

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DA DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0078	REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA SECUNDÁRIA ISOLADA ATÉ 1kV	1/69

1. FINALIDADE

Estabelecer as condições e os padrões de montagem das estruturas de rede de distribuição aérea secundária isolada com cabos multiplexados autossustentados nas tensões até 1 kV, visando proteger a rede de distribuição de agentes externos que provoquem desligamentos, melhorando a qualidade da energia distribuída e as condições de segurança para operadores e transeuntes a serem instaladas na área de concessão da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a toda a Celesc D, empreendedores, empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Os padrões de estruturas definidos nesta Especificação têm como base as recomendações contidas na NBR 16615 – Rede de distribuição aérea de energia elétrica com cabos multiplexados autossustentados.

Os padrões apresentados poderão sofrer modificações em função do desenvolvimento tecnológico dos materiais constantes desta Especificação ou no caso de soluções práticas, conseguidas em campo, de forma a melhorar os citados padrões. Dessa forma, os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto às eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de Terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e recomendações do Comitê de Distribuição (CODI), complementados pelos principais termos da rede multiplexada.



4.1. Cabo Multiplexado Autossustentado

Cabo constituído por um ou mais condutores, com isolamento sólida termofixa extrudada em polietileno reticulado – XLPE, dispostos helicoidalmente em torno de um condutor de sustentação (cabo mensageiro). Também conhecido como cabo pré-reunido.

4.2. Condutor Neutro de Sustentação (Cabo Mensageiro)

Condutor destinado a sustentar mecanicamente os condutores fases reunidos de forma helicoidal em sua volta, podendo exercer também a função de neutro do sistema e ainda ser nu ou isolado.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Generalidades

Esta Especificação não invalida qualquer outra da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou de outros órgãos competentes, a partir da data em que entrar em vigor. No entanto, nos pontos em que houver divergências entre esta Especificação e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências aqui estabelecidas.

Os padrões apresentados nesta Especificação são resultados de experiências já verificadas em concessionárias participantes da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADEE e são aqueles mais utilizados para a rede multiplexada.

Os materiais empregados nessa rede devem possuir certificado de homologação de produto – CHP, conforme a E-313.0045.

5.2. Campo de Aplicação

A rede multiplexada de baixa tensão é o padrão mínimo para construção de redes de baixa tensão e deve ser aplicada em toda nova construção, reforma e extensão de rede.

5.3. Condições Específicas

Para os desenhos constantes nesta Especificação, deverá ser observado o recomendado nos incisos a seguir.

- 5.3.1. Os padrões mostram apenas as estruturas típicas do secundário, pois as instalações do primário são as mesmas utilizadas com cabos nus e/ou cobertos.
- 5.3.2. A altura mínima para instalação da rede secundária no poste deve ser de 7,3 metros.
- 5.3.3. Os desenhos indicam postes de concreto circular, porém, as listas de materiais do desenho específico fornecem as quantidades também para poste duplo T e, nesse caso, deve ser observada a face de maior resistência mecânica em função do projeto da rede. Devido ao menor custo, deve-se priorizar a utilização de poste duplo T.
- 5.3.4. Nas vias com posteação única, a rede secundária deverá ser instalada, sempre que possível, do lado da rua. Para sua instalação do lado do passeio, observar os afastamentos mínimos contidos no subitem 5.4.
- 5.3.5. Nesta rede devem ser utilizados postes de concreto, conforme E-313.0010, postes de madeira de eucalipto preservada, conforme E-313.0025, ou postes poliméricos, conforme E-313.0066.
- 5.3.6. Os critérios para engastamento de postes são aqueles estabelecidos pela especificação na I-313.0004.
- 5.3.7. Os vãos secundários máximos, normalizados para esse tipo de rede, são de até 50 m.
- 5.3.8. Os cabos padronizados para esta rede estão estabelecidos na Especificação E-313.0052 e NE-175E.
- 5.3.9. A identificação das fases se dará de seguinte forma:

Fase	Cor Isolação
A	PRETA
B	CINZA
C	VERMELHA

- 5.3.10. As características físicas e elétricas dos cabos isolados estão no Anexo 7.1. desta Especificação. As trações de montagem e flechas estão no Anexo 7.2.
- 5.3.11. Se houver a necessidade uma segunda rede, esta pode ser instalada abaixo da primeira, desde que atendidos os afastamentos mínimos e os espaços de compartilhamento indicados na I-313.0015.
- 5.3.12. As instruções de montagem e lançamento de cabos da rede isolada estão detalhadas no Anexo 7.3.

- 5.3.13. Todas as pontas dos cabos fase e neutro, quando isolados (fins de linha, *jumpers*, cruzamentos aéreos, ligação de clientes, rabichos de conexão etc.), devem ser vedadas com capuzes elastoméricos adequados a cada seção ou fita autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.
- 5.3.14. O neutro da rede secundária isolada (cabo mensageiro) deverá ser aterrado conforme Instrução I-313.0013, juntamente com o determinado nesta Especificação.
- 5.3.15. Devem ser instalados para-raios de baixa tensão na transição de rede nua para rede multiplexada, derivações para redes subterrâneas, entradas de clientes com cargas sensíveis e na baixa tensão de transformadores instalados em pontos com histórico de falha por sobretensão.
- 5.3.16. Os circuitos secundários atendidos por transformadores monofásicos não devem ser interligados ao aterramento do transformador.
- 5.3.17. É obrigatório o seccionamento da rede para a ligação dos transformadores, formando duas redes distintas, direita e esquerda do transformador. A ligação do cabo ao transformador deverá ser efetuada conforme inciso 5.3.18.
- 5.3.18. Para a ligação dos cabos nos terminais de baixa tensão dos transformadores, deve-se obrigatoriamente utilizar os terminais à compressão pré-isolados, conforme a E-313.0077. O Anexo 7.4. mostra a montagem deste terminal.
- 5.3.19. Na ligação descrita no inciso 5.3.17., os condutores ligados ao terminal de baixa tensão do transformador devem possuir sobra suficiente para permitir a instalação de instrumentos de medição.
- 5.3.20. Quando retirado o conector de perfuração ou conector cunha, a isolação do cabo deve ser recomposta de forma a manter a isolação e a proteção contra penetração de umidade no cabo.
- 5.3.21. A recomposição da isolação deve ser realizada com fita autoaglomerante (autofusão) e, após, com fita isolante, ambas para 90°C, com sobreposição mínima de 50%. Alternativamente, para emenda, pode-se utilizar tubos contrátil a frio ou termocontráteis de preferência revestidos de *mastic* internamente.
- 5.3.22. O conector perfurante não pode ser utilizado em cabos tracionados isolados ou nus.
- 5.3.23. A instrução de montagem para conectores de perfuração está detalhada no Anexo 7.6.

- 5.3.24. Os conectores cunha para ligação de aterramentos do mensageiro e estaiamentos estão contidos na Especificação E-313.0036.
- 5.3.25. Para redes secundárias construídas em áreas agressivas, deve-se utilizar cabos multiplexados isolados 0,6/1 kV com condutores em aço cobreado 53% IACS conforme especificação NE-175E. Na montagem da rede com cabo de aço cobre observar os seguintes cuidados:
- a) as alças de ancoragem devem ser adequadas condutores de cobre, conforme a Tabela 27 da NE-140E;
 - b) na ligação dos cabos aos terminais de baixa tensão dos transformadores utilizar terminais a compressão de 1 furo NEMA de cobre estanhado (O-14), conforme tabela 24 da E-313.0036;
 - c) as conexões de derivação do neutro ou para rede nua devem ser realizadas com conector cunha de cobre estanhado (O-03);
 - d) as emendas devem ser realizadas com luvas de emenda à compressão de tração total (O-09);
 - e) após a realização das emendas ou derivações nas fases, é obrigatória a recomposição da isolação.
- 5.3.26. Alternativamente, pode-se utilizar na construção da rede secundária o cabo com o neutro isolado, o qual está especificado na E-313.0052. No entanto, em função da isolação do neutro, alguns cuidados devem ser obedecidos na montagem da rede para que se tenha o mesmo desempenho da rede com neutro nu:
- a) as alças de ancoragem devem ser adequadas para cabos com cobertura, conforme a Tabela 28 da NE-140E, para regiões sem agressividade;
 - b) para as regiões com ambientes agressivos, as alças de ancoragem devem ser as indicadas na Tabela 29 da NE-140E;
 - c) as conexões de derivação devem ser realizadas com conector cunha adequado aos cabos que serão utilizados, isto é, para ligações alumínio-alumínio, utilizar conectores cunha de alumínio; nas conexões alumínio-cobre e cobre-cobre, utilizar conectores cunha de cobre estanhado;



- d) tanto após a realização da derivação como da emenda, é obrigatória a recomposição da isolação;
 - e) a utilização de conector perfurante no neutro isolado fica restrita ao “rabicho ou bigode”, porém, a conexão do rabicho com o cabo principal do neutro deve ser realizada com conector cunha. A utilização do perfurante pode fragilizar mecanicamente o condutor;
 - f) para as regiões com ambientes agressivos como a ORLA, devem ser utilizados os conectores perfurantes adequados, os quais estão indicados no Anexo 7.3. da E-313.0059.
- 5.3.27. Materiais utilizados nas redes multiplexadas isoladas também estão descritos na NE-106E, NE-115E, NE-140E, NE-143E, E-313.0059 e na E-313.0007.
- 5.3.28. As mudanças de seção ou fins de rede devem ser feitas sempre com encabeçamento de topo e nunca em tangência.
- 5.3.29. Todo encabeçamento deve ser feito em olhal ou porca-olhal.
- 5.3.30. Havendo necessidade, inverter a cavidade do grampo de suspensão.
- 5.3.31. O material olhal para parafuso (F-25) pode ser substituído pela porca-olhal (F-40) e arruela quadrada (A-02).
- 5.3.32. No lugar da sapatilha (A-25), pode-se utilizar a manilha sapatilha (F-22).

5.4. Afastamentos Mínimos

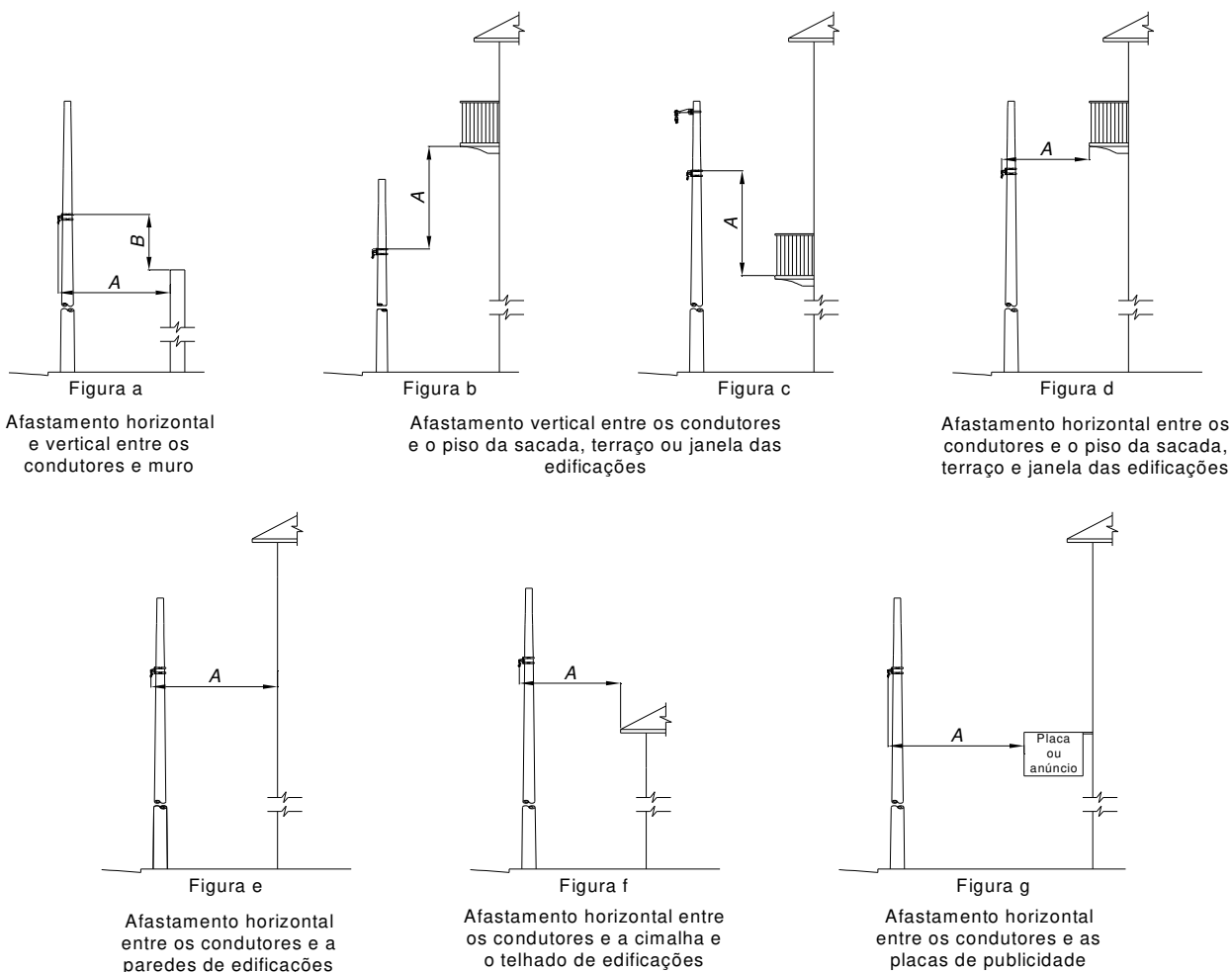
5.4.1. Disposições Gerais

Os afastamentos mínimos indicados nos desenhos a seguir deverão ser obedecidos em todas as estruturas. Estes poderão ser aumentados caso sejam exigidas maiores condições de segurança para manutenção e operação da rede.

São vedadas quaisquer construções civis e estruturas sob a rede secundária de baixa tensão. Somente serão permitidos aparelhos de uso coletivo como paradas de ônibus, entradas de metrô, pontos de táxi, decorações temporárias, construídos pelo poder público, desde que atendam os afastamentos mínimos de segurança padronizados.

A instalação de placas, luminosos e quaisquer outros aparelhos de publicidade deve atender aos afastamentos mínimos indicados nas Figuras a seguir.

5.4.2. Afastamentos Mínimos – Condutores e Edificações



Afastamentos mínimos (cm)		
Figura	A	B
a	50	90
b	50	-
c	250	-
d	120	-
e	50	-
f	50	-
g	50	-

Notas:

1 – Se os afastamentos verticais das Figuras “b” e “c” não puderem ser mantidos, exigem-se os afastamentos horizontais da Figura “d”.

2 – Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das Figuras “b” e “c”, não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela da Figura “d”, porém, o afastamento da Figura “e” deve ser mantido.



5.4.3. Afastamentos entre Condutores e Solo

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo cm	
	Tensão U kV	
	Comunicação e cabos aterrados	$U \leq 1$
Vias exclusivas de pedestre em áreas rurais	300	450
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas	300	350
Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	450	450
Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais	600	600
Ruas e avenidas	500	550
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	450	450
Rodovias federais e estaduais	700	700
Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis	600	600

Nota:

Os valores da tabela são para condições de flecha máxima.



5.4.4. Afastamentos entre Condutores de Circuitos Diferentes

Afastamento mínimo (cm)		
Circuito 1		Circuito 2 – Rede Isolada
Tipo de Rede	E nominal (kV)	$E \leq 1$ kV
Rede Nua	$E \leq 1$	20
	$1 < E \leq 15$	80
	$15 < E \leq 35$	100
Rede Isolada	$E \leq 1$	20
	$1 < E \leq 35$	40
Rede Compacta	$1 < E \leq 15$	80
	$15 < E \leq 35$	100
Comunicação		60

Nota:

Para a travessia sobre a faixa de domínio de outros órgãos, devem ser obedecidas as distâncias mínimas exigidas em cada caso.

5.5. Estruturas – Rede Secundária

Os padrões de 5.5.2. a 5.5.12. devem ser usados para instalação de redes novas.

Os padrões de 5.5.13. a 5.5.15. devem ser usados somente em reformas de rede (troca de cabos nus por cabos multiplexados), fazendo-se as adaptações necessárias.

A lista de materiais para os postes de madeira preservada e poliméricos deve ser a mesma utilizada para o poste duplo “T”.

As dimensões apresentadas, salvo indicação em contrário, são dadas em centímetros.

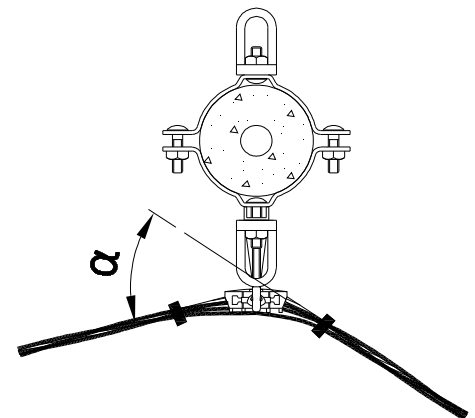
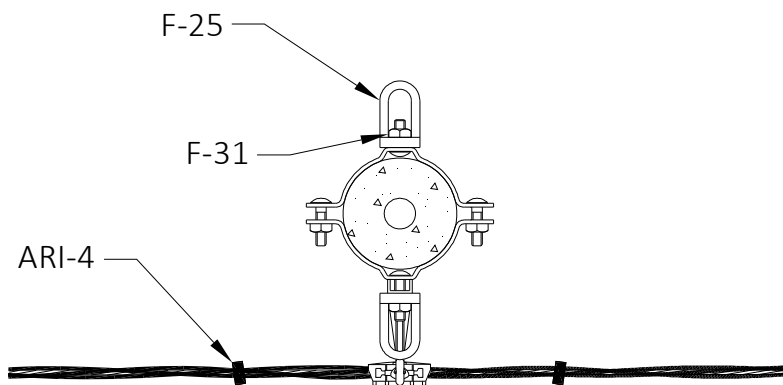
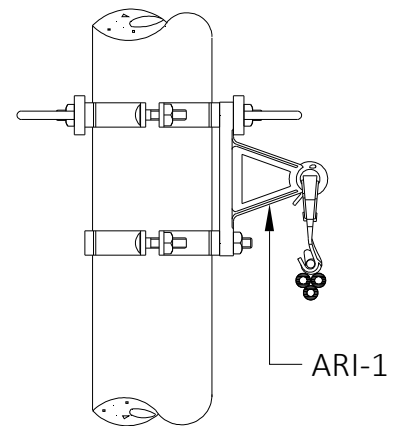
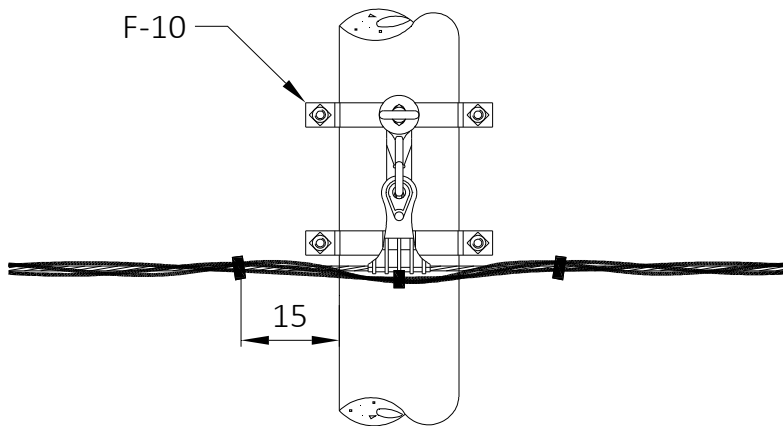
ÍTEM	ESTRUTURA	NOTAÇÃO
5.5.2.	Estrutura tangente e ângulo	SI1
5.5.3.	Estrutura fim de rede	SI3
5.5.4.	Estrutura ancoragem sem seccionamento	SI4
5.5.5.	Estrutura ancoragem com seccionamento	SI5
5.5.6.	Estrutura transição rede nua – rede isolada	SI6
5.5.7.	Estrutura derivação tangente	SI7
5.5.8.	Estrutura derivação – encabeçamento duplo	SI8
5.5.9.	Estrutura conexão no vão (<i>flying tap</i>)	SI9
5.5.10.	Estrutura – 90°C	SI11
5.5.11.	Instalação de Transformador	SITR
5.5.12.	Instalação de Transformador Monofásico sem Rede de Baixa Tensão	SI1TR
5.5.13	Estrutura tangente – Reforma de Rede	SIA1
5.5.14.	Estrutura seccionamento – Reforma de Rede	SIA4
5.5.15.	Estrutura derivação – Reforma de rede	SIA7

Nota:

SI = Secundário Isolado

5.5.2. Estrutura Tangente e Ângulo – SI1

Dimensões em centímetros



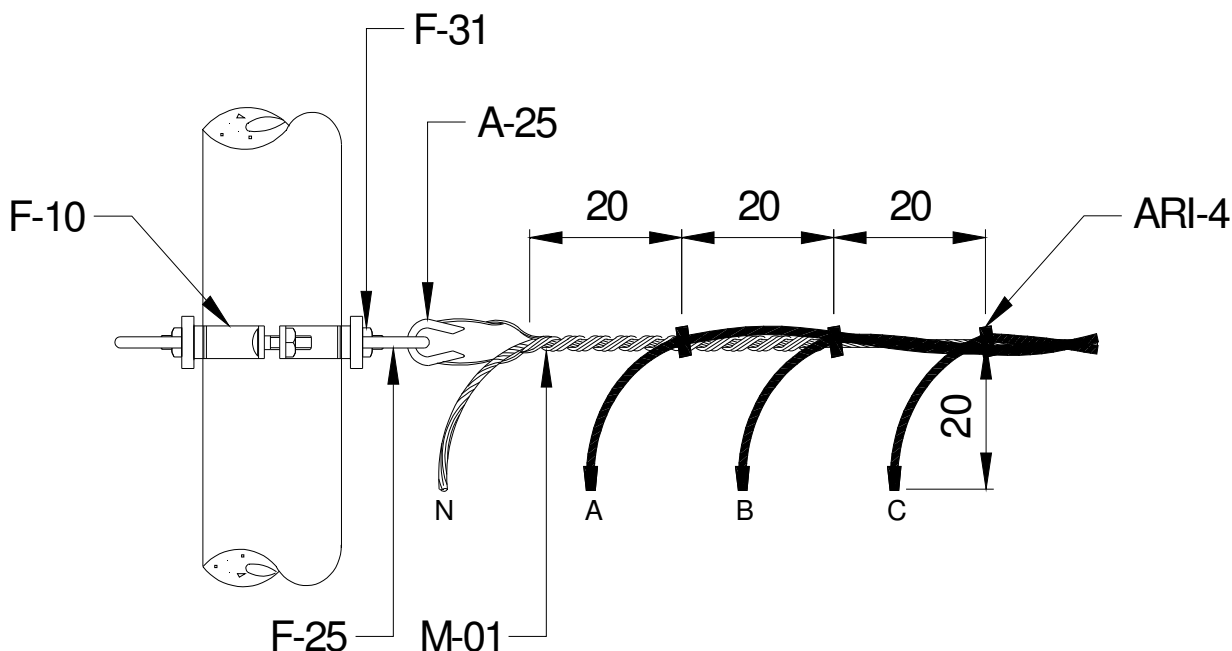
Notas:

1. A estrutura deverá ser usada para ângulos de desvio $\alpha \leq 45^\circ$.
2. Para ângulos maiores, usar a estrutura SI 4.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	-	01	ARRUELA QUADRADA	F-31	03	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	03	03	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	ARI-1	01	01	CONJUNTO GRAMPO DE SUSPENSÃO
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO				

5.5.3. Estrutura Fim de Rede – SI3

Dimensões em centímetros



Notas:

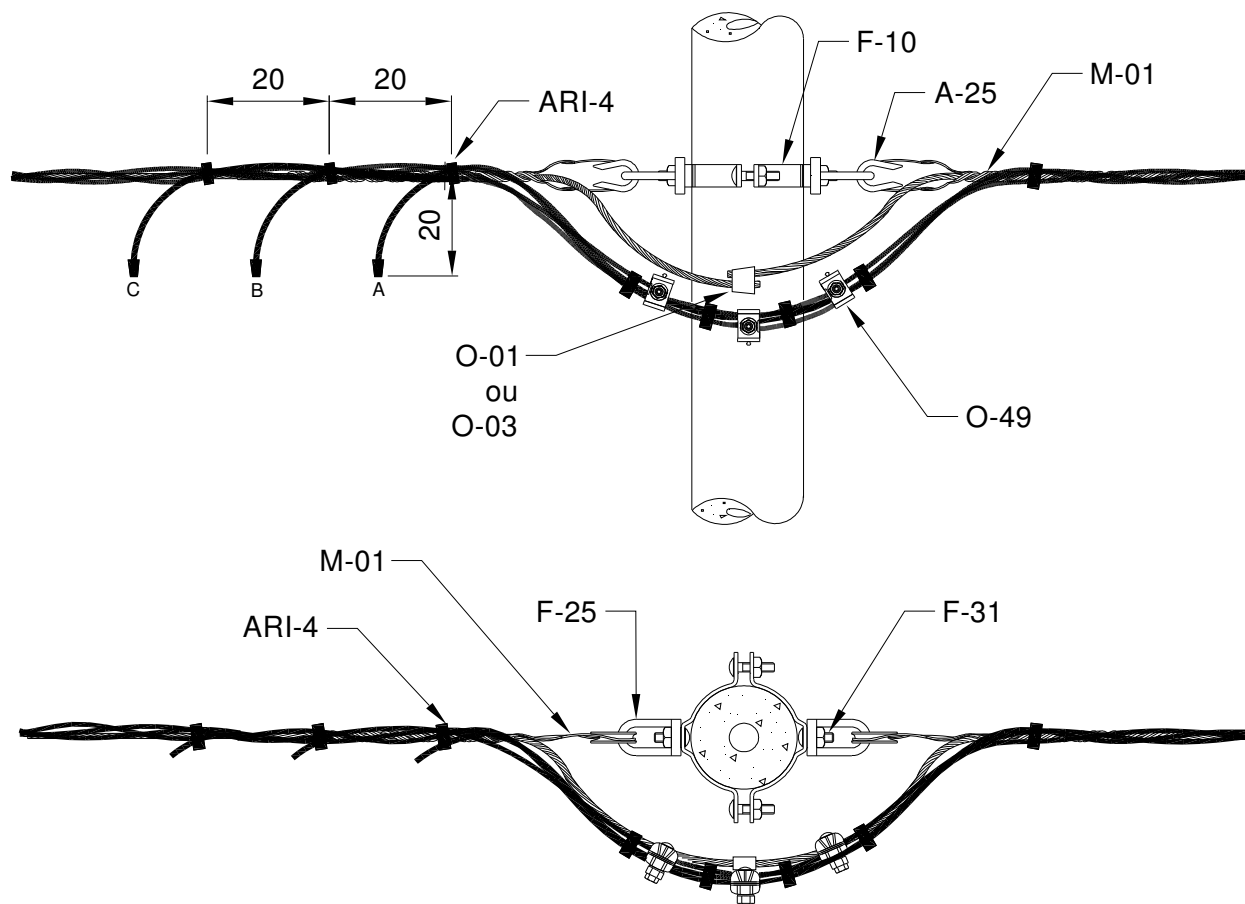
1. Estrutura usada para encabeçamento simples.
2. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	01	01	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	03	03	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	M-01	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO				

5.5.4. Estrutura Ancoragem sem Secionamento – S I4

5.5.4.1. Emenda com Rabicho e Conector Perfurante

Dimensões em centímetros



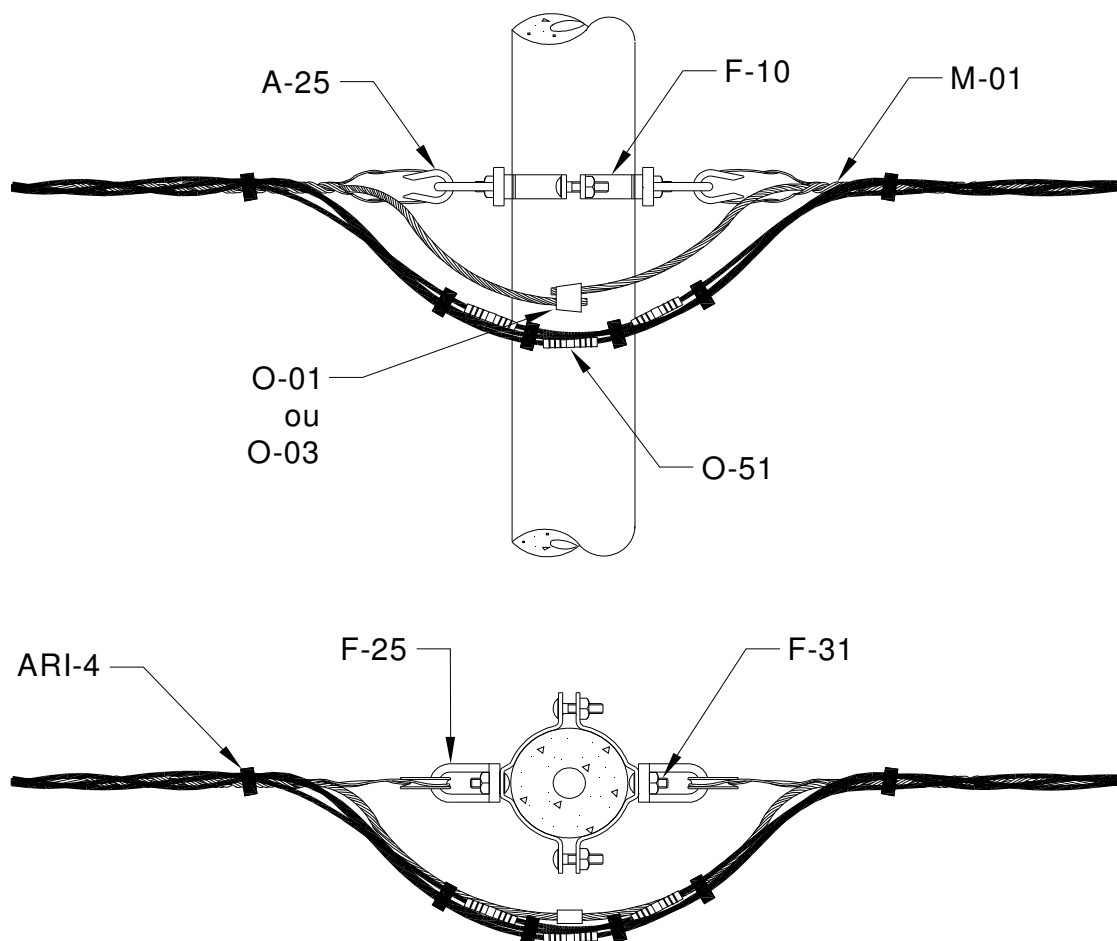
Notas:

1. Estrutura usada para encabeçamento duplo.
2. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato.
3. Transpassar as pontas dos cabos para fazer o rabicho, que pode ser confeccionado nas duas laterais do poste, conforme a necessidade.
4. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	08	08	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO				
F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA OUADRADA	O-49	03	03	CONECTOR PERFURANTE

5.5.4.2. Emenda com Luva sem Rabicho

Dimensões em centímetros



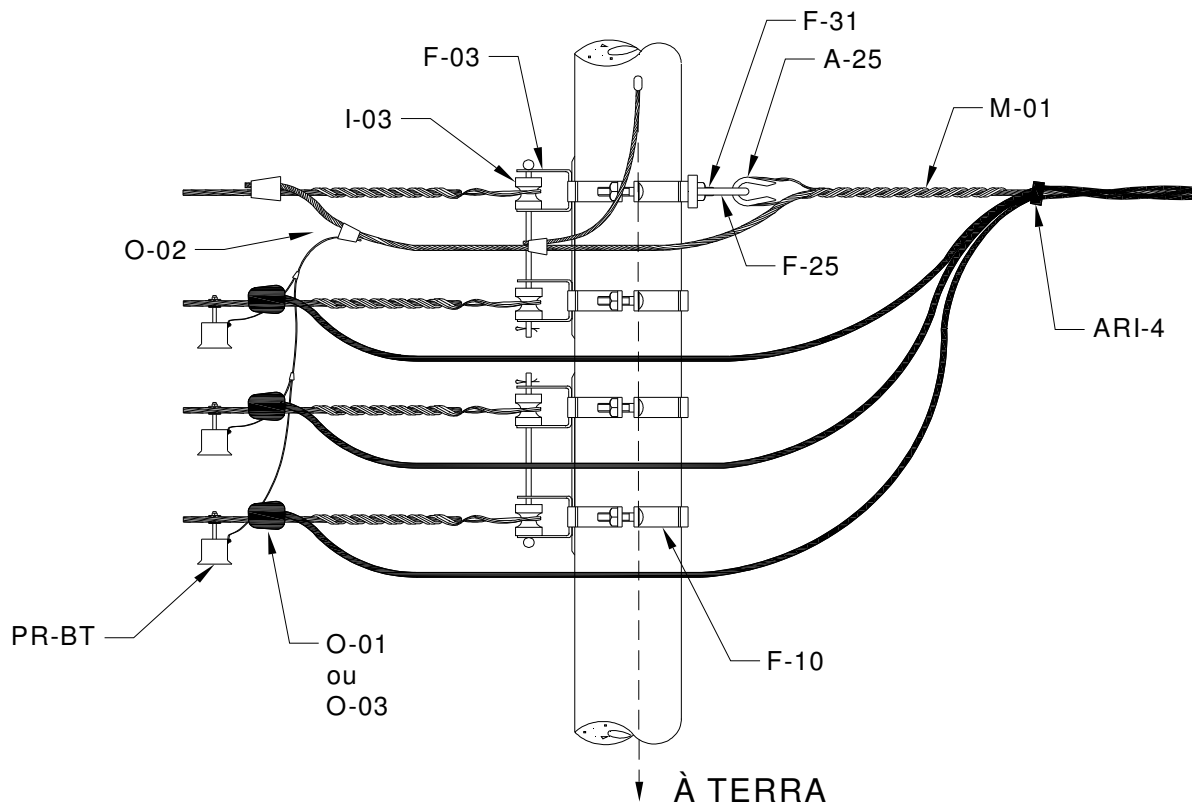
Notas:

1. Estrutura usada para encabeçamento duplo.
2. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato.
3. O Rabicho para conexão dos ramais da fase pode ser adicionado conforme a necessidade em uma ou nas duas laterais do poste de acordo com 5.6.2.
4. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03) no neutro.
5. Para condutores de aço cobre utilizar luvas emenda de compressão total de cobre (O-09) com recomposição da isolamento nas fases.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO				
F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA	O-51	03	03	CONECTOR EMENDA PRÉ-ISOLADA

5.5.6. Estrutura Transição Rede Nua/Rede Isolada – SI6

Dimensões em centímetros



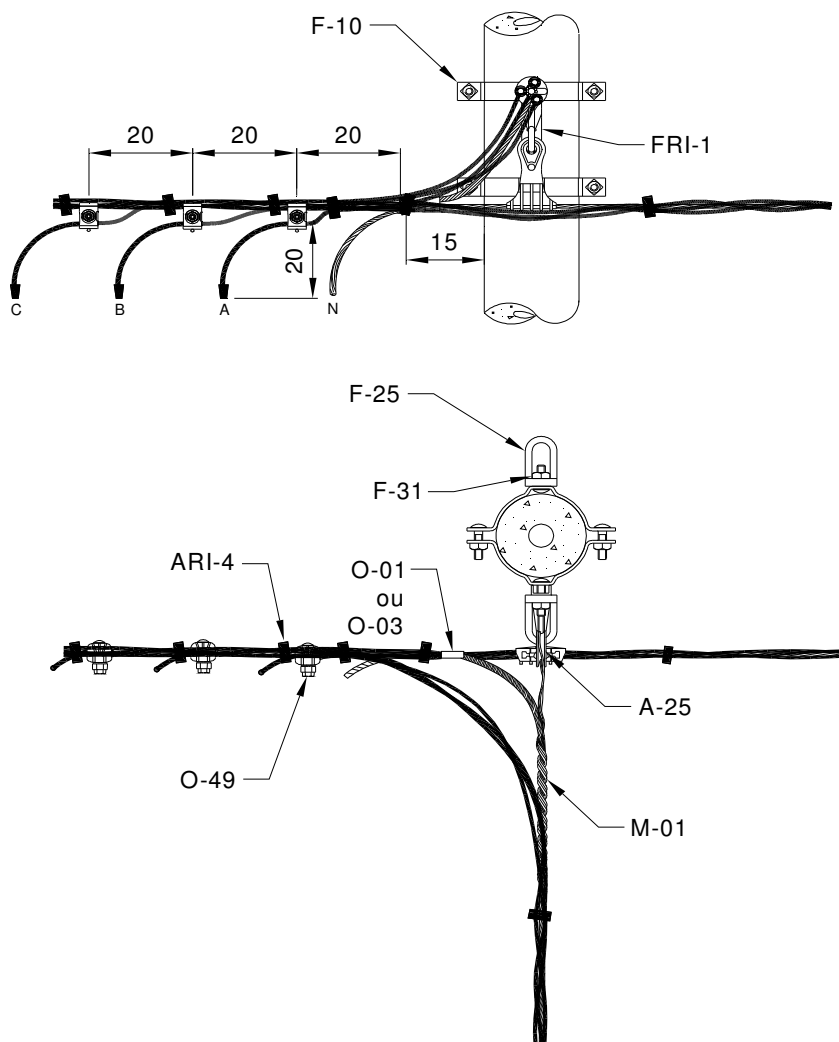
Notas:

1. Caso seja necessária a instalação dos para-raios de baixa tensão na rede isolada, utilizar conector de perfuração.
2. Na ligação com os cabos nus através de conectores cunha, deve-se proteger os cabos fase isolados contra a penetração de água utilizando fita de autofusão recoberta com fita de PVC para 90°C.
3. Na conexão dos para-raios ao neutro, utilizar cabos isolados extra flexível 25mm².
4. Aterrar o ponto de instalação dos para-raios.
5. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	03	ARRUELA QUADRADA	F-30	-	04	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-25	01	01	SAPATILHA	M-01	05	05	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
ARI-4	01	01	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	I-03	04	04	ISOLADOR ROLDANA
F-03	02	02	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 2 ESTRIBOS	O-01 ou O-03	05	05	CONECTOR CUNHA
F-10	04	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR				
F-25	01	01	OLHAL PARA PARAFUSO	O-02	04	04	CONECTOR CUNHA RAMAL
F-31	01	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA	PR-BT	3	3	PARA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO

5.5.7. Estrutura Derivação Tangente – SI7

Dimensões em centímetros



Notas:

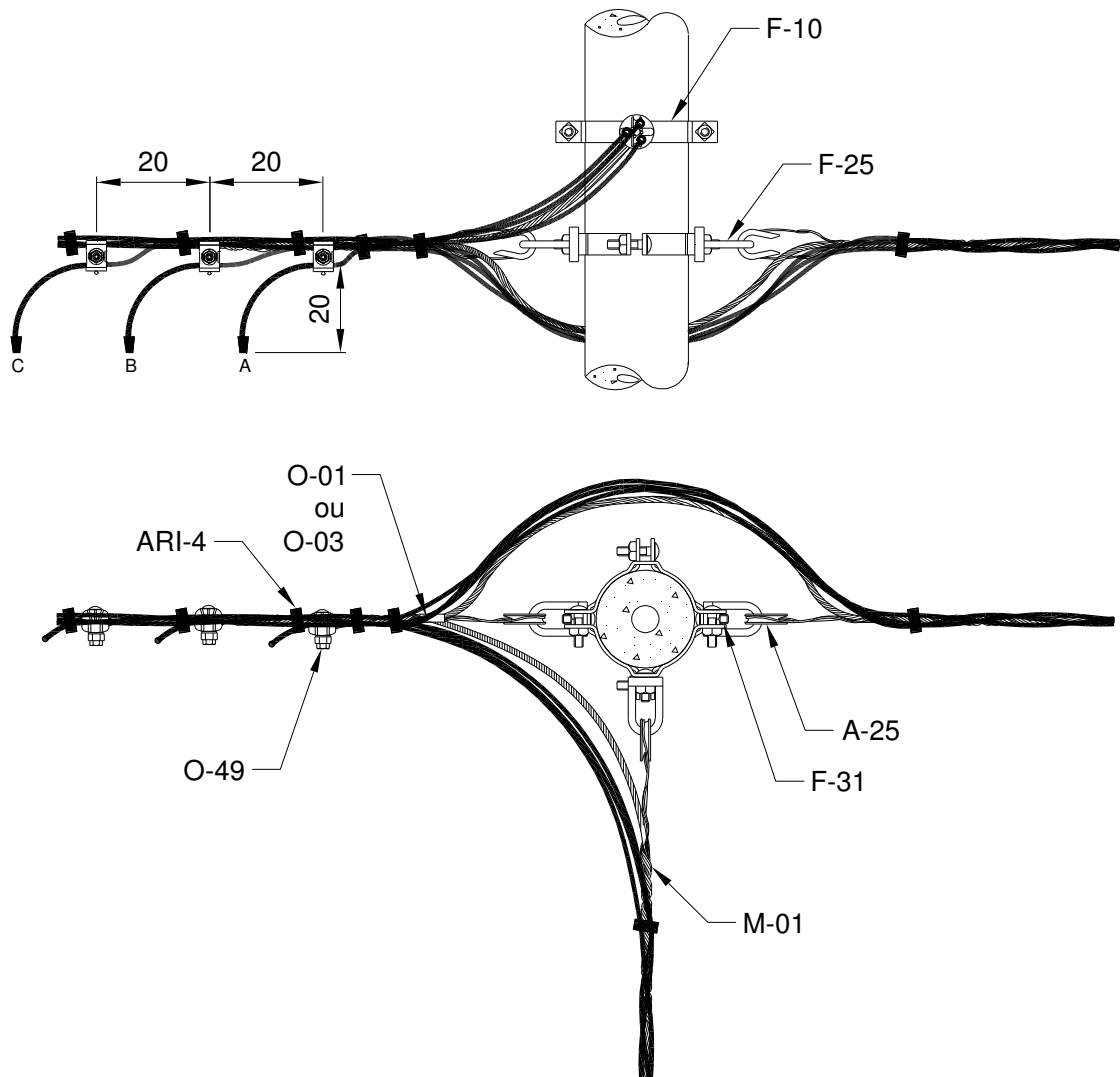
1. Interligar os mensageiros com conector cunha.
2. Deverá ser obedecida a sequência de fases.
3. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato entre elas.
4. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	01	ARRUELA QUADRADA	F-30	--	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-25	01	01	SAPATILHA	FRI-1	01	01	CONJUNTO GRAMPO DE SUSPENSÃO
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	01	01	OLHAL P/ PARAFUSO				
F-31	03	--	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA	O-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO



5.5.8. Estrutura Derivação – SI8

Dimensões em centímetros



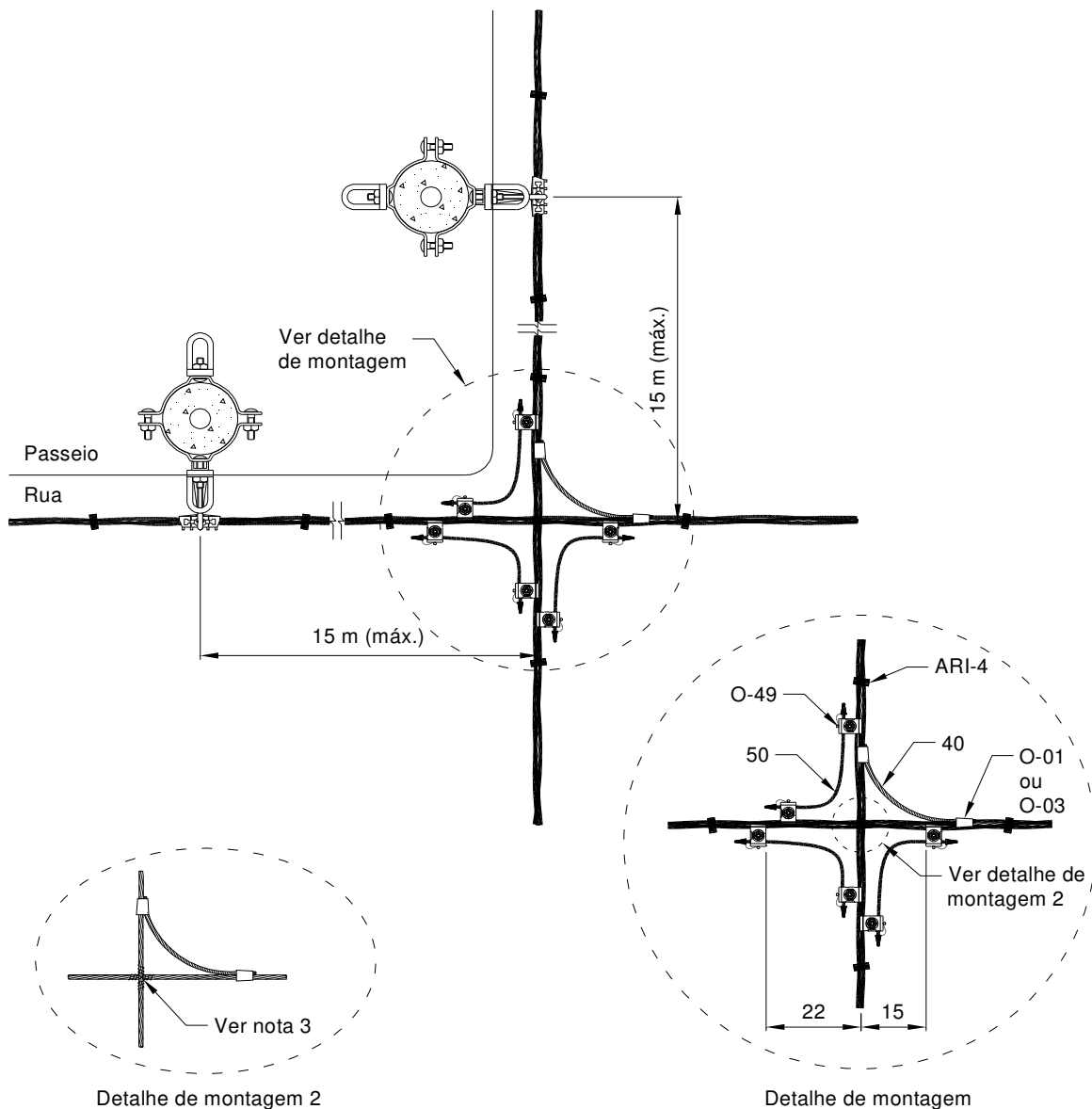
Notas:

1. Estrutura usada para ângulos de desvio $> 45^\circ$ com derivação.
2. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta fita isolante de PVC para 90°C .
3. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	01	ARRUELA QUADRADA	F-31	03	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
A-25	03	03	SAPATILHA	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	03	03	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	03	03	OLHAL PARA PARAFUSO	O-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO

5.5.9. Estrutura Conexão no Vão (*Flying Tap*) – SI9

Dimensões em centímetros



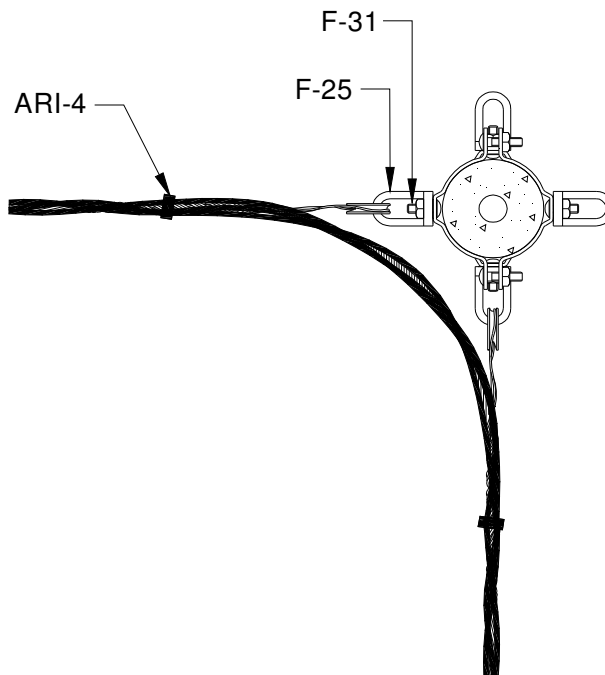
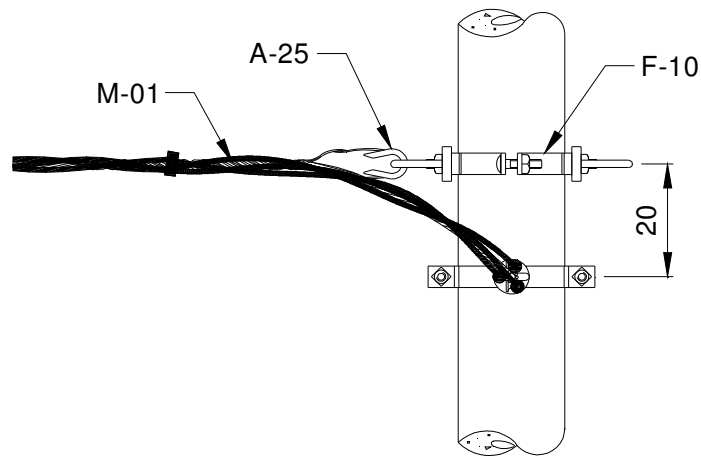
Notas:

1. As conexões deverão ser executadas após os cabos serem tencionados e fixados.
2. O *jumper* de ligação deverá ser de bitola igual a do maior condutor.
3. Os cabos mensageiros (neutro) deverão ser unidos no cruzamento com, no mínimo, 3 voltas de fio de alumínio recozido para amarração.
4. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.
5. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	04	04	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	O-01 ou O-03	02	02	CONECTOR CUNHA
O-49	06	06	CONECTOR PERFURAÇÃO				

5.5.10. Estrutura 90° – SI11

Dimensões em centímetros

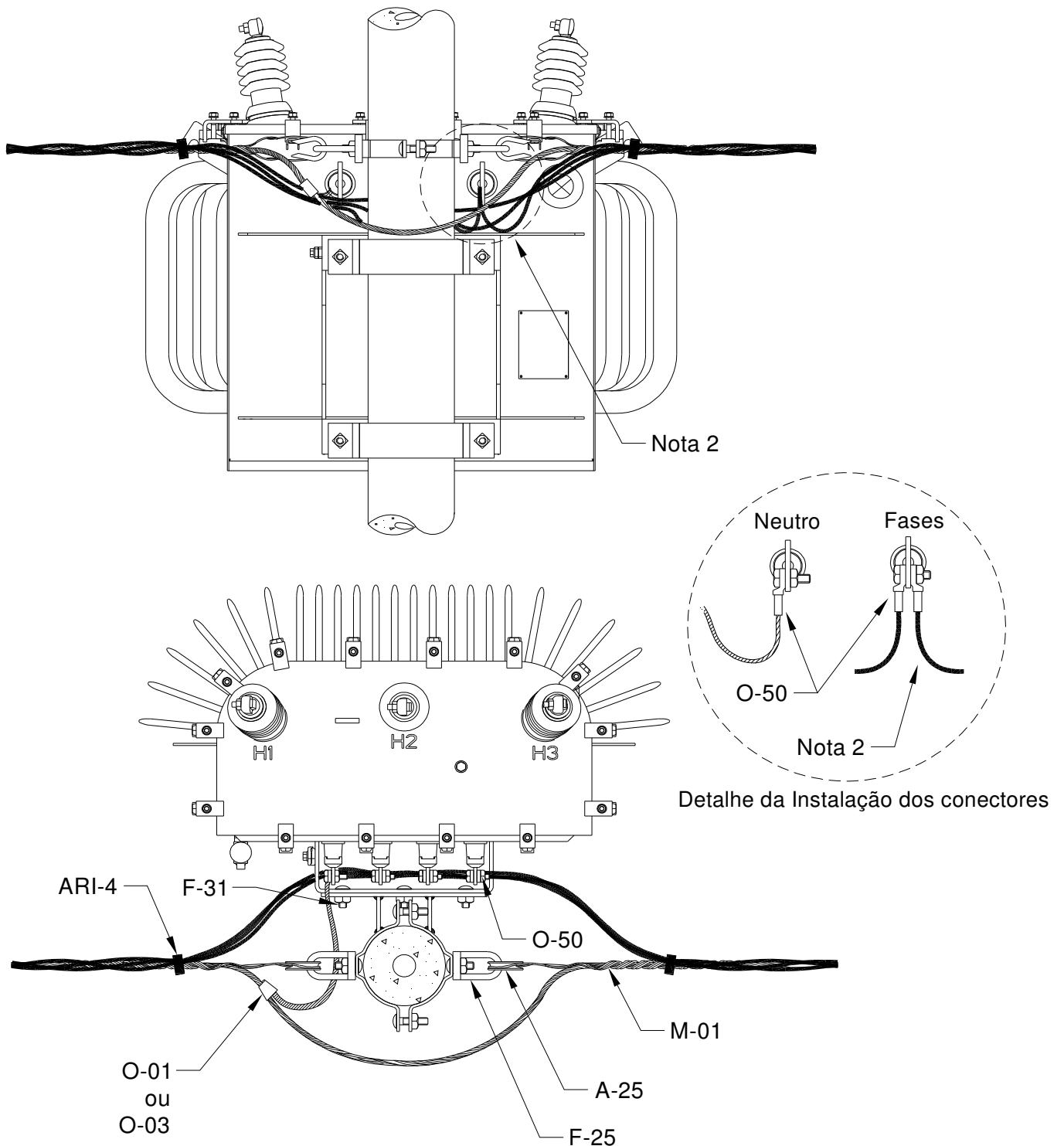


LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	04	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-25	04	04	OLHAL PARA PARAFUSO				



5.5.11. Instalação de Transformador – SITR

Dimensões em centímetros



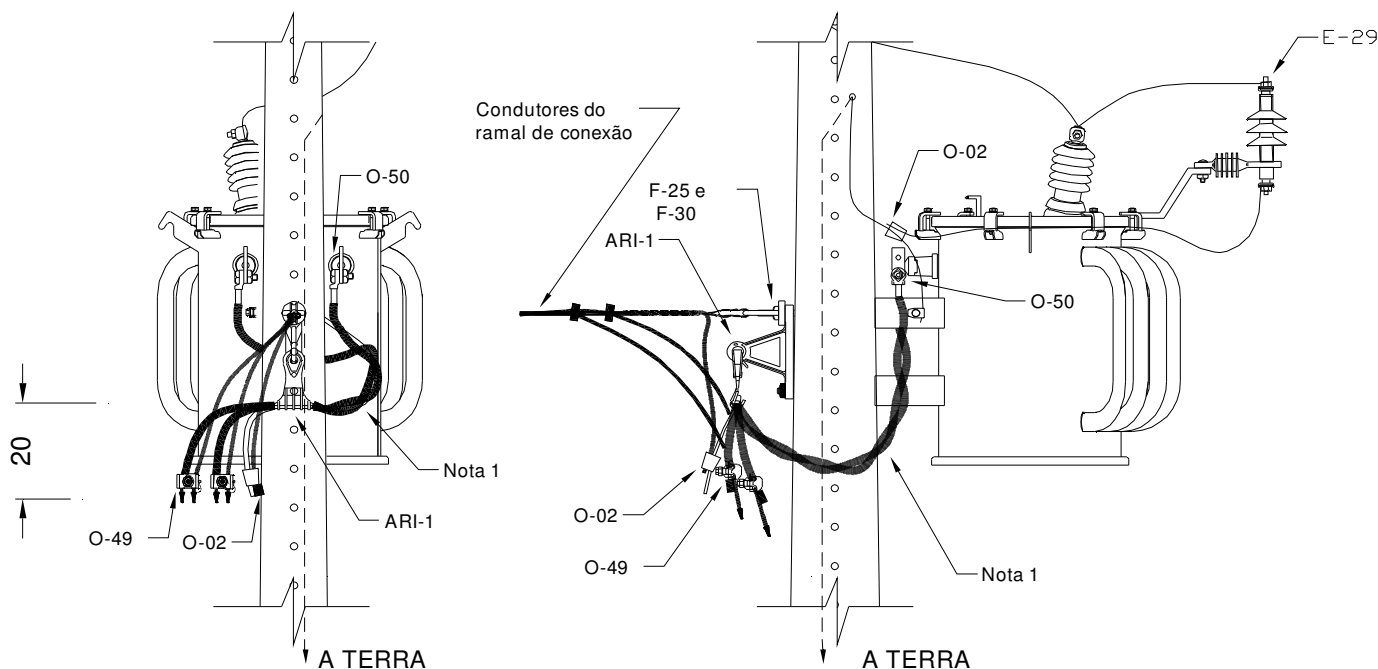
Notas:

1. Os cabos devem ser seccionados e em suas extremidades devem ser aplicadas as terminações pré-isoladas especificadas na E-313.0077 e estas devem ser conectadas às buchas de BT do transformador.
2. Orientar os cabos para baixo e deixar comprimento suficiente para possibilitar a instalação de instrumentos de medição.
3. Devem ser instalados para-raios de baixa tensão em cada uma das fases do transformador sempre que este for instalado em pontos com histórico de falhas por sobretensão.
4. Não pode ser utilizado cabo barramento na ligação do transformador ao cabo da rede secundária.
5. Para o caso de o transformador não possuir as buchas de BT com padrão tipo NEMA, utilizar terminal “bandeira” código SAP MM 36470, para realizar a conversão.
6. As alternativas para a ligação da baixa tensão às buchas de BT do transformador estão no Anexo 7.6.
7. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).
8. Para cabos de aço cobre, substituir as terminações pré-isoladas por terminais à compressão cabo-barra de cobre estanhado 1 furo NEMA (O-14).

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO
A-30	02	-	SUPORTE P/ TRAFOS POSTE CONCRETO CIRCULAR	F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-31	-	02	SUPORTE P/ TRAFOS POSTE CONCRETO DUPLO T	F-31	06	04	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
E-45	01	01	TRAFOS DE DISTRIBUIÇÃO	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-50	07	07	CONECTOR TERMINAL PRÉ-ISOLADO

5.5.12. Instalação de Transformador Monofásico sem Rede de Baixa Tensão – SI1TR

Dimensões em centímetros



Notas:

1. Para a ligação dos ramais usar 1,5 metro de cabo multiplexado de baixa tensão de acordo com a tabela abaixo:

Potência Nominal do transformador	Seção dos cabos do barramento (mm ²)
5 a 37,5 kVA	2x1x35 + 35
50 kVA	3x1x70+50*
* Utilizar somente as fases do cabo.	

- No caso dos transformadores de 50kVA, substituir o conector cunha da ligação do neutro do ramal por conector de perfuração.
- O conjunto grampo de suspensão pode ser substituído por uma armação secundária de dois leitos, fixando o cabo multiplexado no isolador roldana inferior através de laço pré-formado de roldana e instalando o ramal de conexão do consumidor no isolador roldana superior.
- Não interligar o aterramento da carcaça do transformador e do para-raios ao neutro da baixa tensão.
- O neutro do circuito secundário será aterrado somente no padrão de medição do consumidor.
- Por questões de segurança, o poste de medição deve situar-se a uma distância mínima de 30 metros do aterramento do poste do transformador.

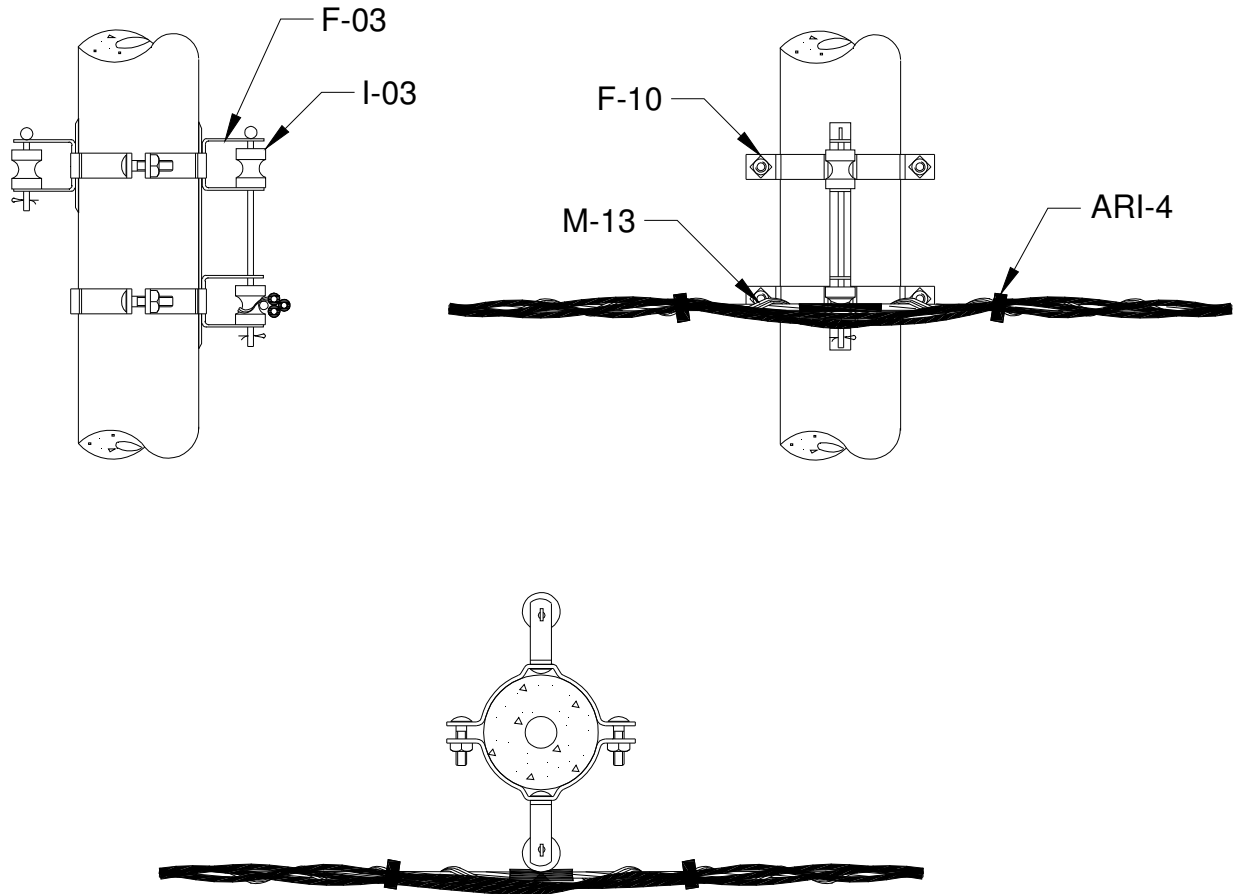


LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QUANT.		DESCRIÇÃO	ITEM	QUANT.		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE DE CONCR. CIRCULAR	ARI-1	01	01	CONJUNTO GRAMPO DE SUSPENSÃO
F-25	01	01	OLHAL PARA PARAFUSO	O-02	02	02	CONECTOR CUNHA RAMAL
F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA	O-49	02	02	CONECTOR DE PERFURAÇÃO
F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA	O-50	03	03	TERMINAL A COMPRESSÃO PRÉ-ISOLADO



5.5.13. Estrutura Tangente – Reforma de Rede – SIA1

Dimensões em centímetros



Notas:

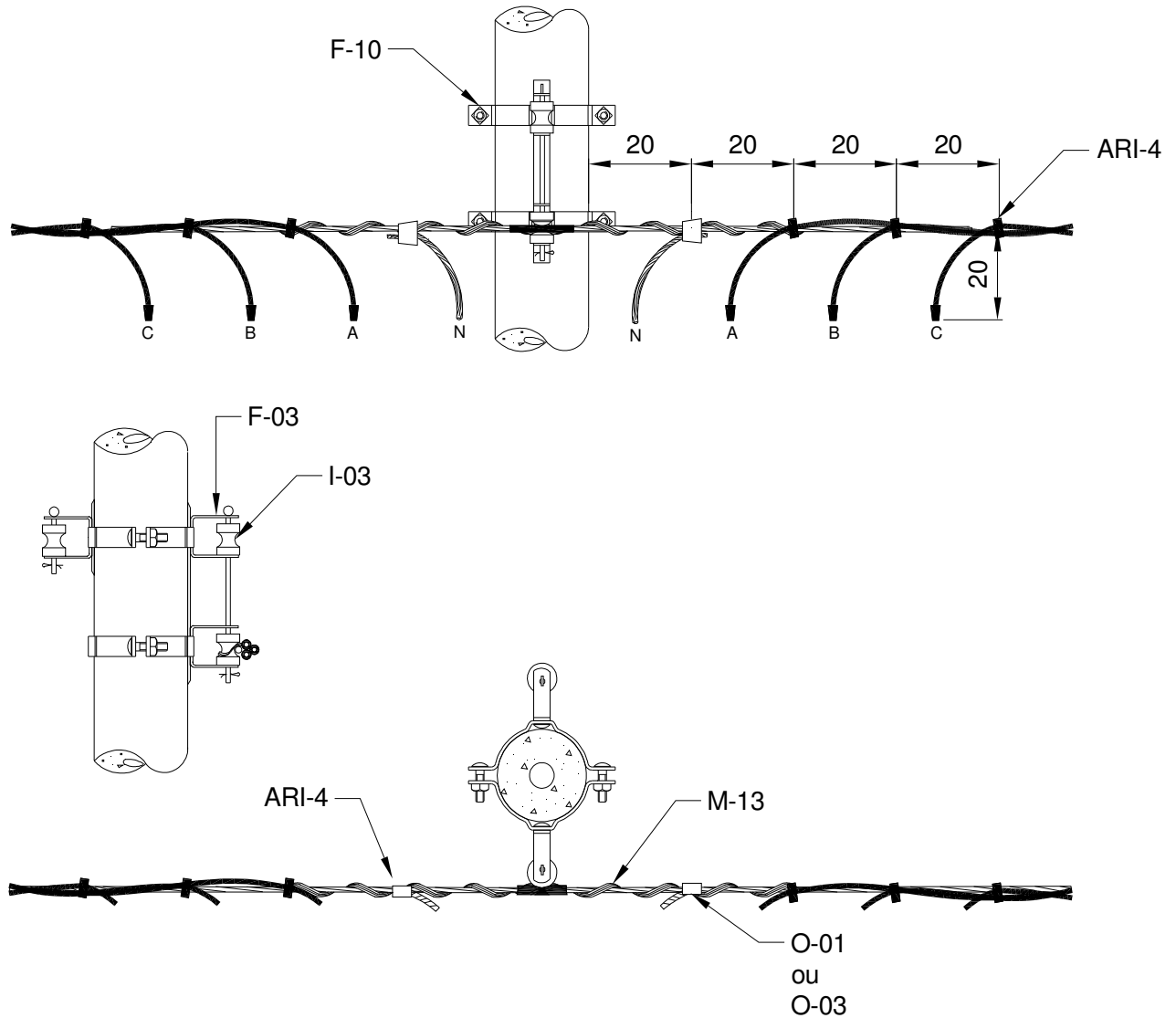
1. Na ausência da armação secundária de uma roldana para a ligação dos consumidores, instalar olhal ou porca olhal.
2. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR
F-03	01	01	ARMAÇÕES SECUNDÁRIA (2 ESTRIBOS)	I-03	03	03	ISOLADOR ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÕES SECUNDÁRIA (1 ESTRIBO)	M-13	01	01	LAÇO PRÉ-FORMADA DE ROLDANA



5.5.14. Estrutura Tangente – Secionamento – Reforma de Rede –SIA4

Dimensões em centímetros



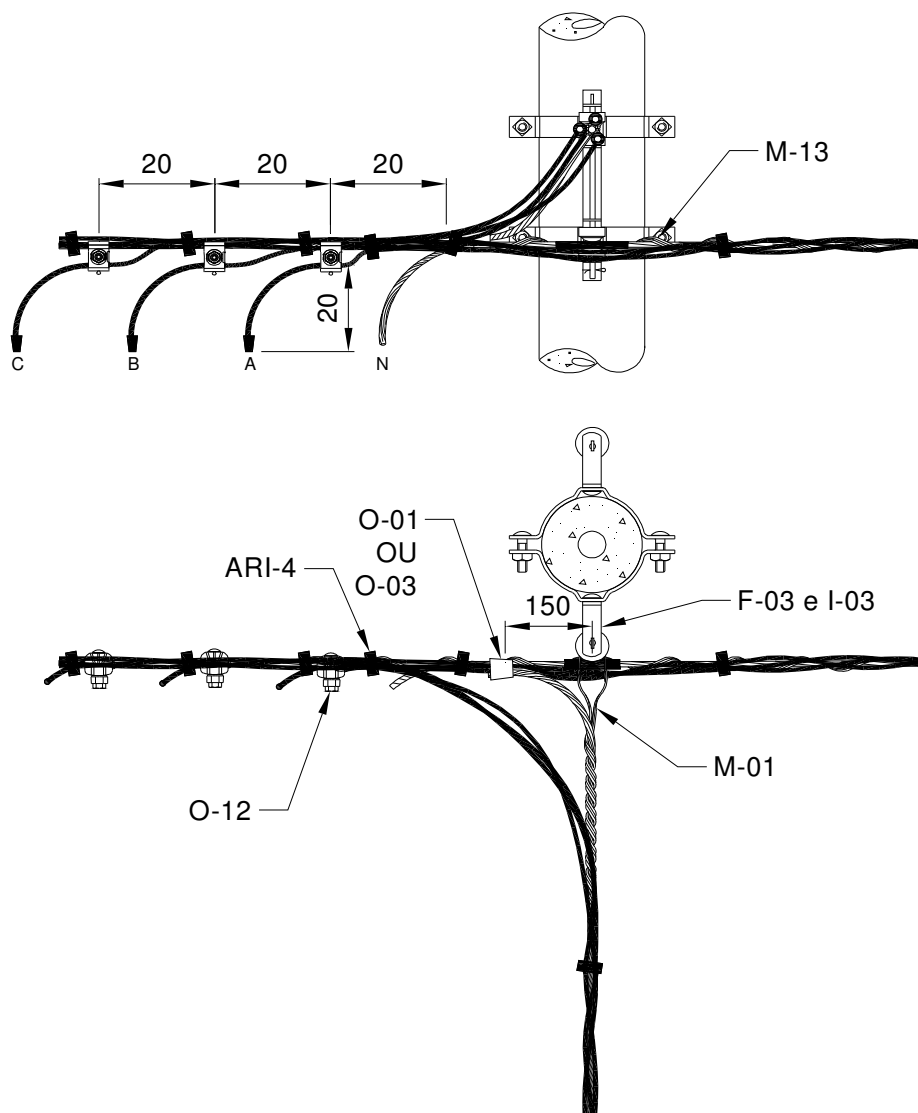
Notas:

1. Na ausência da armação secundária de uma roldana para a ligação dos consumidores, instalar olhal ou porca olhal.
2. As pontas dos cabos deverão ser isolados com fita de autofusão e fita de PVC para 90°C.
3. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.
4. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	I-03	03	03	ISOLADOR ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA (2 ESTRIBO)	M-13	01	01	LAÇO PRÉ-FORMADO DE ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÕES SECUNDÁRIA (1 ESTRIBO)	O-01 ou O-03	02	02	CONECTOR CUNHA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR				

5.5.15. Derivação – Reforma de Rede – SIA7

Dimensões em centímetros



Notas:

1. Na ausência da armação secundária de uma roldana para a ligação dos consumidores, instalar olhal ou porca olhal.
2. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.
3. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	I-03	03	03	ISOLADOR ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA (2 ESTRIBOS)	M-01	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-03	01	01	ARMAÇÕES SECUNDÁRIA (1 ESTRIBO)	O-01 ou O-03	01	01	CONECTOR CUNHA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	0-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO



5.6. Ramal de Conexão

5.6.1. Notas Gerais

Nas estruturas em que for prevista a ligação de diversos consumidores e com o objetivo de evitar o congestionamento de ramais de conexão, instalam-se os rabichos de conexão.

Nos casos em que é dispensável a instalação de rabichos de conexão, instala-se o conector perfurante diretamente no cabo.

Serão confeccionados rabichos de conexão com condutores de cabos isolados multiplexados, com seção em milímetros quadrados conforme tabela mostrada em 5.6.3, retirados das sobras de cabos. Cada perna do rabicho deverá ter um comprimento aproximado de 20 cm conforme a Figura em 5.6.2.

A ligação de ramais de conexão monofásicos, bifásicos e trifásicos com condutores de cobre até 16 mm² e de alumínio até 25 mm² e de iluminação pública deverá ser feita nos rabichos de conexão através de conector de perfuração, respeitando o limite de duas conexões de ramal e uma de iluminação pública em um lado do rabicho de conexão e duas do outro lado.

Os ramais de conexão com condutores de cobre acima 16 mm² até 50 mm² e de alumínio acima 25 mm² até 70 mm² serão ligados diretamente na rede através de conector de perfuração. Ramais acima dessas seções deverão ser ligados diretamente na bucha de baixa tensão do transformador.

Nas estruturas de fim de rede (SI3), utilizar a própria ponta do cabo multiplexado do secundário para as primeiras conexões.

As extremidades dos ramais de conexão ligados nos rabichos de conexão devem ser posicionadas para baixo e vedadas adequadamente com o capuz protetor do próprio conector perfurante.

As extremidades dos ramais de conexão ligados que não forem imediatamente utilizadas devem ser vedadas com capuz de elastômero protetor ou com fita autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

As primeiras derivações devem ser realizadas obedecendo à convenção das fases A, B e C respectivamente do poste para o meio do vão.

Os cabos dos ramais de conexão devem seguir ao especificado na E-313.0052, com o

condutor neutro isolado.

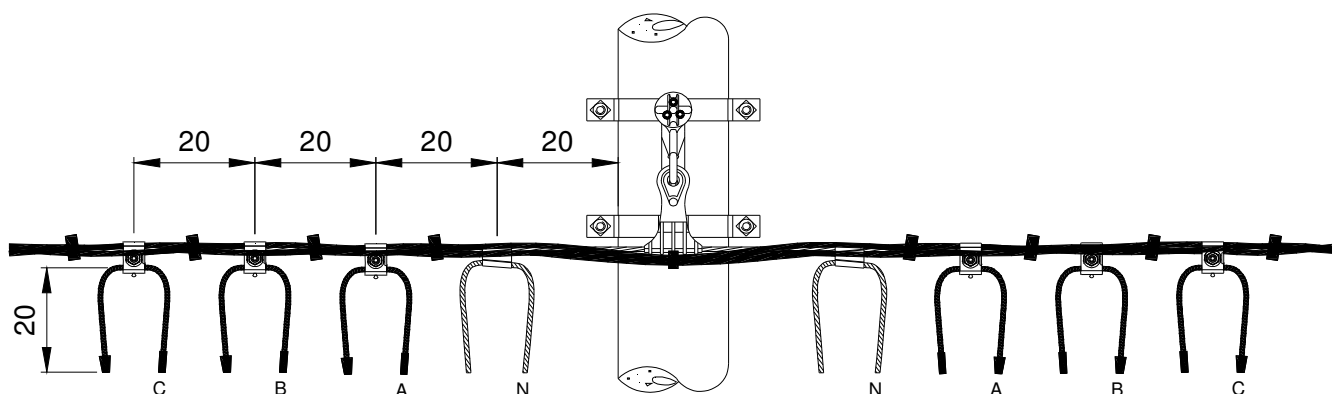
As alças de serviço devem ser adequadas ao condutor com neutro isolado, conforme NE-140E.

Alternativamente, pode-se utilizar um conector multicliente que substitua o rabicho de conexão. A ligação deste com o condutor fase da rede deve ser do tipo perfurante e estanque contra a penetração de água no condutor da rede. No caso de utilização de ferramenta especial para a ligação dos ramais, esta deve ser fornecida gratuitamente no mínimo a todos os veículos que atendam a região onde o conector foi instalado.

A conexão do ramal de conexão ao ponto de conexão deve seguir o padrão dado nas normativas NE-321.0001 e NE-321.0003.

5.6.2. Identificação das Fases – Ligação de Clientes

Dimensões em centímetros

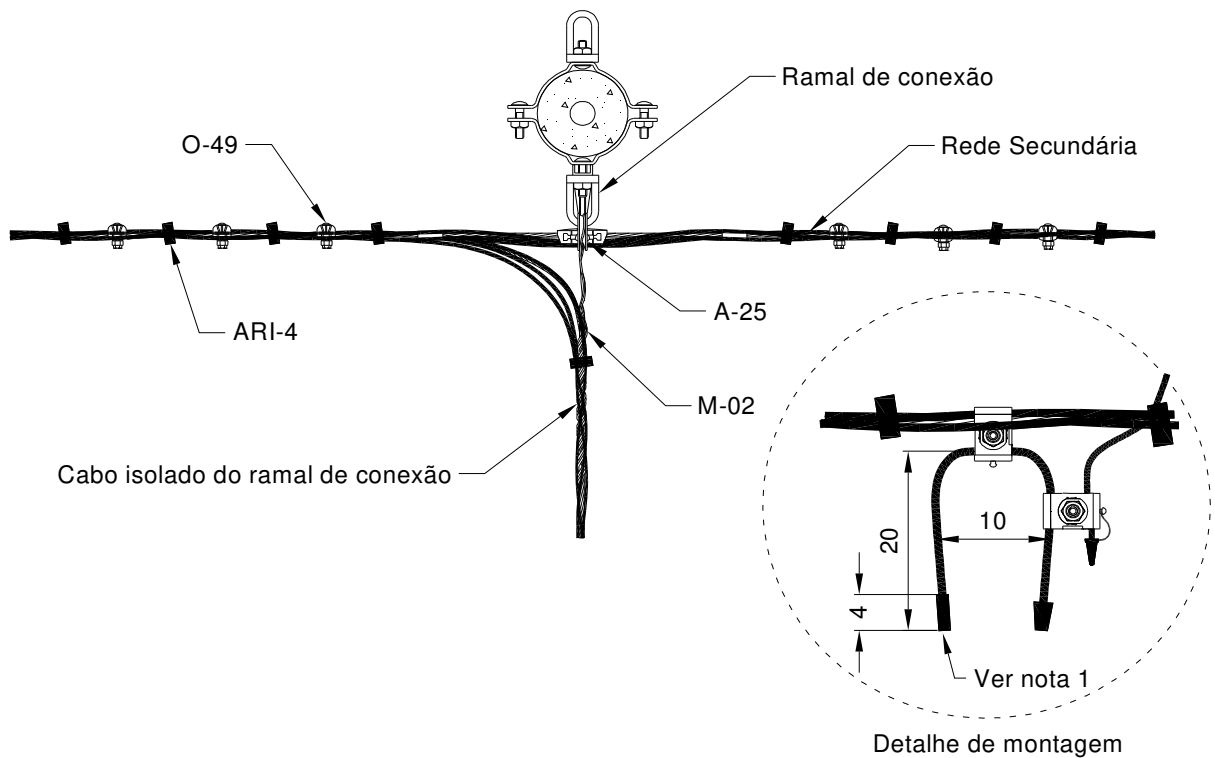
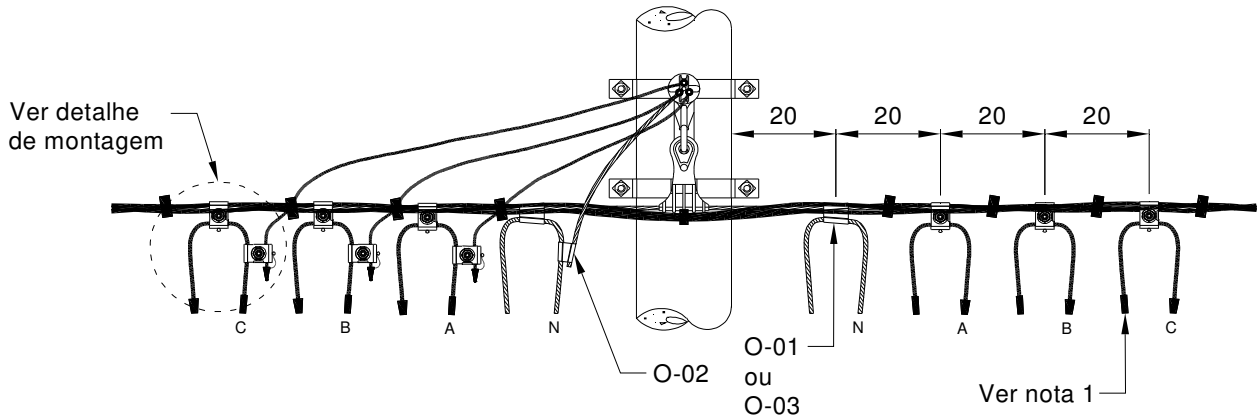


Notas:

1. A identificação das fases para ligação de consumidores monofásicos, bifásicos, iluminação pública e para trifásicos até 25 mm² de alumínio será feita convencionando-se a instalação dos rabichos de conexão através de conector de perfuração nas fases A, B e C, respectivamente, do poste para o meio do vão, distanciados entre si por 20 cm. Havendo a necessidade de mais rabichos, estes poderão ser colocados do outro lado poste, obedecendo à convenção das fases A, B e C, respectivamente, do poste para o meio do vão.
2. As extremidades dos ramais de conexão que não são utilizadas devem ser vedadas com capuz elastomérico ou fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C.

5.6.3. Ramal de Conexão – Conexões à Rede

Dimensões em centímetros



Notas:

1. Proteger as pontas dos cabos com fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C ou capuz elastomérico. Uma das pontas deve ser decapada em 4 cm para a instalação do aterramento temporário e protegida com fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C.
2. As seções dos cabos multiplexados que irão constituir os rabichos de conexão devem obedecer ao quadro abaixo.
3. Alternativamente, pode-se instalar conectores multiclientes em substituição aos rabichos.
4. Quando o neutro for conectado ao rabicho, o conector cunha ramal – O-02 poderá ser substituído por um conector perfurante.
5. Para conexões cobre-cobre ou alumínio-cobre, usar conectores cunha de cobre estanhado (O-03).

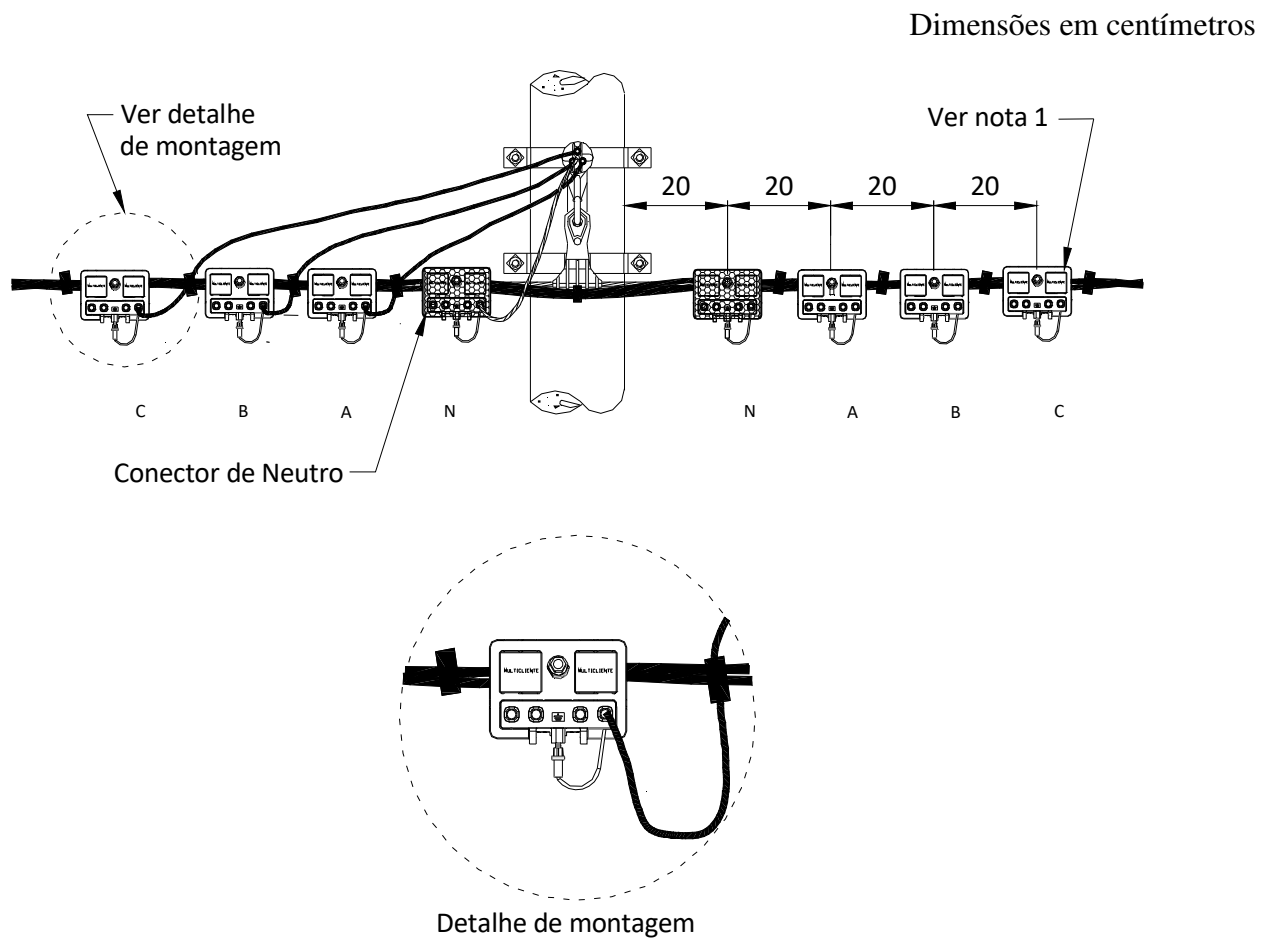
CABO FASE (mm ²)	SEÇÃO DO RABICHO	RAMAL DE CONEXÃO (mm ²)	CONEXÕES POR RABICHO
35	35	10 ou 16	4
50	50	10 a 25*	4
70	50		4
120	70		4

* Condutor de 25 mm² somente de alumínio.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	01	01	SAPATILHA	O-01 ou O-03	02	02	CONECTOR CUNHA ALUMÍNIO
ARI-4	09	09	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	O-02	01	01	CONECTOR CUNHA RAMAL
M-02	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE SERVIÇO	O-49	*	*	CONECTOR DE PERFURAÇÃO

* Varia de acordo com o número de fases do ramal de conexão.

Alternativamente, a ligação de cliente pode ser realizada através de conectores multicliente, conforme a Figura a seguir:



Notas:

1. Conector multicliente deve permitir a ligação de, no mínimo, 4 clientes e possuir conexão roscada M8 para a colocação de estribo para aterramento temporário, deve permitir no mínimo a ligação de condutores de 1,5 mm² a 25 mm² e seu barramento deve ser de cobre estanhado com camada mínima de 12 µm com, no mínimo, 96% IACS.
2. Conectores perfurantes não podem ser utilizados em cabos tracionados. Assim, o conector de neutro deve possuir conexão com efeito mola sobre o cabo a fim de evitar pontos quentes.
3. Os conectores multiclientes devem ser homologados, isto é possuir CHP.
4. O fornecedor para cada grupo de 100 (cem) unidades de conectores multiclientes deve enviar junto com os conectores um jogo de estribo de aterramento com rosca M8 na ponta (01 jogo = 4 estribos), em cobre estanhado, seção mínima de 35 mm², bem como uma ferramenta caso necessite de ferramenta específica para aplicação. O cobre do estribo deve ter condutividade de, no mínimo, 96% IACS.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	01	01	SAPATILHA	-	06	06	CONECTOR MULTICLIENTE PARA CABO FASE
ARI-4	09	09	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	-	02	02	CONECTOR MULTICLIENTE PARA CABO NEUTRO
M-02	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE SERVIÇO				
* Varia de acordo com o número de fases do ramal de conexão.							



5.7. Aterramento de Redes Isoladas de Baixa Tensão

5.7.1. Disposições Gerais

Os valores de aterramento da rede isolada deverão ser aqueles estabelecidos pela Instrução I – 313.0013.

O neutro da rede isolada deverá ser aterrado a cada 100 metros e em finais de circuitos.

Instalar aterramento nos pontos de instalação de para-raios de baixa tensão.

No caso de redes trifásicas com neutro contínuo, interligar o aterramento do secundário ao mensageiro da rede primária.

Para redes monofásicas (MRT) e redes trifásicas com neutro isolado, manter os aterramentos da rede secundária isolados do aterramento da rede primária (inclusive transformadores).

O aterramento das redes secundárias isoladas deverá ser feito interligando-se o mensageiro do cabo multiplexado com condutores de 25mm² de cobre, conforme E-313.0032, ou aço-cobre com, no mínimo, 53% IACS, conforme NE-127E, às hastes de aterramento especificadas em E-313.0007.

A conexão entre o neutro e o cabo de aterramento deve ser realizada através de conectores cunha ramal.

A conexão entre a haste de aterramento e o condutor deve ser realizada com conector cunha do tipo O-12 ou à compressão do tipo O-24.

5.7.2. Aterramento Temporário

O aterramento temporário deve ser realizado nos rabichos de conexão utilizados para ligação de consumidores.

Esses pontos devem ser previstos no projeto da rede de baixa tensão, conforme extensão do circuito.

Uma das pontas do rabicho deve ser decapada em 4 cm, para a conexão do aterramento temporário, e protegida com fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C.

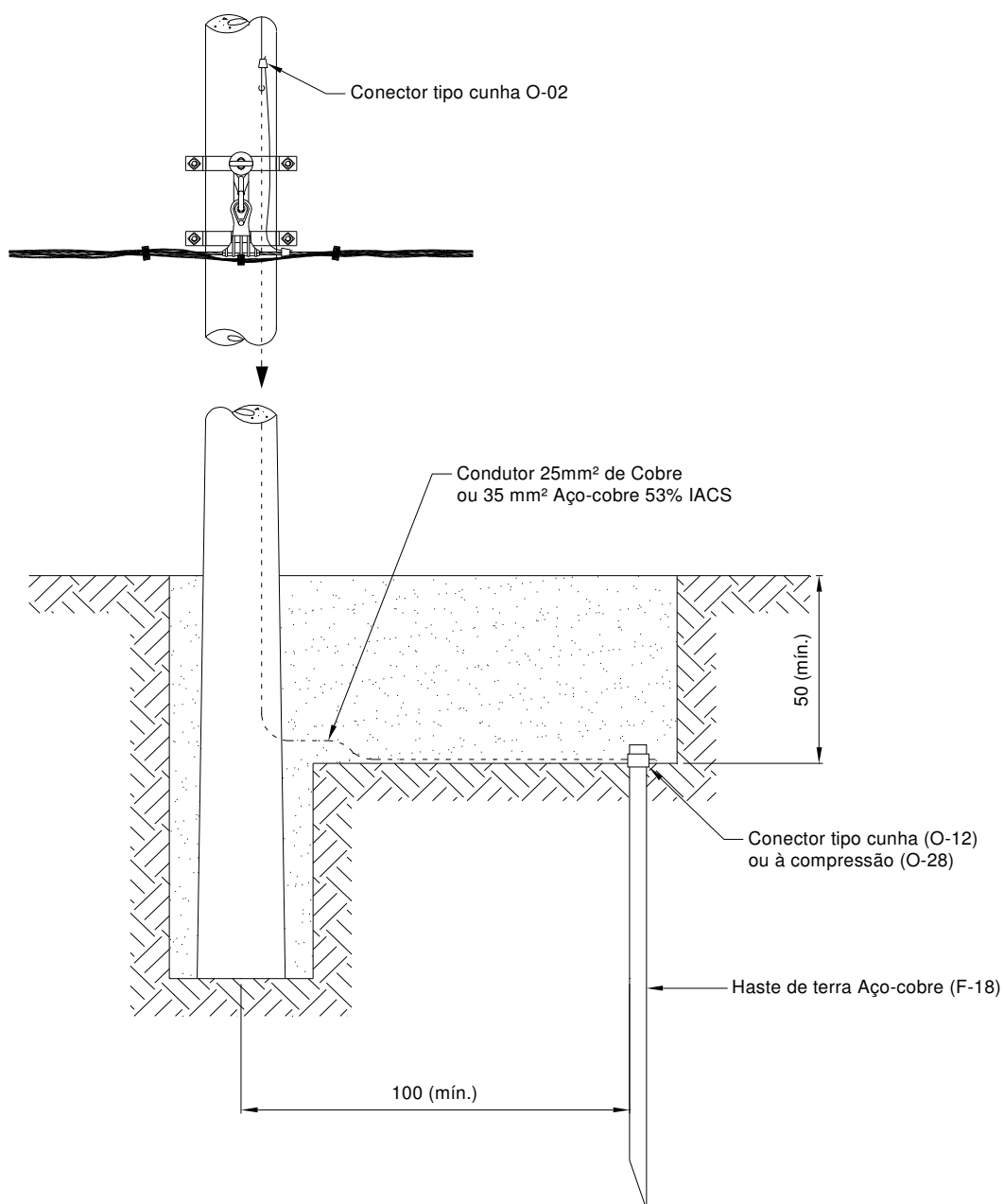


Para conexão do conjunto de aterramento temporário nas pontas dos rabichos de conexão, é necessário retirar a fita autofusão do local. Após a utilização, deve ser efetuada a recomposição do isolamento do cabo, conforme parágrafo anterior. Cada conexão deve ter sua continuidade verificada.

Os conectores multiclientes devem possuir saída com rosca M8 para a aplicação de um estribo para a conexão do aterramento temporário.

Aterramento-Neutro

Dimensões em centímetros



Nota: 1. O número de hastes de aterramento deve variar conforme a necessidade do projeto.



5.8. Conexões e Emendas

5.8.1. Disposições Gerais

As conexões para a rede secundária isolada deverão se constituir de conectores de perfuração e de conectores derivação tipo cunha.

Os conectores de perfuração deverão obedecer à Especificação E-313.0059 – Conectores de Perfuração para Rede Isolada.

Conectores de perfuração não deverão ser reaproveitados.

Sempre que um conector perfurante for retirado do cabo isolado, o cabo deve ter sua isolação recomposta no local da perfuração. A recomposição deve ser realizada utilizando fita de autofusão recoberta com fita de PVC para 90°C.

A conexão com o conector de perfuração é obtida dando-se o torque necessário para o rompimento completo da porca fusível.

A ferramenta correta para aplicação do conector perfurante é a chave tipo estrela.

O uso de parafusadeira elétrica para aplicação do conector perfurante ocasiona falhas na conexão e, por esse motivo, é terminantemente proibido.

Uma vez instalado, o conector perfurante não pode ser mais movimentado para correção da posição. Se esse fato ocorrer, um novo conector deve ser instalado.

Em pontos de conexão onde o cabo isolado foi aberto, este deverá ter a isolação recomposta, evitando-se a penetração de umidade no cabo. Evita-se com isto a oxidação do condutor do alumínio.

5.8.2. Instrução para Execução das Emendas

5.8.2.1. Emendas do Cabo Fase

Para as emendas dos cabos das fases, observar as indicações do Desenho 1 do inciso 5.8.3. Retirar a isolação dos cabos com ferramenta apropriada. As dimensões mostradas no Desenho 1 são as mínimas admissíveis. A recomposição da isolação do cabo fase pode ser feita de quatro maneiras:



- a) utilizando “EMENDA PRÉ-ISOLADA” segundo o padrão especificado na E-313.0077, conforme Anexo 7.4.;
- b) através de tubos isolantes contráteis;
- c) aplicando duas camadas de fita autofusão com superposição de 50% da largura e em seguida uma camada de fita plástica isolante com superposição de 50% da largura;
- d) aplicando uma camada de manta para cabo coberto do tipo AC-04 conforme a NE-106E.

5.8.2.2. Emenda do Cabo Neutro (Mensajeiro)

Destacar o cabo neutro nu, do conjunto de cabos, através de 2 (duas) cunhas de madeira. Ver Desenho 2 do inciso 5.8.3.

Para o cabo neutro, executar a emenda-derivação obedecendo aos procedimentos em vigor na rede aérea, utilizando emendas à compressão de tração total para cabos de alumínio ou para cabos de cobre, conforme o material do condutor.

Se o cabo for isolado, a recomposição da isolação deve ser realizada conforme o subinciso 5.8.2.1. alíneas “b”, “c” e “d”.

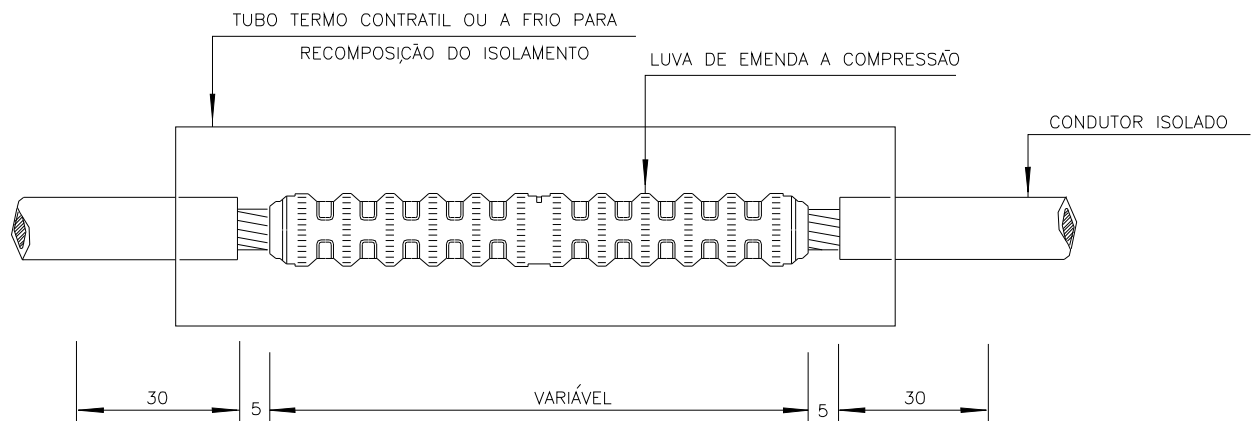


5.8.3. Conexões e Emenda do Cabo

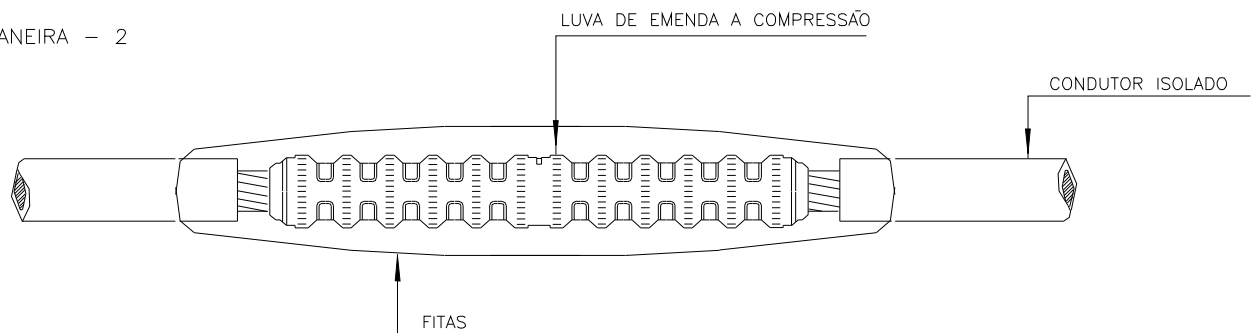
Dimensões em milímetros

DESENHO 1 – EMENDA RETA DO CABO

MANEIRA – 1

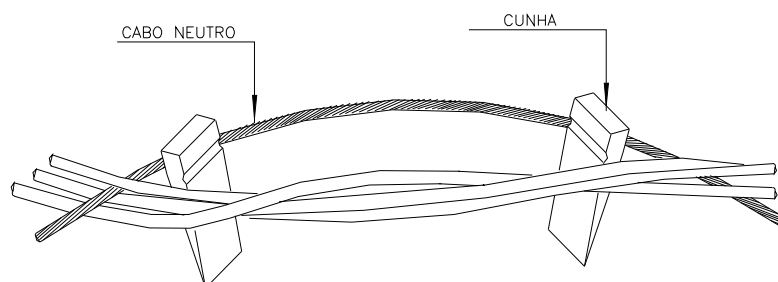


MANEIRA – 2



Nota: As compressões devem ser excetuadas do centro da luva para as extremidades com giro da ferramenta de 90° a cada compressão.

DESENHO 2





6. DISPOSIÇÕES FINAIS

NE-106E – Acessórios poliméricos para redes de distribuição aérea

NE-115E – Acessórios para rede de distribuição aérea secundária multiplexada até 1kv

NE-127E – Condutores bimetalicos aço-cobre para uso na rede elétrica – especificação

NE-140E – Amarrações para redes aéreas de distribuição

NE-143E – Conector de perfuração para ligação entre ramal de ligação e de entrada com cabo flexível.

NE-175E – Especificação de cabos de aço cobre 53% iacs multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de polietileno termofixo – xlpe para redes de baixa tensão e ramal de ligação 0,6/1 kv

E-313.0002 – Estruturas para redes aéreas convencionais de distribuição

E-313.0007 – Acessórios e Ferragens de Distribuição

E- 313.0010 – Especificação de Postes de Concreto Armado

E-313.0025 – Postes de Eucalipto Preservado

E-313.0032 – Especificação de Condutores de Cobre Nu

E-313.0036 – Conectores Cunha

E-313.0052 – Especificação de Cabos de Alumínio Multiplexados Autossustentados com Isolação Extrudada de Polietileno Termofixo XLPE para Redes de Baixa Tensão e Ramal de Ligação 0,6/1KV

E-313.0059 – Especificação de Conector de Perfuração para Redes Multiplexadas de Baixa Tensão

E-313.0066 – Postes Poliméricos de Poliéster Reforçados com Fibra de Vidro



E-313.0077 – Emendas e Terminais Pré-Isolados à Compressão

I-313.0004 – Engastamento de postes

I – 313.0013 – Aterramento de Equipamentos, Redes e Linhas

I – 313.0015 – Compartilhamento de Postes

NE-321.0001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição

NE-321.0003 – Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Uso Coletivo



7. ANEXOS

7.1. Características Físicas e Elétricas dos Cabos Multiplexados

7.2. Trações de Montagem e Flechas

7.3. Instruções de Montagem e Lançamento de Cabos

7.4. Montagem do Terminal e Emenda Pré-Isolados

7.5. Alternativas para Conexão da Baixa Tensão às Buchas do Transformador

7.6. Instalação de Conectores de Perfuração

7.7. Histórico de Revisões e Alterações

7.8. Histórico de Revisões



7.1. Características Físicas e Elétricas dos Cabos Multiplexados

7.1.1. Cabo Fase– Características Físicas/Elétricas

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CONDUTOR FASE 0,6/1 kV

CONDUTOR FASE					CABO COMPLETO	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	NÚMERO DE FIOS (mínimo)	DIÂMETRO DO CONDUTOR (mm)		ESPESSURA DA ISOLAÇÃO	DIÂMETRO EXTERNO DO CONJUNTO (APROX.) (mm)	MASSA CABO COMPLETO (aprox.) kg/km
		MÍNIMO	MÁXIMA			
2x1x35+35 Al	6	6,6	7,5	1,6	18,0	235
3x1x35+35 Al	6	6,6	7,5	1,6	23,0	500
3x1x50+35 Al	7	7,7	8,6	1,6	25,0	630
3x1x70+50 Al	10	9,3	10,2	1,8	31,0	880
3x1x120+70 Al	15	12,5	13,5	2,0	39,0	1450
2x1x35+35 CS	7	7,43	7,58	1,6	23,1	970
3x1x35+35 CS	7	7,43	7,58	1,6	25,8	1311
3x1x50+50 CS	7	8,91	9,06	1,6	29,4	1852
3x1x70+70 CS	7	10,30	10,40	1,8	32,6	2437

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CONDUTOR FASE 0,6/1kV

SEÇÃO NOMINAL (mm²)	RESISTÊNCIA ELÉTRICA TEMP. NOMINAL NO CONDUTOR 90°C (0hm/km)	REATÂNCIA INDUTIVA (0hm/km)	CORRENTE ADMISSÍVEL (A) TEMP. NO CONDUTOR 90°C		CÓDIGO CELESC D
			T _{AMB} 30°C	T _{AMB} 40°C	
2x1x35+35 Al	1,1131	0,0999	136	119	17924
3x1x35+35 Al	1,1131	0,0999	116	100	15553
3x1x50+35 Al	0,8223	0,0966	141	122	34254
3x1x70+50 Al	0,5687	0,0948	181	157	34255
3x1x120+70 Al	0,3257	0,0916	265	229	17928
2x1x35+35 CS	1,220	0,4400	127	111	45021
3x1x35+35 CS	1,220	0,4400	108	93	45022
3x1x50+50 CS	0,8486	0,4263	131	114	44670
3x1x70+70 CS	0,6412	0,3772	169	146	45023

TABELA 3 – COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO

SEÇÃO (mm ²)	COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO (% p/ kVA x 100m) TEMPERATURA a 90°C		
	COS φ = 1,00	COS φ = 0,90	COS φ = 0,80
2x1x35+35 Al ⁽²⁾	0,0773	0,0720	0,0672
3x1x35+35 Al ⁽¹⁾	0,0773	0,0720	0,0672
3x1x50+35 Al ⁽¹⁾	0,0535	0,0516	0,0475
3x1x70+50 Al ⁽¹⁾	0,0382	0,0373	0,0364
3x1x120+70 Al ⁽¹⁾	0,0223	0,0232	0,0217
2x1x35+35 CS ⁽²⁾	0,0854	0,0779	0,0697
3x1x35+35 CS ⁽¹⁾	0,0854	0,0779	0,0697
3x1x50+50 CS ⁽¹⁾	0,0598	0,0547	0,0491
3x1x70+70 CS ⁽¹⁾	0,0427	0,0394	0,0355

OBS: (1) Cargas equilibradas em sistema trifásico – 380/220 V

(2) Cargas equilibradas em sistema bifásico – 440/220 V

7.1.2. Cabo Mensageiro – Características Físicas/Elétricas

Tipo	Seção Nominal (mm ²)	Número de fios/Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro cabo (mm)	Resistência elétrica máxima a 20°C (Ohm/km)	Massa nominal aproximada (kg/km)	Carga de Ruptura mínima (daN)	Coefficiente de dilatação linear por °C
CAL	35	7 / 2,50	7,50	0,968	94	1060	23 x 10 ⁻⁶
CAL	50	7 / 3,00	9,00	0,672	135	1520	
CAL	70	7 / 3,50	10,35	0,508	179	2020	
CS	35	7 / 2,50	7,50	0,959	287	1751	14,2 x 10 ⁻⁶
CS	50	7 / 3,00	9,00	0,667	413	2407	
CS	70	7 / 3,45	10,35	0,504	546	2617	

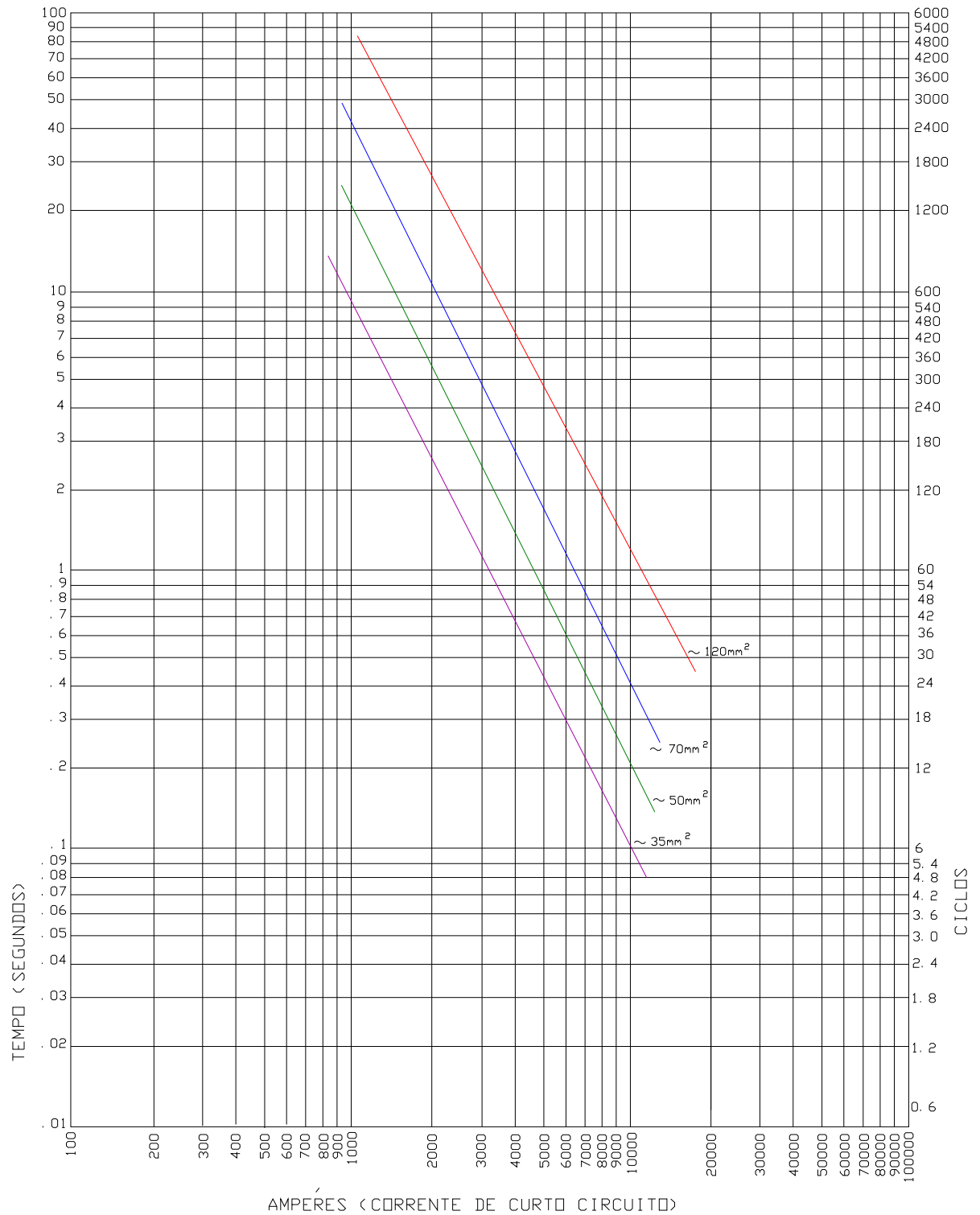
7.1.3. Temperatura Máxima do Condutor

Condições de operação	Temperatura máxima no condutor (°C)
Regime permanente	90
Regime de sobrecarga	130
Regime de curto-circuito	250



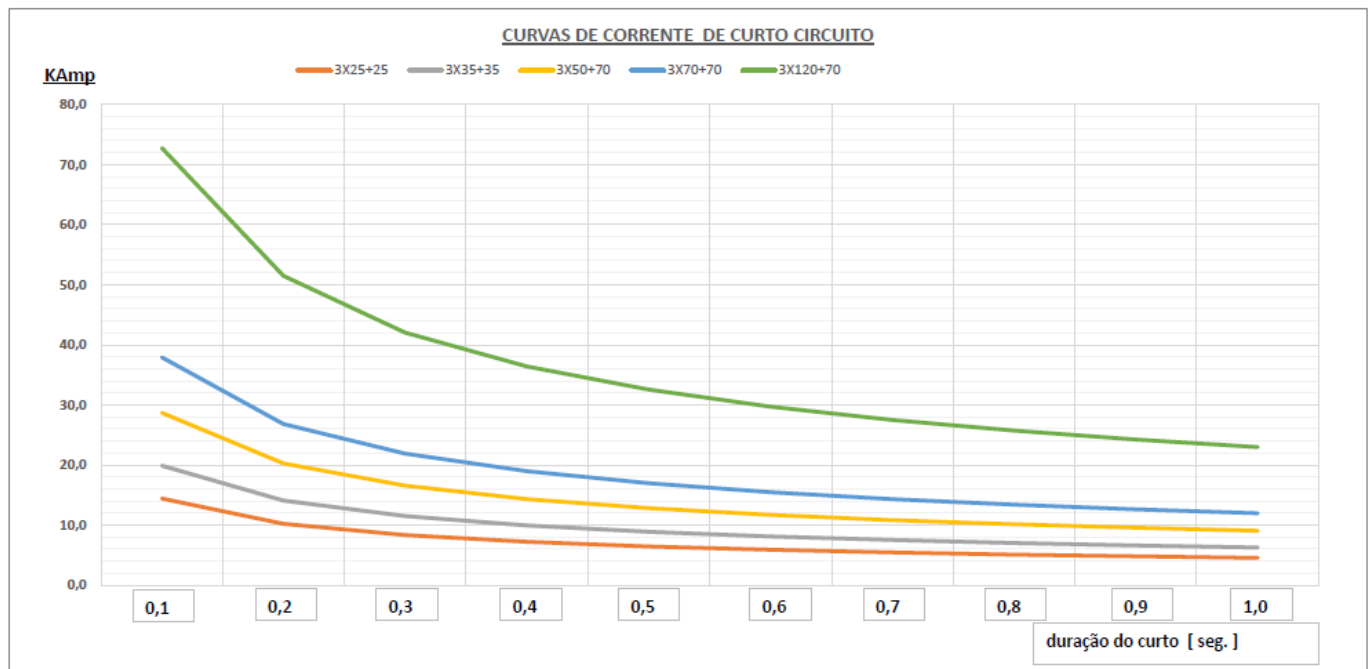
7.1.4. Cabo Isolado – Curto-Circuito

As curvas a seguir são utilizadas na determinação das máximas correntes de curto-circuito admissíveis para cabos de alumínio isolados 0,6/1kV.





As curvas a seguir são utilizadas na determinação das máximas correntes de curto-circuito admissíveis para cabos de aço cobre isolados 0,6/1kV.



Temperatura considerada no curto circuito = 540 °C



7.2. Trações de Montagem e Flechas

A tração de projeto é a máxima tração a que estará sujeito o condutor durante a sua vida útil, observados os estados básicos de montagem adotados.

7.2.1. Flechas e Trações de Montagem

As flechas a serem observadas na montagem dos cabos multiplexados de baixa tensão estão mostradas na Tabela 1 e obedecem aos seguintes parâmetros:

- fórmula básica:

$$f = \frac{Pxa^2}{8xT}$$

- Onde: P = peso próprio do condutor [daN/m]

a = comprimento do vão [m]

T = esforço de tração [daN]

- Cabo básico – 3x1x35+35 mm² (quadruplex)

- Velocidade do vento – 60 km/h

- Módulo de elasticidade – final

TABELA 1 – Flechas finais em metros (m)

FLECHAS (m)												
FLECHA FINAL PARA TODOS OS CABOS												
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13
15	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
20	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32
25	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43
30	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55
35	0,35	0,38	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,66	0,69
40	0,46	0,49	0,52	0,56	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83
45	0,58	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	0,99
50	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	1,11	1,14	1,18



As trações de montagens para os cabos padronizados estão mostradas nas tabelas a seguir.

As trações mostradas nas tabelas padronizadas são para a montagem sem vento.

Os valores constantes das tabelas foram calculados para o cabo básico com a seção de $3 \times 1 \times 35 + 35$ (mm²) e módulo de elasticidade final com a definição dos seguintes estados básicos:

- Estado básico 1 -

- tração máxima – 1/5 (20%) da tração de ruptura
- velocidade do vento – sem vento
- temperatura – 0°C

- Estado básico 2 -

- tração máxima – 1/5 (20%) da tração de ruptura
- velocidade do vento – 60 km/h
- temperatura – 15°C

TABELA 2 – CABO 3 X 1 X 35 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x1x35+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											224 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	224	200	176	153	129	107	85	66	50	39	32	27
10	223	200	177	155	134	114	97	82	69	60	53	47
15	222	200	179	159	140	123	108	95	85	76	69	64
20	220	200	181	163	146	131	118	107	98	90	83	78
25	219	200	182	166	152	139	127	117	109	102	95	90
30	217	200	184	170	157	146	135	126	118	112	105	100
35	215	200	186	173	162	151	142	134	127	120	115	109
40	214	200	187	176	166	157	148	141	134	128	123	118
45	212	200	189	179	169	161	154	147	140	135	130	125
50	206	195	186	177	169	162	155	149	144	139	134	130

TABELA 3 – CABO 1 X 1 X 35 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 1x1x35+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											209 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	209	185	160	137	113	89	66	45	29	20	15	13
10	195	171	148	124	102	80	61	46	36	30	25	22
15	182	159	136	114	94	76	61	51	43	37	33	30
20	169	147	126	106	89	75	63	55	48	43	40	36
25	156	135	117	100	86	75	66	59	53	49	45	42
30	144	126	110	96	85	76	68	62	57	53	50	47
35	134	118	105	94	85	77	71	65	61	57	54	51
40	125	112	102	92	85	78	73	68	64	61	58	55
45	118	108	99	91	85	80	75	71	67	64	61	59
50	110	102	95	89	83	79	75	71	68	66	63	61

TABELA 4 – CABO 2 X 1 X 35 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 2x1x35+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											216 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	216	192	168	144	121	98	75	55	40	30	24	20
10	209	185	162	139	118	97	79	64	53	45	39	35
15	201	179	157	136	117	100	85	73	64	57	51	46
20	194	173	153	135	118	103	91	81	73	66	61	57
25	187	168	150	134	120	107	97	88	81	75	70	65
30	181	163	148	134	122	111	102	94	88	82	77	73
35	175	160	146	134	124	114	106	100	94	88	84	80
40	170	157	145	135	126	117	110	104	99	94	90	86
45	166	155	144	135	127	120	114	108	103	99	95	91
50	159	149	141	133	126	120	115	110	106	102	98	95

TABELA 5 – CABO 3 X 1 X 50 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x1x50+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											255 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	232	208	184	161	138	115	94	76	60	48	40	34
10	237	214	192	170	150	130	113	97	85	74	66	60
15	242	220	199	180	161	144	129	116	104	95	87	80
20	245	225	206	188	172	157	143	131	121	112	104	98
25	248	230	212	196	181	168	156	145	135	127	119	113
30	251	234	218	203	190	177	166	157	148	140	133	126
35	252	237	223	209	197	186	176	167	158	151	144	138
40	254	240	226	214	203	193	184	175	168	161	154	148
45	255	242	230	219	209	199	191	183	176	169	163	157
50	250	238	228	218	209	201	194	187	180	174	168	163

TABELA 6 – CABO 3 X 1 X 70 + 50 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x1x70+50 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											357 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	330	296	262	228	195	164	133	106	84	68	56	48
10	337	304	272	241	211	184	158	137	119	104	92	83
15	342	311	282	253	227	203	181	162	146	133	121	112
20	347	318	291	265	242	220	201	184	169	157	146	136
25	350	324	299	276	255	235	218	203	189	177	167	158
30	353	329	306	285	266	249	233	219	206	195	185	176
35	355	333	312	293	276	260	246	233	221	211	201	193
40	356	336	318	300	285	270	257	245	234	224	215	207
45	357	339	322	307	292	279	267	256	246	236	228	220
50	350	334	319	306	293	281	271	261	252	243	235	228

TABELA 7 – CABO 3 X 1 X 120 + 70 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x1x120+70 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											569 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	474	427	380	333	288	244	202	165	134	109	92	79
10	495	450	405	362	321	283	248	217	191	169	152	137
15	512	470	429	389	353	319	288	261	237	217	199	184
20	527	487	449	414	381	350	322	298	276	256	240	225
25	539	502	468	435	405	377	352	329	309	291	274	260
30	549	515	483	454	426	401	377	356	337	320	304	290
35	557	526	497	470	444	421	400	380	362	346	331	317
40	564	535	508	483	460	439	419	401	384	368	354	341
45	569	543	518	495	474	454	436	419	403	388	375	362
50	561	538	516	496	477	459	442	427	413	400	387	376

TABELA 8 – CABO CS 2 X 1 X 35 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO CS 2x1x35+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											335 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	318	278	240	202	167	136	110	91	76	66	59	53
10	308	273	241	211	185	162	144	129	117	107	99	92
15	306	277	250	226	205	188	172	159	148	139	131	123
20	309	284	262	242	225	210	196	185	174	165	157	150
25	313	293	274	257	242	229	217	206	197	188	181	174
30	319	301	285	271	258	246	235	225	216	208	201	194
35	325	309	295	283	271	260	250	242	233	226	219	212
40	330	317	304	293	283	273	264	256	248	241	234	228
45	335	324	313	302	293	284	276	268	261	255	248	242
50	333	323	313	305	296	289	282	275	268	262	257	251

TABELA 9 – CABO CS 3 X 1 X 35 + 35 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO CS 3x1x35+35 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											442 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	340	301	263	227	193	163	137	116	100	88	79	72
10	350	316	284	255	229	206	186	169	155	143	133	124
15	365	336	309	284	263	243	226	211	198	186	176	167
20	380	355	332	311	292	275	260	246	233	222	212	203
25	395	373	353	335	318	302	288	276	264	253	244	235
30	409	390	372	355	340	326	313	301	290	280	271	262
35	421	404	388	373	359	347	335	324	314	304	295	287
40	432	417	402	389	376	365	354	343	334	325	316	308
45	442	428	415	403	391	380	370	361	352	343	335	328
50	441	429	418	407	397	387	378	370	362	354	347	340

TABELA 10 – CABO CS 3 X 1 X 50 + 50 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO CS 3x1x50+50 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											625 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	484	429	375	323	274	231	194	165	142	125	112	101
10	498	449	404	362	324	291	263	239	219	202	187	175
15	517	476	438	403	372	344	319	298	279	263	248	236
20	539	503	470	440	413	389	367	347	330	314	300	287
25	560	528	500	473	449	428	408	389	373	358	344	332
30	579	551	526	502	481	461	443	426	410	396	383	371
35	596	571	549	528	508	490	473	458	443	430	417	405
40	611	589	569	550	532	515	500	485	472	459	447	436
45	625	605	586	569	553	537	523	510	497	485	473	463
50	624	606	590	575	561	547	535	522	511	500	490	480

TABELA 11 – CABO CS 3 X 1 X 70 + 70 mm² – Tração de montagem (daN)

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO CS 3x1x70+70 (mm²) 0,6/1kV												
TRAÇÃO DE PROJETO:											805 (daN)	
VÃOS	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
(metro)	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	522	468	415	365	318	275	238	207	182	162	146	133
10	568	521	476	435	397	363	332	306	283	263	245	231
15	614	573	534	498	465	436	409	384	363	343	326	310
20	656	619	585	554	524	497	473	450	429	411	393	378
25	694	661	630	601	575	550	527	506	487	469	452	437
30	726	697	669	643	618	596	574	555	536	519	503	488
35	755	728	703	679	656	635	616	597	579	563	548	533
40	780	755	732	710	689	670	651	634	617	602	587	573
45	801	779	758	737	718	700	683	666	651	636	622	609
50	805	785	766	748	731	714	699	684	670	657	644	632



Notas:

1. O vão regulador ou vão básico a ser usado para consulta nas tabelas de trações de montagem é dado por:

$$V_b = V_m + 2/3 \times (V_{\max} - V_m)$$

onde : V_b = vão básico ou vão regulador (m)

V_m = vão médio (m) – média aritmética dos comprimentos dos vãos

$V_{\max}$ = comprimento do maior vão (m)

2. Para o cálculo do equivalente de esforços, devido à rede secundária isolada, a 150 cm do topo do poste adotar o fator:

$$F = H_a / H_{ut}$$

onde : H_a = altura de aplicação de esforços no poste em relação ao solo (média) secundária

H_{ut} = altura útil a 150 cm do topo do poste.



7.3. Instruções de Montagem e Lançamento de Cabos

7.3.1. Introdução

As instruções descritas neste capítulo têm por objetivo estabelecer os critérios e a sequência para execução de instalação de cabos multiplexados de baixa tensão.

7.3.2. Ferramental

Os equipamentos descritos a seguir se constituem no ferramental mínimo para montagem das redes secundárias isoladas. Ferramentas adicionais poderão ser utilizadas para uma perfeita e adequada montagem das redes.

7.3.2.1. Carreta Porta-Bobina

É uma carreta que serve para transporte de bobina, a qual é acoplada a um veículo através de engate. A carreta porta-bobina deve conter um sistema de freio de bobina. Ver Desenho 1.

7.3.2.2. Roldanas de Puxamento

São roldanas especiais com berço adequado para acomodação do conjunto fases mais neutro, fixadas ao poste através de suporte tipo sela. O eixo da roldana é fixado em braço articulável para permitir que o cabo permaneça no berço durante o puxamento, mesmo nas situações em ângulo. Ver Desenho 2.

7.3.2.3. Camisa da Puxamento

É confeccionada em malha de aço, sendo utilizada para puxamento do cabo multiplexado (fases + neutro) e quando tracionada, a malha se fecha, facilitando a passagem do cabo nas roldanas. Ver Desenho 3.

7.3.2.4. Destorcedor

Confeccionado em aço, com duas peças que possuem uma movimentação livre uma da outra. Em um lado, é conectado à camisa de puxamento; em outro, à corda de tração. É utilizado para que o cabo não se enrole durante o lançamento, como também retirar o efeito do bobinamento, fazendo com que as pontas do cabo não sofram o efeito de torção tendo as suas pontas levantadas nas estruturas de ancoragem final.



7.3.2.5. Cunha de Neutro e Separador de Fases

É confeccionada em fibra de vidro, sendo utilizada para separar os cabos para execução de emendas reta e derivação.

7.3.2.6. Fechamento de Ponta de Cabo

Para fechamento da ponta dos cabos das fases, utilizar capuz protetor ou fita de autofusão coberta com fita de PVC.

7.3.3. Lançamentos dos Cabos Multiplexados

7.3.3.1. Preparação

Vistos os cabos serem isolados, sem proteção externa, devem ser tomadas as precauções necessárias durante a execução do serviço de puxamento.

O cabo não pode ser arrastado, tanto no solo ou em outra superfície qualquer que possa danificar sua isolação.

Deve ser sempre observado o raio mínimo de curvatura, pois curvas mais acentuadas podem provocar graves danos à isolação.

7.3.3.2. Instalação de Ferragens e Roldanas de Puxamento

Todos os postes deverão ser equipados com roldana apropriada para lançamento dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada ou de madeira, com diâmetro interno que permita a passagem dos cabos. Ver Desenho 2.

As ferragens e roldanas de puxamento devem preferencialmente ser colocadas do lado da rua. Nos casos de ângulos, estas devem ser colocadas no lado favorável à curvatura e na bissetriz deste.

7.3.3.3. Disposição dos Equipamentos para o Puxamento

Posicionar a bobina sobre cavaletes em terreno firme.

Coloca-se a bobina com seu dispositivo de freio na extremidade do circuito em que houver



maior facilidade de execução dos serviços. A bobina deve permanecer afastada pelo menos 5 metros do primeiro poste e guardar o maior alinhamento possível da posteação.

A bobina deve ser posicionada de maneira que o cabo seja lançado por cima, de modo que esta gire no sentido indicado pela seta impressa no tambor.

Durante a operação do desenrolamento do cabo, quem realiza essa operação deve controlar a velocidade a fim de evitar que os condutores se arrastem pela superfície do solo.

O lançamento é feito através do cabo de tração (guia), sendo utilizado um cabrestante ou guincho.

O cabrestante deve ser colocado no extremo oposto ao que está a bobina, cujo comprimento do trecho a lançar será, em geral, o do cabo a ser lançado ou da corda do cabrestante.

No cabrestante, se enrola um cabo de aço auxiliar de diâmetro $\phi = 9,5 \text{ mm}$ (3/8”), denominado “cabo de tração”. Em lugar do cabo de aço, pode-se utilizar uma corda suficientemente resistente, pois os esforços de puxamento não são elevados, devido à utilização das roldanas.

7.3.3.4. Puxamento dos Condutores

Para lances curtos, puxar os cabos manualmente.

Amarra-se o conjunto de cabos de modo a ficarem unidos, facilitando assim a passagem dos cabos na roldana.

Coloca-se a camisa de puxamento sobre o neutro portador, sendo sempre o neutro (mensageiro) o elemento de tração (ver Desenho 3).

Utilizar destorcedor entre a camisa de puxamento e o cabo de tração para o correto assentamento dos cabos.

Durante o processo de puxamento, o dispositivo de freio terá a função de brear a bobina, para que em nenhum instante o cabo forme, entre os apoios, uma flecha muito grande e se arraste pelo solo.

A velocidade de puxamento deve ser lenta. Um montador deve acompanhar a entrada da ponta do cabo nas roldanas, para evitar irregularidades.



No Desenho 4, estão dispostos os elementos de puxamento na sua posição inicial, mostrando-se a bobina, os postes com as roldanas e o cabrestante. Mostra-se ainda uma fase do puxamento do “cabo de tração ou cabo guia”.

Esse lançamento se efetua à mão, fazendo-se passar sucessivamente o “cabo de tração” ou “cabo guia” por todas as roldanas. Esta tarefa pode ser executada com escada ou com ajuda de uma cesta aérea, se disponível.

No Desenho 5, mostra-se o término do lançamento do cabo guia, devendo ser preso ao cabo multiplexado através da camisa de puxamento.

Uma outra alternativa é passar uma corda auxiliar pelas roldanas manualmente e, a seguir, puxar o “cabo de tração” pelas roldanas até a bobina.

Uma vez emendados os cabos guia e multiplexado, põe-se em marcha o cabrestante puxando o cabo, à baixa velocidade como na Figura 5, acionando o dispositivo de frenagem quando necessário para que o cabo não fique tenso demais ou arraste no solo. Um montador de rede deve acompanhar a passagem dos cabos nas roldanas, evitando qualquer irregularidade. Caso surja alguma resistência no puxamento, é sinal de que o conjunto ficou preso à entrada da roldana. O montador deve subir ao poste e manualmente alojar o cabo na roldana.

No Desenho 6, é mostrado o término do puxamento do cabo condutor.

Em seguida é fixado, provisoriamente, o neutro do multiplexado no poste de fim de linha, através da alça pré-formada e finalmente se solta o cabo de tração. Deve ser verificado se a ponta do cabo não apresenta danos no local que foi fixada à camisa de puxamento. Se constatado, o trecho danificado deve ser eliminado.

7.3.3.5. Tração e Flecha dos Condutores

Uma vez realizado o puxamento do cabo, pode ser iniciado o seu tracionamento, através do neutro.

Esta operação requer cuidadosa execução, já que um excesso de tração diminui a segurança da linha pelo perigo da ruptura do cabo e, caso contrário, uma tração insuficiente provocaria flechas maiores, o que implicaria contato físico com os circuitos inferiores.

Para tracionamento do cabo, devem ser tomados como base os postes de ancoragem ou pontos mecânicos.



O cabo deve ser tracionado até alcançar a flecha ou tração correspondente, que deve ser feito com a ajuda das tabelas de tração e flechas com uma medida precisa dos valores calculados.

Deve ser determinada, com a máxima exatidão possível, a temperatura ambiente e seguida a tabela de tração e flecha conforme indicação do projeto para os vãos ancorados e reguladores.

Convém efetuar, na medida do possível, a determinação do esforço através de dinamômetro, em vez de medir-se a flecha, pois esta é difícil de ser obtida com a exatidão necessária numa operação de tracionamento, especialmente se os apoios se encontram em cotas diferentes.

É aconselhável evitar-se o tracionamento em horas do dia nas quais a variação de temperatura é muito rápida, como no verão, às primeiras horas da manhã; e o tracionamento deve ser realizado sem vento.

O tracionamento será feito até uma tensão ligeiramente acima da indicada pela tabela, afrouxando progressivamente até a tensão de trabalho correspondente, que poderá ser determinada com as precauções indicadas acima.

Logo depois, se retirará a corda (neutro) das roldanas, prendendo-a nos conjuntos suporte correspondentes.

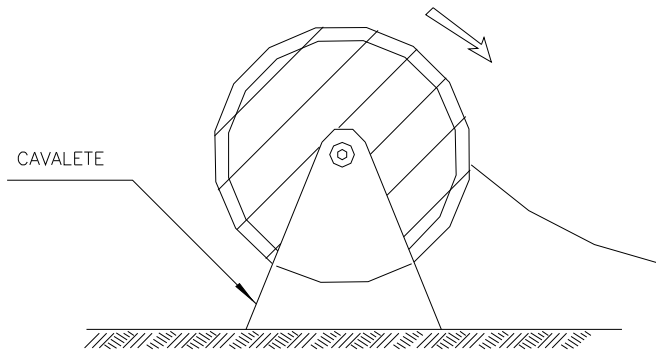
7.3.3.6. Uso da Tabela de Tração

As tabelas do Anexo 7.2. mostram o valor da tração de montagem “T (daN)” do condutor para cada valor de vão regulador, ou vão básico, e da temperatura “t”, indicando também a flecha “F” (m) correspondente.

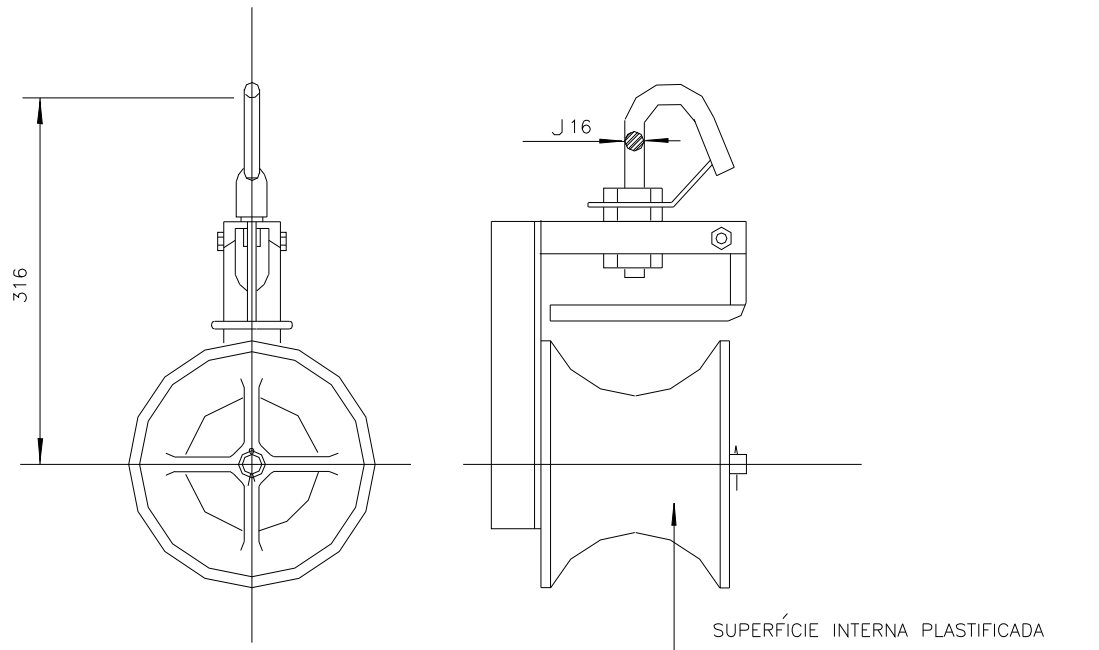


7.3.4. Instrução de Lançamento dos Cabos – Desenhos

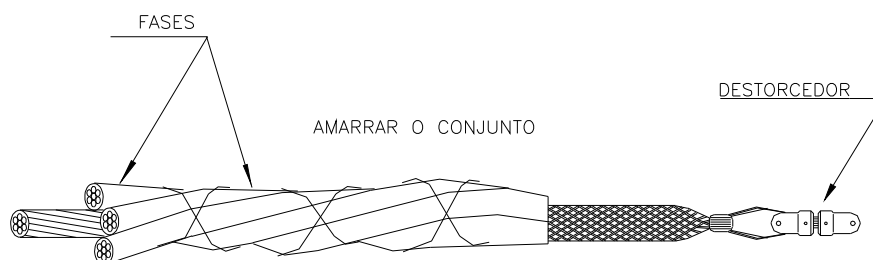
DES.1 – BOBINA



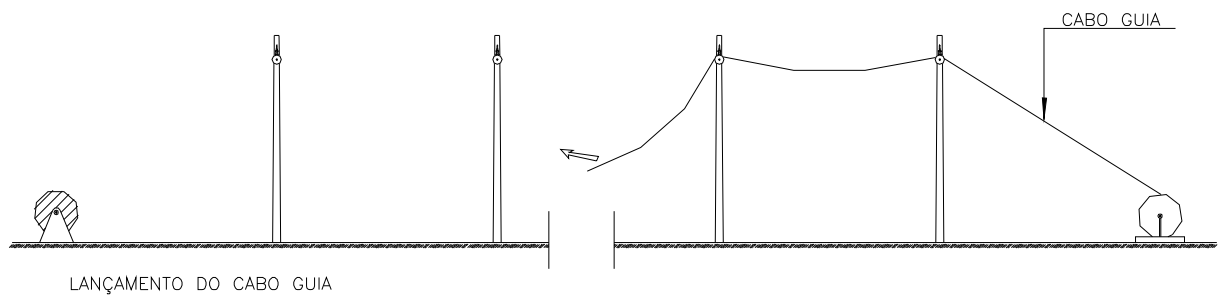
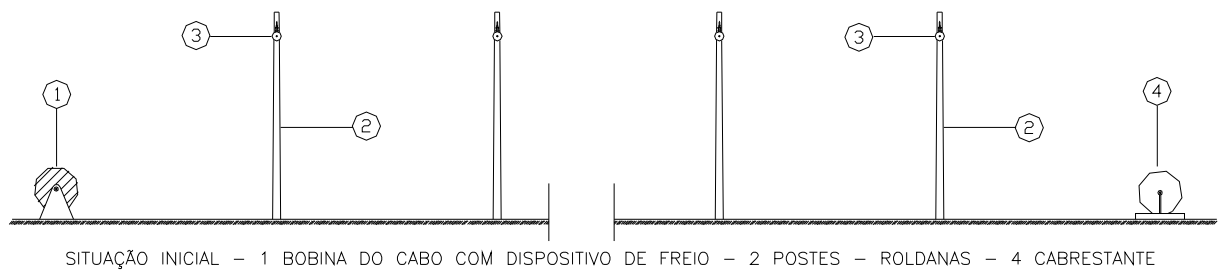
DES.2 – ROLDANA



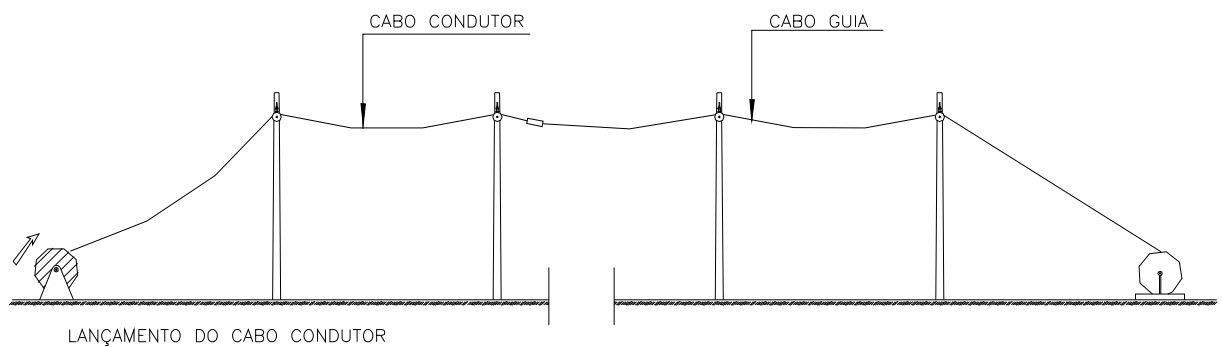
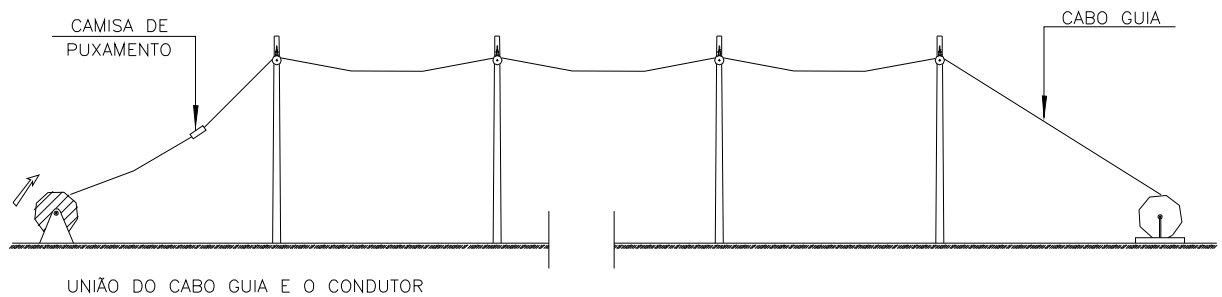
DES.3 – CAMISA DE PUXAMENTO



DESENHO 4

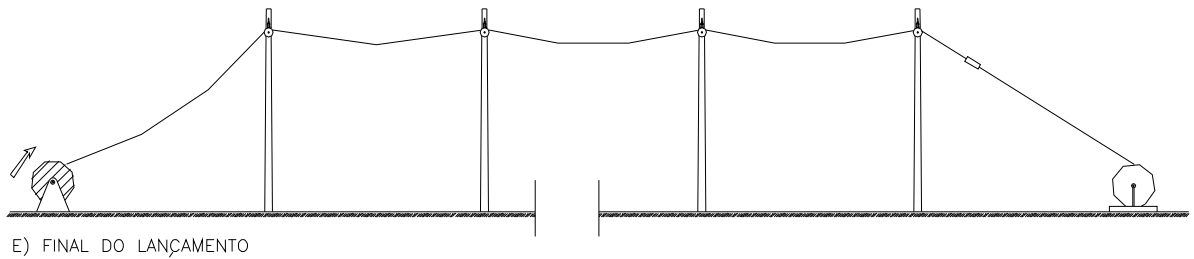


DESENHO 5

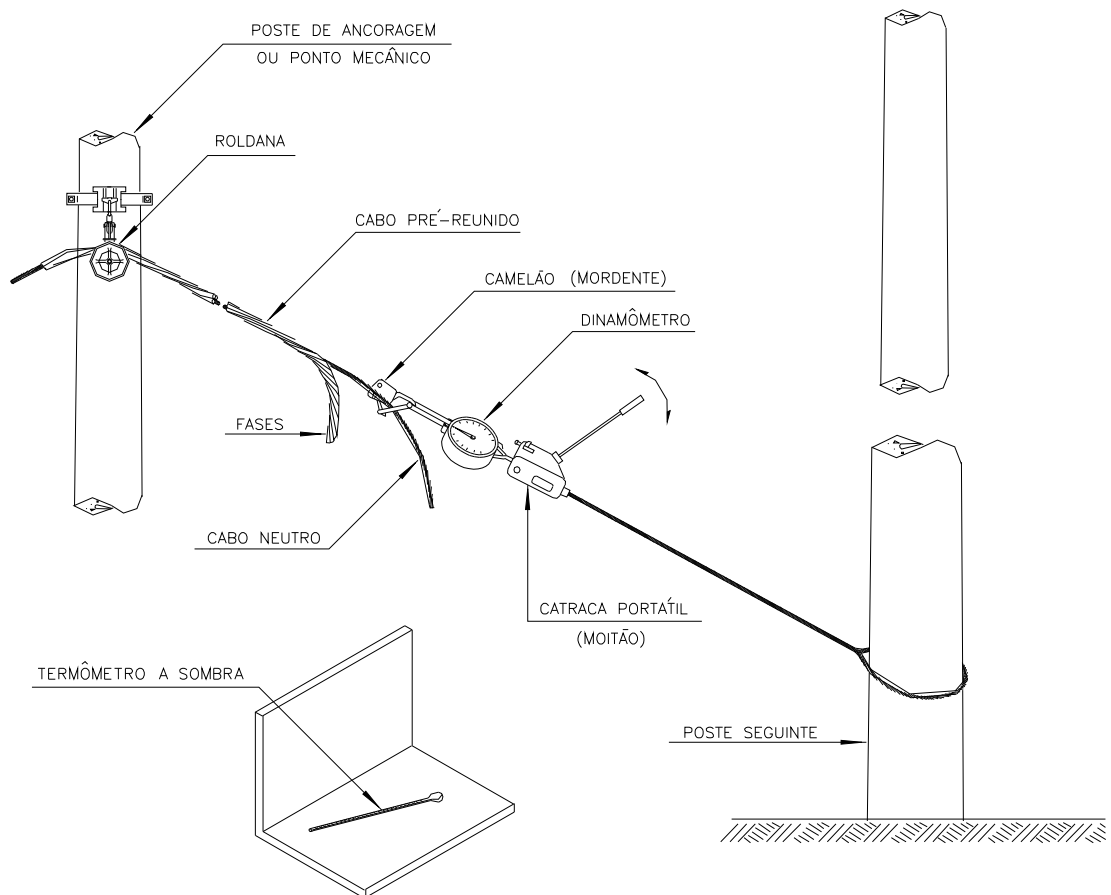




DESENHO 6



DESENHO 7





7.4. Montagem do Terminal e Emenda Pré-Isolados

7.4.1. Terminal Pré-Isolado – O-50

Nas figuras abaixo, mostram-se os passos para a montagem do terminal à compressão pré-isolado.

Passo 1: escolher o terminal conforme a seção do condutor, verificar o diâmetro do condutor a ser utilizado e o diâmetro interior do terminal. Medir o comprimento a partir da ponta do condutor utilizando a escala indicada no corpo do terminal e retirar a isolação indicada, conforme a figura a seguir. A dimensão de retirada da isolação deve ser obrigatoriamente obedecida sob pena de comprometimento da vedação do terminal.



Passo 2: introduzir a ponta nua do condutor no terminal. Uma parte da isolação do condutor deverá ficar dentro do selo de borracha do extremo do terminal.





Passo 3: fazer as compressões no corpo do terminal, nos lugares e na ordem indicados. Esta operação deve ser feita com uma ferramenta e uma matriz adequada, girando-se a ferramenta em 90°.



Passo 4: realizar a compressão na parte final do terminal para garantir a estanqueidade, conforme figura. Terminais com vedação através de anel metálico, uma compressão extra deverá ser realizada sobre este anel para garantia da estanqueidade.





7.4.2. Emenda Pré-Isolada O-51

Nas figuras abaixo, se mostram os passos para a montagem da emenda à compressão pré-isolado.

Esta não é uma luva de tração total. Sendo assim, o mensageiro isolado deve utilizar uma emenda de tração total conforme a E-313.0036 e posterior recomposição da isolação com fitas ou tubos contráteis.

Passo 1: escolher a emenda conforme a seção do condutor, verificar o diâmetro do condutor a ser utilizado e o diâmetro interno da emenda. Medir o comprimento a partir da ponta do condutor utilizando a escala indicada no corpo da emenda e retirar a isolação indicada, conforme a figura a seguir. A dimensão de retirada da isolação deve ser obrigatoriamente obedecida sob pena de comprometimento da vedação da luva.



Passo 2: introduzir a ponta nua do condutor na emenda. Uma parte da isolação do condutor deverá ficar dentro do selo de borracha da extremidade da emenda. Repetir para a outro extremidade da emenda.





Passo 3: fazer as compressões no corpo da emenda, nos lugares e na ordem indicados e em seguida repetir as compressões para a outra extremidade da emenda. Esta operação deve ser feita com uma ferramenta e uma matriz adequadas, girando-se a ferramenta em 90°.



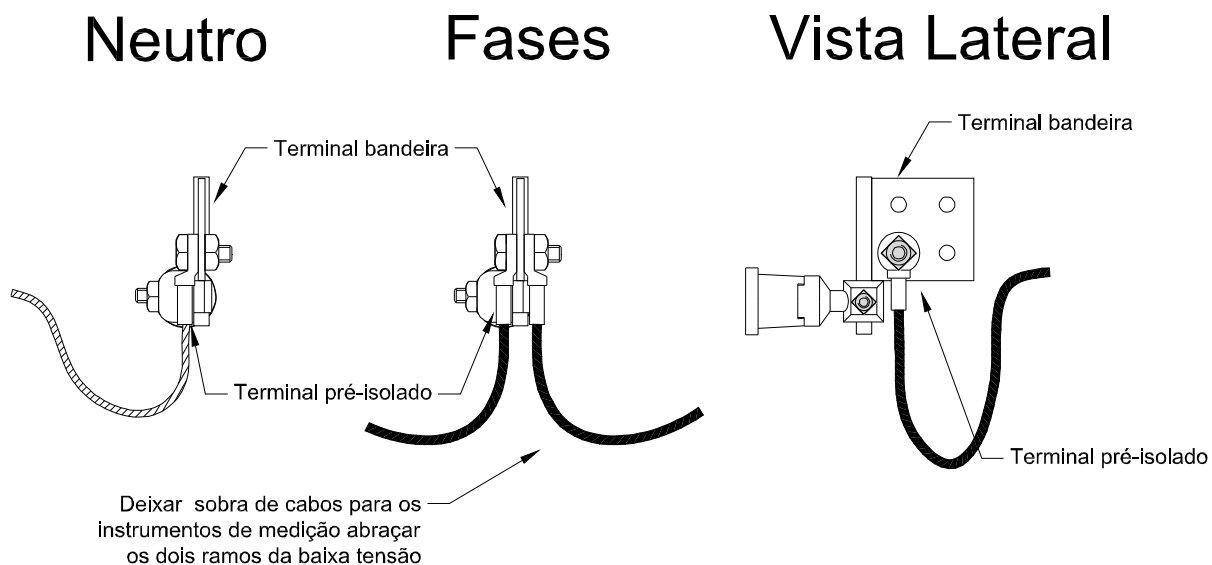
Passo 4: realizar a compressão na parte final do terminal para garantir a estanqueidade, conforme figura. Luvas com vedação através de anel metálico, uma compressão extra deverá ser realizada sobre este anel para garantia da estanqueidade.



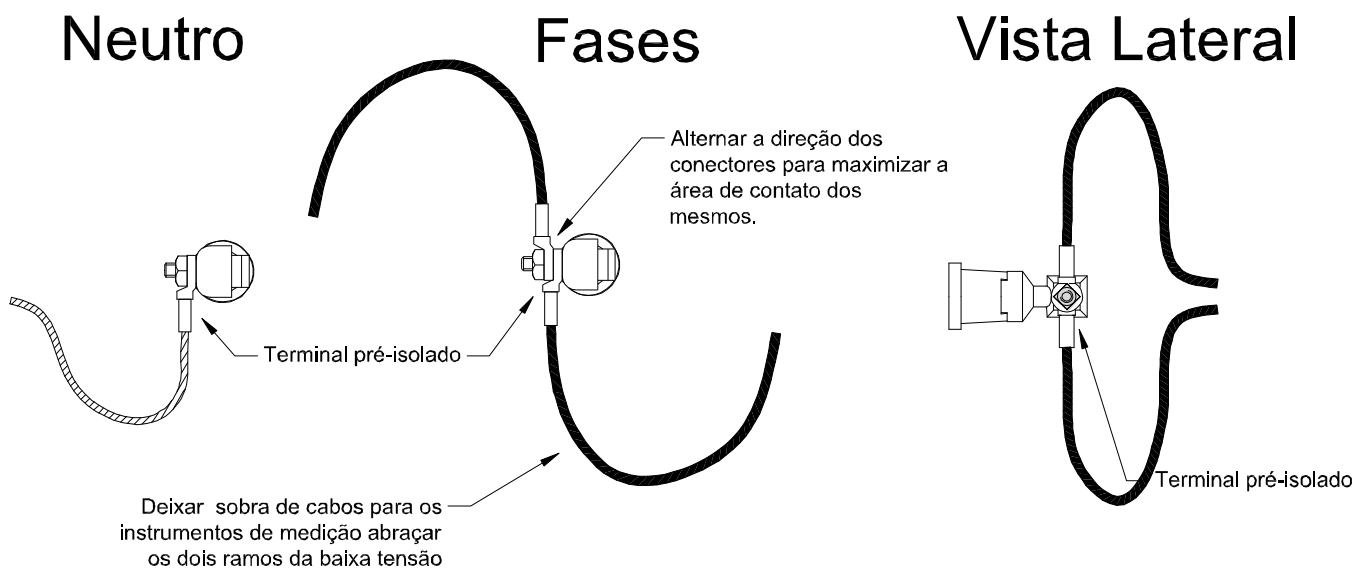


7.5. Alternativas para Conexão da Baixa Tensão às Buchas do Transformador

7.5.1. Alternativa para Bucha T1 com Terminal Bandeira

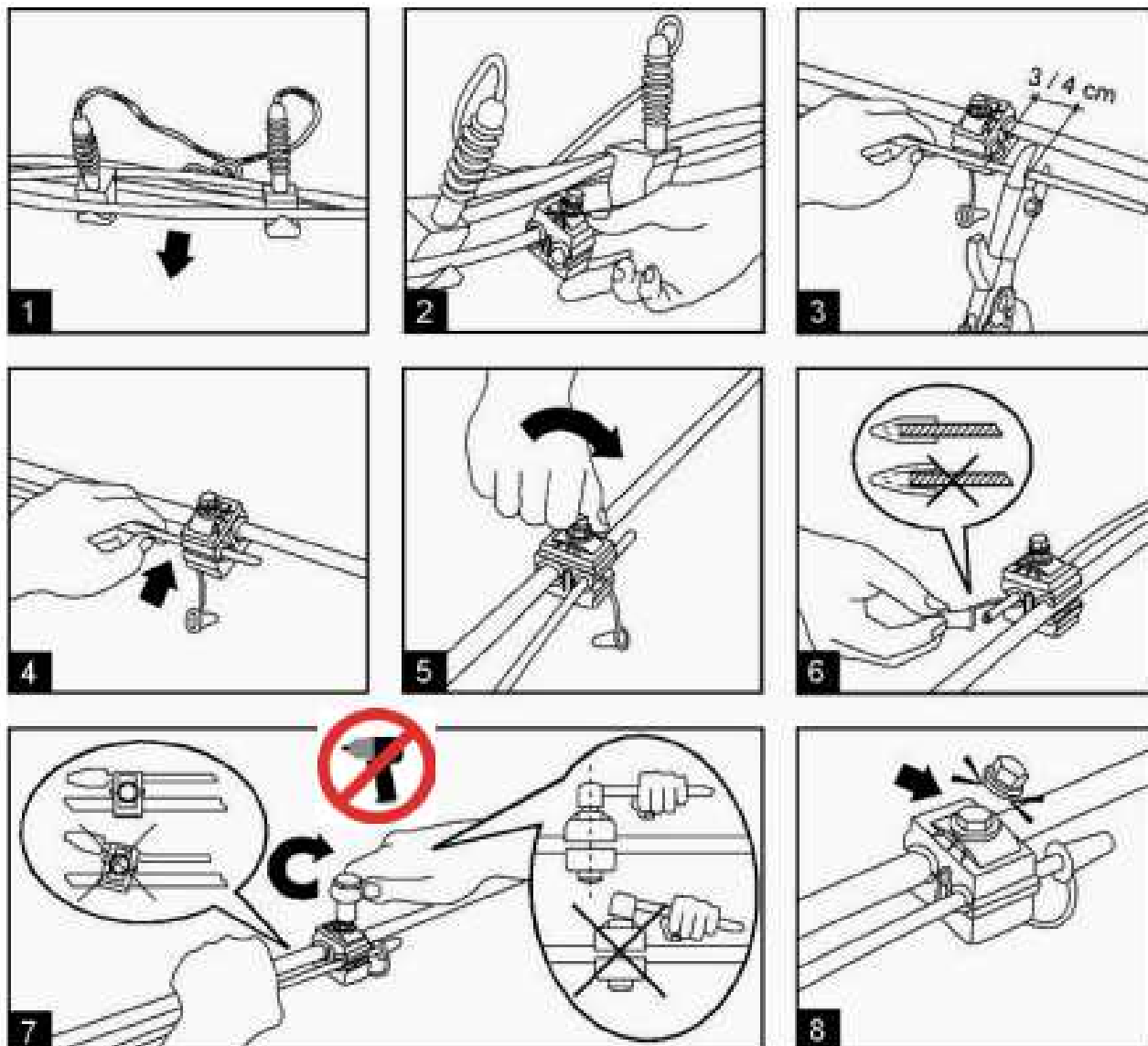


7.5.2. Alternativa para Bucha T1 sem Terminal Bandeira





7.6. Instalação de Conectores de Perfuração



7.7. Histórico de Revisões e Alterações**Histórico das revisões**

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	RES DDI 060/2014 – 28/05/2014	APD / MSM	GMTK	SLR
1	RES DDI 105/2016 – 09/09/2016	APD	GMTK	SLC
2	RES DDI 176/2021 – 03/01/2022	FMB/APD	GMTK	ALK
3	RES DDI 132/2024 – 27/10/2024	FMB/APD	GMTK	ALK

Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
-	-	Dimensões agora são dadas em centímetros;
-	-	Retirada do padrão a estrutura de cruzamento sem conexão em vão (SI10);
-	-	Substituição dos termos ramal de ligação e rabicho de ligação por ramal de conexão e rabicho de conexão respectivamente;
5.3.	3	Alterada ordem dos subitens;
5.3.	5	Adicionados critérios para a utilização de cabos multiplexado de aço cobreado;
5.6.4.	34	Retirado item, deve-se seguir o padrão dado pela N-321.0001 e N-321-0003;
5.7.2.	34	Adicionada exigência do rabicho para a instalação de aterramento temporário;
5.8.1.	36	Proibido uso de parafusadeira para instalação de conectores de perfuração;
5.8.2.2.	37	Alterado item para contemplar cabos multiplexado de aço cobre;
7.1.	42	Atualizadas tabelas para contemplar os cabos de aço cobre;
7.2.	46	Adicionas tabelas de tração de montagem para cabos multiplexados de aço cobre;
7.3.2.1.	54	Alterado item para a bobina conter obrigatoriamente um sistema de freio;
7.4.2.	64	Alterado item;
7.6.	67	Adicionado item com instruções para a instalação de conectores de perfuração.



7.8. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
2ª	Dezembro 2021	Conforme Anexo 7.6. desta Especificação	DDI/DPEP/DVEN
3ª	Junho 2024	Conforme Anexo 7.7. desta Especificação	DDI/DPEP/DVEN