**

Eng. Misael Pinheiro de Souza, Eng Márcia Antônio da Silva e Desenhista Otávio da Glória Albino.

### **8 - Bibliografia**

## 9 – ANEXOS

**Anexos**
**Tabela 8.1 – Formação e Características dimensionais dos cabos unipolares (Cu e Al) compactados -Tensão Nominal  $U_0/U = 0,6/1Kv$** 
**CABOS DE COBRE**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	Espessura nominal		Diâmetro externo máximo (mm <sup>2</sup> )	Acondicionamento (bobina B) (m)	Material da isolamento
		Isolação (mm <sup>2</sup> )	Cobertura (mm <sup>2</sup> )			
10	3,80 (Rc)	0,70	1,00	8,30	500/300	XLPE/EPR
16	4,76 (Rc)	0,70	1,00	9,40	500/300	XLPE/EPR
25	5,86 (Rc)	0,90	1,10	11,50	500/300	XLPE/EPR
35	6,98 (Rc)	0,90	1,10	12,60	500/300	XLPE/EPR
50	8,09 (Rc)	1,00	1,20	13,80	500/300	XLPE/EPR
70	9,66 (Rc)	1,10	1,20	15,70	500/300	XLPE/EPR

### CABOS DE ALUMÍNIO

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	Espessura nominal		Diâmetro externo máximo (mm <sup>2</sup> )	Acondicionamento (bobina em m)	Material da isolação
		Isolação (mm <sup>2</sup> )	Cobertura (mm <sup>2</sup> )			
10	3,82 (Rc)	0,70	1,00	8,30	500/300	XLPE/EPR
16	4,76 (Rc)	0,70	1,00	9,50	500/300	XLPE/EPR
25	5,86 (Rc)	0,90	1,10	11,50	500/300	XLPE/EPR
35	6,98 (Rc)	0,90	1,10	12,70	500/300	XLPE/EPR
50	8,09 (Rc)	1,00	1,20	13,80	500/300	XLPE/EPR
70	9,66 (Rc)	1,10	1,20	15,80	500/300	XLPE/EPR

**Tabela 8.2 – Formação e Características dimensionais dos cabos bipolares (Cu e Al) compactados -Tensão Nominal  $U_0/U = 0,6/1Kv$**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	Espessura nominal		Diâmetro externo máximo (mm <sup>2</sup> )	Acondicionamento (bobina B) (m)	Material da isolação
		Isolação (mm <sup>2</sup> )	Cobertura (mm <sup>2</sup> )			
2 x 10	3,80 (Rc)	0,70	1,20	14,20	500/300	XLPE/EPR
2 x 16	4,76 (Rc)	0,70	1,20	16,40	500/300	XLPE/EPR
2 x 25	5,86 (Rc)	0,90	1,30	21,80	500/300	XLPE/EPR
2 x 35	6,98 (Rc)	0,90	1,40	23,60	500/300	XLPE/EPR
2 x 50	8,09 (Rc)	1,00	1,50	26,60	500/300	XLPE/EPR
2 x 70	9,66 (Rc)	1,10	1,60	30,80	500/300	XLPE/EPR



**Tabela 8.3 – Formação e Características dimensionais dos cabos tripolaress (Cu e Al) compactados -Tensão Nominal  $U_0/U = 0,6/1Kv$**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	Espessura nominal		Diâmetro externo máximo (mm <sup>2</sup> )	Acondicionamento (bobina em m)	Material da isolação
		Isolação (mm <sup>2</sup> )	Cobertura (mm <sup>2</sup> )			
3 x 10	3,82 (Rc)	0,7	1,20	15,30	500/300	XLPE/EPR
3 x 16	4,76 (Rc)	0,7	1,20	17,30	500/300	XLPE/EPR
3 x 25	5,86 (Rc)	0,9	1,40	23,20	500/300	XLPE/EPR
3 x 35	6,98 (Rc)	0,9	1,50	25,60	500/300	XLPE/EPR
3 x 50	8,09 (Rc)	1,0	1,60	28,80	500/300	XLPE/EPR
3 x 70	9,66 (Rc)	1,10	1,70	33,40	500/300	XLPE/EPR

**Tabela 8.4 – Formação e Características dimensionais dos cabos tetrapolares (Cu e Al) compactados -Tensão Nominal  $U_0/U = 0,6/1Kv$**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal do condutor (mm <sup>2</sup> )	Espessura nominal		Diâmetro externo máximo (mm <sup>2</sup> )	Acondicionamento (bobina B) (m)	Material da isolação
		Isolação (mm <sup>2</sup> )	Cobertura (mm <sup>2</sup> )			
4 x 10	3,82 (Rc)	0,7	1,20	16,90	500/300	XLPE/EPR
4 x 16	4,76 (Rc)	0,7	1,30	19,50	500/300	XLPE/EPR
4 x 25	5,86 (Rc)	0,9	1,50	25,30	500/300	XLPE/EPR
4 x 35	6,98 (Rc)	0,9	1,50	28,00	500/300	XLPE/EPR
4 x 50	8,09 (Rc)	1,0	1,70	32,00	500/300	XLPE/EPR
4 x 70	9,66 (Rc)	1,10	1,80	37,10	500/300	XLPE/EPR

(\* RC) - Redondo compactado

**OBSERVAÇÕES:**

- O comprimento de cada bobina deverá ser especificado no pedido de compra.
- A tolerância no diâmetro condutor e no diâmetro externo sobre a isolação, espessura da isolação e da cobertura, deverão atender a ABNT/NBR referente ao tipo de cabo considerado.

## 9.5 -FORMAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS CABOS ARMADOS TETRAPOLARES

MATERIAL – ALUMÍNIO

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	N.º mínimo de fios fase/neutro	Diâmetro do condutor fase tolerância (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro do condutor Neutro/tolerância (mm <sup>2</sup> )	Espessura de Isolação XLPE ou EPR	Espessura Cobertura do neutro chumbo (mm <sup>2</sup> )	Espessura de cobertura externa (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro máximo sobre a cobertura externa (mm)
2 x 25	6/6	5,9 (± 0,2)	5,9 (± 0,2)	1,0	1,2	1,3	24
4 x 25	6/6	5,9 (± 0,2)	5,9 (± 0,2)	1,0	1,2	1,5	28,5
3 x 50 + 1 x 35	6/6	8,1 (± 0,3)	7,0 (± 0,2)	1,0	1,2	1,7	34,5
3 x 95 + 1 x 50	15/6	11,4 (± 0,4)	8,1 (± 0,3)	1,0	1,2	2,0	42,5