



Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

NORMA PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA

REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA BT MULTIPLEXADA

DCELT DISTRIBUIDORA CATARINENSE DE ENERGIA ELÉTRICA

Versão 1.0
Outubro/2009



Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

Responsáveis Técnicos pela elaboração:

Pedro Welson Molina
Engenheiro Eletricista / Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/SP:060112753-1

Responsáveis Técnicos pela revisão:

Fabiano Casanova Schurhaus
Engenheiro Eletricista / Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA/SC: 053750-9

Responsáveis pela aprovação:

Antonio Claudio Baldissera
Diretor

Bibliografia utilizada e consultada:

- Normas Técnicas de Projeto de distribuidoras brasileiras
- NBR 5434- Redes de Distribuição Aérea Urbana de Energia Elétrica
- NBR 5433 – Redes de Distribuição Aérea Rural de Energia Elétrica
- NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão

Outubro de 2009



DCELT
ENERGIA

Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

Sumário

1	OBJETIVO	4
2	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	4
2.1	Cabos Multiplexados	4
2.2	Conector perfurante	4
2.3	Isolador Roldana Leito Duplo	4
2.4	Rabicho	4
3	ABRANGÊNCIA	4
4	ESTRUTURAS	5
4.1	Ligação dos Transformadores	5
4.2	Estrutura Tangente - T	6
4.3	Estrutura Tangente em Ângulo - TA	7
4.4	Estrutura Final de Rede - FR	8
4.5	Estrutura Derivação - D	9
4.6	Estrutura Derivação Oposta a Rede - DOR	10
4.7	Estrutura com Seccionamento Secundário -SS	11
4.8	Estrutura com Emenda Secundária -ES	12
4.9	Rabicho para Ligação	13
4.10	Seccionamento Aéreo - SA	16
4.11	Cruzamento Aéreo - CZA	17
4.12	Interligação com Rede Nua Existente	18
4.12.1	Interligação com rede nua em fim de rede no poste - INP	18
4.12.2	Interligação com rede nua em cruzamento aéreo INA	19
5	DIMENSIONAMENTO	20
5.1	Cabos	20
5.2	Tipologia das Redes Secundárias	21
6	CONSTRUÇÃO	22
6.1	Lançamento de Cabos	22
6.2	Isolamento das Pontas dos Cabos	24
6.3	Separação dos Cabos	26
6.4	Aplicação do Conector	28

REGULAMENTO DE INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS

1 OBJETIVO

Esta norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes para projetos e os padrões técnicos de instalação das estruturas básicas de montagem de cabos isolados multiplexados em baixa tensão, para redes secundárias da DCELT.

2 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

2.1 Cabos Multiplexados

São cabos compostos por um condutor nú de alumínio com alma e sem alma dependendo da bitola, e de um a tres cabos com isolação XLPE ou PE, entrelaçados com o cabo nú. O cabo nú de alumínio tem a função de condução das correntes de neutro e sustentação mecânica dos cabos. Outro nome dado aos cabos multiplexados é pré-reunido.

2.2 Conector perfurante

São conectores paralelos isolados, com pontas perfurantes, que realizam a conexão perfurando a isolação com pontas afiadas, a qual também penetra nos tentos do cabo. A perfuração é através de um parafuso com cabeça tipo fusível mecânico o qual se quebra quando atinge o torque necessário.

2.3 Isolador Roldana Leito Duplo

São isoladores de baixa tensão de porcelana ou material polimérico com leito duplo, para prender o cabo multiplexado e os ramais de ligação.

2.4 Rabicho

São derivações feitas com pedaços dos cabos multiplexados conectados com conectores perfurantes, para conexão dos ramais de ligação.

3 ABRANGÊNCIA

Aplicam-se nas redes aéreas secundárias de distribuição urbanas ou rurais com extensão de rede secundária, com condutores isolados multiplexados, para sistemas trifásicos, bifásicos ou monofásicos nas tensões secundárias 220/380V ou 220/440V na área de concessão da DCELT.

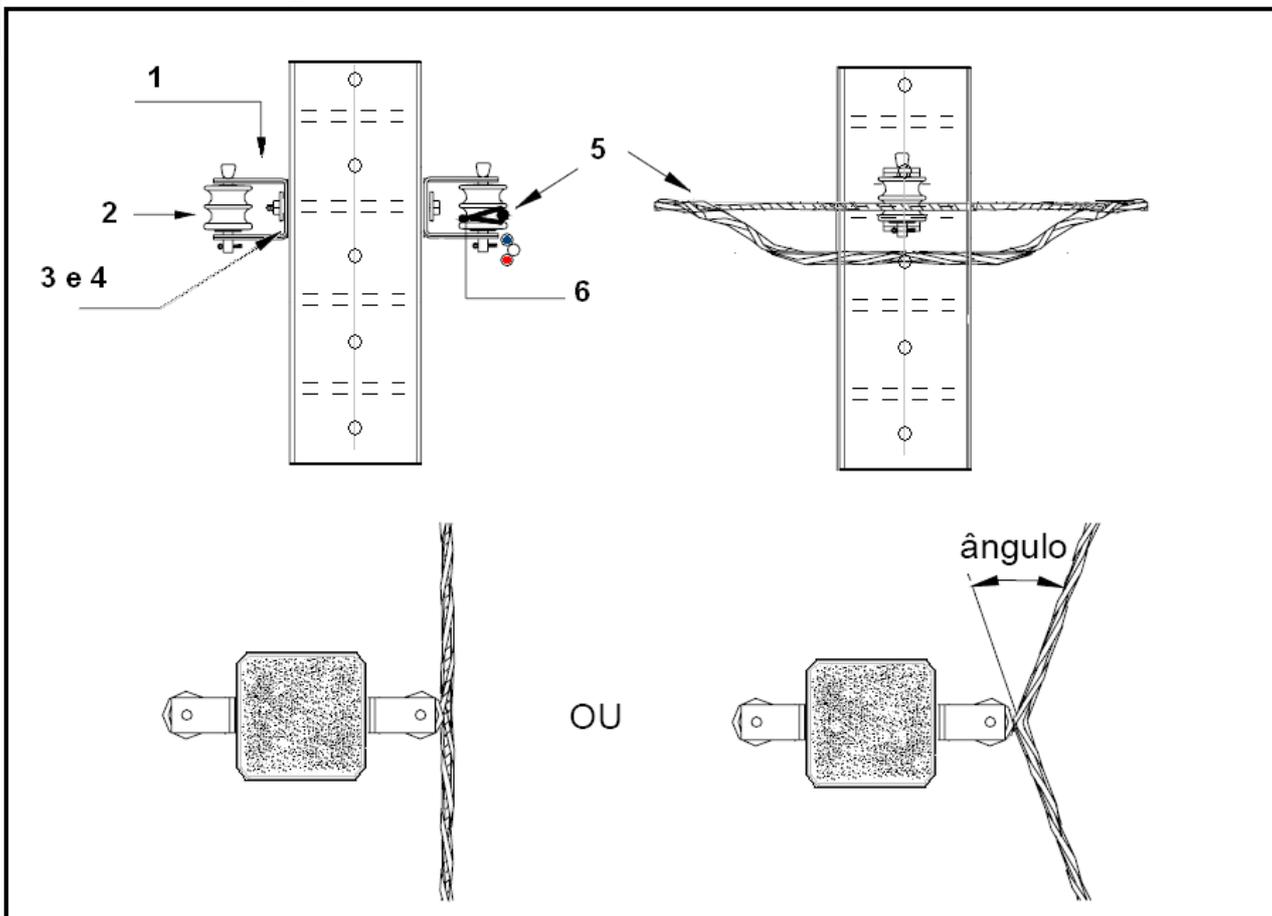
4 ESTRUTURAS

4.1 Ligação dos Transformadores

Os transformadores serão ligados a rede multiplexada através de cabos isolados de cobre conectados com conectores perfurantes.

POTENCIA	CABO
30 à 150 kVA 3 Ø	70 mm ²
Acima de 150 kVA 3 Ø	2 x 70 mm ² (2 pernas com cabo 70 mm ²)
5 à 25 kVA 1 Ø	25 mm ²

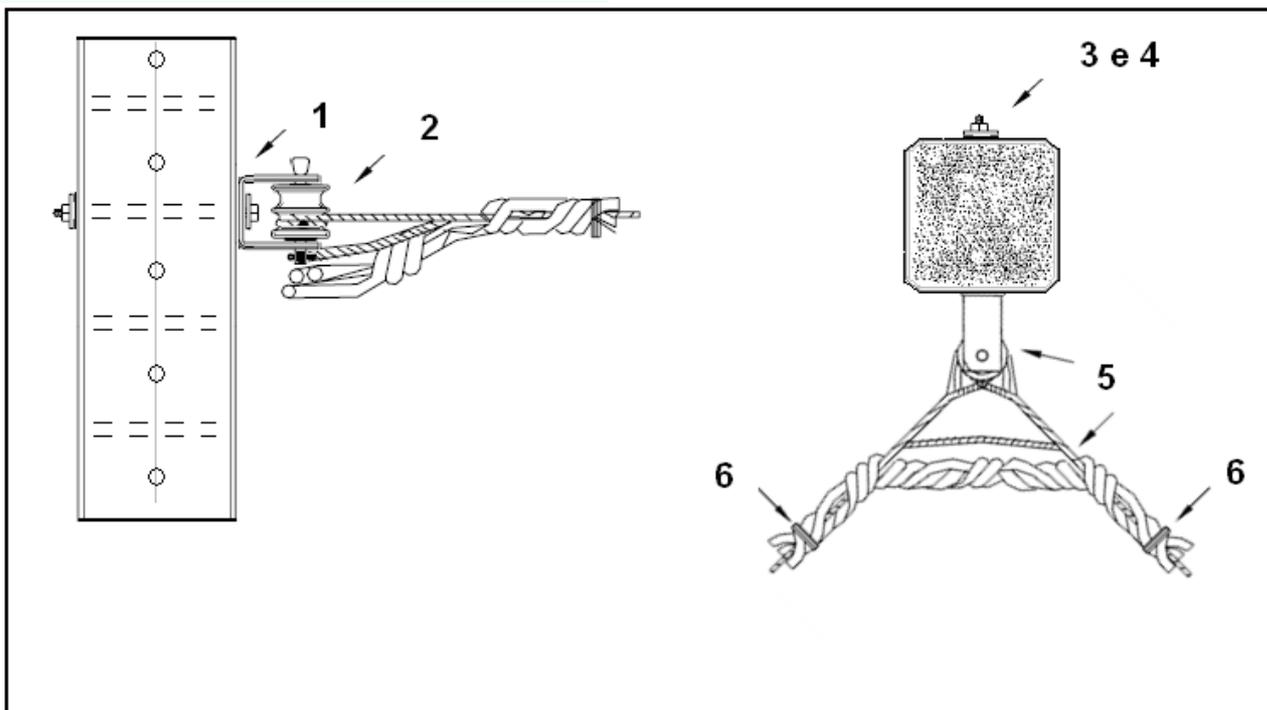
4.2 Estrutura Tangente - T



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	02	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	02	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	01	Fio de Alumínio Mole 6 AWG	1702
6		Cabo Multiplexado	

Para ângulos até 45°, acima de este valor utilizar a estrutura tangente em ângulo.

4.3 Estrutura Tangente em Ângulo - TA



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	01	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	01	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	02	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	04	Fita plástica Heleman	

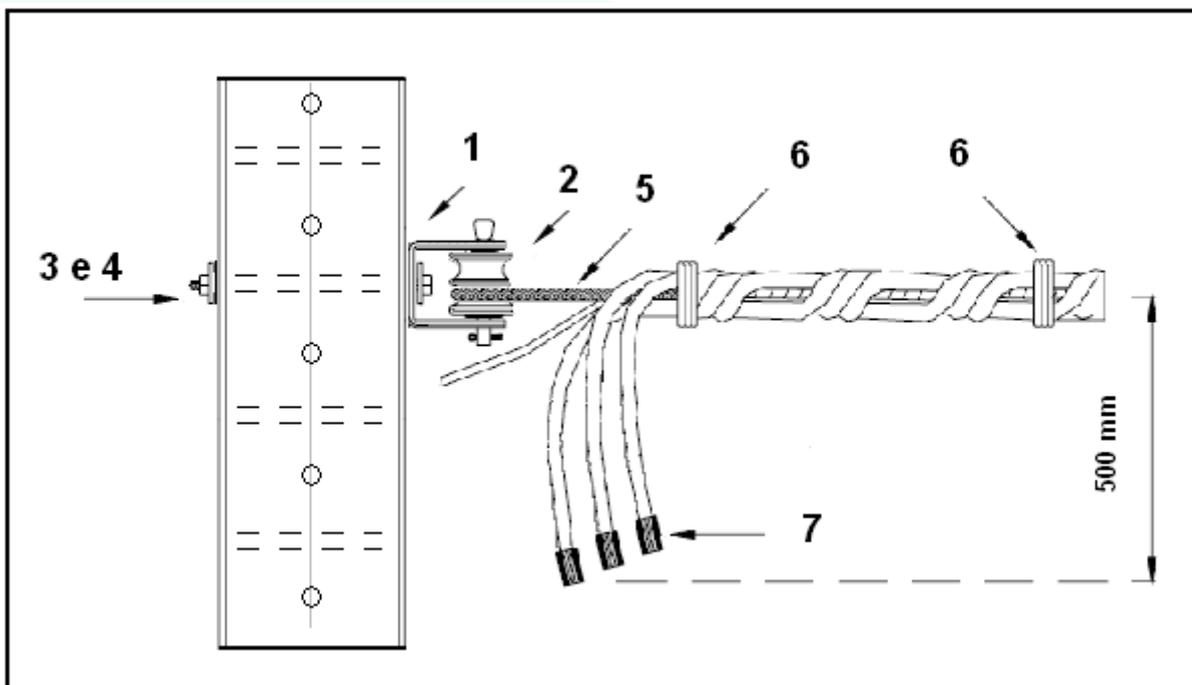
Para ângulos menores que 70°, utilizar outra armação secundária com roldana logo abaixo



DCELT
ENERGIA

Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

4.4 Estrutura Final de Rede - FR

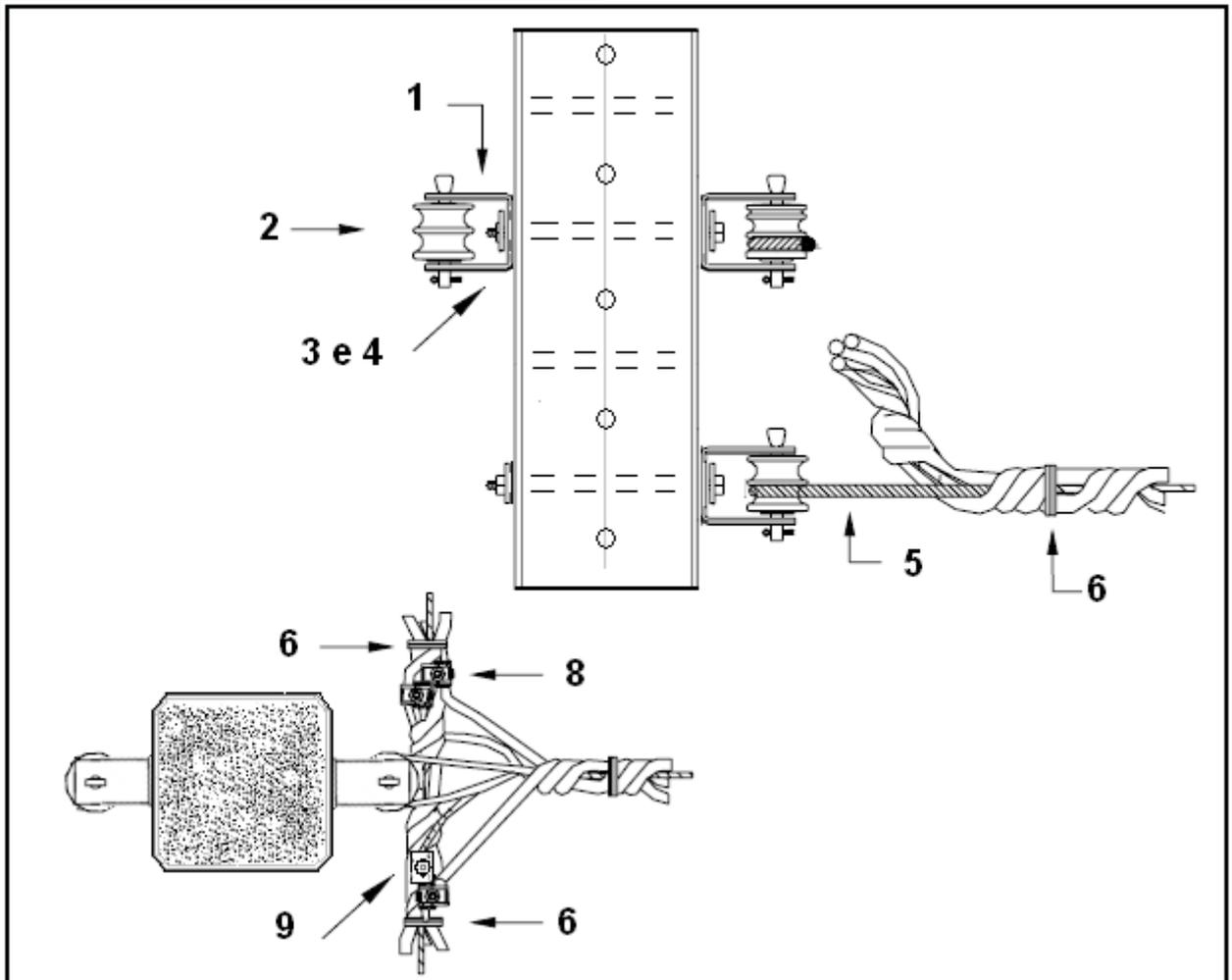


ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	01	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	01	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	01	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	04	Fita plástica Heleman	
7		Fita auto fusão e fita isolante	

Notas:

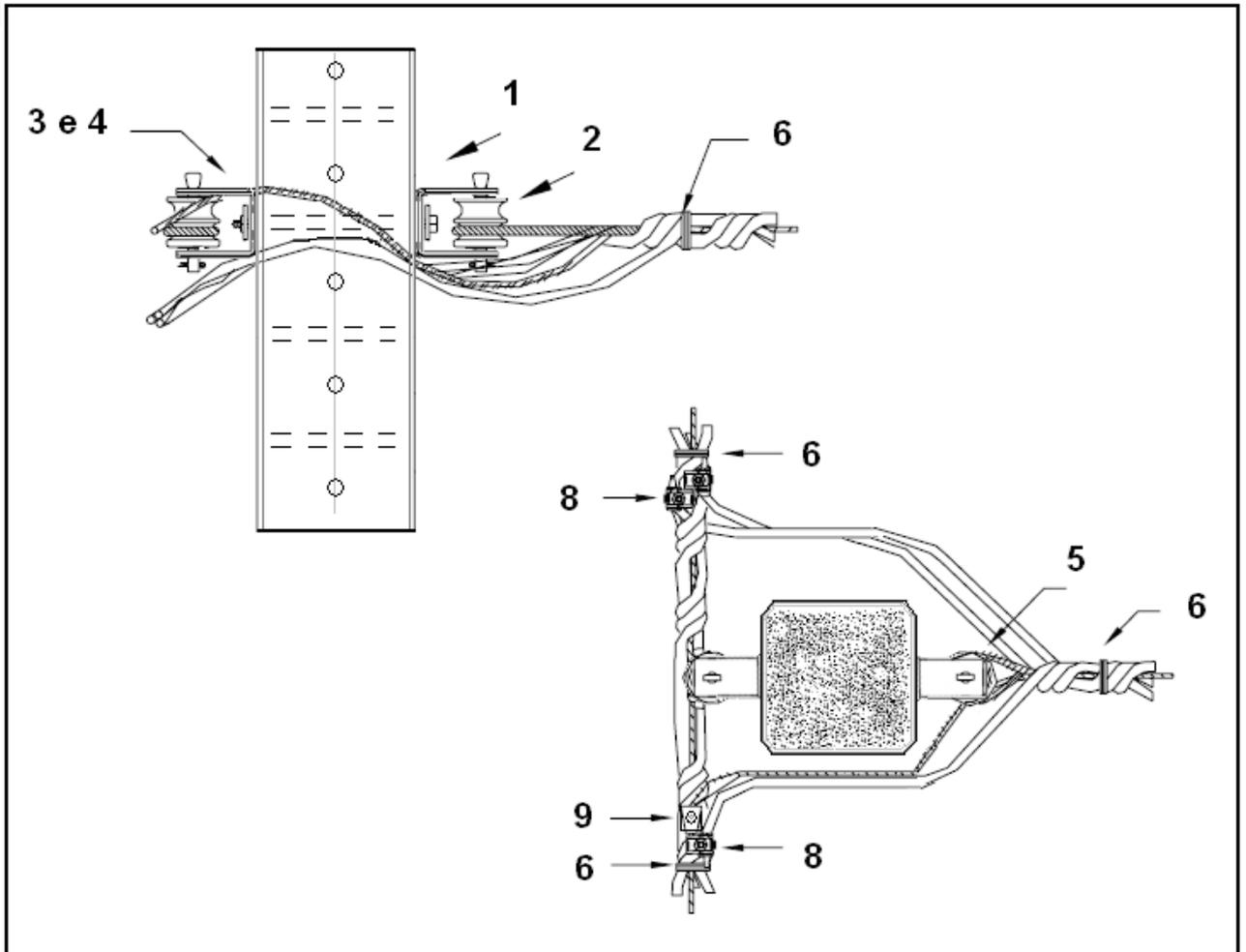
- A amarração do cabo deverá ser feita com abraçadeira plástica a 100mm da roldana, em cima da alça do neutro.
- Deixar uma sobra de cabo no final de 500 mm, após amarração com a abraçadeira plástica.
- Todo final de rede multiplexada deverá ser isolada com fita auto fusão (aproximadamente 50mm por fase) e feito o acabamento com fita isolante preta (aproximadamente 300mm por fase).

4.5 Estrutura Derivação - D



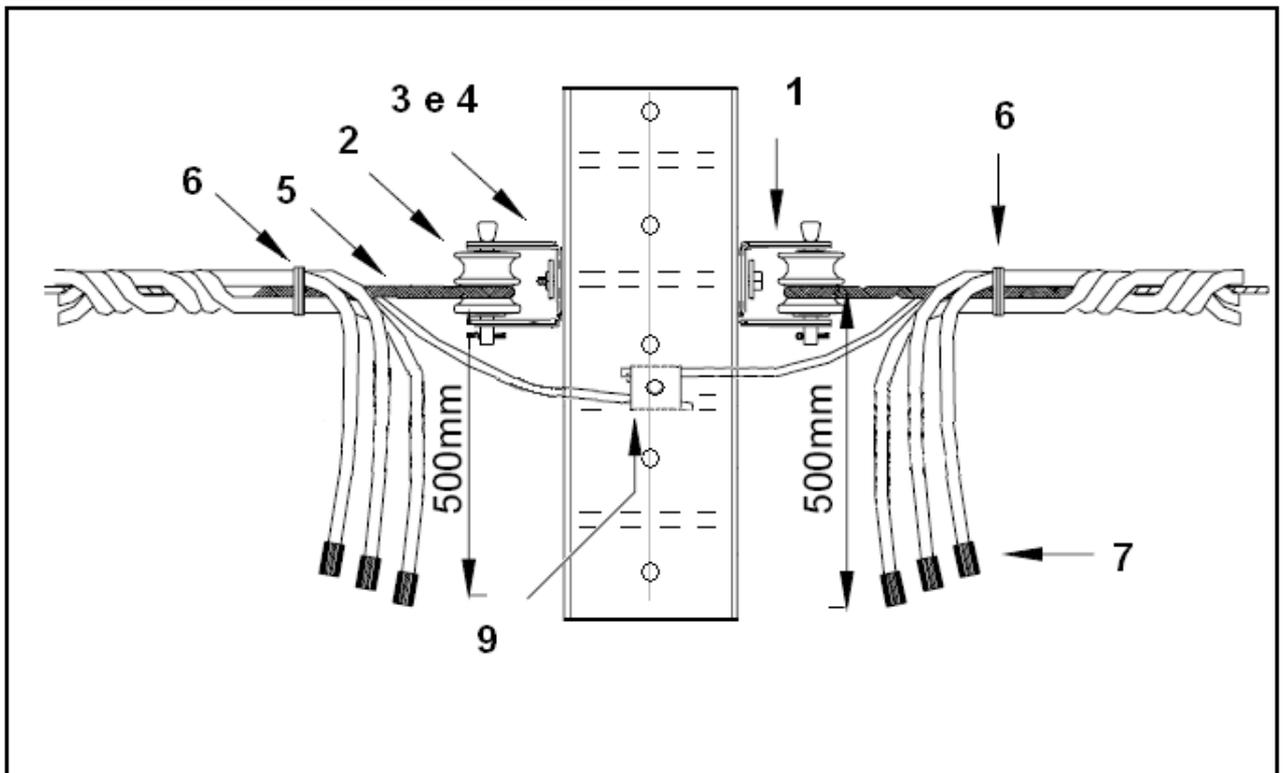
ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	03	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	03	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	02	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	04	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	01	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	03	Fita plástica Heleman	
8	03	Conector perfurante	
9	01	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

4.6 Estrutura Derivação Oposta a Rede - DOR



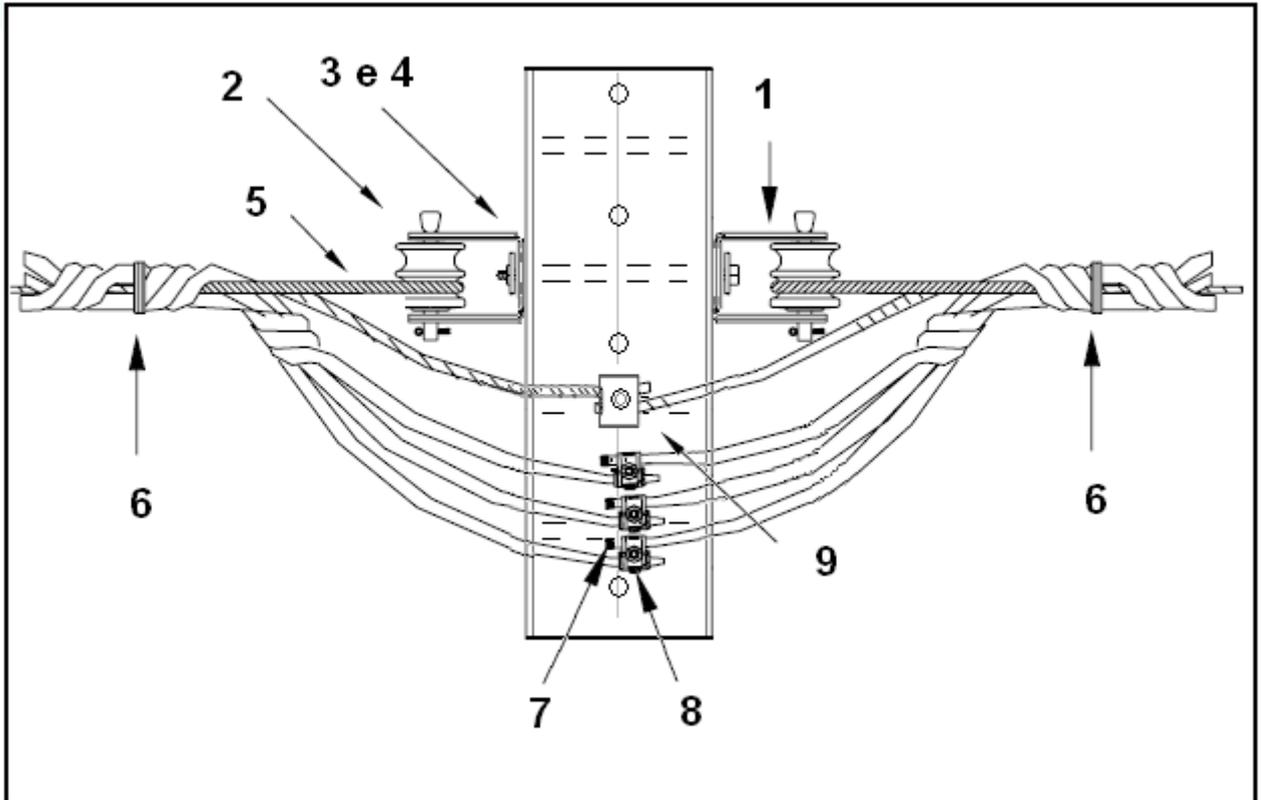
ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	02	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	02	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	01	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	03	Fita plástica Heleman	
8	03	Conector perfurante	
9	01	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

4.7 Estrutura com Seccionamento Secundário -SS



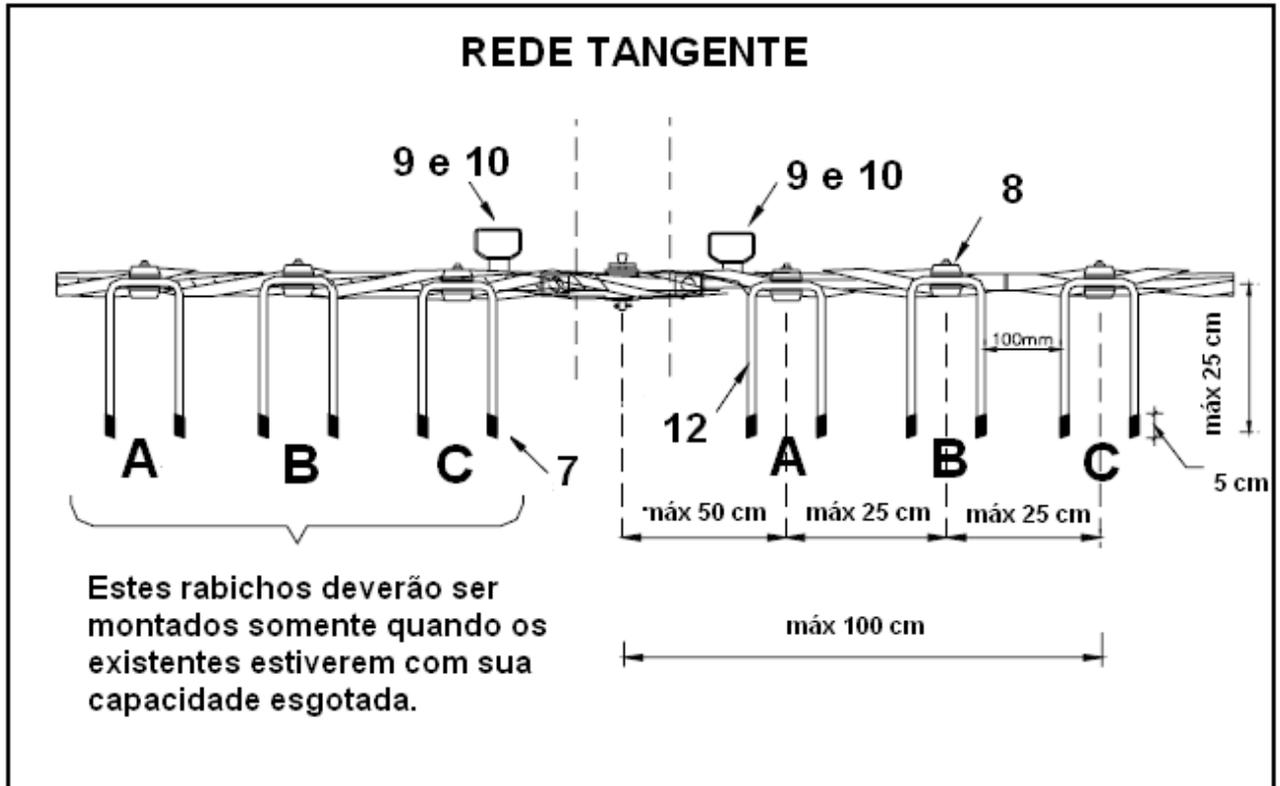
ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	02	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	02	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	02	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	02	Fita plástica Heleman	
7		Fita auto fusão e fita isolante	
9	01	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

4.8 Estrutura com Emenda Secundária -ES



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
1	02	Armação Secundária 1 x 1	0101
2	02	Isolador Roldana Leito Duplo	
3	01	Parafuso Máquina M16 x (comprimento adequado) 200 (2715), 250 (2716) e 300 (2717) mm	2715 2716 2717
4	02	Arruela quadrada furo 18 mm	0402
5	02	Alça de Distribuição préformada (para cabo adequado) 120 mm ² , 70 mm ² e 50 mm ²	1702
6	02	Fita plástica Heleman	
7		Fita auto fusão e fita isolante	
8	03	Conector perfurante	
9	01	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

4.9 Rabicho para Ligação



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
7		Fita auto fusão e fita isolante	
8	03	Conector perfurante	
9	01	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73
10	01	Estribo para ligação do Neutro	0402

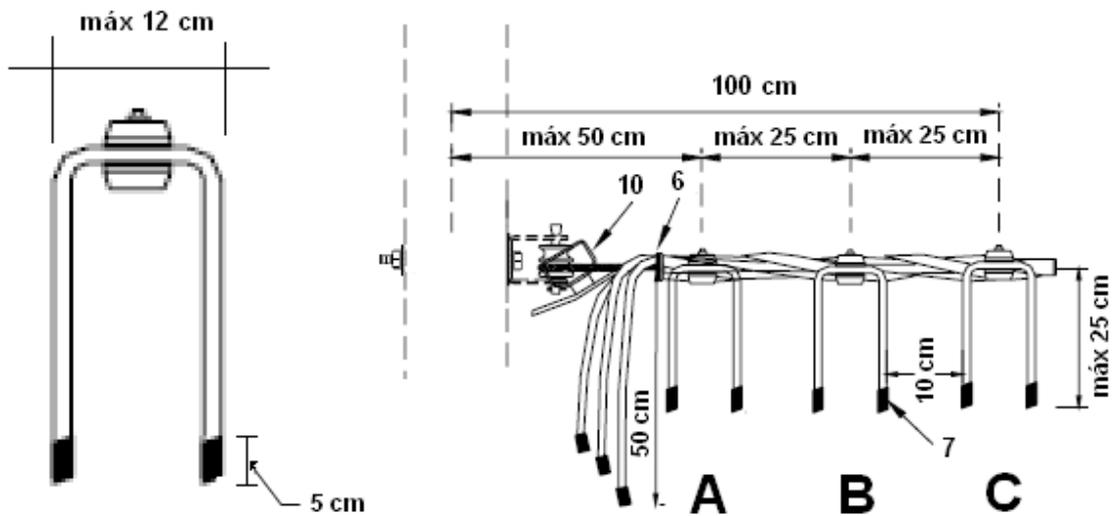


DCELT
ENERGIA

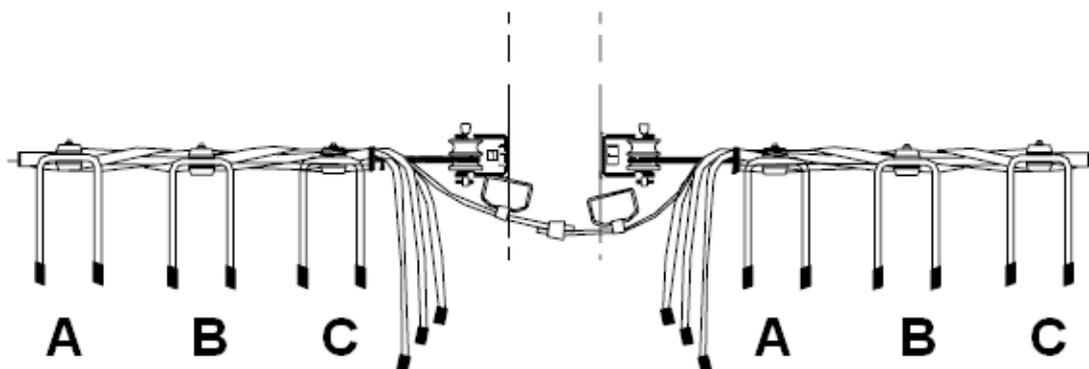
Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

FIM DE REDE

Detalhe do Rabicho



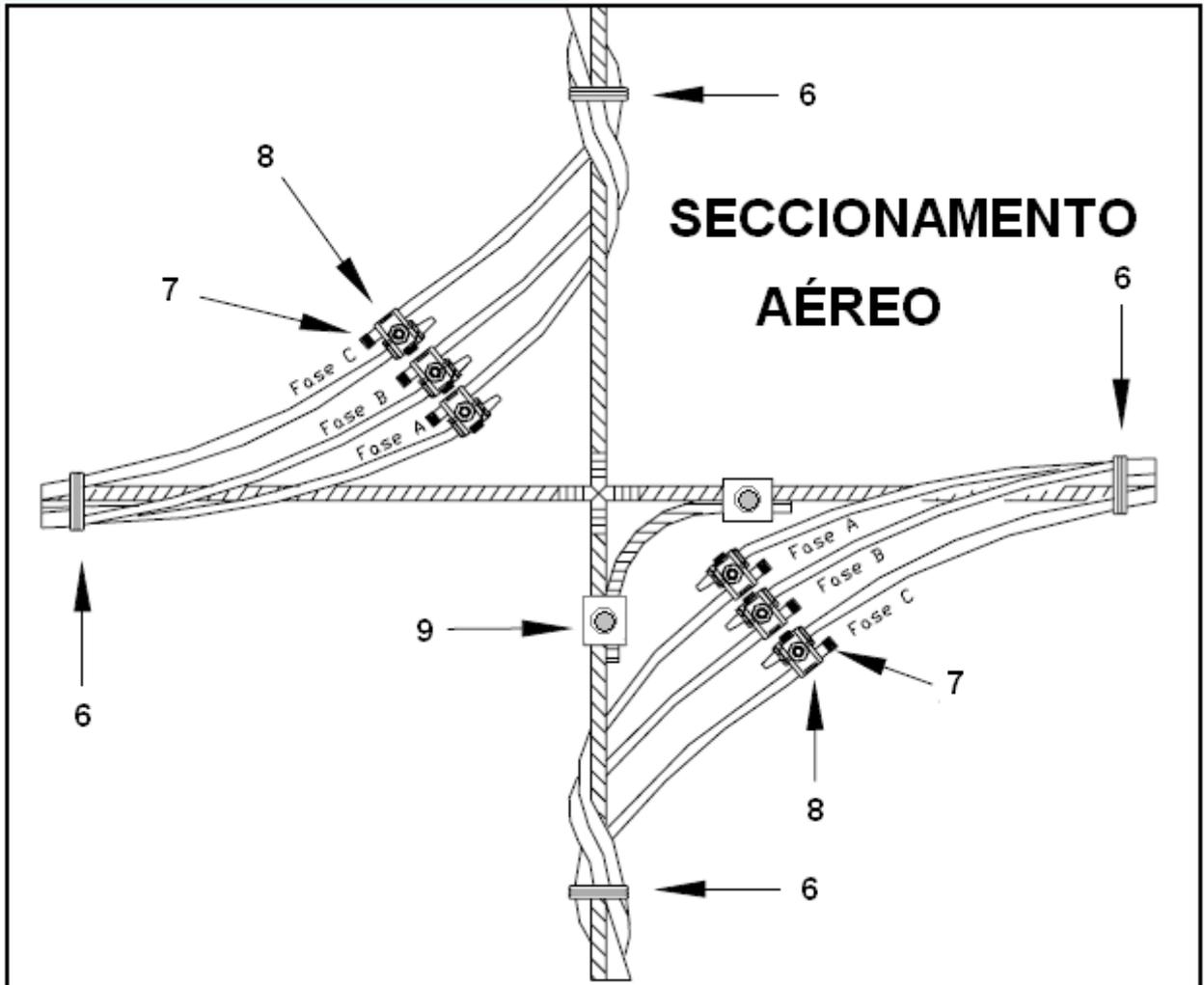
Seccionamento



Notas:

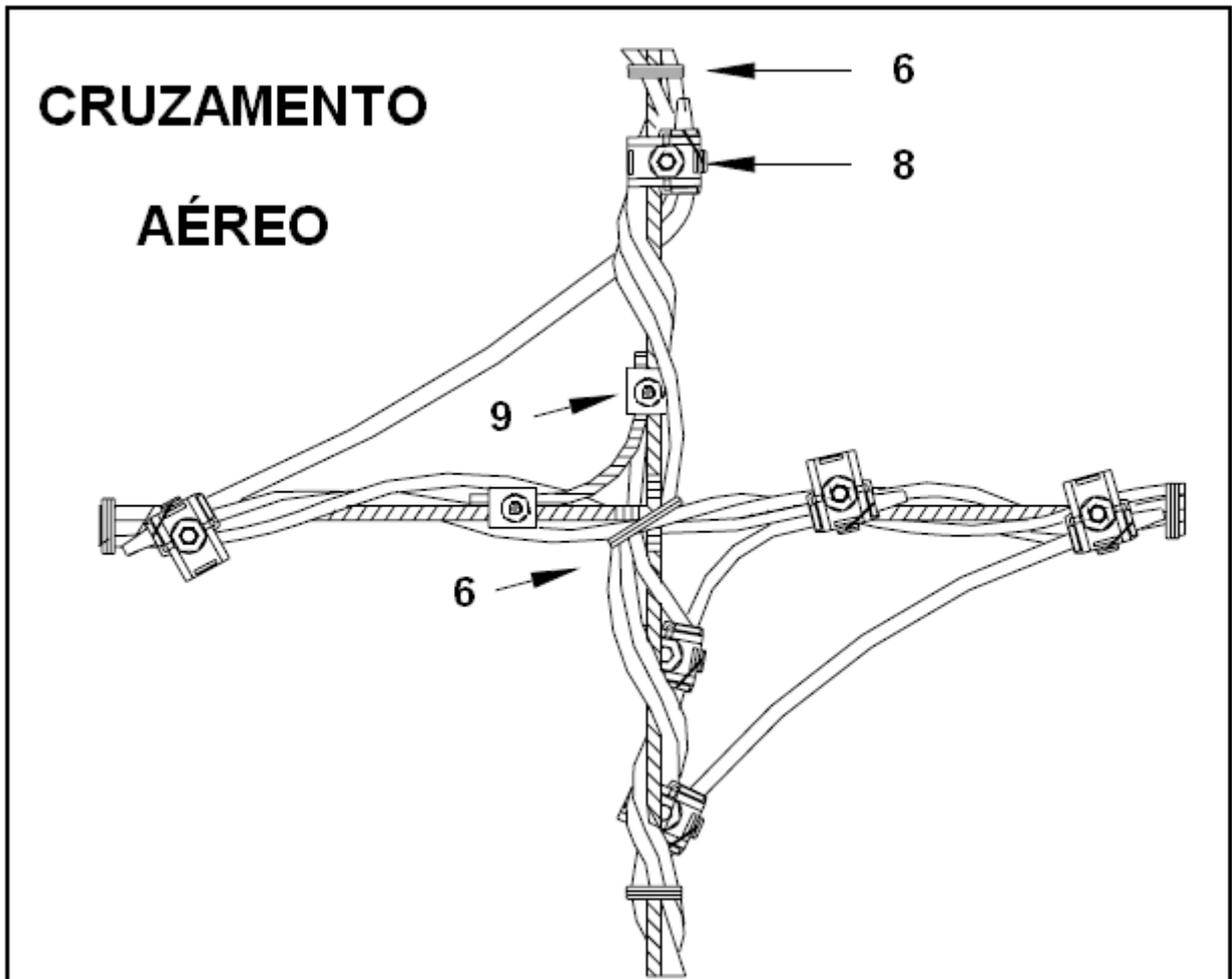
- Para execução do Rabicho deverão ser obedecidos os espaçamentos no desenho acima.
- Utilizam-se rabichos dos dois lados do poste quando o número de ligações de ramais a cada rabicho for superior a quatro (4).
- Deverá ser instalado um estribo com conector paralelo ao neutro. O limite de conexões de ramais no estribo é de quatro (4). Caso seja necessária a ligação de mais ramais, instalar outro estribo na rede do outro lado do poste.
- Para toda ligação de ramal à rede, deve ser utilizado o conector de perfuração nas fases e conector paralelo no neutro.
- Quando o ramal de ligação for superior a 35mm², ligar diretamente à rede secundária.
- Os rabichos serão confeccionados com 600 mm de cabo fase de seção 70 mm² para rede 70 e 120mm² e de 50mm² para rede de 50mm² com conector de perfuração e com conector paralelo no neutro.
- Dar uma forma adequada aos rabichos (vide desenho acima) antes de efetuar suas ligações com os conectores de perfuração, e instalar abraçadeiras plásticas se necessário, de modo a se evitar esforços mecânicos na conexão.
- Isolar as pontas dos rabichos que não foram isoladas com fita auto fusão e adesiva isolante. A fita deverá ser dada cinco (5) voltas (300mm de fita) cobrindo aproximadamente 50mm no cabo. Vide desenho acima
- A sequência de fase será correspondente as seguintes cores dos cabos:
 - Fase A cabo Azul ou Preto
 - Fase B cabo Branco ou Cinza
 - Fase C cabo Vermelho

4.10 Seccionamento Aéreo - SA



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
6	04	Fita plástica Heleman	
7		Fita auto fusão e fita isolante	
8	06	Conector perfurante	
9	02	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

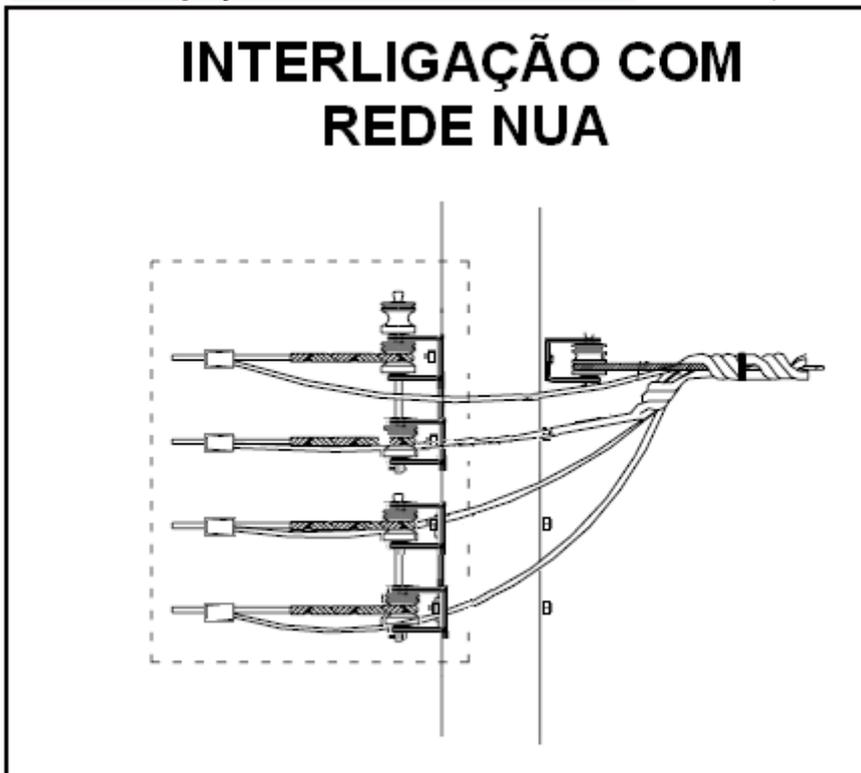
4.11 Cruzamento Aéreo - CZA



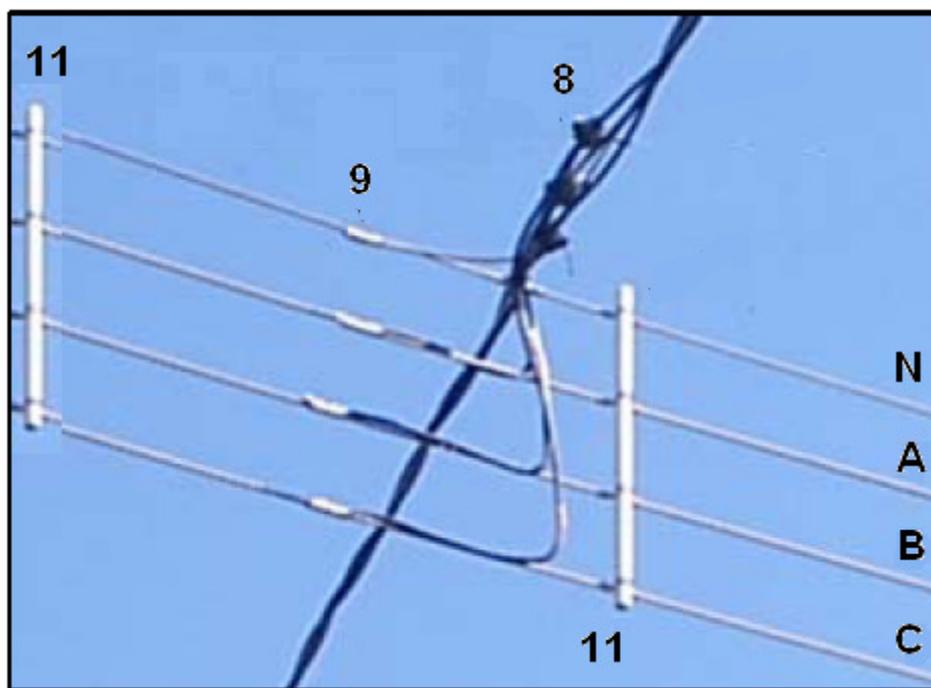
ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
6	05	Fita plástica Heleman	
7		Fita auto fusão e fita isolante	
8	06	Conector perfurante	
9	02	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73

4.12 Interligação com Rede Nua Existente

4.12.1 Interligação com rede nua em fim de rede no poste - INP



4.12.2 Interligação com rede nua em cruzamento aéreo INA



ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	COD
6	02	Fita plástica Heleman	
8	03	Conector perfurante	
9	04	Conector paralelo 1/0 a 4/0	73
11	02	Espaçador Secundário	98

A rede isolada deve ser montada logo acima do neutro da rede nua, conforme figura acima.

Porém deve-se atentar para que o neutro da rede nua não sirva de sustentação para a rede multiplexada. Sendo assim, o jumper do neutro pode ser realizado com condutor nu.

Notas:

- Isolar as pontas dos cabos fases com fita auto fusão (aproximadamente 50mm por fase) e fita isolante preta (aproximadamente 300mm por fase).
- Deverá ser orçado um metro a mais do cabo multiplexado para a execução da interligação.
- Esta montagem deverá ser usada apenas em casos excepcionais a critério do projetista.

5 DIMENSIONAMENTO

5.1 Cabos

Os cabos multiplexados utilizados nas redes secundárias serão do tipo colorido sendo que as cores AZUL (PRETO), BRANCO (CINZA) E VERMELHO, que corresponderão as fases A, B e C respectivamente

Cabos utilizados

- 3 x 1 x 120 mm² + 70 mm² - fases CA, isolação XLPE colorida e neutro nu CAL (liga 6201)
- 3 x 1 x 70 mm² + 70 mm² - fases CA, isolação XLPE colorida e neutro nu CAL (liga 6201)
- 3 x 1 x 50 mm² + 50 mm² - fases CA, isolação XLPE colorida e neutro nu CAL (liga 6201)

O Cabo multiplex de 3 x 1 x 35 mm² + 35 mm², poderá ser utilizado excepcionalmente em fins de rede onde não haja crescimento ou circuitos de iluminação, precedidos de cálculos de queda de tensão e carregamento do condutor.

No posto do transformador em redes urbanas o cabo de saída do posto será multiplex 3 x 1 x 120 mm² + 70 mm², independente da potencia.

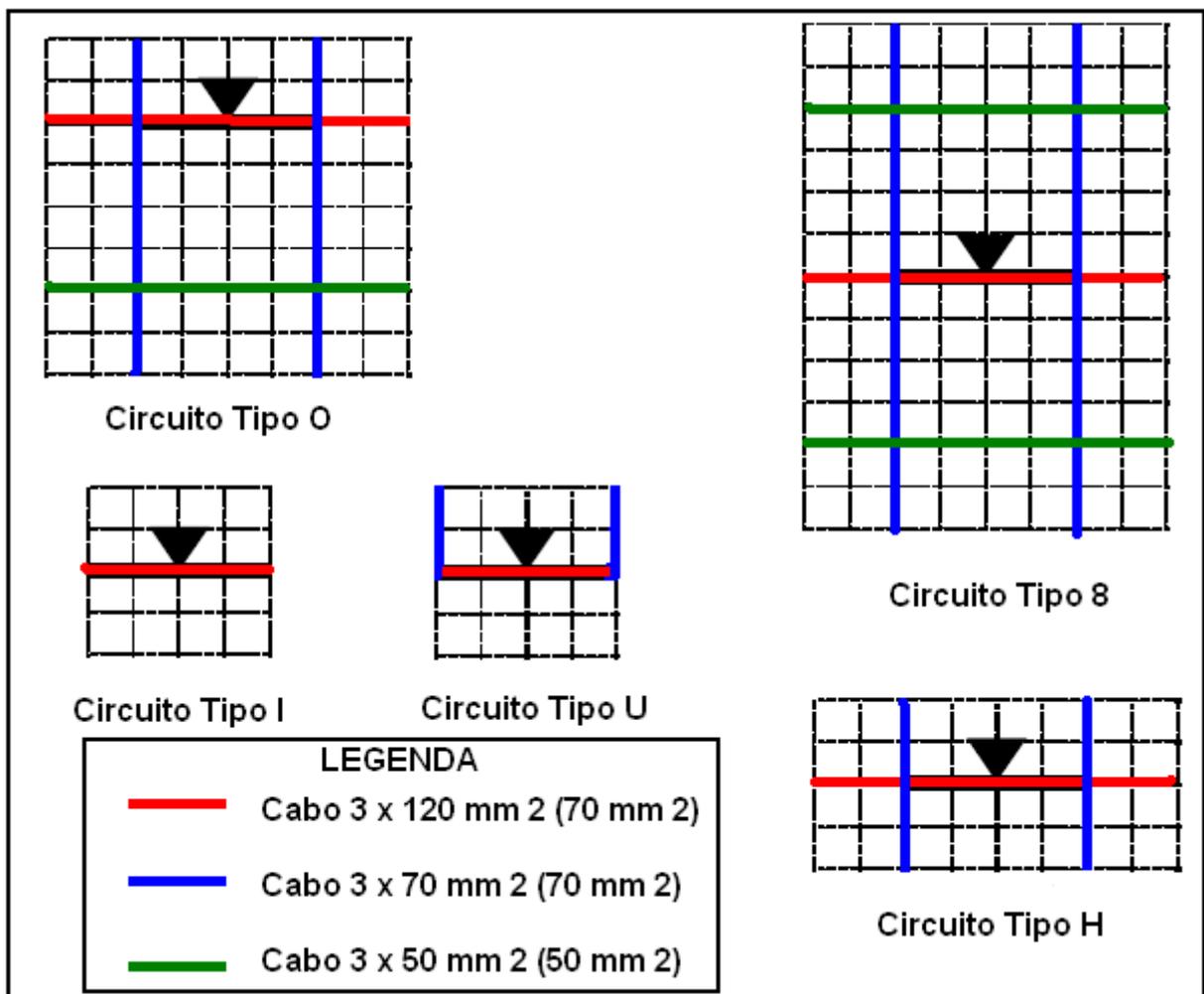
Tração de projeto

CABO	TRAÇÃO
3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	129 daN
3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ²	162 daN
3 x 1 x 70 mm ² + 70 mm ²	226 daN
3 x 1 x 120 mm ² + 70 mm ²	352 daN

5.2 Tipologia das Redes Secundárias

Os circuitos típicos da rede secundária, estão dispostos abaixo e as bitolas de cabos conforme os desenhos.

Excepcionalmente, em um aumento de carga ou para atendimento de uma carga pontual, poderá ser acrescentado outro condutor multiplexado, com conexões de paralelismo em cada poste.



6 CONSTRUÇÃO

6.1 Lançamento de Cabos

Os circuitos típicos da rede secundária, estão dispostos abaixo e as bitolas de cabos conforme os desenhos.

Para reduzir o tempo de desligamento por circuito de transformador, quando for necessário substituir ramais de ligação, estes devem ser substituídos antes do desmantelamento da rede secundária.

Deve-se marcar o faseamento dos ramais de entrada com as fitas coloridas, antes de desligá-los dos ramais de ligação antigos, deixando o novo ramal ligado provisoriamente na rede antiga até a substituição da mesma.

Os cabos multiplexados quase sempre podem ser lançados sem qualquer interrupção no fornecimento de energia, abaixo da rede secundária existente e encabeçados provisoriamente nas extremidades e apoiados nas roldanas de lançamento (bandolas) utilizadas para o lançamento e acima dos braços da iluminação pública.

O lançamento dos cabos multiplexados deve ser feito com a precaução de não danificar. Os cabos não devem ser arrastados no chão ou sobre elementos que possam danificar a isolação. Por isso em cada poste deve ser empregada uma roldana apropriada para lançamento de cabos multiplexados.

A fim de se evitar cortes desnecessários no cabo, deve-se lançar toda a extensão em determinada rua, de uma só vez aplicando-se uma tração próxima da definitiva.

Uma vez estendido o cabo ao longo de toda a rua, e apoiado nas bandolas, se programará a interrupção (aproximadamente 4 horas) de um único circuito secundário

a fim de ser substituído.

Após o desmantelamento desta rede secundária basta colocar o cabo multiplexado na posição definitiva, no trecho sem rede, fazer o seccionamento apenas das fases, fazer as ligações com as laterais e com os consumidores, e energizar o trecho.

Feita a operação acima, o cabo multiplexado deve cruzar com as fases das redes ainda não retiradas, adjacentes ao trecho novo, devendo-se usar mangotes para evitar curtos-circuitos.

O lançamento dos cabos multiplexados deve ser feito tomando os maiores cuidados

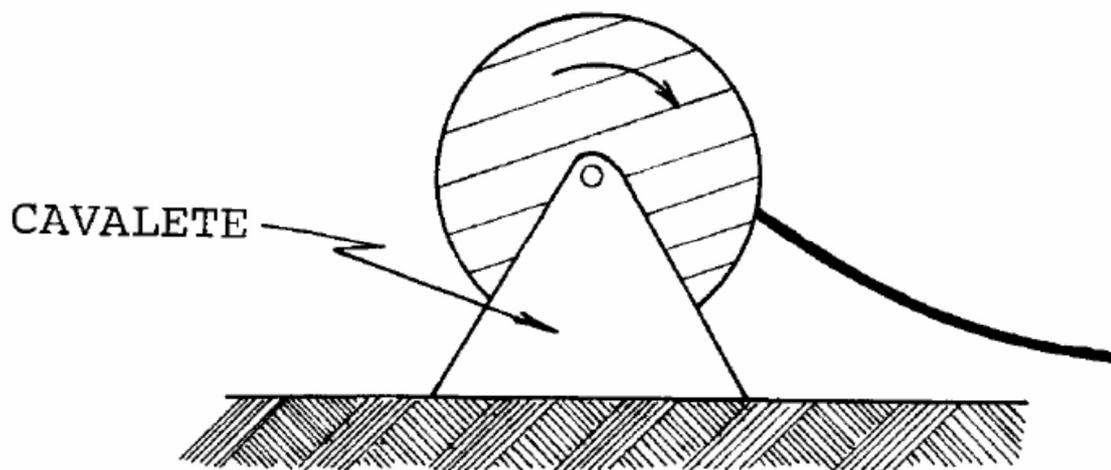
possíveis. Eles não devem ser arrastados no chão ou sobre elementos que possam danificar a isolação. Por isso em cada poste deve ser empregada uma roldana apropriada para lançamento de cabos multiplexados.

Devem ser adquiridas roldanas metálicas com a superfície interna plastificada ou roldanas de madeira, com diâmetro interno suficiente.

Deve ser instalado em cada poste, logo acima das cintas de fixação do braço de iluminação pública, uma outra cinta para a fixação da roldana.

Se o gancho da roldana não encaixar na cinta, instalar uma porca olhal.

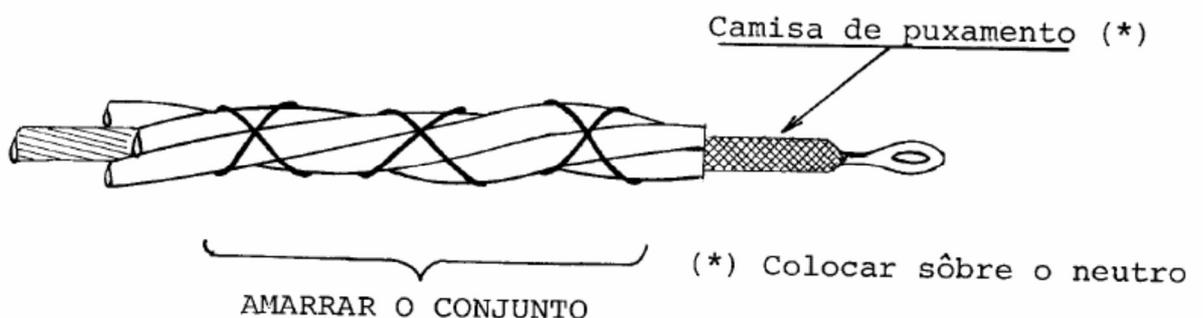
Enquanto uma equipe posiciona as roldanas, uma outra equipe deve preparar a bobina para lançamento. A bobina deve ser posicionada sobre o cavalete, em terreno firme, e de maneira tal que durante o lançamento ela gire no sentido indicado no desenho I.



A bobina deve ser colocada na ponta do circuito em que houver maior facilidade de realizar os trabalhos, e ser dada preferência ao trecho em que tiver maiores lances retos.

A bobina deve ficar pelo menos 5m afastada do primeiro poste onde deve ser feito o lançamento e alinhada com este.

Desenrola-se um trecho de cabo da bobina para preparar a extremidade a ser tracionada, vide desenho II.



A camisa de puxamento deve ser colocada sobre o neutro portador. O elemento de tração sempre deve ser o neutro e nunca as fases.

Amarra-se o conjunto de cabos, de maneira a ficarem unidos, facilitando dessa forma a passagem dos cabos nas roldanas. O cabo nunca deve ser dobrado numa curvatura inferior a 32 cm.

Passa-se uma corda ou cabo de aço 3/8" entre as roldanas para efetuar o lançamento. Em lugar do cabo de aço pode-se utilizar também uma corda, uma vez que os esforços de tração são reduzidos por causa da presença das roldanas em cada poste.

A seguir é iniciado o lançamento. Se o lance for curto traciona-se o cabo manualmente, caso contrário deve-se empregar um guincho manual.

A velocidade de tracionamento deve ser baixa. Um eletricista deve acompanhar a entrada da ponta do cabo nas roldanas, pois podem ocorrer algumas irregularidades.

Caso ocorra alguma resistência no tracionamento, é sinal de que a extremidade do cabo ficou presa à entrada da roldana. O eletricista deve então, manualmente, alojar o cabo na roldana.

Terminado o serviço de lançamento faz-se o encabeçamento provisório das extremidades logo acima do braço IP, mantendo-se as roldanas também acima do braço da IP.

Certificar-se de que o cabo não está muito baixo, verificando todo o trecho, principalmente nas passagens sobre as ruas.

O cabo está pronto para a fase seguinte que é o desmantelamento de um trecho de rede existente e a sua colocação na posição definitiva.

Lançado o cabo inicia-se a fixação definitiva, com os seguintes procedimentos:

a- Desenergiza-se a rede antiga e retiram-se os condutores ;

b- Os estribos e as cintas existentes devem ser retirados ou aproveitados na nova rede;

c- É interessante, mas não obrigatório, o início do trabalho na rede existente em uma das extremidades do cabo multiplexado, encabeçando-se o neutro e em seguida tracionando-o ;

d- Nos cruzamentos onde são previstos flying-taps ou seccionamento dos condutores, estes devem estar no mesmo nível e obedecer a altura mínima de 5,50m do solo;

e- Deve-se evitar o projeto de encabeçamentos a não ser nos fins de rua ou de trechos em cabos multiplexados. Os encabeçamentos intermediários da rede convencional devem ser todos eliminados.

6.2 Isolamento das Pontas dos Cabos

a) A partir de 50 mm da ponta, fazer o enfitamento com a fita esticada de 50% da largura, até chegar na ponta do cabo. Utilizar a fita de auto fusão. (desenho A)

b) Com a fita esticada de 50% da largura, dar uma volta sobre a ponta do cabo (desenho B)

c) Em seguida, dar ¼ de volta em torno do cabo, com a fita esticada de 50% da

largura, e dar novamente uma volta sobre a ponta do cabo, conforme desenho C (esse

$\frac{1}{4}$ de volta é para que a fita fique em posição de passar sobre a ponta do cabo cruzando em 90° com a primeira volta dada no item b).

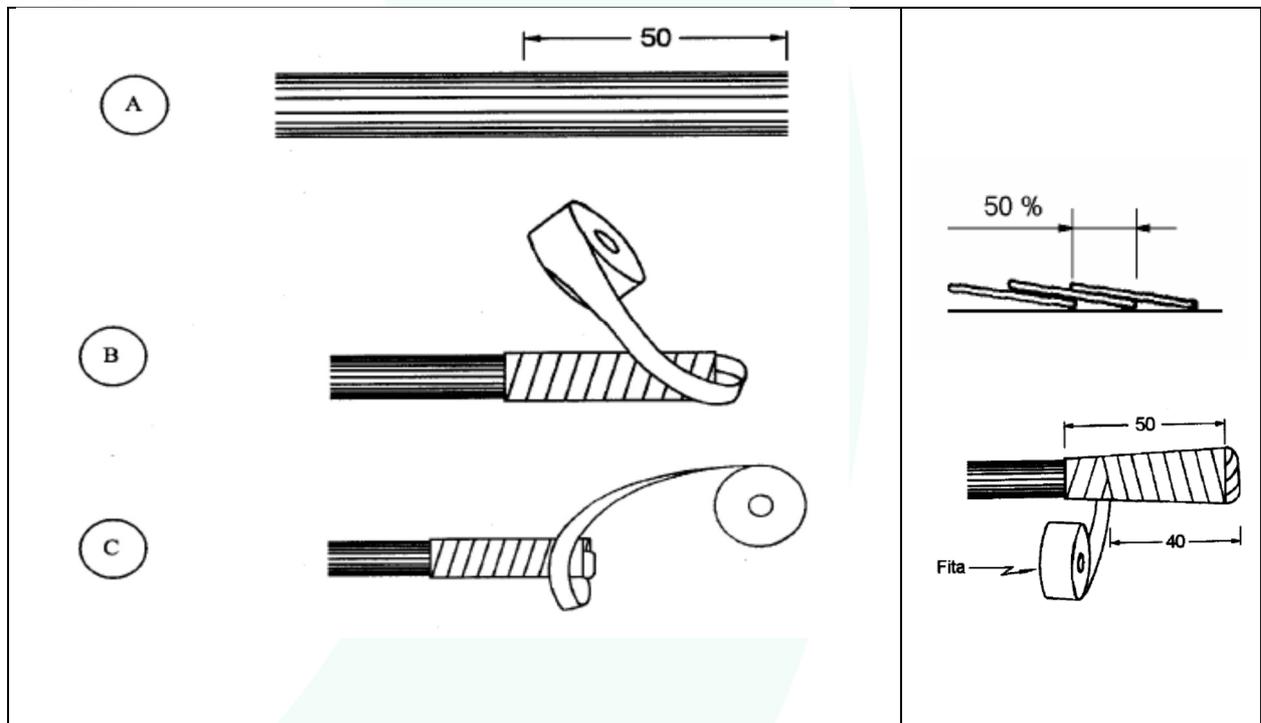
d) Repetir o procedimento do item c mais cinco vezes.

e) Passar uma camada de fita até uma distância de 40 mm da ponta do cabo.

f) Retornar até a ponta com a 5.^a camada de fita, sempre com a fita esticada de 50 % da largura e com uma sobreposição de 50 %.

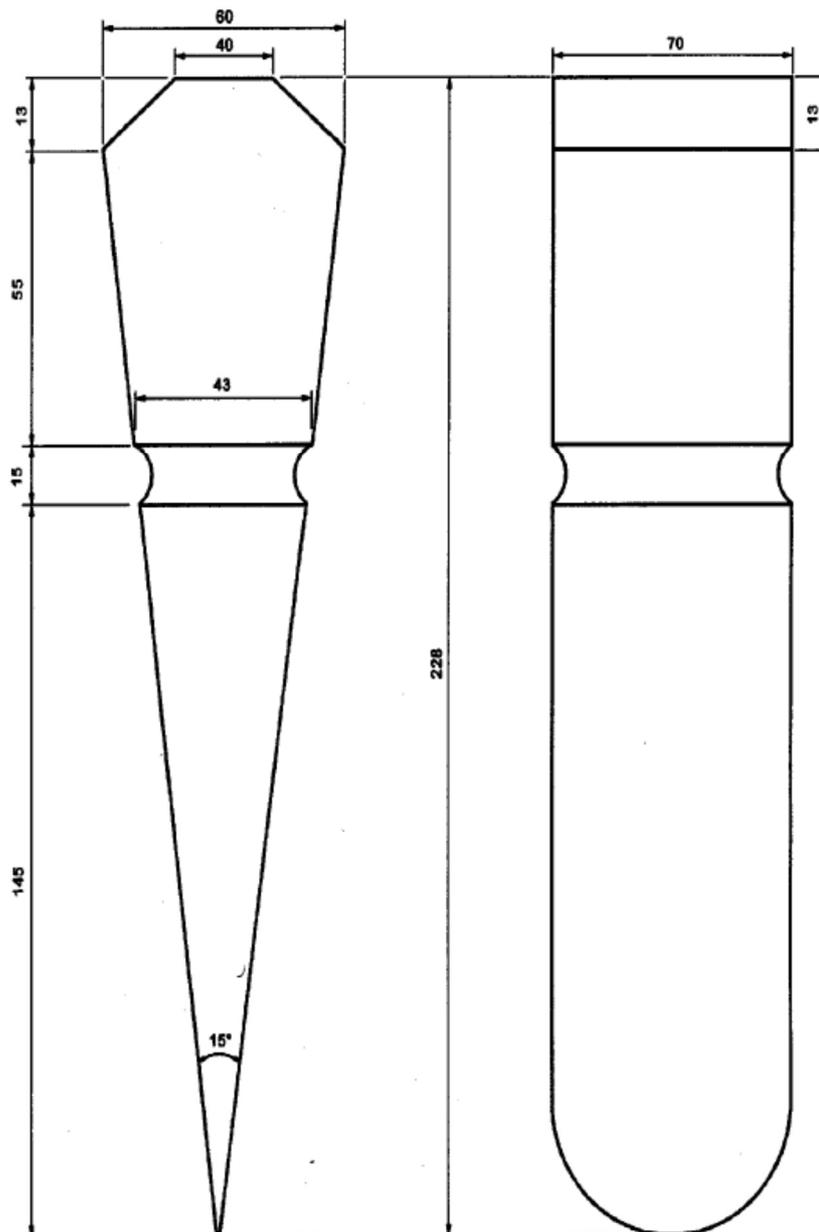
g) Sobre a fita de auto fusão aplicar uma camada de fita adesiva isolante preta, terminando com uma laçada.

h) Repetir, a partir do item a, o mesmo procedimento para as demais pontas de cabo.



6.3 Separação dos Cabos

Para separar entre si pequenos segmentos dos cabos multiplexados, a fim de possibilitar a execução adequada das conexões elétricas, deve ser usada a Cunha de Madeira como mostrada a seguir:

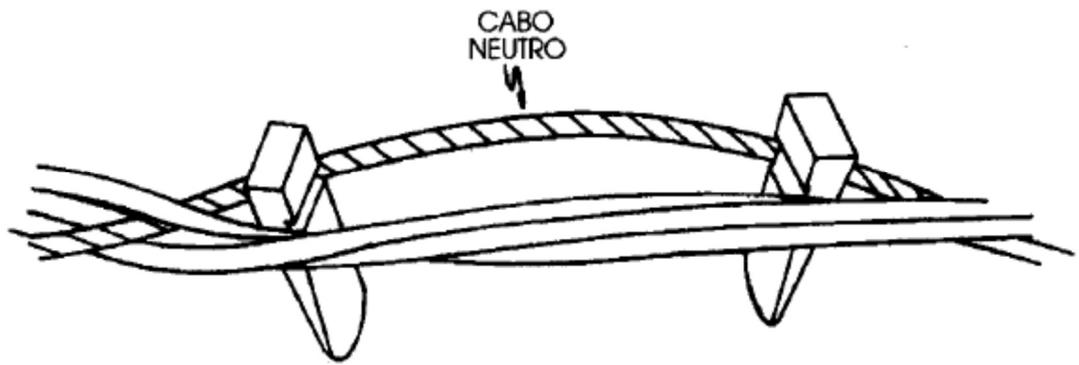


Madeira-de pinho ou similar
Arredondar os cantos



DCELT
ENERGIA

Distribuidora
Catarinense de
Energia Elétrica

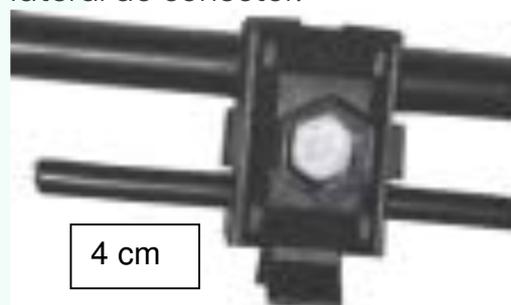


6.4 Aplicação do Conector

1- Separe um dos condutores isolados do cabo multiplexado e abra o conector, o suficiente para poder acomodar o condutor na canaleta correspondente à principal.



2 - Coloque o condutor de derivação na canaleta correspondente do conector, deixando sobrar de um lado uma distância aproximada de 4 cm da lateral do conector.



3 - Aperte o parafuso inicialmente com a mão, até que o conector fixe o suficiente os condutores, para posteriormente concluir a instalação com a chave, observando que na região da conexão os condutores devem estar em paralelo



4- Coloque o capuz na ponta do condutor derivado, tomando cuidado ao inseri-lo, pois uma força excessiva pode danificar sua isolação.



5 - Durante a aplicação do torque com a chave sextavada (estrelada) ou cachimbo assegure-se de que os condutores estão alinhados com as canaletas do conector,

6 - Dê o torque com a chave até romper a cabeça fusível do parafuso. O rompimento indicará que o conector está devidamente instalado.

observando também o posicionamento correto da chave, pois caso contrário, a cabeça fusível do parafuso poderá romper, antes da aplicação do torque necessário

