
 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Sumário


1. OBJETIVO	3
2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	3
3. DEFINIÇÕES	3
3.1 Aterramento Simples	3
3.2 Aterramento Especial	3
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
5. RESPONSABILIDADES	4
6. REGRAS BÁSICAS	4
6.1 Considerações gerais	4
6.2 Medições de resistividade do solo e de resistência de aterramento	5
6.3 Conector Cunha Cabo 04 BWG	6
6.4 Aterramento temporário de redes aéreas de distribuição primária e secundária	6
6.5 Aterramento simples com 1 haste de terra	7
6.6 Aterramento de cabo messageiro	8
6.7 Aterramento de Estruturas de Rede Secundária Nua e Multiplexada	10
6.8 Aterramento simples com 3 hastes de terra em linha	11
6.9 Aterramento de Estruturas de Transformador	12
6.9.1 Estrutura de Transformador – Rede Nua	12
6.9.2 Estrutura de Transformador – Rede Compacta	19
6.10 Equipamentos em Rede Rurais – Módulo Básico e Módulo Adicional	25
6.11 Aterramento de sistema MRT	27
6.11.1 Valores admissíveis da resistência de aterramento	27
6.11.2 Aterramento de estrutura de transformador monofásico (MRT) com haste cobreada	28
6.11.3 Aterramento Estrutura MRT – Rede Primária Nua	29
6.12 Aterramento Montagem – PRMT	31
6.12.1 Aterramento Estrutura PRMT Tangente em Rede Primária e Secundária Nua	31
6.12.2 Aterramento Montagem – PRMT em Rede Compacta	33
6.13 Aterramento especial na rede com neutro multiaterrado – Chave a Óleo	35
6.14 Aterramento de Bancos Capacitores	37
6.14.1 Lista de materiais	37
6.14.2 Banco Capacitor – Fixo	38
6.14.3 Banco Capacitor – Controle por tempo e tensão	39
6.14.4 Banco Capacitor – Controle por reativo	40
6.15 Aterramento de Religadores	41
6.15.1 Lista de Materiais para o Aterramento	41
6.15.2 Rede Primária Nua (Meio Beco)	43
6.15.3 Rede Primária Nua (Beco)	44
6.15.4 Rede Primária Compacta	45
6.16 Aterramento de Chave Seccionadora Tripolar em Carga	46
6.17 Aterramento Especial para Chave Tripolar em Rede Primária Compacta	47
6.18 Aterramento de Conjuntos de Medição Externa	48
6.19 Aterramento especial com bentonita	48

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	1 de 72

 <p>Uso Interno CPFL</p> <p>CPFL</p> <p>ENERGIA</p> <p><i>Público</i></p>	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

6.20	Aterramento com poste autoaterrado	48
6.21	Aterramento em loteamentos isolados com neutro multiterrado e loteamentos com características urbanas, localizado em área rural.....	48
6.22	Aterramento especial na rede sem neutro multiterrado.....	49
6.23	Aterramento de consumidores secundários	50
6.24	Aterramento de quadro de medidores coletivos	51
6.25	Aterramento de câmaras transformadoras, cabines e outros.....	51
6.26	Aterramento de cercas.....	51
6.26.1	Aterramento Montagem – Cercas Paralelas	51
6.26.2	Aterramento Montagem – Cercas Transversais	53
6.27	Aterramento para Suportes Metálicos de Vegetação (Parreirais)	57
6.28	Aterramento complementar simples com condutor externo ao poste	58
6.28.1	Aterramento Montagem – Em Loteamentos Isolados	59
6.29	Aterramento para Regulador de Tensão	61
6.30	Fiscalização e recebimento do sistema de aterramento – Obra própria e de terceiro.....	67
6.30.1	Obras executadas pela contratada CCM – Loteamentos, transformadores em áreas urbanas e rurais	67
6.30.2	Obras executadas por terceiros (particulares, contratados) – Loteamentos, transformadores em áreas urbanas e rurais.....	67
6.30.3	Obras executadas por terceiros (particulares, contratados) – Transformadores em cabine, plataforma ou poste singelo em áreas urbanas e rurais.....	68
6.30.4	Obras executadas pela contratada CCM – Equipamentos classe 15 kV em áreas urbanas e rurais	68
6.30.5	Pontos importantes a serem inspecionados e verificados no sistema de aterramento das redes de distribuição	69
6.31	Cadastro de medição da resistência de aterramento	70
7.	CONTROLE DE REGISTROS	71
8.	ANEXOS.....	71
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES	71
9.1	Colaboradores.....	71
9.2	Alterações	71

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	2 de 72

 <p>Uso Interno CPFL</p> <p>CPFL</p> <p>ENERGIA</p> <p>Público</p>	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivos estabelecer critérios básicos para elaboração de projetos e execução do sistema de aterramento das instalações e equipamentos utilizados nas redes de distribuição de 15 kV, 25 kV e 34,5 kV e redes de distribuição secundárias nas áreas urbana e rural das distribuidoras do grupo CPFL Energia.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Obras e Manutenção, Gestão de Ativos e Suprimentos.

3. DEFINIÇÕES

3.1 Aterramento Simples

Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de arame de aço zincado de 6,05 mm² de diâmetro (4 BWG) conectado a uma ou três hastes cantoneiras perfiladas de aço zincado. Aplicado somente em locais onde haja neutro contínuo e multiterrado.


3.2 Aterramento Especial

Constituído por um ou dois anéis de cabo de cobre nu 02 AWG ao redor do poste conectado a hastes cilíndricas aço cobreadas de 14,5 mm² de diâmetro.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Especificação Técnica CPFL 150	Medidor de Resistência de Aterramento – Tipo Alicates
Especificação Técnica CPFL 986	Haste Terra de Cobre-Aço
Especificação Técnica CPFL 998	Haste para Aterramento – Cantoneira de Aço
Norma Técnica CPFL 119	Fornecimento de Energia Elétrica a Edifícios de Uso Coletivo
Norma Técnica CPFL 120	Projetos de Redes Aéreas de Distribuição Rural
Norma Técnica CPFL 2855	Fornecimento de Tensão Primária 15 kV, 25 kV e 34,5 kV – Volume I
Norma Técnica CPFL 2859	Fornecimento em Tensão Primária 15 kV, 25 kV e 34,5 kV – Volume 4.1 – Desenhos
Norma Técnica CPFL 2861	Fornecimento em Tensão Primária 15 kV, 25 kV e 34,5 kV – Volume 4.2 – Desenhos
Norma Técnica CPFL 3667	Projeto de Rede de Distribuição - Cálculo Elétrico
Orientação Técnica CPFL 708	Medição da Resistividade do Solo
Orientação Técnica CPFL 709	Medida de Resistência de Aterramento

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	3 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Orientação Técnica CPFL 2921	Estratificação de Solo e Cálculo de Resistência de Aterramento
Orientação Técnica CPFL 11227	Procedimentos para Inspeção e Recebimento de Obras
Orientação Técnica CPFL 13080	Bentonita
Padrão de Instalação CPFL 3597	Rede Secundária com Cabos Multiplexados – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 4268	Rede Primária Compacta 15kV e 25kV – Para-raios – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 6242	Rede Primária Compacta 15kV e 25kV – Chave Seccionadora Tripolar de Operação em Carga 630 A – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 14918	Rede Primária Compacta 15 e 25kV – Regulador de Tensão – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 11847	Rede Primária Compacta 15 kV e 25 kV – Estruturas Básicas – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 14570	Rede de Distribuição Compacta 34,5 kV – Estruturas Básicas – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 19287	Rede Primária Nua e Compacta 15 25 kV – Transformador com suporte para Para-Raios – Montagem
Padrão de Instalação CPFL 18360	Estruturas de Religadores 15 kV e 25 kV com Suporte para Para-raios – Montagem
Manual de Tarefas Padronizadas CPFL 17513	02 Tarefas Preliminares (Unificado)
ABNT NBR 14039	Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV

5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

6. REGRAS BÁSICAS


6.1 Considerações gerais

O aterramento de condutor neutro, para-raios, reguladores de tensão, religadores, chaves a óleo, transformadores, etc., destina-se à proteção de pessoas, animais e do equipamento contido na estrutura na ocorrência de descargas atmosféricas e vazamentos de corrente, conduzindo ao terra as correntes e assegurando o bom funcionamento dos equipamentos de proteção do sistema elétrico.

O padrão definido pelo grupo CPFL Energia determina a existência de neutro contínuo e multiterrado nos seguintes casos:

- Área urbana com rede secundária;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	4 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

- Área urbana com rede secundária e primária;
- Alimentadores – desde a subestação (o neutro é interligado ao sistema de terra da subestação) até a área urbana onde é interligado ao neutro da rede.

O condutor neutro deverá ser aterrado:

- Em Fim de Linha;
- Nos pontos dos Equipamentos;
- Em transições entre rede secundária nua e multiplexada.

Todos os pontos de transição entre rede nua e compacta deverão ser aterrados.

Nos casos de alimentadores extensos e de linhas rurais, não é lançado o condutor neutro.

Nos locais onde existe o neutro contínuo e multiaterrado, os aterramentos estão todos interligados e se auxiliam mutuamente. Nos casos onde não existe neutro contínuo e multiaterrado, o aterramento local deverá ser autossuficiente.

Para emendas e conexões, deve ser consultado o padrão técnico das respectivas redes.

Os desenhos das instalações apresentadas são básicos, entretanto, eventualmente o projeto poderá alterar ou contemplar detalhes para o atendimento de casos particulares.

Todas as conexões enterradas devem ser cobertas por massa calafetadora.

Em casos em que a resistividade do solo for superior ao especificado e o acréscimo de hastes adicionais não conduzir para a faixa de valores especificados, deve ser previsto tratamento do solo utilizando-se bentônica ou gel.

Após o recebimento de obras, deve ser realizada inspeção de aterramento conforme documento Orientação Técnica CPFL 11227.

6.2 Medições de resistividade do solo e de resistência de aterramento

A Orientação Técnica CPFL 708 define os procedimentos para efetuar a medição de resistividade do solo. A Orientação Técnica CPFL 709 define os procedimentos para efetuar a medição de resistência de aterramento. A Orientação Técnica CPFL 150 define os parâmetros técnicos do equipamento.

O quadro a seguir estabelece em quais tipos de aterramento deverá ser medida a resistência de aterramento, a resistividade do solo e os valores admissíveis de resistência.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	5 de 72


 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Tabela 1 - Valores admissíveis da resistência de aterramento

Tipo de aterramento	Resistência de aterramento		
	Medição	Valor (Ω)	Tolerância (Ω)
Simples	Sim	50	+25
Especial com Neutro Multiaterrado	Sim	50	+25
Especial sem Neutro Multiaterrado	Sim	25	+25
Aplicações de Aterramento			
Transformador em área Rural	Sim	10 (1) 25 (2)	+10 +25
Para pequenas localidades com:	Sim Sim (**)	50	+25
• 4 ou mais transformadores		25	+25
• Menos de 4 transformadores			
Consumidor na Rede Secundária	Não	-	-
Quadro de Medidores Coletivos na Rede Secundária com:	Não (*) Sim	-	-
• Até 5 medidores		25	+25
• Mais de 5 medidores			
Cabines	Sim	10 (1) 25 (2)	+10 +25
Em profundidade	Sim	25	+25

(1) – Valor máximo para terreno úmido | (2) – Valor máximo para terreno seco;

* Quando se tratar de edifícios, deverá ser medida a resistência de aterramento e seu valor não deverá ultrapassar 25 Ω;

** Quando se tratar de transformador da CPFL, a medição de resistividade deverá ser efetuada;

*** A medição de resistência de terra será realizada apenas no ponto em que ocorrer o aterramento de transformador rural.

6.3 Conector Cunha Cabo 04 BWG

A conexão cunha alumínio a ser adotada deve ser conforme Padrão Técnico CPFL 2830.


Conexão Cunha Aterramento – Condutor 04 BWG			
Condutor neutro	Conector	Código	UnC
16 mm ² - 04 CU CA CAA	CN12	50-000-015-077	6482
35 50 70 mm ² 02 1/0 CA CAA CAL	CN13	50-000-015-078	6495

6.4 Aterramento temporário de redes aéreas de distribuição primária e secundária

O Manual de Tarefas Padronizadas CPFL 17513, Atividade 8, tem por finalidade estabelecer procedimentos para utilização do aterramento provisório, na manutenção ou construção de redes e linhas aéreas urbanas e rurais de distribuição primária ou secundária, em regime desenergizado.

Conjunto de aterramento: equipamento utilizado em redes elétricas desenergizadas com a finalidade de proteger o eletricitista na sua área de trabalho, escoando para a terra a energia da linha indevidamente energizada por um dos fatores abaixo:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	6 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

- Descargas elétricas atmosféricas;
- Indução eletrostática proveniente de nuvens carregadas;
- Contato com outros condutores energizados;
- Tensão induzida por linhas adjacentes;
- Erros de manobra;
- Fonte de alimentação de terceiros.

Devem ser instalados estribos em intervalos de, no máximo, 300 m de comprimento para se realizar um Ponto Elétrico de Aterramento Temporário. Isso não deverá ser feito apenas se os estribos já tiverem sido instalados dentro do intervalo considerado em estruturas de chaves fusíveis de rede, transformador ou entrada primária. Estes estribos possibilitam o acesso à parte energizada do condutor para instalar o conjunto de aterramento temporário e atender às normas de segurança do trabalho.

Em cruzamentos de rede compacta com outra rede compacta ou com rede, com ou sem interligação, devem ser instalados estribos para aterramento na (s) rede (s) compacta (s) na (s) estrutura (s) adjacente (s) ao cruzamento.

- **Ponto de Aterramento Elétrico Temporário ao Longo da Rede – CEPAT**

Montagem conforme Padrão de Instalação CPFL 11847.

6.5 Aterramento simples com 1 haste de terra

Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de arame de aço zincado de 6,05 mm² de diâmetro (4 BWG) conectado a uma haste cantoneira perfilada de aço zincado de 2,40 m de comprimento. É aplicado somente onde existe o neutro contínuo e multiterrado.

Nota: Como alternativa, pode ser utilizada a haste de terra aço cobreada Ø 5/8" x 2,40 m.


Deve ser instalado aterramento simples com 1 haste nos seguintes pontos da rede de distribuição urbana:

- Em transformadores de distribuição e para-raios em tangente em redes urbanas;
- Em seccionamentos, transição entre rede secundária nua e multiplexada e fins de linhas definitivos de redes secundárias, excluindo-se os construídos unicamente para sustentação mecânica do cruzamento secundário;
- Para redes nuas primárias e secundárias a cada 300 m;
- Tendo sido projetados os aterramentos conforme os itens anteriores a e b, se faz a verificação do item c), adicionando aterramentos intermediários, caso seja necessário, ou mesmo em um fim de linha não definitivo, se estiver a mais de 300 m do último aterramento.

Este tipo de aterramento é utilizado nos seguintes pontos da Rede de Distribuição Rural:

- Em alimentadores com neutro multiterrado. Neste caso os aterramentos devem estar distanciados a 300 metros.
- Em circuitos de telefonia, sinalização e telecomando com o condutor superior multiterrado, no mesmo espaçamento do item anterior.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	7 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.6 Aterramento de cabo mensageiro

O aterramento do cabo mensageiro de redes compactas deverá ser instalado nas seguintes ocasiões:

- Instalação de equipamentos;
- Em estruturas de transição;
- Em estruturas de aterramento temporário;
- A cada 300 m, caso não haja nenhuma das estruturas anteriores;
- Aterrar ao longo da Rede Primária Compacta os pontos com estruturas em tangente e em ângulo. Somente utilizar onde não exista equipamento.

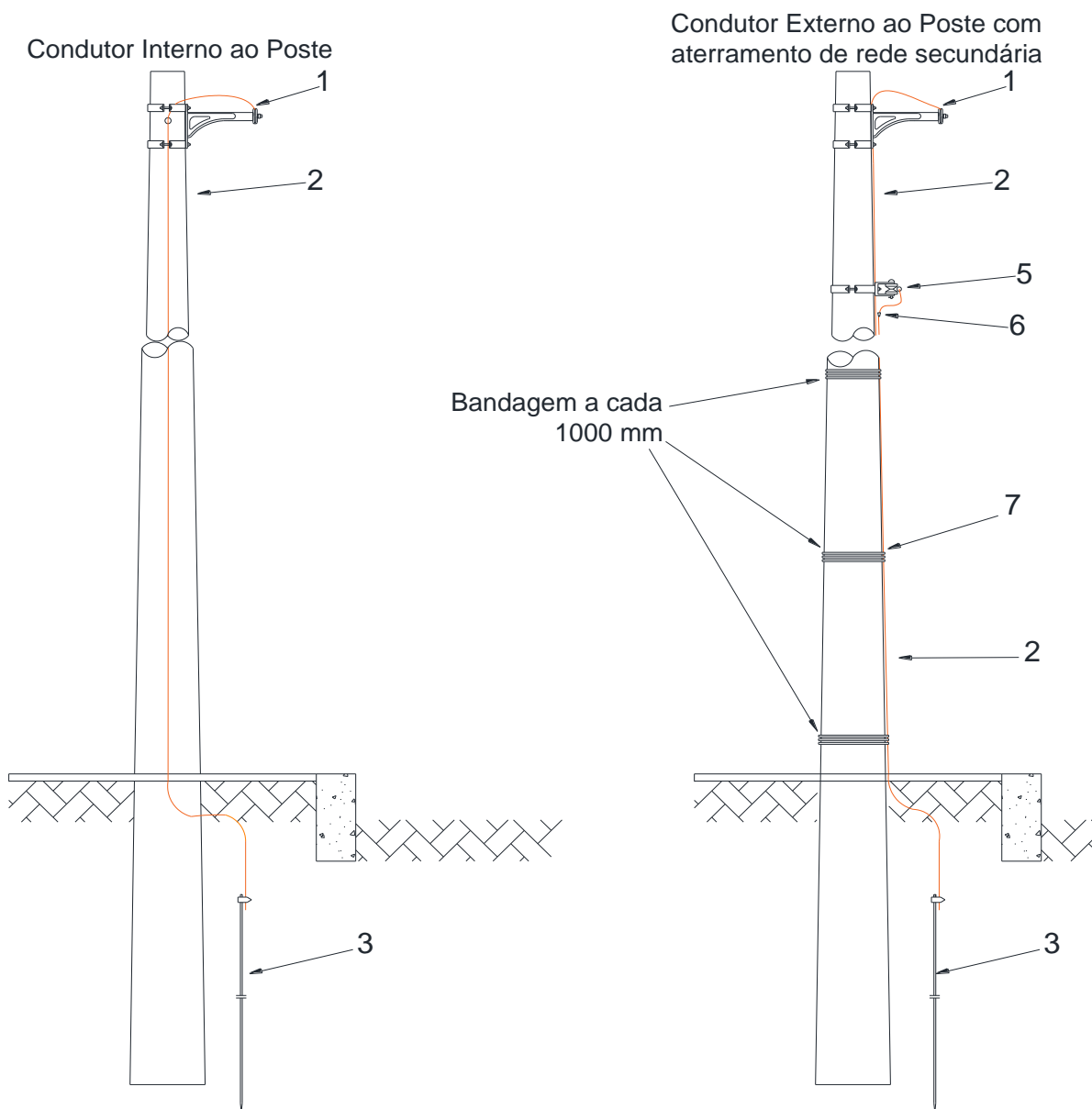
Estruturas a serem aterradas:

- CEATT – Tangente;
- CE2PT – Estrutura CE2 com ponto de aterramento.

Relação de Materiais – AT 1H L RPC (UnC 35)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Conector Cunha de Alumínio CN11	2830
2	1	Conector Cunha de Alumínio CN12	2830
3	2,5	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG)	906
4	1	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
5	0,2	Fio de cobre nu 16mm ² meio duro	921
7	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

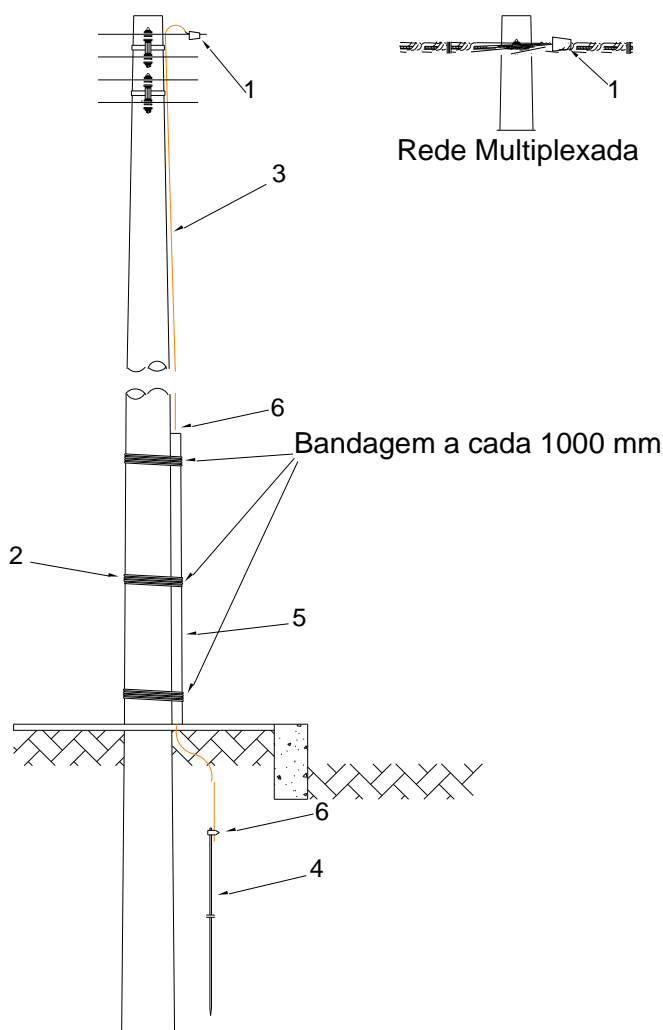
Complemento para aterramento existente para Cabo Mensageiro ou Rede Secundária:

Relação de Materiais – UnC 3347			
Item	Qtd.	Descrição	GED
5	1	Conector cunha CN 11	2830
6	1	Conector cunha CN 12	
7	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
Relação de mão de obra			
---	---	MO inclusa nesta UnC	---

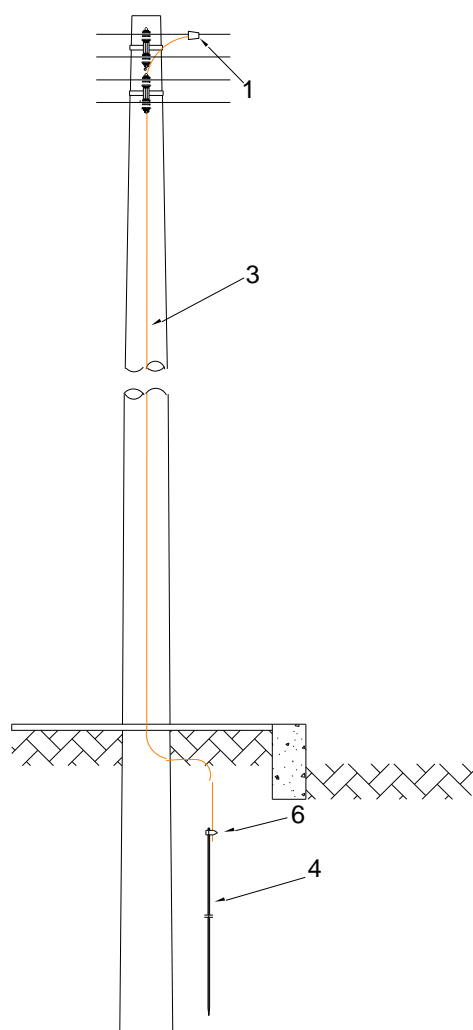


6.7 Aterramento de Estruturas de Rede Secundária Nua e Multiplexada

Condutor Externo ao Poste



Condutor Interno ao Poste



Aterramento simples para rede secundária nua ou multiplexada, sem rede primária

Lista de Materiais – UnC 55534 – AT 1H L RSN			
Item	Qtd.	Descrição	GED
3	2,5	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
4	1	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
6	0,2	Massa Calafetadora (kg) (aplicar na conexão e no topo do tubo)	1304
Relação de mão de obra			
---	---	MO inclusa nesta UnC	---

Orçar conector cunha, conforme item 6.3. Para aterramento complementar simples com condutor externo ao poste, consultar item 6.28.

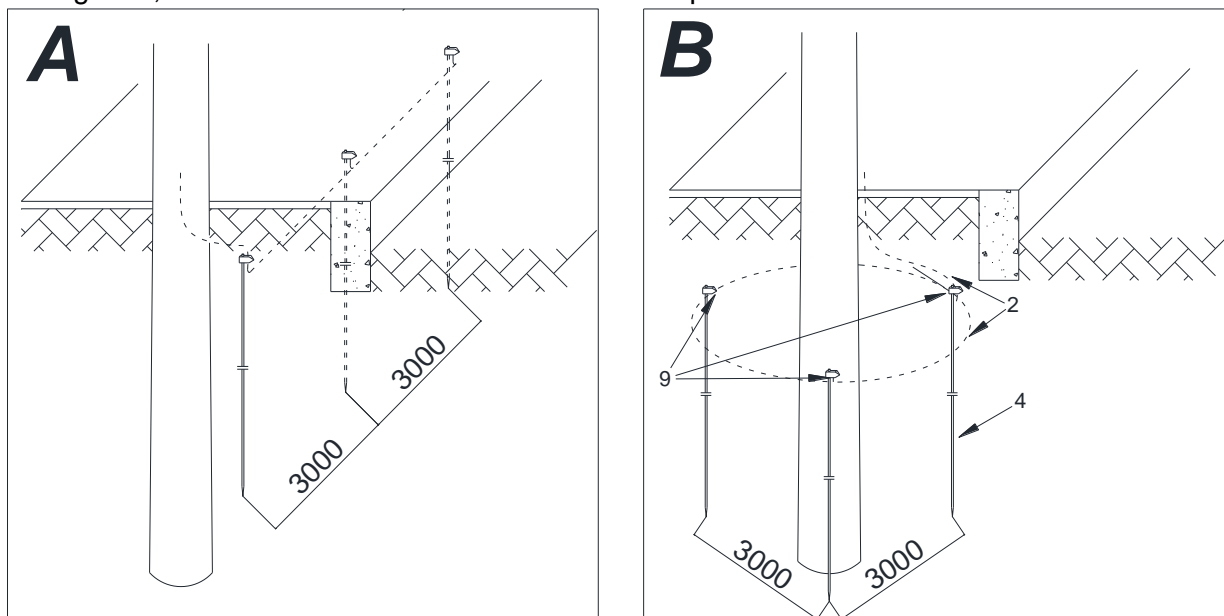
6.8 Aterramento simples com 3 hastes de terra em linha

Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de arame de aço zincado de 6,05 mm² de diâmetro (4 BWG) conectado a três hastes cantoneiras perfiladas de aço zincado de 2,40 m de comprimento em linha. É aplicado somente onde existe o neutro contínuo e multiaterrado. Detalhe de montagem abaixo.

Nota: Como alternativa, pode ser utilizada a haste de terra aço cobreada Ø 5/8" x 2,40 m.

Deve ser instalado aterramento simples com 3 hastes em linha em transformadores de distribuição e para-raios em fim de linha.

Se uma pequena localidade possuir mais de 4 transformadores de distribuição com os neutros interligados, deverão ser utilizados aterramentos simples com 3 hastes de terra alinhadas.



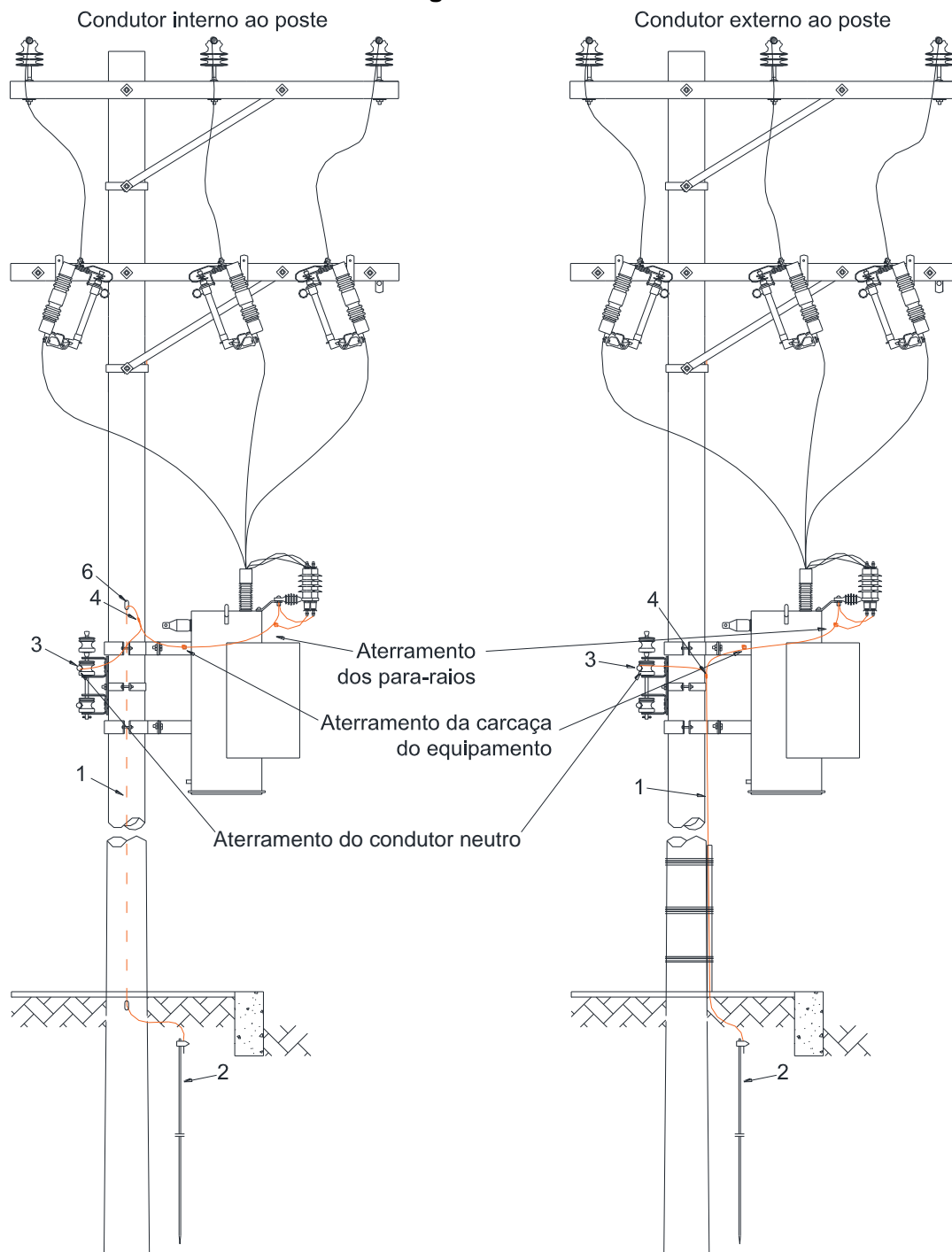
A posição das hastes adicionais pode ser do mesmo lado do poste (A) ou distribuídas igualmente uma para cada lado (B), respeitando a distância entre hastes de, no mínimo, o comprimento delas.

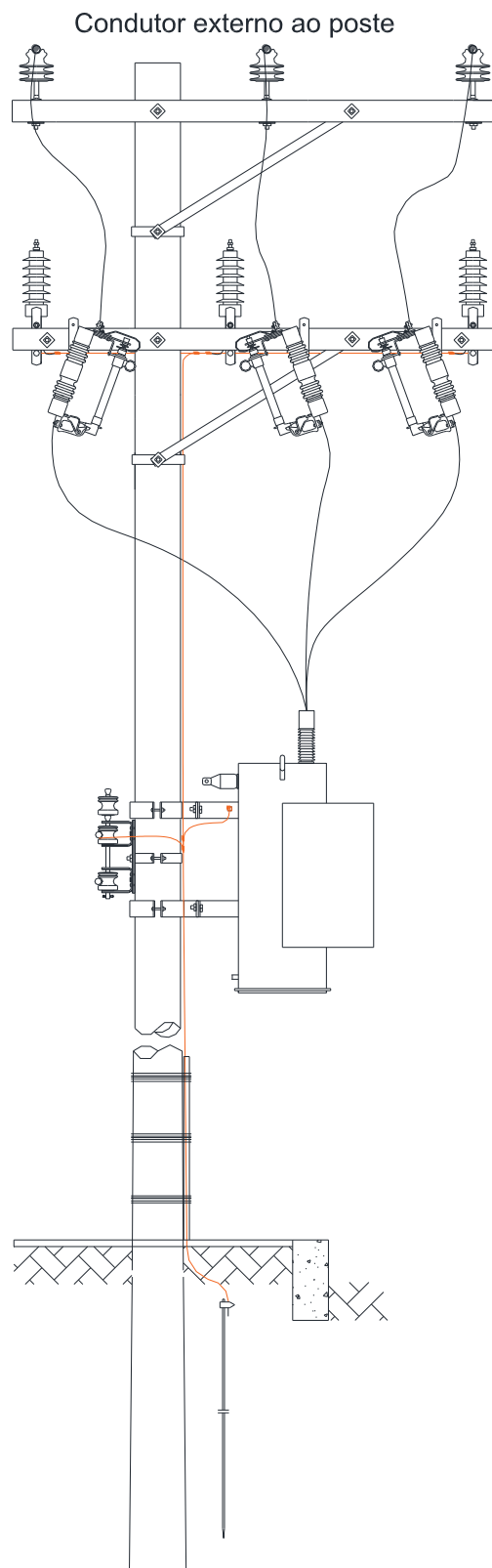
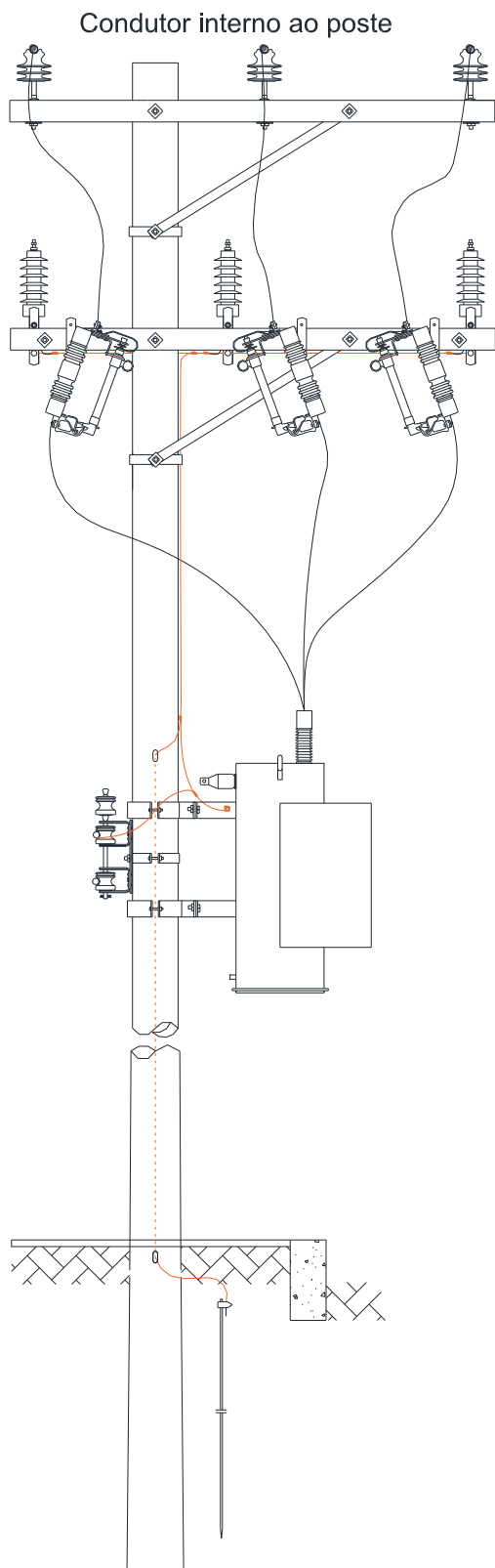
6.9 Aterramento de Estruturas de Transformador


Para montagem de estruturas de transformador, consultar Padrões de Instalação CPFL 19287.

6.9.1 Estrutura de Transformador – Rede Nua

1) Aterramento de Transformador Tangente – 1 Haste





 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Transformador Rede Compacta Tangente – ET_TRt (UnC 26092)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	2,3	Arame aço zincado 4 BWG	906
2	1	Haste terra cantoneira de aço	998
3	2	Conector tipo cunha alumínio CN12	2830
4	1	Conector Parafuso Fendido	943
5	0,15	Cabo de cobre nu 16 mm ² meio duro	933
6	0,2	Massa calafetadora	1304
Relação de mão de obra			
---	1	M.O Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

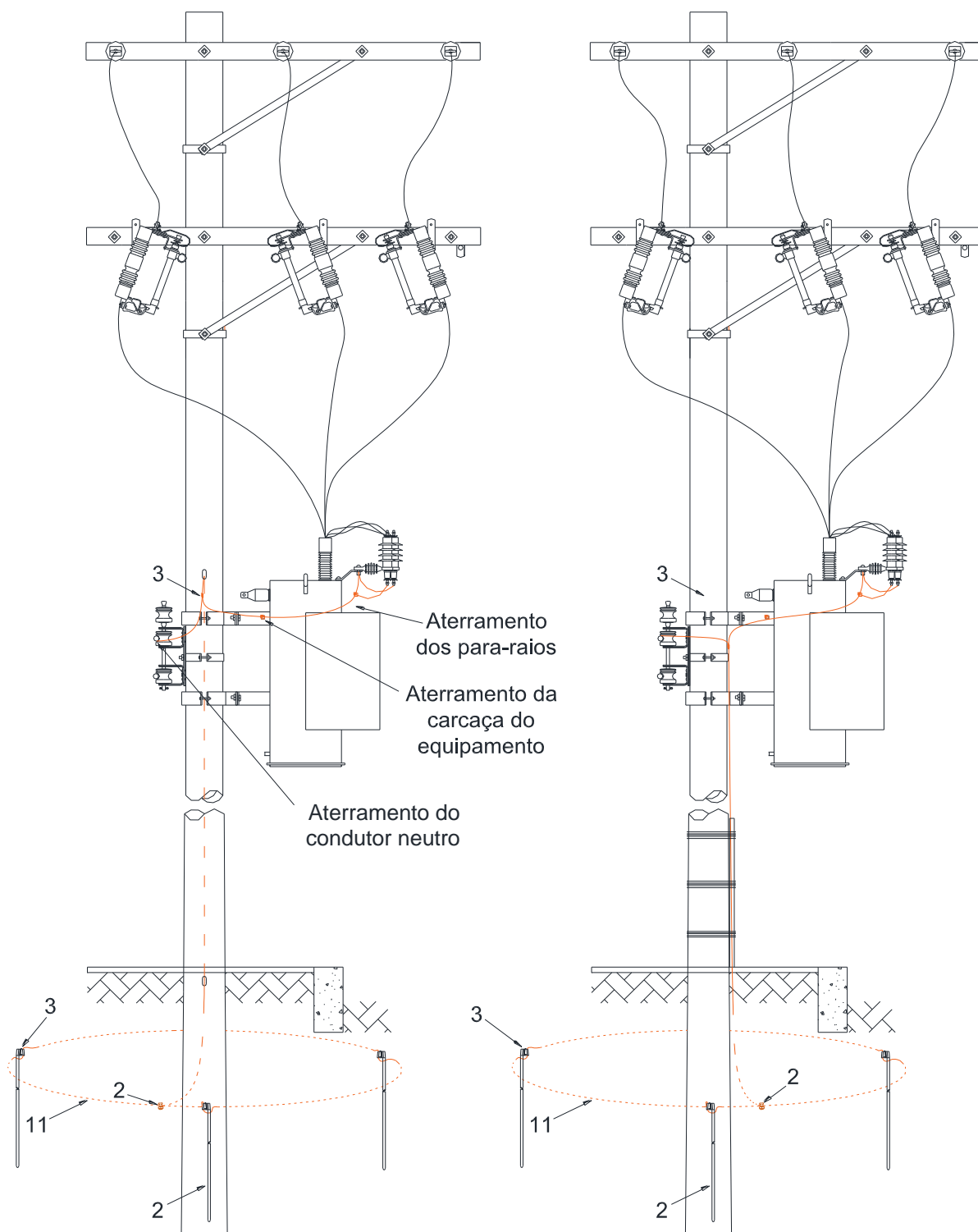
Para aterramento complementar simples com condutor externo ao poste, consultar item 6.28.
 Orçar conector cunha conforme item 6.3 para conexão do neutro ao arame de aço zincado.
 Para o sistema de aterramento do barramento da cruzeta, consultar item 6.12.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	14 de 72

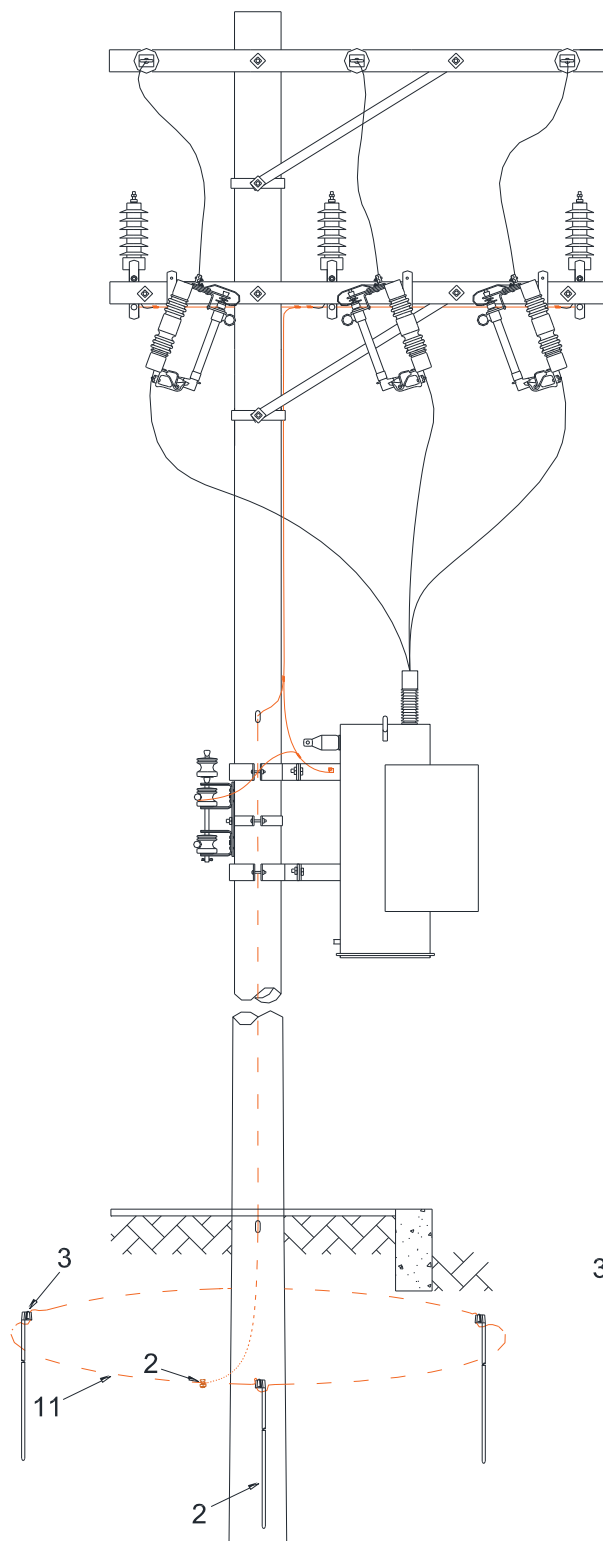
2) Aterramento de Transformador em Fim de Linha – 3 Hastes

Condutor interno ao poste

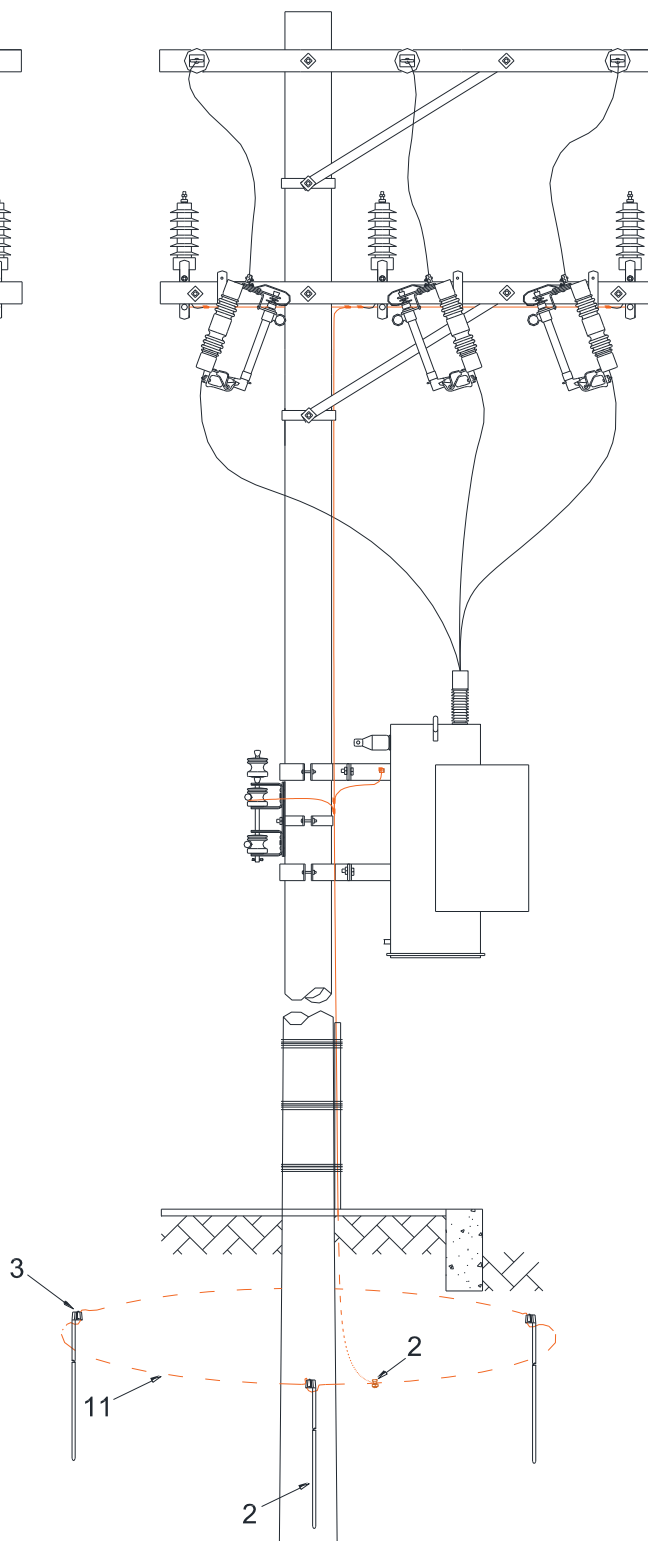
Condutor externo ao poste




Condutor interno ao poste




Condutor externo ao poste



 <p>Uso Interno CPFL</p> <p>CPFL ENERGIA</p> <p><i>Público</i></p>	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	14/02/2023	17 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Transformador Fim de Linha – Rede Nua com condutor interno ao poste

Aterramento Transformador Rede Nua – Fim de Linha (UnC 2826)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
2	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
4	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
7	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
8	0,8	Cabo de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
9	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Para aterramento complementar simples com condutor externo ao poste, consultar item 6.28.
 Orçar conector cunha conforme item 6.3 para conexão do neutro ao arame de aço zincado.
 Para o sistema de aterramento do barramento da cruzeta, consultar item 6.12.

Aterramento Transformador Rede Nua – Fim de Linha (UnC 26093)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	3,6	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
3	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
4	0,15	Cabo de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
5	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
6	1	Conector Parafuso Fendido	943
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

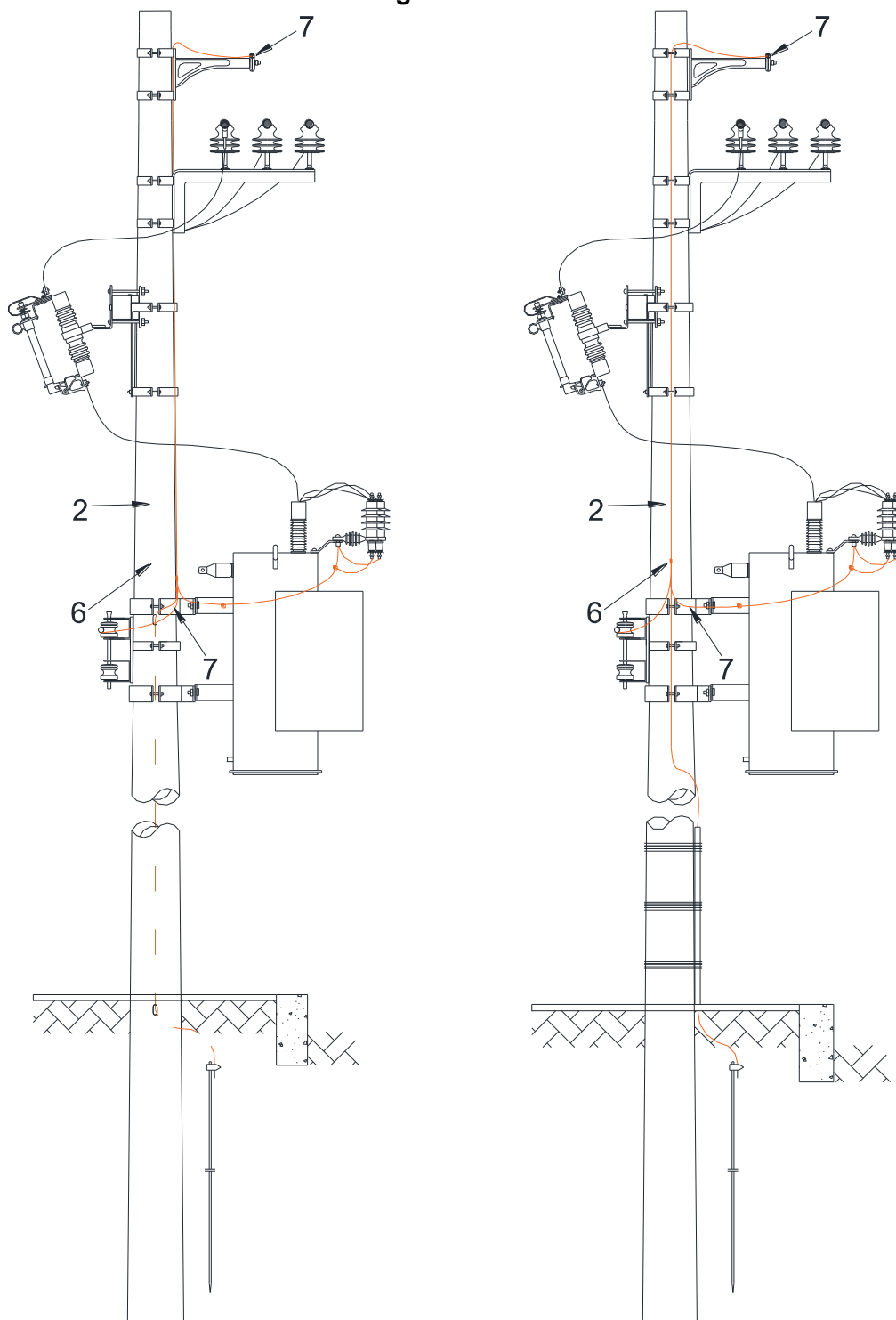
Aterramento Transformador Fim de Linha – Rede Nua com condutor externo ao poste

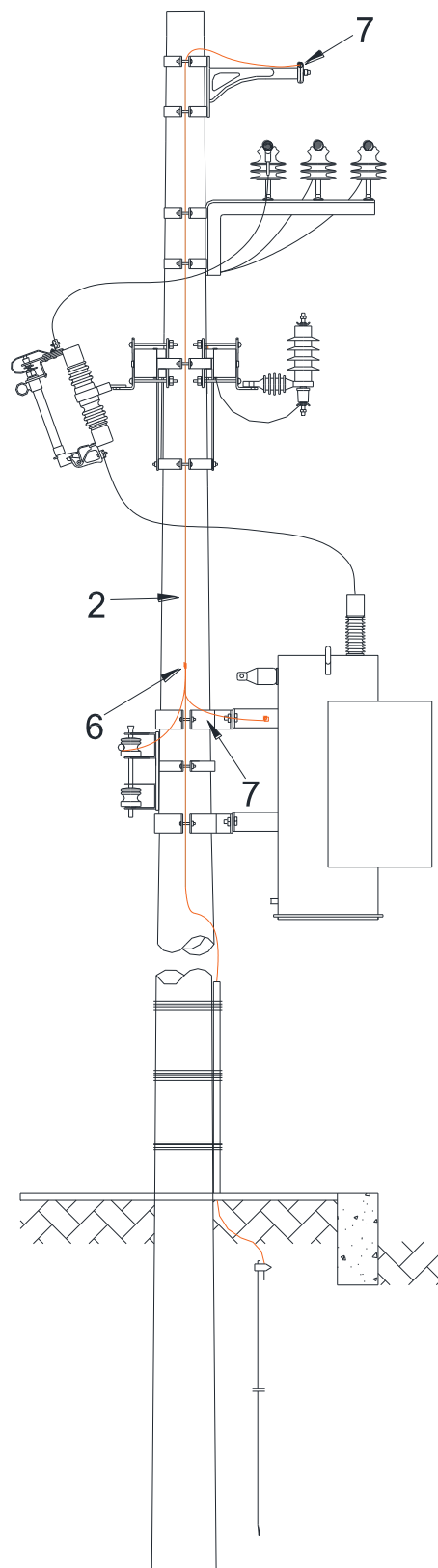
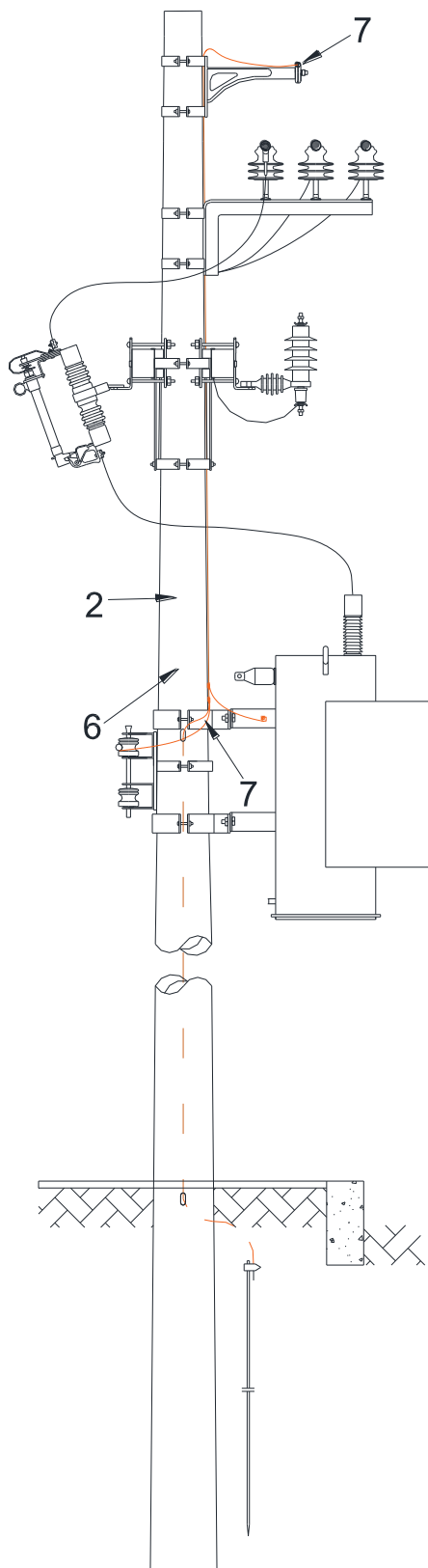
Relação de Materiais – UnC 14997 – AT 3H L RPN			
Item	Qtd.	Descrição	GED
2	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
3	1,15	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm (12 BWG) (kg)	906
4	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
6	1	Tubo de PVC 3 metros 1/2"	1380
7	1	Conector Tipo Cunha Alumínio CN10	2830
7	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
8	0,8	Fio de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
9	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de mão de obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---


N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	18 de 72

6.9.2 Estrutura de Transformador – Rede Compacta

1) Aterramento de Transformador Tangente – 1 Haste





 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Transformador Fim de Linha – Rede Compacta condutor interno ao poste

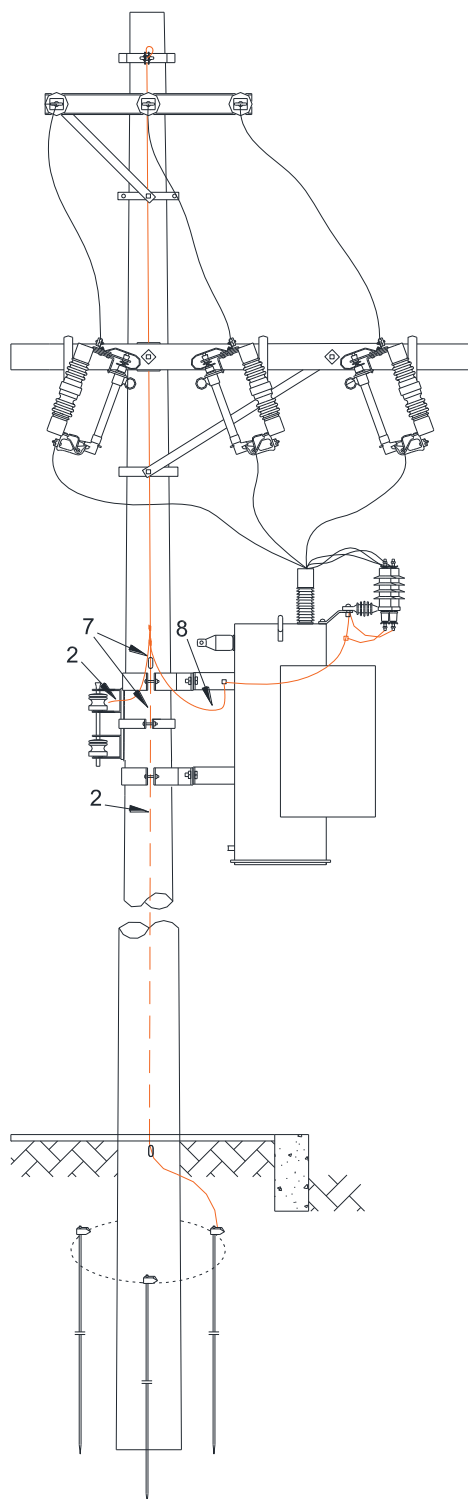
Aterramento Transformador Rede Compacta – Fim de Linha (UnC 2828)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	2,5	Arame aço zincado 4 BWG	906
2	1	Haste terra cantoneira de aço	998
3	2	Conector tipo cunha alumínio CN12	2830
4	1	Conector tipo cunha alumínio CN11	2830
5	0,2	Cabo de cobre nu 16 mm ² meio duro	933
6	0,1	Massa calafetadora	1304
Relação de mão de obra			
---	---	MO inclusa nesta UnC	---

Para aterramento complementar simples com condutor externo ao poste, consultar item 6.28.
 Para o sistema de aterramento do barramento da cruzeta, consultar item 6.12.

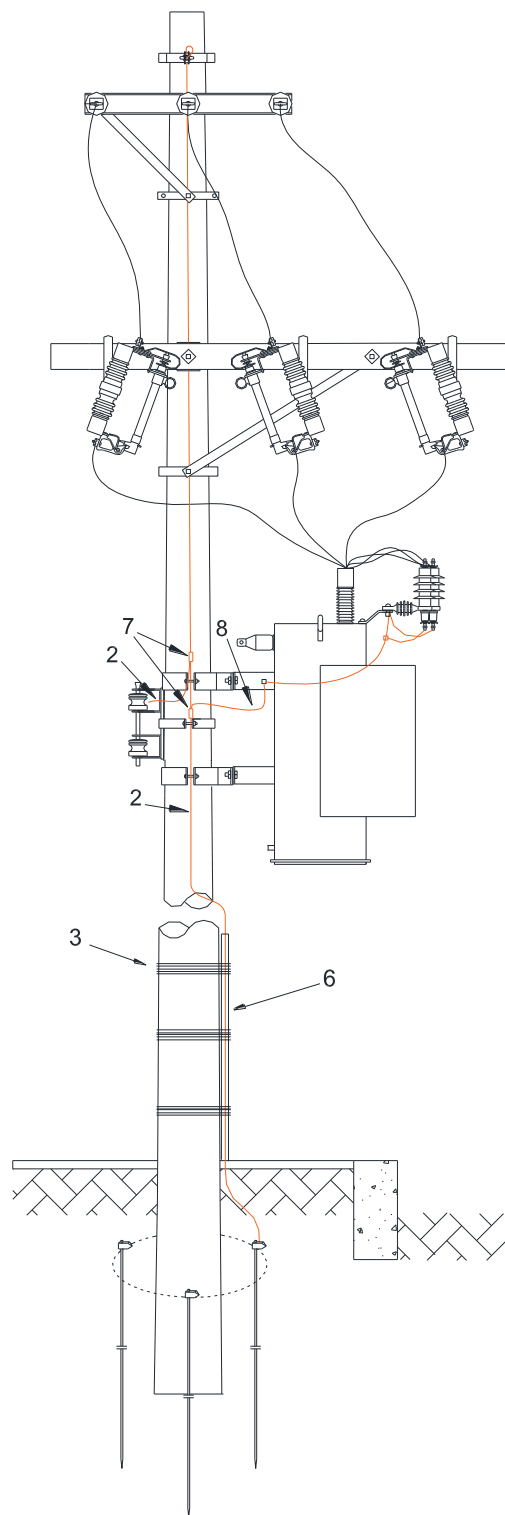
N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	21 de 72

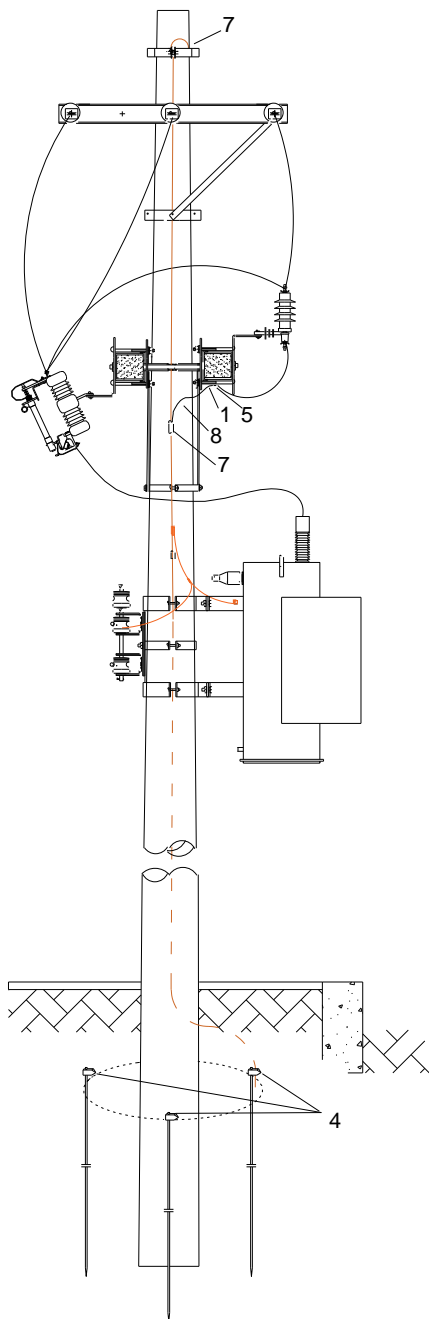
2) Aterramento de Transformador em Fim de Linha – 3 Hastes

Condutor Interno ao Poste

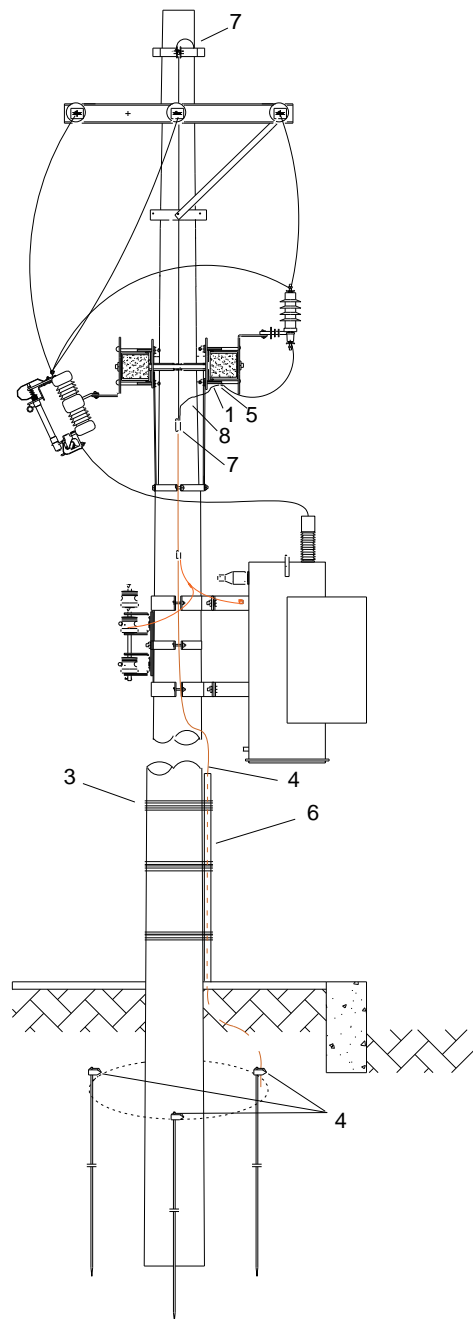


Condutor Externo ao Poste






Condutor Interno ao Poste



Condutor Externo ao Poste

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Especial para Transformador em Fim de Rede Primária Compacta e Secundária Multiplexada com condutor interno ao poste de concreto


Relação de Materiais – AT TRAFO 3H L RPC (UnC 2827)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
5	1	Conector Tipo Cunha Alumínio CN11	2830
7	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
8	,8	Fio de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
4	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Para aterramento com condutor externo ao poste, adicionar UnC conforme item 6.28.

Aterramento Especial para Transformador em Fim de Rede Primária Compacta e Secundária Multiplexada com condutor externo ao poste

Relação de Materiais – AT TRAFO 3H L RPC (UnC 14998)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
3	1,15	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm (12 BWG) (kg)	906
6	1	Tubo de PVC 3 m ½"	1380
5	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN10	2830
7	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
8	0,8	Fio de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
4	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	24 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.10 Equipamentos em Rede Rurais – Módulo Básico e Módulo Adicional

Para equipamentos instalados em áreas rurais, a área de projetos de redes de distribuição deverá solicitar a medição de resistividade do solo local, de acordo com a Orientação Técnica CPFL 708, para que se possa definir o arranjo adequado do sistema de aterramento.

A instalação deverá ser realizada primeiramente por módulo básico ou pelos aterramentos indicados em cada item do equipamento em questão e deverão ser instalados módulos adicionais, de acordo com a resistividade do local, até ser obtido o valor de resistência conforme item 6.2.

Para cada módulo de aterramento, seja ele básico ou adicional, deverá ser orçada uma mão de obra de aterramento de equipamento, conforme contrato CCM vigente da região.

Cada módulo, seja ele básico ou adicional, é constituído por 3 hastes, sendo estas instaladas a 120° uma da outra, conforme montagem abaixo.

Para equipamento MRT deverá ser utilizado, no mínimo, 1 módulo básico acrescido de 1 módulo adicional, constituindo, no total, um aterramento de 6 hastes. Após a execução, proceder à medição do valor da resistência de aterramento, de acordo com a Orientação Técnica CPFL 709, com valores admissíveis, conforme item 6.2. Caso seja insuficiente o aterramento instalado, deverão ser instalados módulos adicionais e medida a resistência de aterramento a cada módulo adicionado, até obter-se o valor necessário conforme item 6.11.

É imprescindível que os equipamentos rurais estejam localizados distantes de, no mínimo, 30 metros das edificações que abriguem pessoas ou animais. Distâncias menores que a citada aumentam os riscos às exposições das tensões perigosas de toque ou de passo durante a ocorrência de surtos atmosféricos e curto-circuito, o que exigirá a apresentação de projeto de aterramento a ser providenciado pelo interessado de forma a garantir os potenciais de segurança.

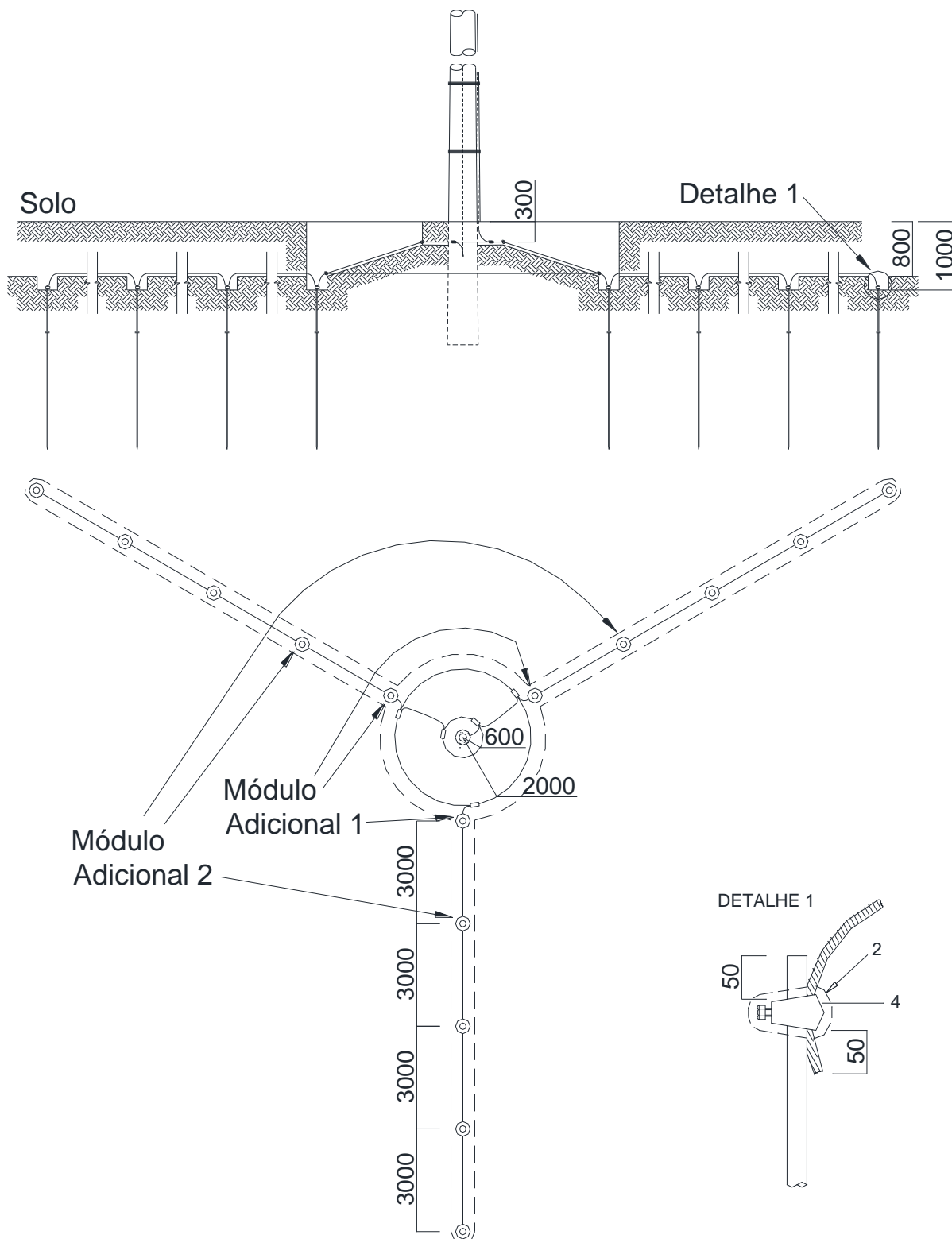
O quadro de medidores e a proteção do consumidor deverão estar localizados no poste de entrada do consumidor. Neste poste o aterramento é simples de 1 haste de terra para aterramento do neutro da rede secundária e do quadro de medidores, conforme definido no Padrão de Instalação CPFL 13.


Módulo adicional de 3 hastes

Aterramento complementar com malha de 3 hastes:

Item	Qtd	Lista de materiais – UnC 75570	GED
1	3	Conector cunha aterramento	13032
2	2,2	Cabo de cobre nu 16 mm ²	933
3	3	Conector parafuso fendido	943
4	3	Haste para aterramento cobreada 5/8" x 2,40 m	986
5	1,8	Massa calafetadora	1304
Relação de mão de obra			
---	1	M.O Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	25 de 72



 Uso Interno CPFL CPFL ENERGIA Público	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

6.11 Aterramento de sistema MRT

6.11.1 Valores admissíveis da resistência de aterramento

A resistência de aterramento, para o transformador de distribuição, deverá ser igual ou menor que o valor da Tabela 1 abaixo, com erro de + 10%.


Tabela 2 – Resistência de aterramento transformador MRT (Ohms)

Potência do transformador (kVA)	Tensão (kV)		
	11,9	13,8	25,0
5	35	42	75
10	17	21	37
15	11	14	24
25	6	8	14

As resistências de aterramento necessárias aos transformadores de isolamento deverão ser menores que as mostradas na Tabela 2 abaixo, com erro de +10%.

Tabela 3 – Resistência de aterramento transformador de isolamento MRT (Ohms)

Potência do transformador (kVA)	Tensão (kV)		
	11,9	13,8	25,0
25	6	8	14
50	3	4	7
75	2,5	2,5	5
100	1,5	1,5	3

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.11.2 Aterramento de estrutura de transformador monofásico (MRT) com haste cobreada

Os aterramentos de estruturas de transformador monofásico em sistema MRT devem ser executados com aterramento especial – módulo rural com hastes aço-cobreadas, conforme item 6.10, sendo, no mínimo, 1 módulo básico e 1 módulo adicional, totalizando 6 hastes. Para redes compactas, orçar adicionalmente o aterramento de cabo mensageiro.

Detalhe de montagem ver item 6.11.3 para cabo de descida do poste e malha de aterramento – utilizar hastes cobreadas de Ø 5/8" de 3,00 m.

Os anéis que circundam os postes destinam-se a reduzir a tensão de passo e de toque em ocasiões de defeitos.

Deve-se atentar devidamente a fim de evitar que eletrodos de terra fiquem encostados ou muito próximos a encanamentos enterrados.

O eletroduto de PVC deverá ser fixado com bandagem de 5 voltas de arame, espaçados em 1,0 m.

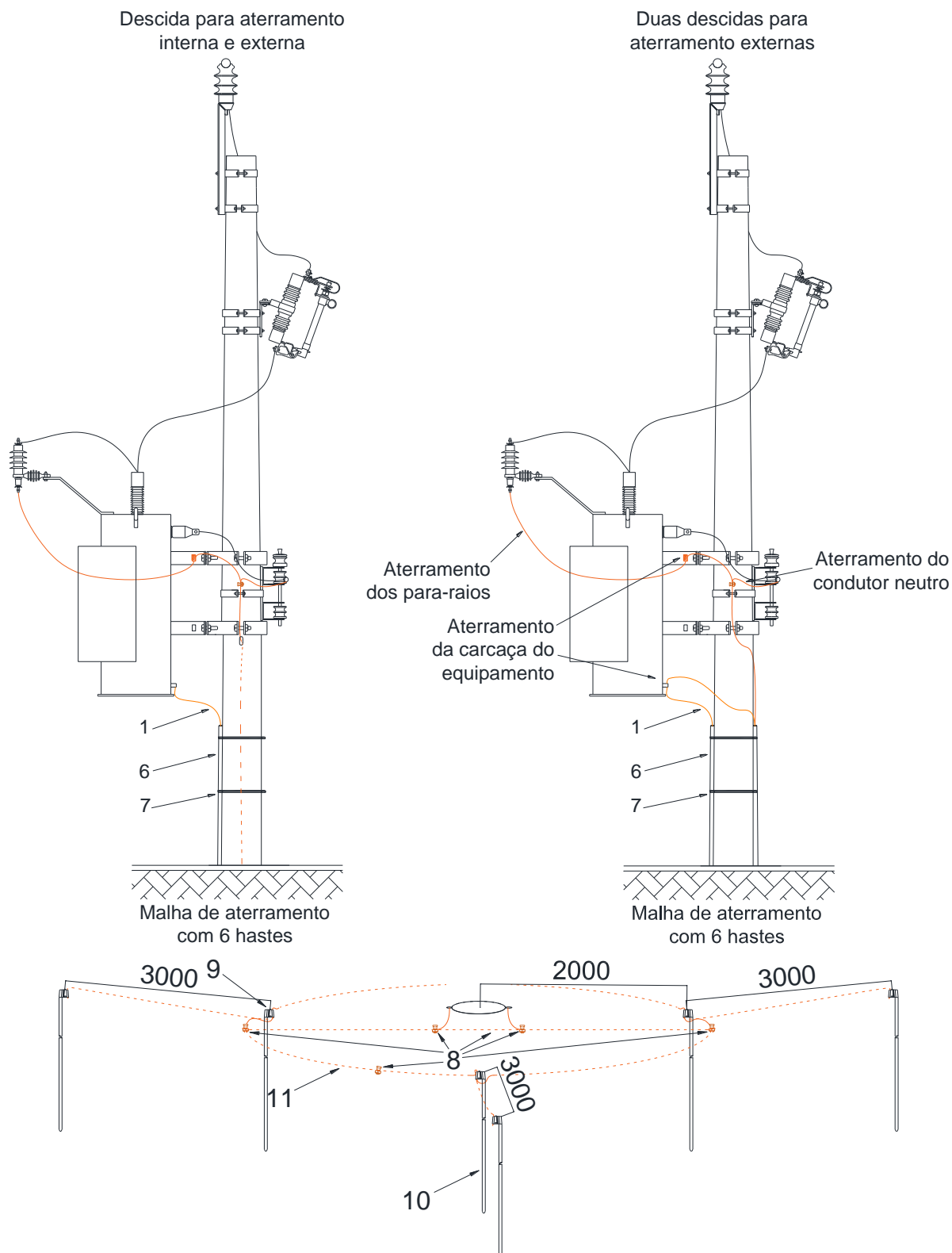
Para postes duplo T, considerar os componentes para aterramento externo.


Para transformadores em área rural, principalmente MRT, deverá ser solicitado laudo ou realizada a medição de resistência de aterramento de acordo com a Orientação Técnica CPFL 709, com valores admissíveis na tabela 3 do item 6.2 desta norma.

Não se obtendo valor adequado, incrementar Módulos Adicionais de 3 hastes, podendo ser aplicado até 21 hastes por transformador.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	14/02/2023	28 de 72

6.11.3 Aterramento Estrutura MRT – Rede Primária Nua



 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

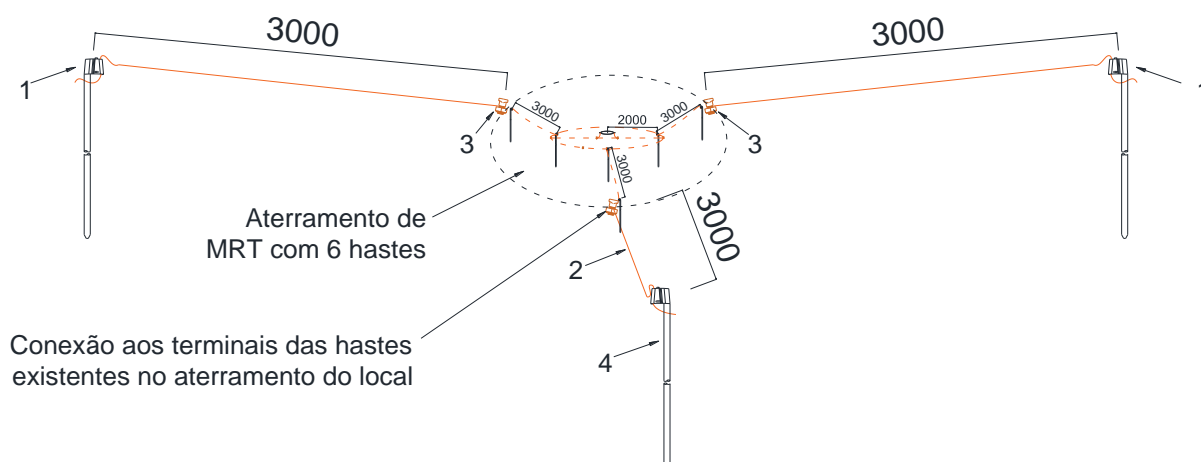
Módulo Básico – UnC 15000 - ET_MRT_MODBAS6H			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	9	Conector Parafuso Fendido de Cobre 4 - 2 x 8 - 2 AWG	943
2	7,15	Cabo de Cobre nu meio duro 16 mm ² (kg)	933
3	1,15	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm (12 BWG) (kg)	906
4	1	Tubo de PVC 3 m 1/2"	1380
5	6	Haste de Aterramento Cobre-Aço 2400 mm 13 mm ²	986
6	6	Conector Cunha Aterramento para Hastes Cobre-aço de Alumínio	2830
7	1,4	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

* compra local

Para aterramento complementar simples com condutor externo ao poste, consultar item 6.28.

Aterramento complementar com malha de 3 hastes:

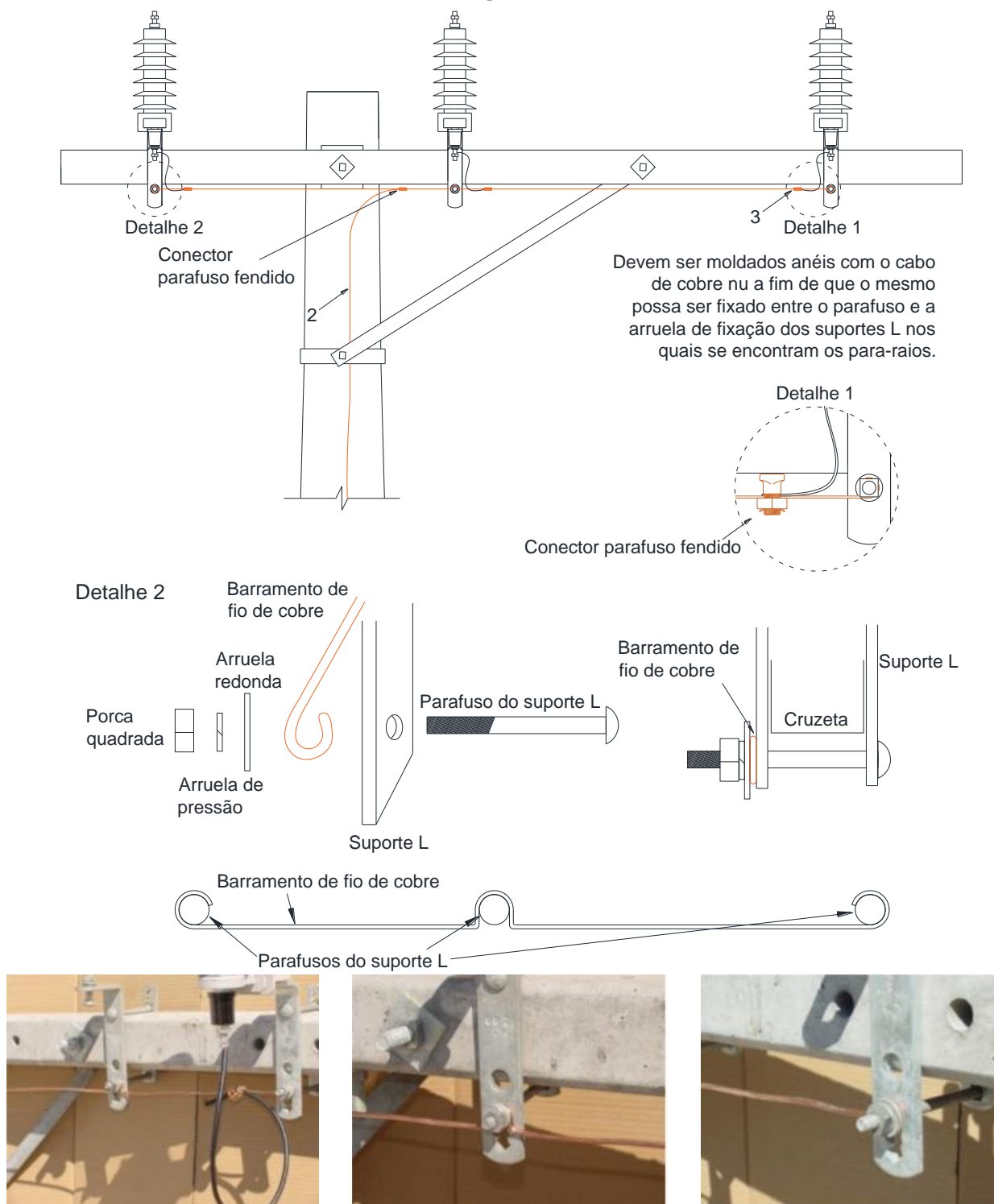
Item	Qtd	Lista de materiais – UnC 75570	GED
1	3	Conector cunha aterramento	13032
2	2,2	Cabo de cobre nu 16 mm ²	933
3	3	Conector parafuso fendido	943
4	3	Haste para aterramento cobreada 5/8" x 2,40 m	986
5	1,8	Massa calafetadora	1304
Relação de mão de obra			
---	1	M.O Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM



N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	30 de 72

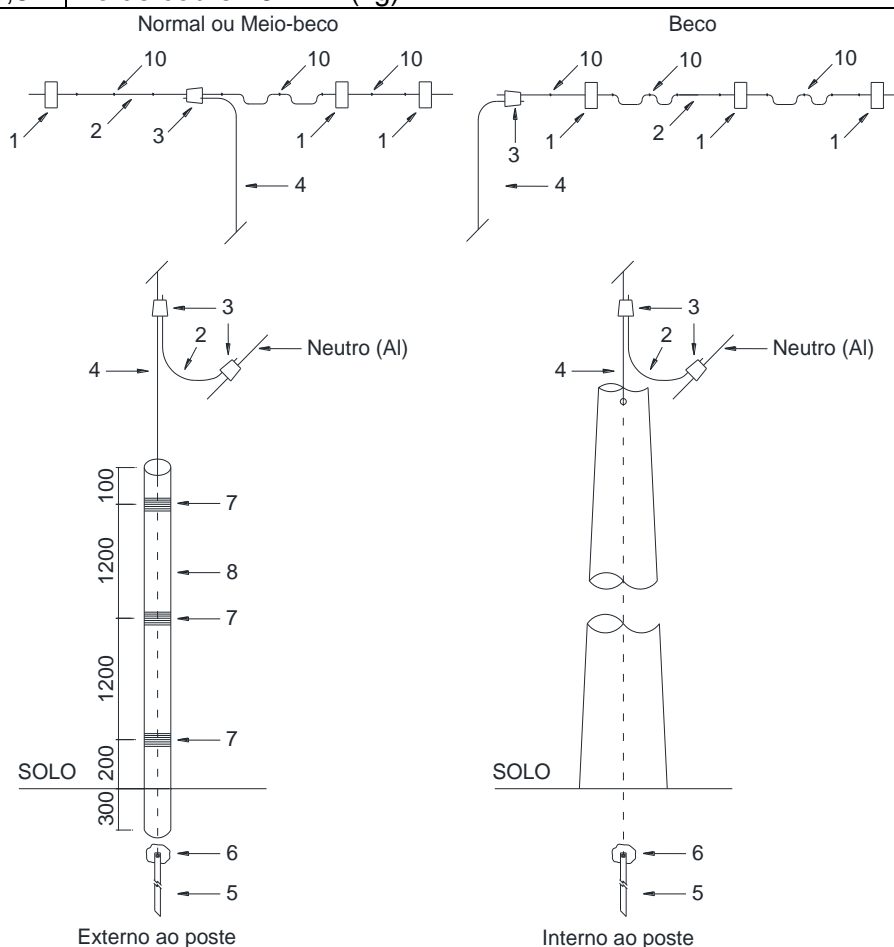
6.12 Aterramento Montagem – PRMT

6.12.1 Aterramento Estrutura PRMT Tangente em Rede Primária e Secundária Nua



Sistema de Aterramento de Barramento em Cruzeta

Sistema de Aterramento de Barramento em Cruzeta (UnC 36)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
3	3	Conector parafuso fendido de cobre	943
1	1	Conector tipo cunha alumínio CN12	2830
2	0,8	Fio de cobre 16 mm ² (kg)	933

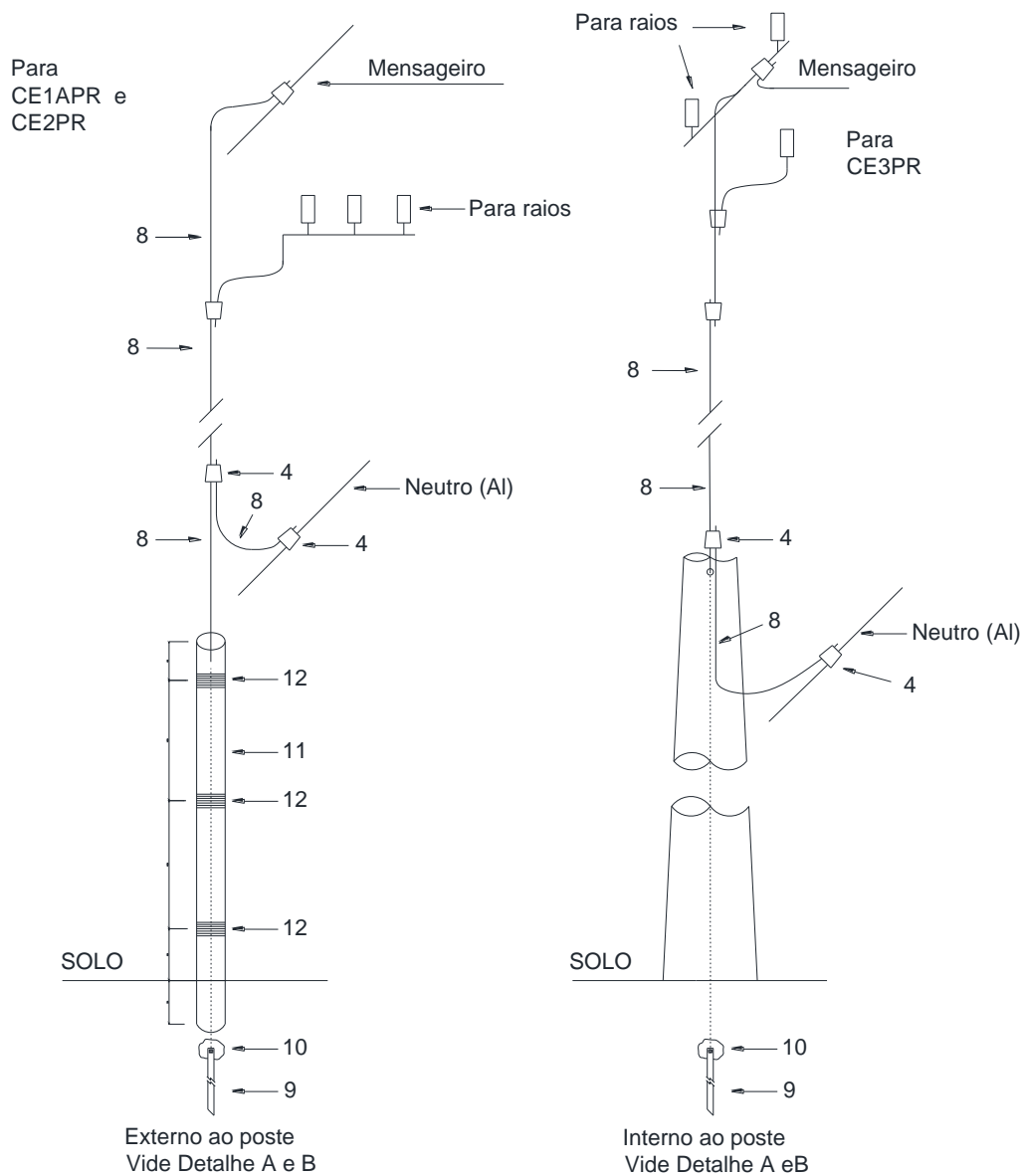



Nota: Condutor de descida do terra na estrutura do PRMT deve ser conectado ao neutro da rede.

Rede Nua Fim de Linha sem Neutro Contínuo condutor interno ao poste

Relação de Materiais – Fim de linha: UnC 26034 Tangente: UnC 11034				
Item	Fim L	Tang	Descrição	GED
1	0,6	0,2	Massa calafetadora (kg)	1304
2	3,6	2,5	Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
3	3	1	Haste cantoneira Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
Relação de Mão de Obra				
---	1		M.O Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

6.12.2 Aterramento Montagem – PRMT em Rede Compacta



 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Rede Compacta Fim de Linha sem Neutro Contínuo – Condutor interno ao poste

Relação de Materiais – AT PRMT 3H L RPC (UnC 12064)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05mm (4BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400mm perfil L	998
3	1	Conector Tipo Cunha Alumínio CN11	2830
4	1	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
5	0,8	Fio de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
6	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Rede Compacta Tangente sem Neutro Contínuo – Condutor interno ao poste

Relação de Materiais – AT 1H L RPC (UnC 35)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Conector Cunha de Alumínio CN11	2830
2	1	Conector Cunha de Alumínio CN12	2830
3	2,5	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG)	906
4	1	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
5	0,2	Fio de cobre nu 16mm ² meio duro	921
7	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Para aterramento com condutor externo ao poste, adicionar UnC conforme item 6.28.

Além dos materiais acima, deverá ser orçada a interligação do arame de aço no neutro avulsa.

Lista de Materiais em Rede com Neutro Secundário			
Item	Qtd.	Descrição	GED
4	2	Conector Cunha AL	2830
8	Nec.	Arame Aço-Galvanizado 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906

Obs.: para orçar o Arame 4 BWG avulso por metro UnC 92222

Para aterramento com condutor externo ao poste, adicionar UnC conforme item 6.28.

Notas:

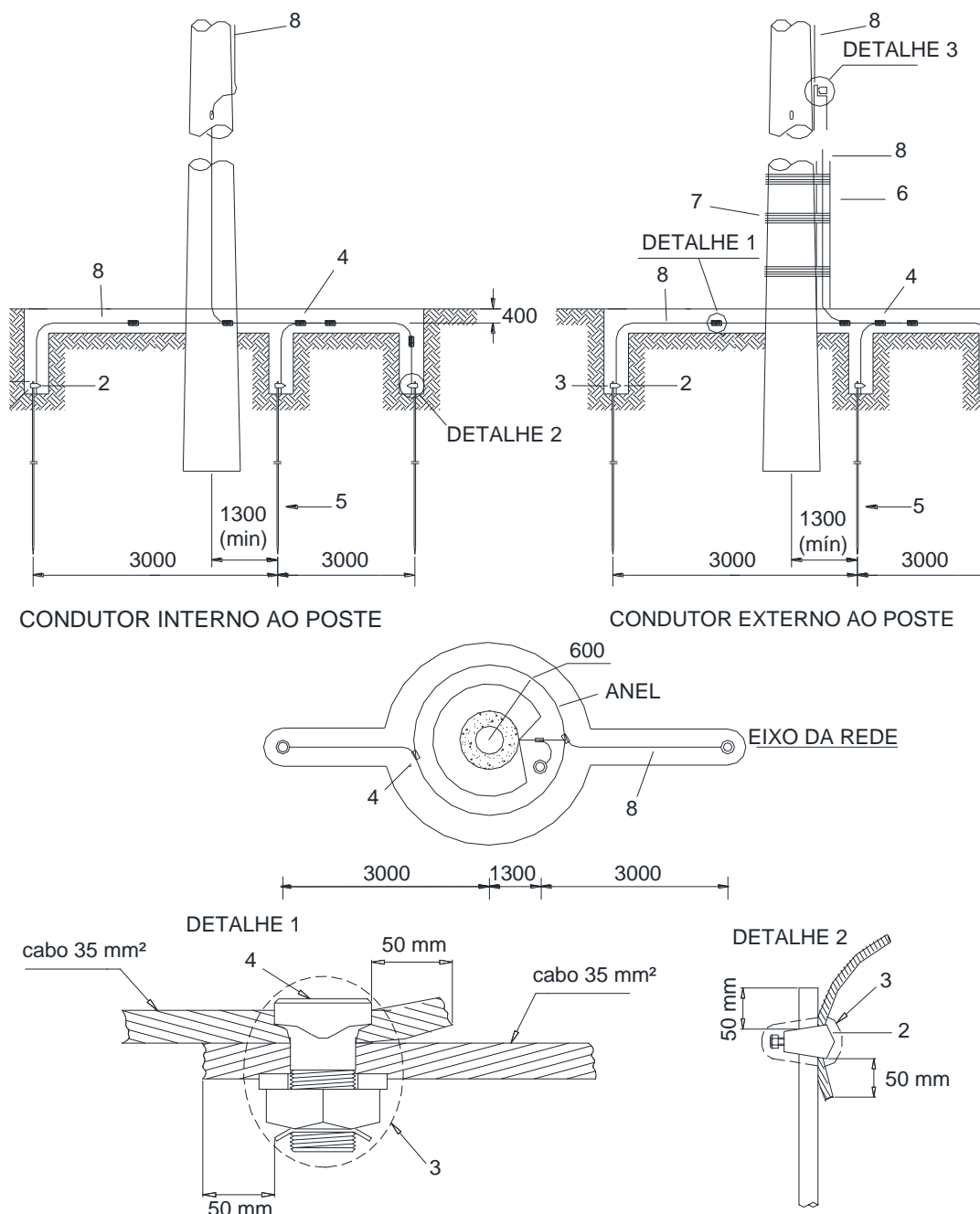
- Condutor de descida do terra na Estrutura do PRMT deve ser conectado ao neutro da rede.


N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	34 de 72

6.13 Aterramento especial na rede com neutro multiterrado – Chave a Óleo

Constitui-se, basicamente, de um anel de cabo de cobre nu, 02 AWG, ao redor do poste com um determinado comprimento, conectado a três hastes cilíndricas cobreadas de $\varnothing 14,5 \text{ mm}^2$ (5/8") e 3 m de comprimento.

Observação: Para todo equipamento 15 kV, em área urbana, deverá ser realizada medição de resistência de aterramento, de acordo com Orientação Técnica CPFL 709, com valores admissíveis no item 6.2 desta norma.



 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Módulo Básico Especial para Equipamento 15 kV em Rede Primária Urbano Nua com Neutro 2 AWG e conector CN12 com condutor externo ao poste

Relação de Materiais – UnC 745			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	2	Conector de Bronze para Aterramento 6 2 AWG	935
2	3	Conector Aterramento de Al para Hastes Cobre-aço	776
3	1,4	Massa Calafetadora (kg)	1304
4	4	Conector Parafuso Fendido de Fio Cobre 4-2x8 2 AWG	943
5	3	Haste de Aterramento Cobre-Aço 2400 mm 13 mm ²	986
6	3	Tubo de Ferro Zincado a Fogo ¾" (m)	*
7	1,15	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm ² (12 BWG) (kg)	906
8	6	Cabo de Cobre nu 35 mm ² 7 Fios Mole (kg)	933
9	1	Conector Cunha Aterramento de Alumínio CN12	2830
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

* compra local

Aterramento Módulo Básico Especial para Equipamento 15 kV em Rede Primária Urbano Nua com Neutro 70 mm² e conector CN10 com condutor externo ao poste


Relação de Materiais – UnC 576			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	2	Conector de Bronze para Aterramento 6 2 AWG	935
2	3	Conector Aterramento de Al para Hastes Cobre-aço	776
3	1,4	Massa Calafetadora (kg)	1304
4	4	Conector Parafuso Fendido de Cobre 4-2x8 2 AWG	943
5	3	Haste de Aterramento Cobre-aço 2400 mm 13 mm ²	986
6	3	Tubo de ferro Zincado a Fogo ¾" (m)	*
7	1,15	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm (12 BWG) (kg)	906
8	6	Cabo de Cobre nu 35 mm ² 7 Fios Mole (kg)	933
9	1	Conector Cunha Aterramento de Alumínio CN10	2830
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

* compra local

Aterramento Módulo Adicional Complementar com Haste Cobre-aço

Relação de Materiais – UnC 2408			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1,0	Massa Calafetadora (kg)	1304
2	2	Conector Cunha Aterramento de Alumínio	2830
3	3	Conector Parafuso Fendido de Cobre 4-2x8 2 AWG	943
4	2	Haste de Aterramento Cobre-aço 2400 mm 13mm ²	986
5	3	Cabo de Cobre nu 35 mm ² 7 Fios Mole (kg)	933
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	36 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Notas:

- Atentar-se para evitar que os eletrodos de terra fiquem encostados ou muito próximos de encanamentos enterrados nas calçadas;
- O anel que circunda o poste destina-se a reduzir a tensão de passo e de toque em ocasiões com defeito;
- O condutor neutro da rede deverá ser interligado ao sistema de terra;
- Fixar o tubo de ferro com bandagem de 5 voltas de arame espaçados de 1 metro;
- Para condutor neutro 2 AWG aterramento com 3 hastes, adotar UnC 745;
- Para condutor neutro 70 mm² aterramento com 3 hastes, adotar UnC 576.

6.14 Aterramento de Bancos Capacitores

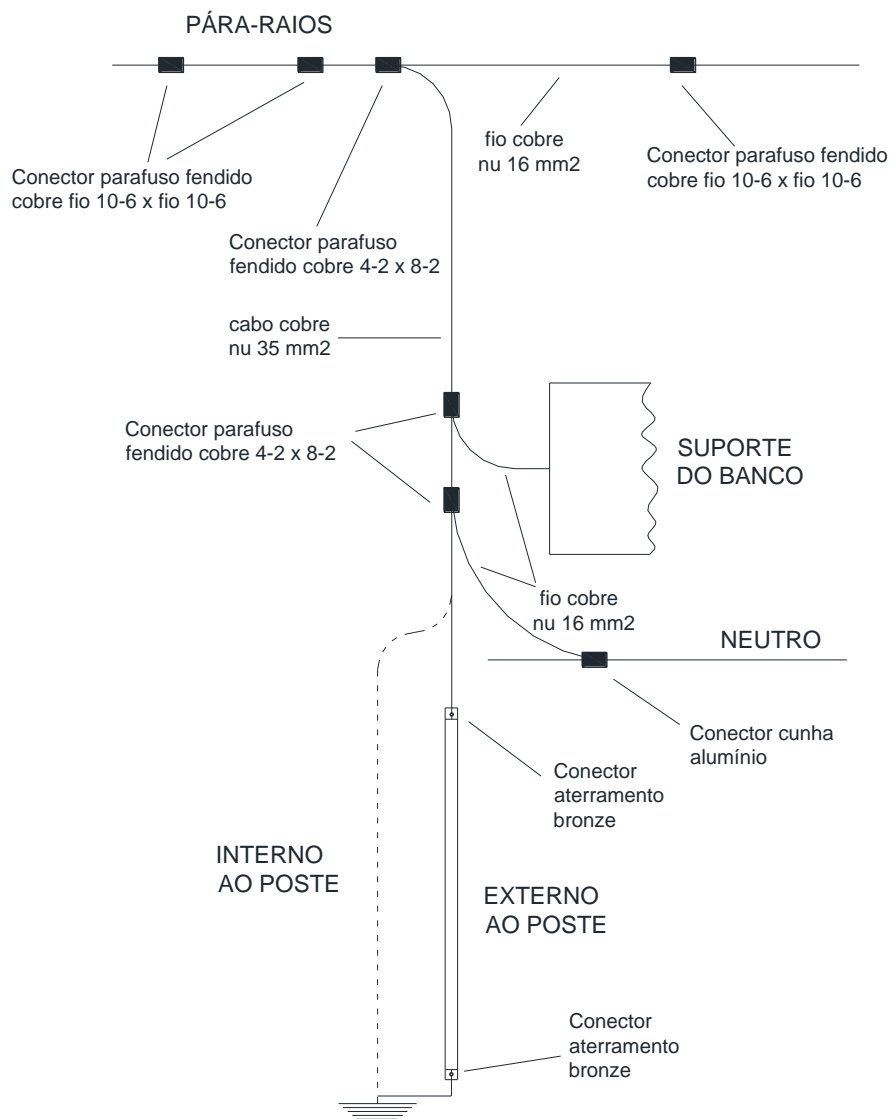
6.14.1 Lista de materiais

Aterramento Especial para Banco Capacitor – UnC 3134			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1,0	Massa Calafetadora (kg)	1304
2	3	Conector Cunha Aterramento de Alumínio	2830
3	4	Conector Parafuso Fendido de Cobre 4-2x8 2 AWG	943
4	3	Haste de Aterramento Cobre-aço 2400 mm 13 mm ²	986
5	6,5	Cabo de Cobre nu 35 mm ² 7 Fios Mole (kg)	933
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

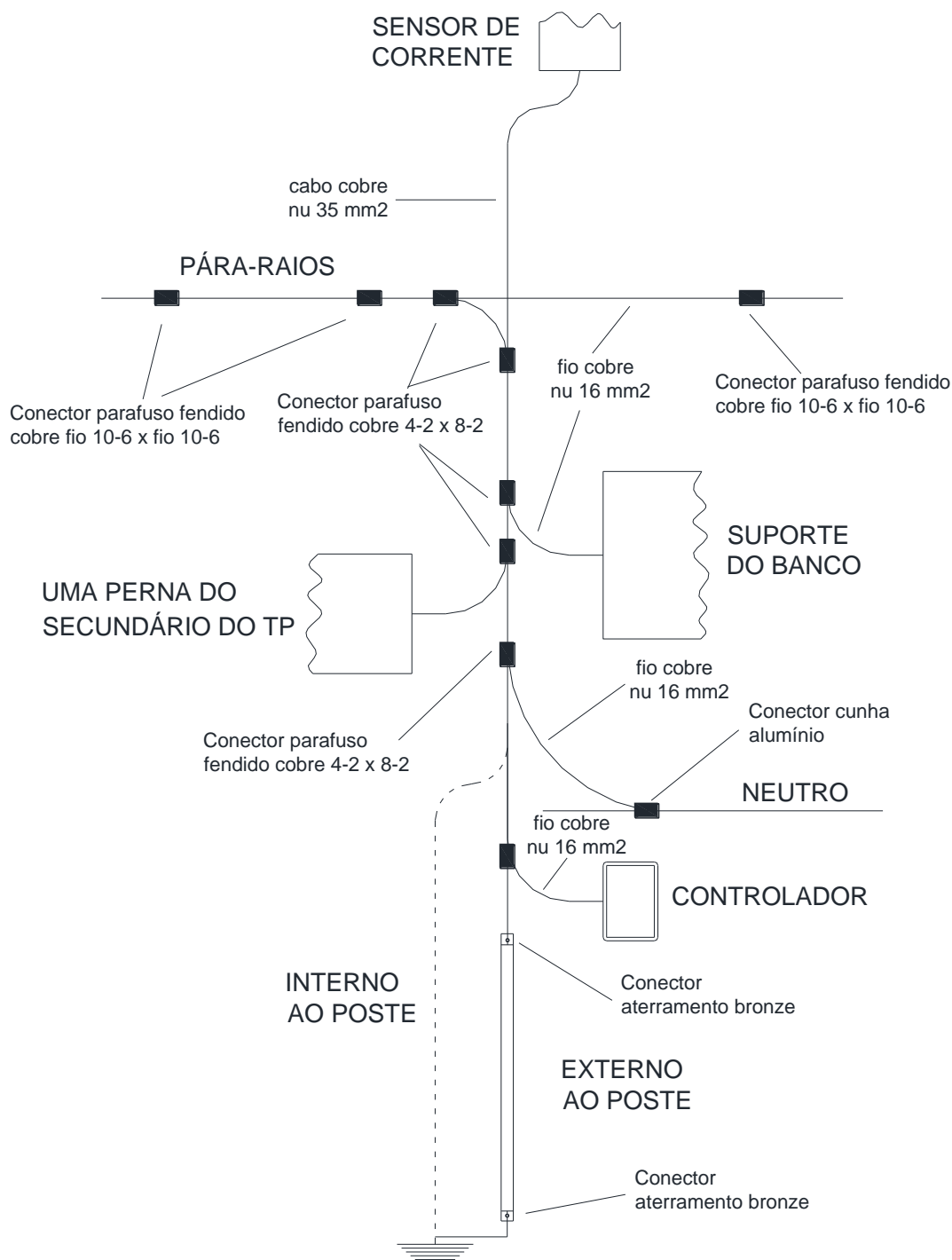
Complemento Aterramento Equipamento Especial Externo ao Poste (UnC 2829)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Tubo PVC ½"	935
2	1,5	Arame de aço zincado 12 BWG (kg)	906


N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	37 de 72

6.14.2 Banco Capacitor – Fixo



6.14.4 Banco Capacitor – Controle por reativo



 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.15 Aterramento de Religadores

Abaixo estão descritos os aterramentos de religadores, sendo as UnCs para utilização em estruturas de religadores com suporte de para-raios, conforme documento 18360, e com para-raios em cruzetas, conforme documento fora de padrão 17463 para estruturas existentes. Para os materiais não contidos nas listas abaixo, consultar os respectivos documentos para orçamento.

6.15.1 Lista de Materiais para o Aterramento

Aterramento Especial – ET_RA_3H (UnC 9065)			
Item	Qtde	Descrição	GED
1	3	Conector cunha aterramento para haste cobreada	13032
2	0,9	Massa calafetadora (kg)	1304
3	9,5	Cabo de cobre nu 35 mm ² 19 fios (kg)	933
4	3	Conector parafuso fendido cobre 4-2 x 8-2 AWG	943
5	3	Haste de Aterramento Cobre-aço 2400 mm 13 mm ²	986

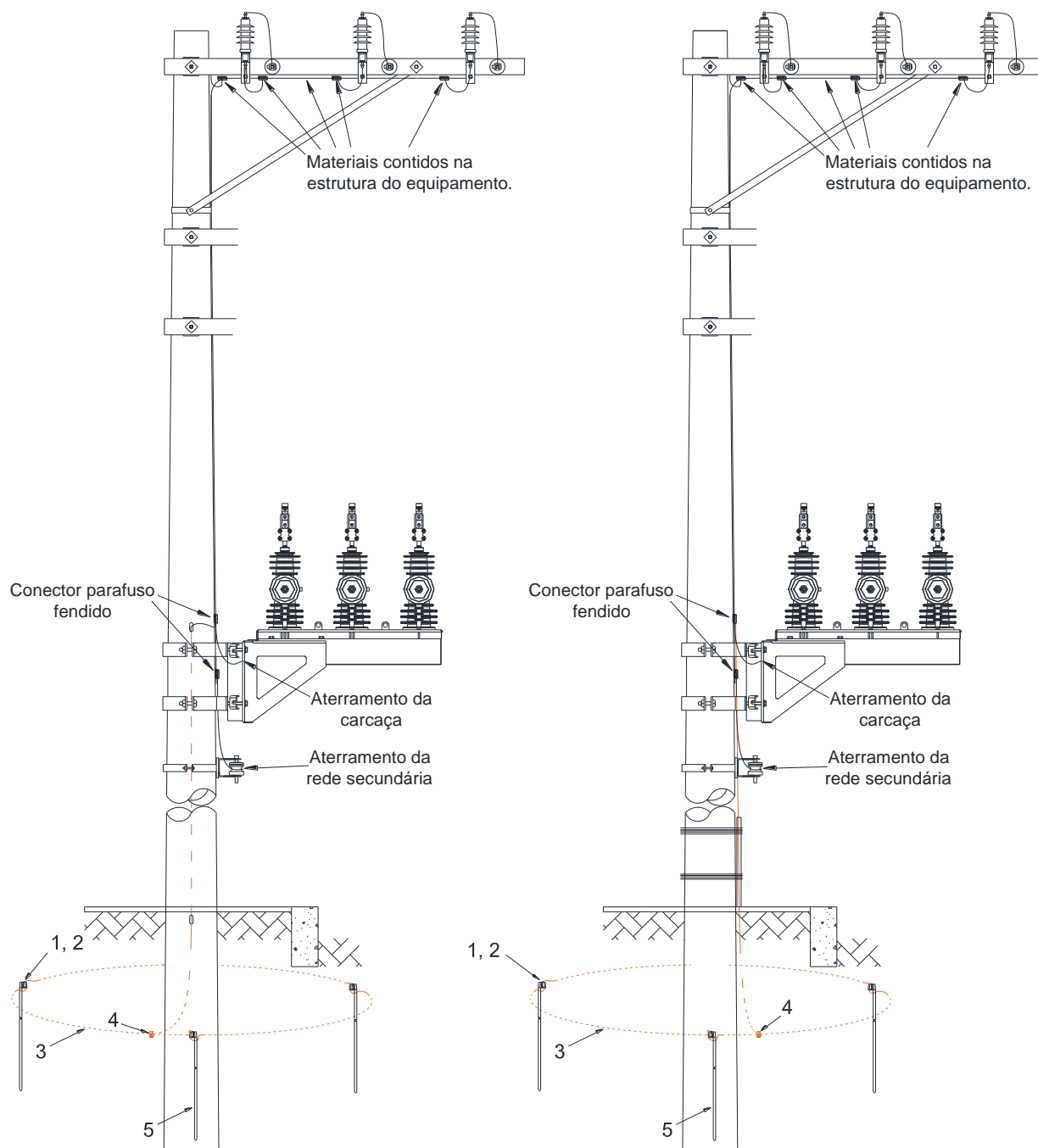
Para aterramento externo ao poste, orçar conforme item 6.28 deste documento.

Deve ser orçada estrutura abaixo para aterramento de para-raios para estruturas com suporte de para-raios e de para-raios instalados em cruzetas.

Aterramento de estrutura de para-raios – UnC 9050			
Item	Qtde	Descrição	GED
6	0,8	Fio de cobre nu meio mole 16 mm ² (kg)	933
4	11	Conector parafuso fendido 4-2 x fio 8-2 AWG	943

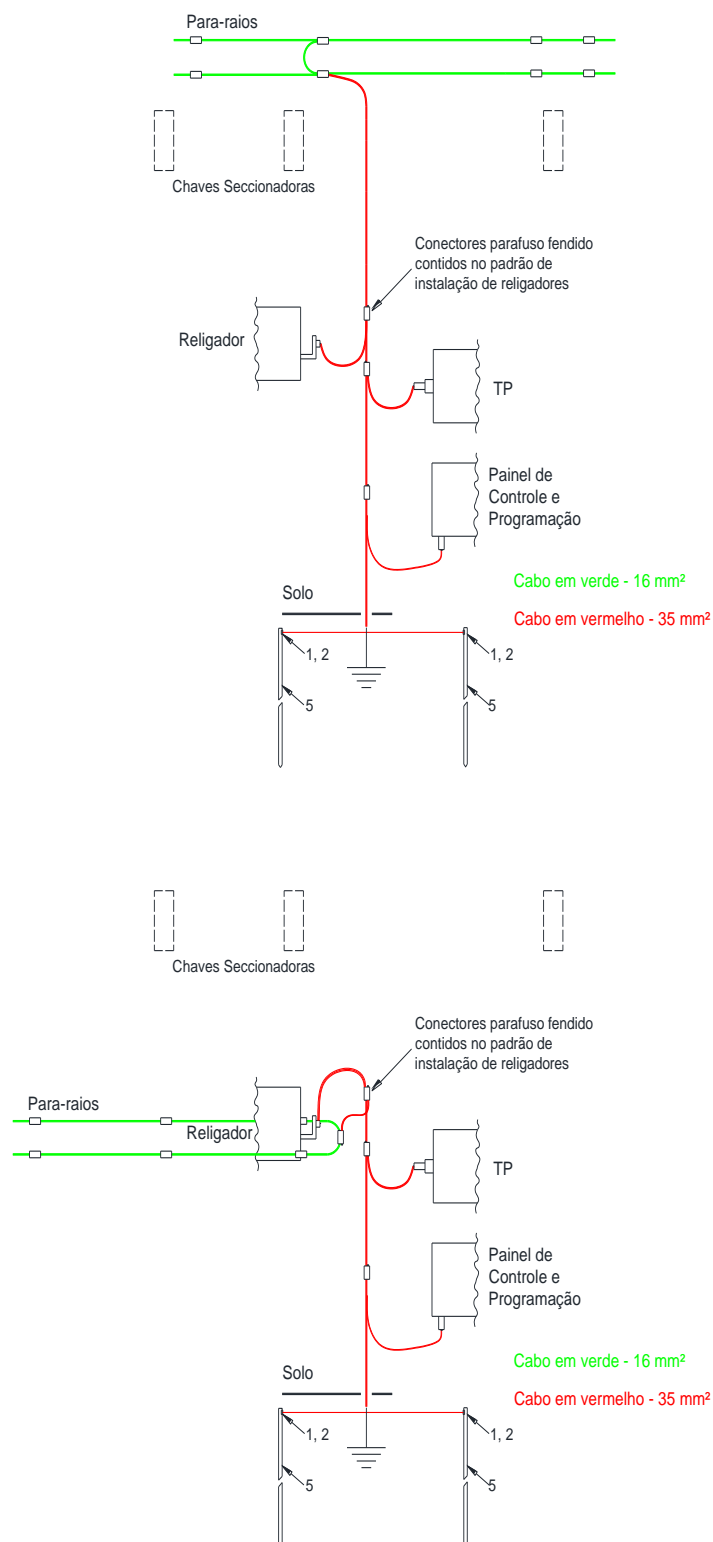
Para aterramento de secundária ou cabo mensageiro, caso seja rede compacta, deve ser orçada UnC conforme item 6.6.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	41 de 72

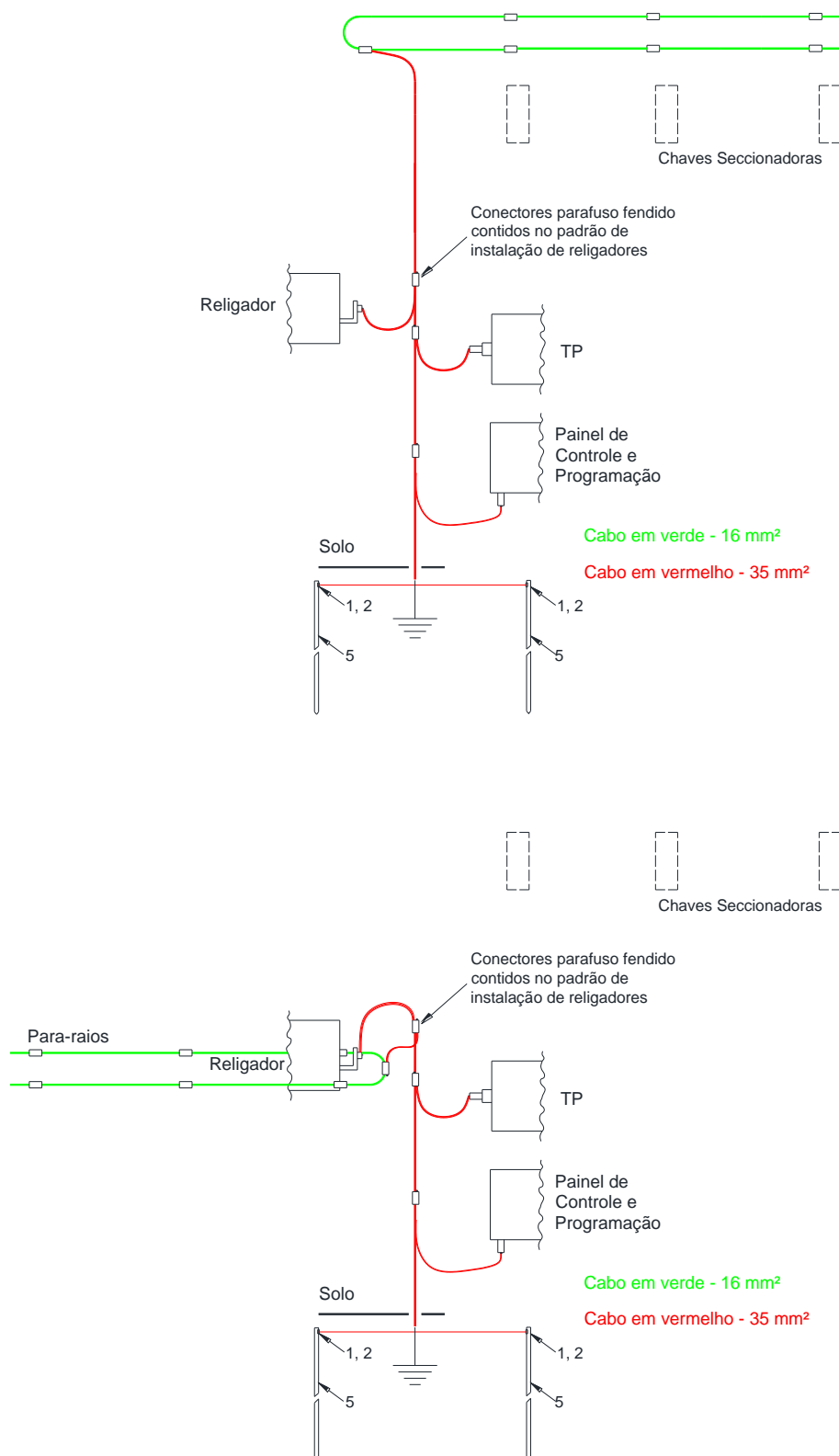


Esta estrutura é válida, também, para estruturas de religadores com para-raios em suporte na altura do equipamento, conforme documento 18360.

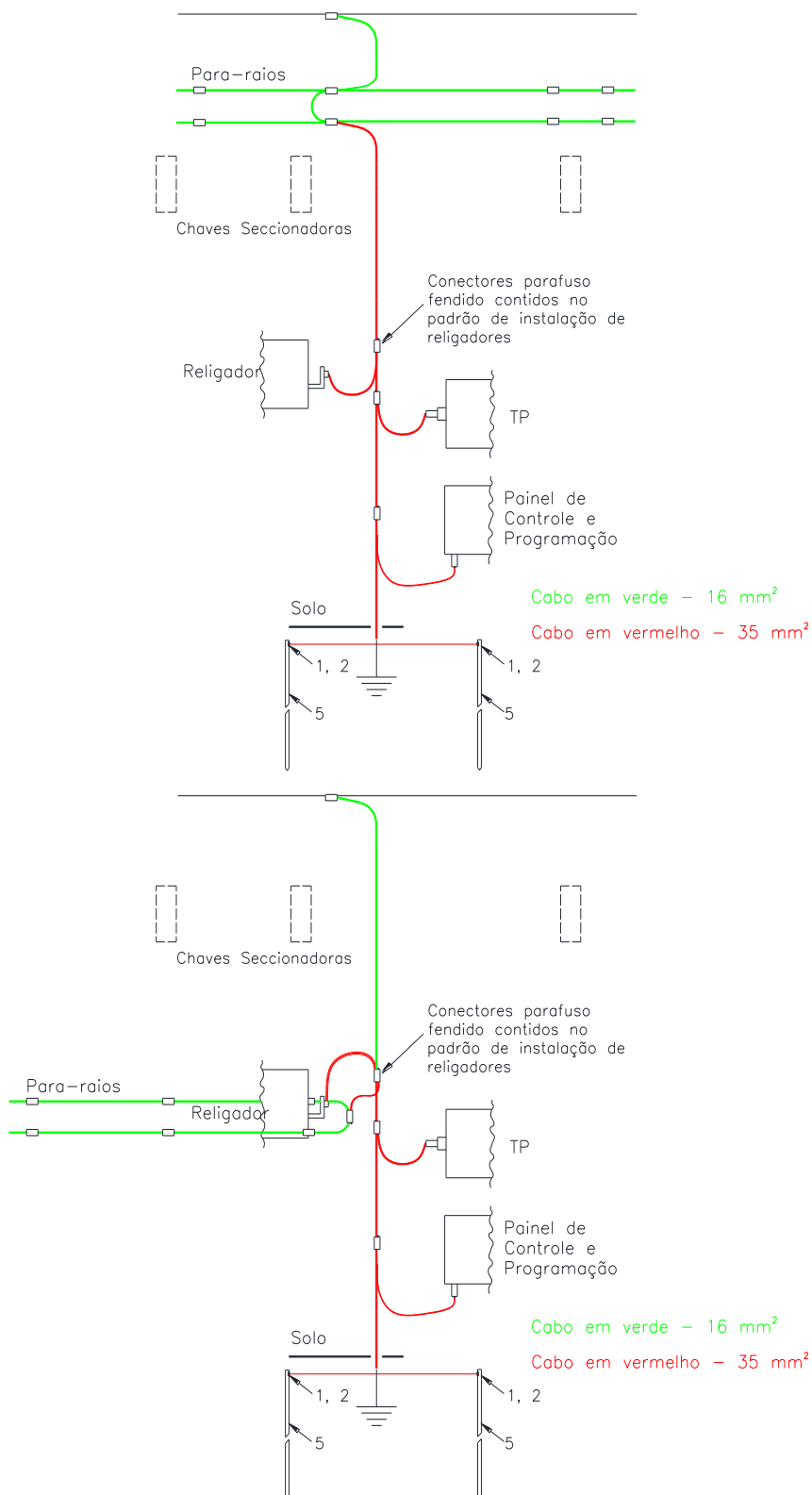
6.15.2 Rede Primária Nua (Meio Beco)




6.15.3 Rede Primária Nua (Beco)



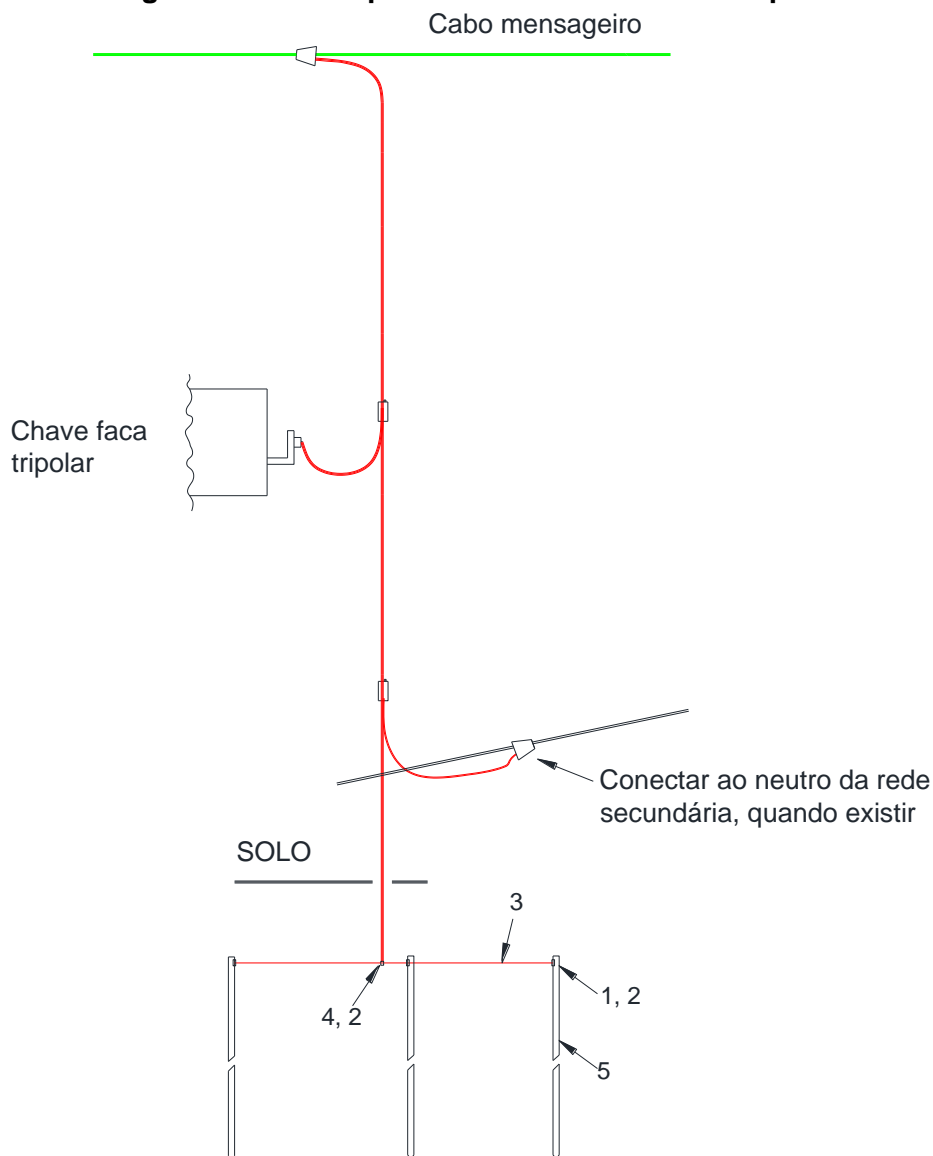
6.15.4 Rede Primária Compacta



 Uso Interno CPFL Público	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

6.16 Aterramento de Chave Seccionadora Tripolar em Carga

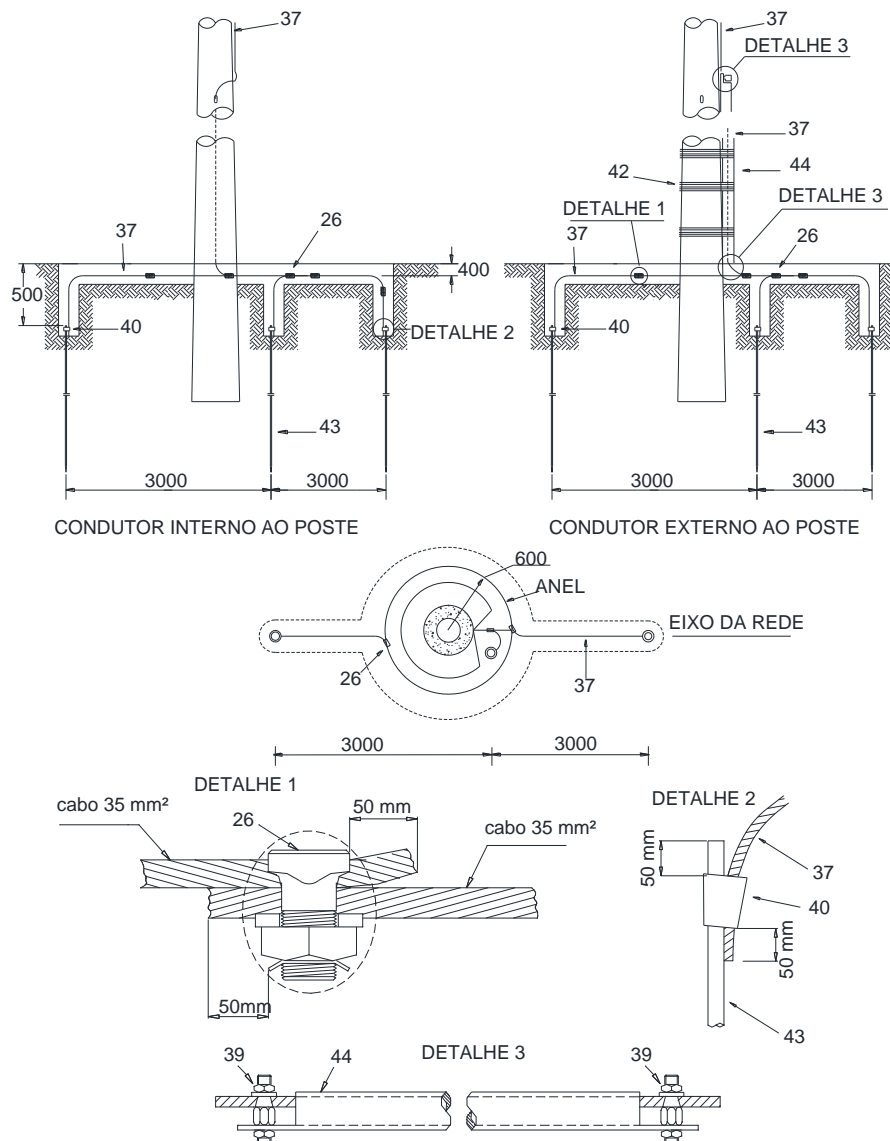
Aterramento Montagem – Chave Tripolar em Rede Primária Compacta




Para o aterramento desta estrutura, deverá ser orçada UnC de aterramento de religadores, conforme item 6.15. Caso haja cabo mensageiro ou rede secundária no local, orçar conforme item 6.6.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	46 de 72

6.17 Aterramento Especial para Chave Tripolar em Rede Primária Compacta



Aterramento Especial – ET_ChaveCE (UnC 15650)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
40	3	Conector cunha aterramento para haste cobre-aço	13032
41	1,2	Massa calafetadora (kg)	1304
37	6	Cabo de cobre nu 35mm ² 19 fios (kg)	933
26	5	Conector parafuso fendido cobre 4-2 x 8-2 AWG	943
43	3	Haste de Aterramento Cobre-aço 2400 mm 13 mm ²	986
-	1	Conector Cunha CN10	2830
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

 Uso Interno CPFL Público	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

6.18 Aterramento de Conjuntos de Medição Externa

O conjunto de medição externa necessita de aterramentos distintos entre o equipamento e a estrutura de para-raios. Portanto deverá ser realizado o aterramento do equipamento sempre externamente ao poste, utilizando a UnC abaixo com os materiais contidos nela, conectando a esta descida a caixa do mostrador remoto, e deverá ser realizada descida distinta para aterramento dos para-raios, sendo esta interna, caso seja poste novo, ou externa, para postes existentes.

Deverá ser orçado o aterramento da estrutura de para-raios, conforme item 6.12. Para o restante deverá ser realizado aterramento conforme UnC abaixo.

Relação de Materiais – AT CONJ MED (UnC 55001)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1,15	Arame aço galvanizado 12 BWG 2,77 mm	906
2	3	Haste para aterramento cobreada 5/8" x 2,40 m	998
3	3	Conector cunha alumínio CN12 para aterramento	2830
4	1	Tubo de PVC 3 m 1/2"	1380
5	5	Conector parafuso fendido CU 2 2/0 AWG	943
6	1	Massa Calafetadora (kg)	1304
7	6	Cabo de cobre nu 35 mm ²	933
Relação de Mão de Obra			
---	---	MO Aterramento de Rede/Equipamento	CCM

Caso seja poste existente, será necessário realizar uma segunda descida, assim deverá ser orçado conforme item 6.28.

6.19 Aterramento especial com bentonita

O princípio de funcionamento consiste, essencialmente, na redução da resistividade do solo ao redor do eletrodo de terra, através da adição de material argila mineral denominado Bentonita, reduzindo-se consequentemente o valor da resistência de aterramento. Detalhe de utilização na Especificação Técnica CPFL 13080.

6.20 Aterramento com poste autoaterrado


Este tipo de aterramento é executado pelo próprio poste de rede fabricado com dispositivos de aterramento estrutural, no qual a ferragem do poste executa a função de eletrodo de aterramento da instalação elétrica. Este tipo de poste é denominado Poste Auto Aterrado. Para realização deste aterramento, consultar Padrão de Instalação CPFL 17464.

6.21 Aterramento em loteamentos isolados com neutro multiterrado e loteamentos com características urbanas, localizado em área rural

Nos casos de loteamentos isolados, normalmente de características urbanas, mas construído na área rural e alimentado por trecho de alimentador ou rede primária sem neutro contínuo e multiterrado, devem ser utilizados o sistema de aterramento simples com três hastes de aço galvanizado alinhadas, conforme item 6.8.

Em áreas mais críticas, mesmo com neutro contínuo e multiterrado, os transformadores poderão ser aterrados com três hastes cantoneira alinhadas.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	48 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramentos em loteamentos com características urbanas, localizados na área rural

Loteamentos, situados a distâncias de até 500 m do perímetro urbano, deverão possuir o neutro interligado com a rede urbana, conforme Norma Técnica CPFL 3667. Esse neutro deverá ser aterrado em ponto intermediário, de modo a obedecer à regra de um aterramento a cada 300m.

Os loteamentos deverão ter o neutro contínuo e multiaterrado, conforme Norma Técnica CPFL 3667, nas partes aplicáveis e alguns detalhes descritos a seguir:

Loteamentos com mais de quatro transformadores deverão possuir aterramento com três hastes cantoneira em linha e os neutros dos vários setores de transformador devem ser interligados. Os pontos a serem aterrados são os definidos na Norma Técnica CPFL 3667. Quando as redes secundárias forem construídas de forma gradativa, à medida que forem sendo ligadas aos consumidores, impossibilitando, dessa forma, a interligação do neutro desde o início, os transformadores e para-raios deverão ser aterrados com três hastes zincadas (detalhe de montagem itens 6.8. Nesse caso, os seccionamentos e fins de linha provisórios da rede secundária deverão receber aterramento simples.

Loteamentos com mais de um e até quatro transformadores utilizarão aterramentos com três hastes em cada transformador e para-raios, conforme item 6.9.1 para rede primária e secundária nua e item 6.9.2 para rede primária compacta e rede secundária multiplexada. Os seccionamentos e fins de linha da rede secundária, provisórios ou definitivos, deverão receber aterramento simples para rede secundária nua e para rede secundária multiplexada conforme montagens item 6.6.

Loteamentos com um transformador deverão receber o aterramento simples com três hastes neste equipamento. Os fins de linha das redes secundárias receberão aterramento simples com 1 haste de terra.

Na entrada do loteamento deve ser escolhido o poste mais conveniente para se instalar um conjunto de para-raios com aterramento simples com uma haste, detalhe de montagem item 6.12.1 rede primária nua e item 6.12.2 rede compacta.


Para os casos acima, deverão ser efetuadas as medições das resistências dos aterramentos, cujos valores máximos estão estabelecidos no item 6.2 desta norma. Não se obtendo valores dentro dos parâmetros, os aterramentos deverão receber melhoria através de hastes adicionais, paralelas ou profundas. Portanto, para se evitar imprevistos ou desperdícios, é recomendado que se faça, de início, um levantamento da resistividade do solo no local e se elabore o projeto do aterramento, definindo a configuração mais adequada sob os aspectos técnicos e econômicos.

6.22 Aterramento especial na rede sem neutro multiaterrado

O Aterramento Especial – Módulo Básico Rural deverá ser utilizado para os seguintes equipamentos, sempre que no local do aterramento não houver neutro contínuo e multiaterrado:

- Chaves tripolares de operação em carga;
- Bancos de capacitores;
- Religadores;
- Seccionalizadores;
- Para-raios em linha rural;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	49 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

- Exceção aos reguladores de tensão, cuja malha de terra tem uma particularidade conforme montagem item 6.29.

Por ocasião do projeto de instalação de equipamentos 15 kV, deverá ser realizada medição de resistividade do solo local, de acordo com Orientação Técnica CPFL 709, para que se possa definir o arranjo mais adequado do sistema de aterramento (Módulo Básico mais Módulos Adicionais). É recomendável que os equipamentos distem mais de 30 m de residências, currais, bicas de água, etc.

O aterramento Módulo Básico será constituído de dois anéis concêntricos de cabo de cobre nº 02 AWG, enterrados em profundidades diferentes, com o intuito de atenuar as tensões de passo e de toque, eventualmente ocasionadas por vazamentos elétricos na estrutura, e de quatro hastes emendadas ou não, dependendo do grau de penetrabilidade do terreno, conectadas ao anel externo e igualmente espaçadas entre si.

O projetista poderá orçar, além do aterramento Módulo Básico, de 1 a 8 Módulos Adicionais, dependendo do resultado da medição de resistividade efetuada no local. O número máximo de pontos de instalação das hastes será 20, considerando 1 haste em cada ponto. Ver montagem item 6.10.

Nos casos em que for previsto que não será possível obter a resistência máxima admissível com vinte hastes, deverá ser verificada a possibilidade de utilizar o Aterramento em Profundidade. Caso não seja recomendável a aplicação de Aterramento em Profundidade, deverá ser encaminhado para análise da Engenharia de Normas e Padrões.

Quando os referidos equipamentos forem instalados próximos à malha do neutro multiterrado, deverá ser feita a extensão do neutro, através da posteação existente, até o poste do equipamento e interligar com o aterramento especial proposto. Essa extensão deverá ser feita sempre que o equipamento estiver até 500 m do neutro da rede ou a distâncias maiores, quando as condições do solo não permitirem a obtenção de baixos valores de resistência de aterramento. A seção desse condutor neutro é definida na Norma Técnica CPFL 3667. Esse neutro deverá ser aterrado em ponto intermediário, de modo a obedecer à regra de um aterramento a cada 300 m.


Observação: Para equipamentos de classe 15 kV em área rural, antes da elaboração do projeto, deverá ser realizada medição da resistividade do solo de acordo com Orientação Técnica CPFL 708 e, após a execução, exigir a medição da resistência de aterramento, de acordo com Orientação Técnica CPFL 709, com valores admissíveis da tabela 3 do item 6.2 desta norma.

O aterramento a ser utilizado na inexistência de neutro contínuo e multiterrado nas extremidades de circuitos de telefonia, sinalização e telecomando em condutor multiterrado, em rede secundária, para-raios de linha BT e AT e em redes de proteção, deverá ser o aterramento simples com três hastes cantoneira alinhadas. Nestas situações, adotar o aterramento conforme item 6.8.

6.23 Aterramento de consumidores secundários

Sistema de aterramento de consumidores secundários detalhado no Padrão de Instalação CPFL 13.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	50 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.24 Aterramento de quadro de medidores coletivos

Sistema de aterramento de quadro de medidores coletivos detalhado no Padrão de Instalação CPFL 119.

6.25 Aterramento de câmaras transformadoras, cabines e outros

Sistema de aterramento de câmaras transformadoras, cabines e outros detalhado no Padrão de Instalação CPFL 2855.

Os sistemas de aterramento para os postos de medição e transformação devem ser feitos sob os postos de acordo com o Padrão de Instalação CPFL 2861, sendo necessário, além do apresentado em desenho, a instalação de um anel circundando o perímetro da edificação, atendendo ao mínimo o disposto na ABNT NBR 14039, interligado ao sistema de aterramento citado e afastado de, aproximadamente, 1,00 metro do perímetro, a no mínimo 600 mm de profundidade, podendo haver extensões para fora das áreas indicadas para atingir os valores mínimos exigidos.

Outras configurações serão admitidas desde que seja apresentado projeto completo, inclusive os cálculos de tensão de passo, de toque, de transferência, atendendo às prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação, conforme disposto na ABNT NBR 14039.

6.26 Aterramento de cercas

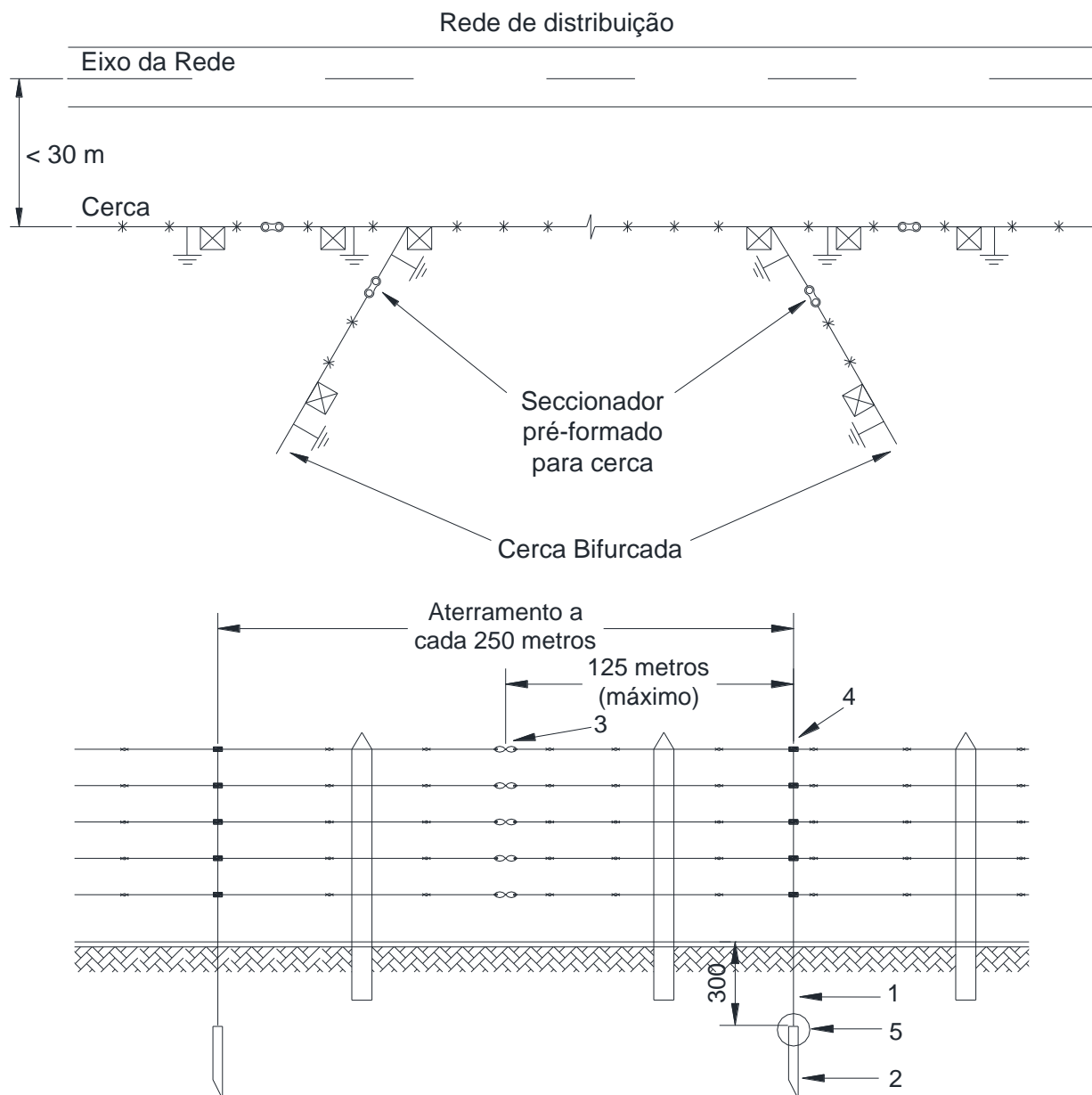
Este tipo de aterramento se destina à proteção de animais e pessoas nas imediações das linhas de distribuição de energia elétrica.


6.26.1 Aterramento Montagem – Cercas Paralelas

Para cercas paralelas instaladas a distâncias maiores que 30 metros do eixo da rede de distribuição, não é necessária instalação de aterramento pois a influência de campos eletrostáticos e eletromagnéticos é considerada desprezível.

Para cercas paralelas à rede de distribuição, instaladas a uma distância menor que 30 metros do eixo da rede, é necessária instalação de aterramento a cada 250 metros e, entre eles, é necessário seccionamento da rede, seja por seccionadores ou por mourões adicionais.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	51 de 72



 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 41)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	1	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
4	5	Presilhas Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG)	1359
5	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O já incluso na UnC	CCM

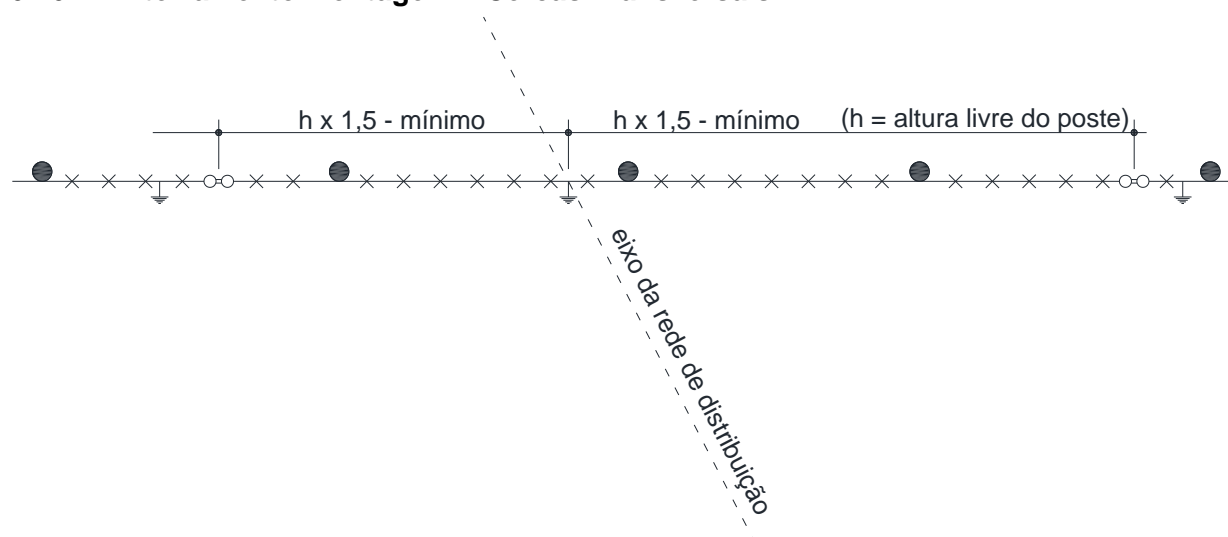
Excepcionalmente para regiões com solo rochoso onde não há a possibilidade de instalação de hastes de 2,40 metros, utilizar a seguinte UnC:

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 770)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	1	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 1200 mm perfil L	998
4	5	Presilhas Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG)	1359
5	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O já incluso na UnC	CCM

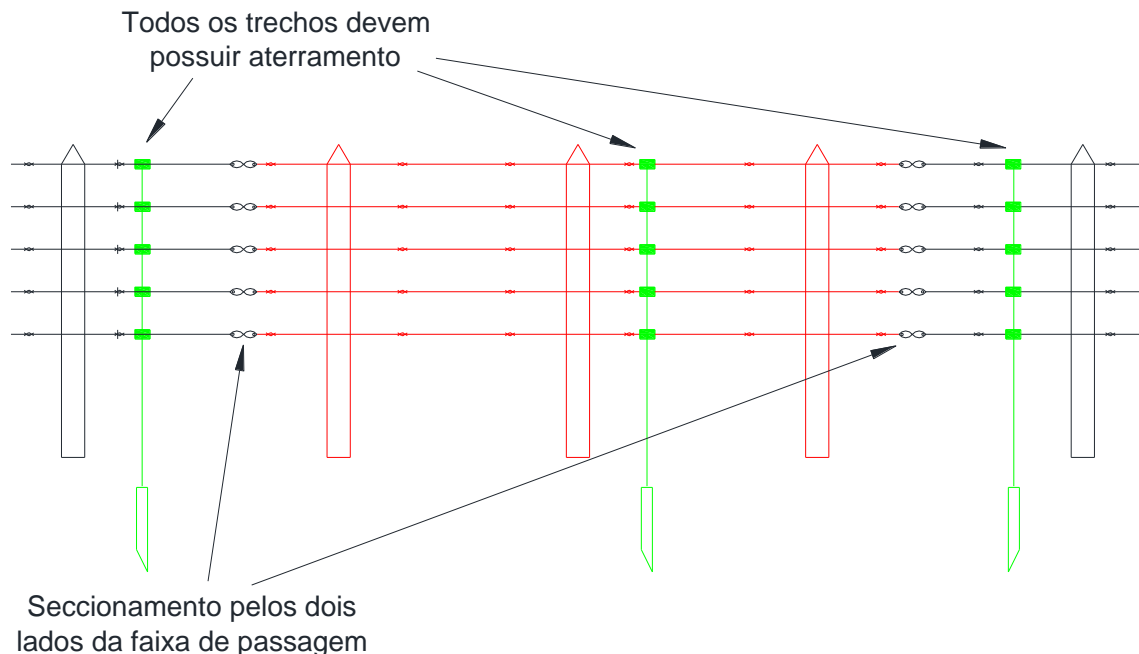
Notas:

- Os aterramentos deverão ser realizados distanciados entre, no máximo, 250 metros ao longo de todo trecho enquanto houver paralelismo, sendo que, a partir dos pontos de aterramento, a ± 125 metros, deve ser realizado seccionamento da cerca;
- Em cercas paraguaias a ligação da cerca à haste terra deve ser feita com dois arames da cerca em paralelo.

6.26.2 Aterramento Montagem – Cercas Transversais



N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	014/02/2023	53 de 72




Aterramento Duplo para Cerca Interligado

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 75580)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
3	15	Presilha Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG)	1359
4	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

Excepcionalmente para regiões com solo rochoso onde não há a possibilidade de instalação de hastes de 2,40 metros, utilizar a seguinte UnC:

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 75581)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 1200 mm perfil L	998
3	15	Presilha Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG)	1359
4	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Seccionamento e Aterramento para Cerca Normal Interligado

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 75582)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
4	15	Presilha Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG)	1359
5	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
3	10	Seccionador pref. cerca farpado (jogo)	
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

Excepcionalmente para regiões com solo rochoso onde não há a possibilidade de instalação de hastes de 2,40 metros, utilizar a seguinte UnC:

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 75583)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 1200 mm perfil L	998
4	15	Presilha Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG)	1359
5	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
3	10	Seccionador pref. cerca farpado (jogo)	
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

Seccionamento e Aterramento para Cerca Paraguaia Interligado

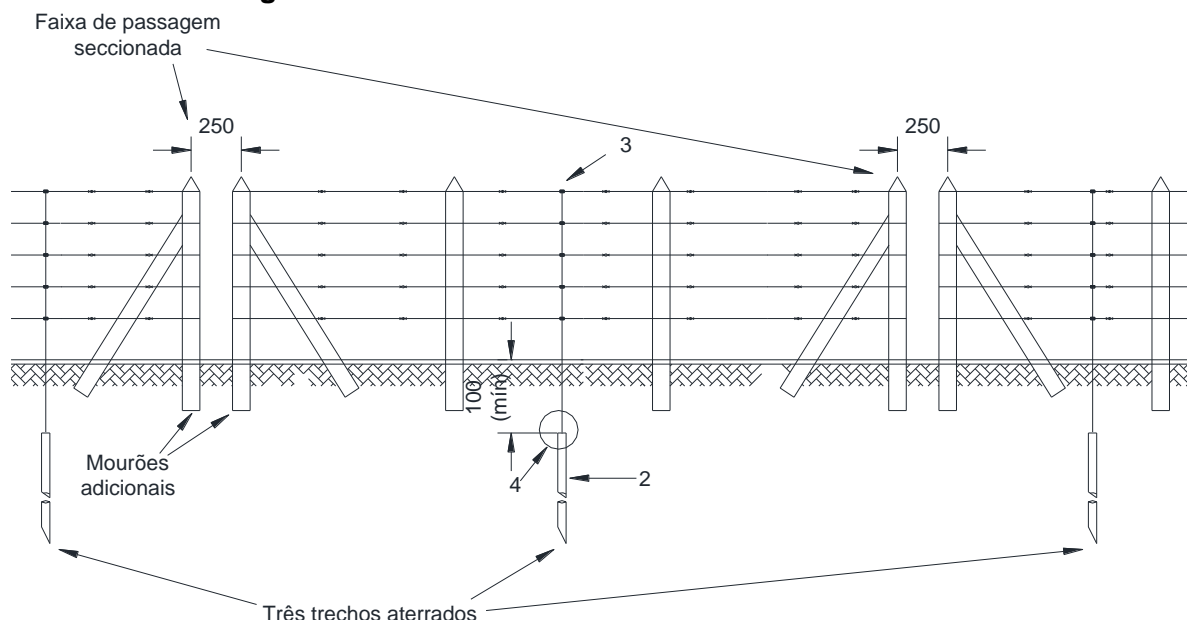
Relação de Materiais – ETscp (UnC 75584)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 m (4 BWG) (kg)	906
2	2	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
4	15	Presilha Crossby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG)	1359
5	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
3	10	Seccionador pré-formado cerca liso (jogo)	1365
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

Notas:

- A ligação da cerca a haste terra deve ser feita o mais próximo possível da cerca;
- Os aterramentos devem ser feitos o mais próximo possível do seccionamento;
- As duas hastes devem ser interligadas com dois arames de cerca paraguaia em paralelo (em cercas paraguaias) ou arame 4 BWG.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	55 de 72

Aterramento Montagem – Cercas Transversais – Seccionamento com Mourão



Aterramento Duplo para Cerca Interligado

Relação de Materiais – ATcerca (UnC 75580)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4 BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400 mm perfil L	998
3	15	Presilha Crosby para Arame de Aço Zincado a Fogo 6,05 mm (4BWG)	1359
4	0,6	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	3	M.O Instalar Aterramento de Cerca	CCM

Seccionamento para Cerca de Arame Farpado Pré-formado


Relação de Materiais – AT CER ARAME FARP PRÉ FORM (UnC 486)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	5	Seccionador Pré-formado Cerca Farpado	1365
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Seccionamento para Cerca Paraguaia Pré Formado

Relação de Materiais – AT CERCA PARAG PRÉ FORM (UnC 487)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	5	Seccionador Pré-formado Cerca Liso	1365
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Notas:

- A ligação da cerca a haste terra deve ser feita o mais próximo possível da cerca;
- Os aterramentos devem ser feitos o mais próximo possível do seccionamento;
- As duas hastes devem ser interligadas com dois arames de cerca paraguaia em paralelo (em cercas paraguaias) ou arame 4 BWG.

 Uso Interno CPFL CPFL ENERGIA Público	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

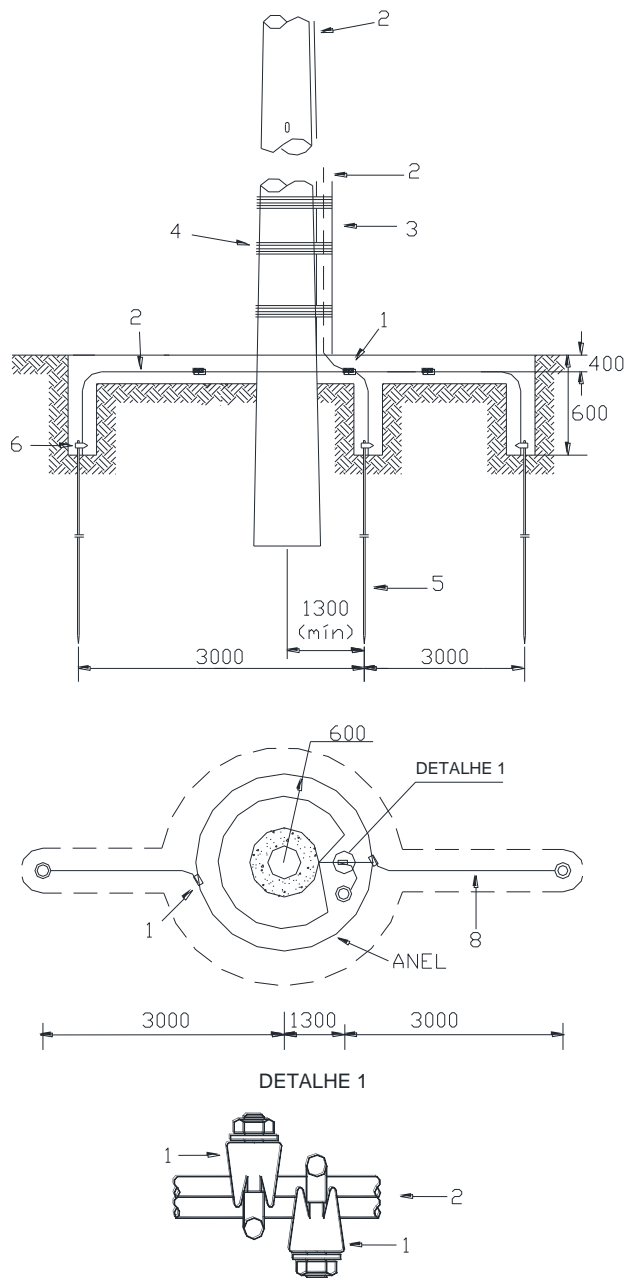
6.28 Aterramento complementar simples com condutor externo ao poste

O aterramento complementar com condutor externo ao poste deve ser orçado quando não for possível a realização do aterramento internamente ao poste, conforme UnC abaixo.


Relação de Materiais – COMP AT EXT PT (UnC 2829)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	1,5	Arame Aço Zincado a Fogo 2,77 mm 12 BWG (kg)	906
2	1	Tubo de PVC 3 metros 1/2"	1380

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	014/02/2023	58 de 72

6.28.1 Aterramento Montagem – Em Loteamentos Isolados



Nota: Aterramento Especial em Loteamentos Isolados com Neutro Multi Aterrado é igual ao Aterramento de Transformador em Fim de Rede Primária Compacta

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Aterramento Especial para Transformador em Fim de Rede Primária Compacta e Secundária Multiplex com Neutro Multi Aterrado em Loteamentos Isolados com condutor interno ao poste de concreto

Relação de Materiais – AT TRAF0 3H L RPC c/ N-CONT (UnC 2827)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	3,2	Arame Aço Zincado a Fogo 6,05mm (4BWG) (kg)	906
2	3	Haste Terra Cantoneira de Aço Zincado a Fogo 2400mm perfil L	998
3	1	Conector Tipo Cunha Alumínio CN11	2830
4	2	Conector Tipo Cunha Alumínio CN12	2830
5	0,8	Fio de cobre nu 16 mm ² meio duro (kg)	933
6	0,1	Massa Calafetadora (kg)	1304
Relação de Mão de Obra			
---	---	M.O já inclusa nesta UnC	---

Para aterramento com condutor externo ao poste, adicionar UnC conforme item 6.28.

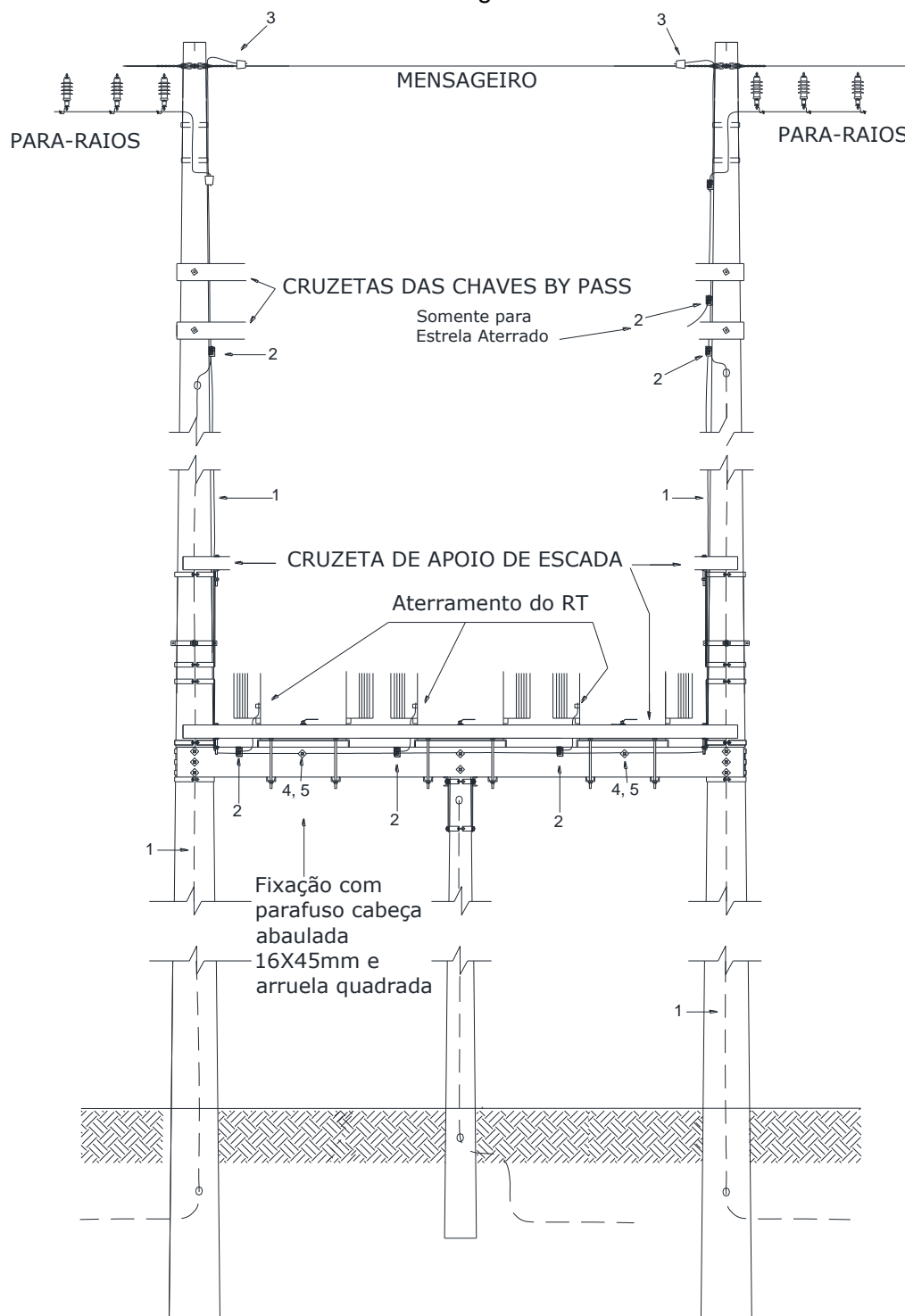
Notas:

- As presilhas Crosby devem ser instaladas em sentidos opostos;
- Tomar cuidados especiais para evitar as hastes de terra fique encostadas ou muito próximas de encanamentos enterrados;
- O anel que circunda o poste destina-se a reduzir a tensão de passo e de toque em ocasiões de defeito;
- O condutor neutro da rede deve ser interligado ao sistema de terra;
- Fixar o tubo com bandagens de 5 voltas.
- Todo transformador em loteamentos isolados mesmo com neutro contínuo e Multi-aterrado deverá ter seu aterramento com 3 hastes cantoneira zincado a fogo 2400 mm perfil L.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	60 de 72

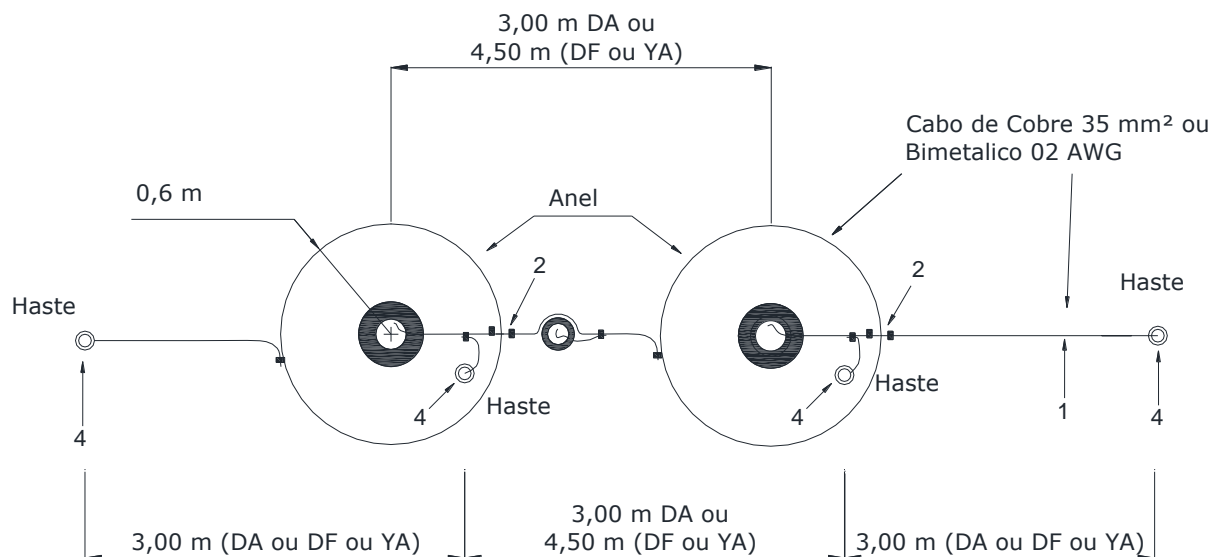
6.29 Aterramento para Regulador de Tensão

Nota: O condutor de aterramento deve ser interligado ao neutro da rede secundária.



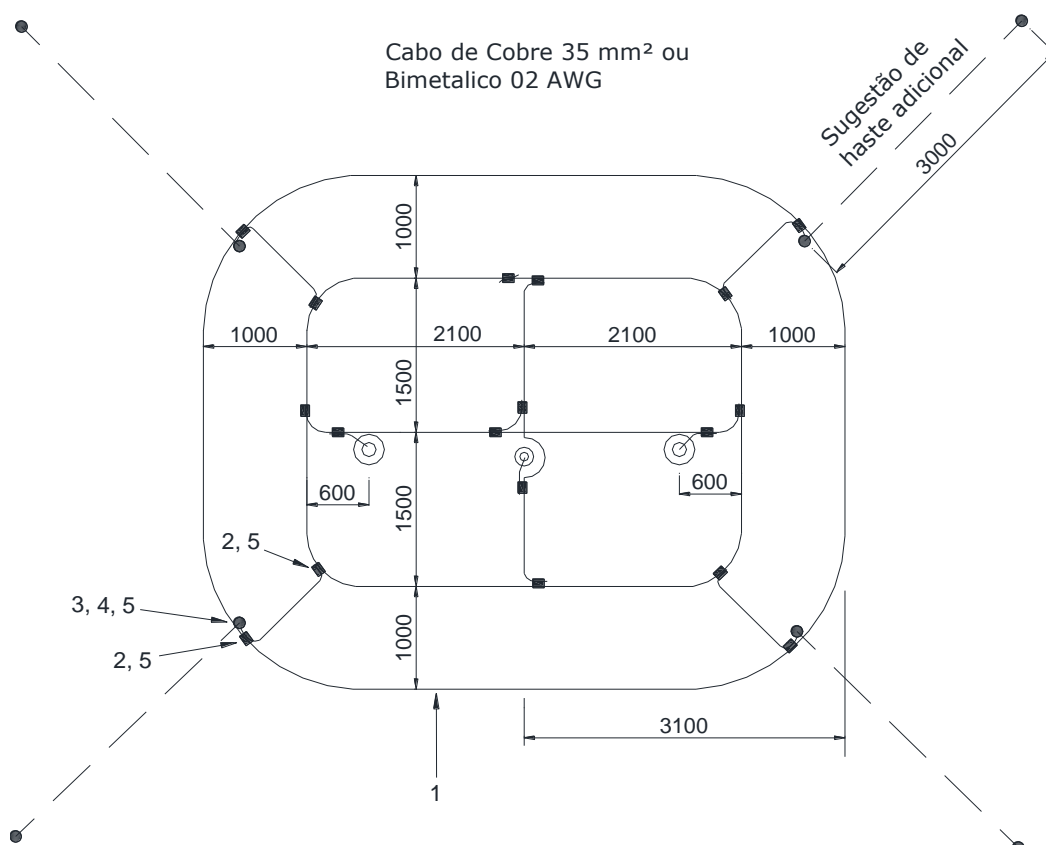
Interligação vide detalhe abaixo


Aterramento Montagem – Trecho subterrâneo do aterramento de RT em área urbana – Delta Aberto, Delta Fechado ou Estrela Aterrado



Regulador de Tensão Rural

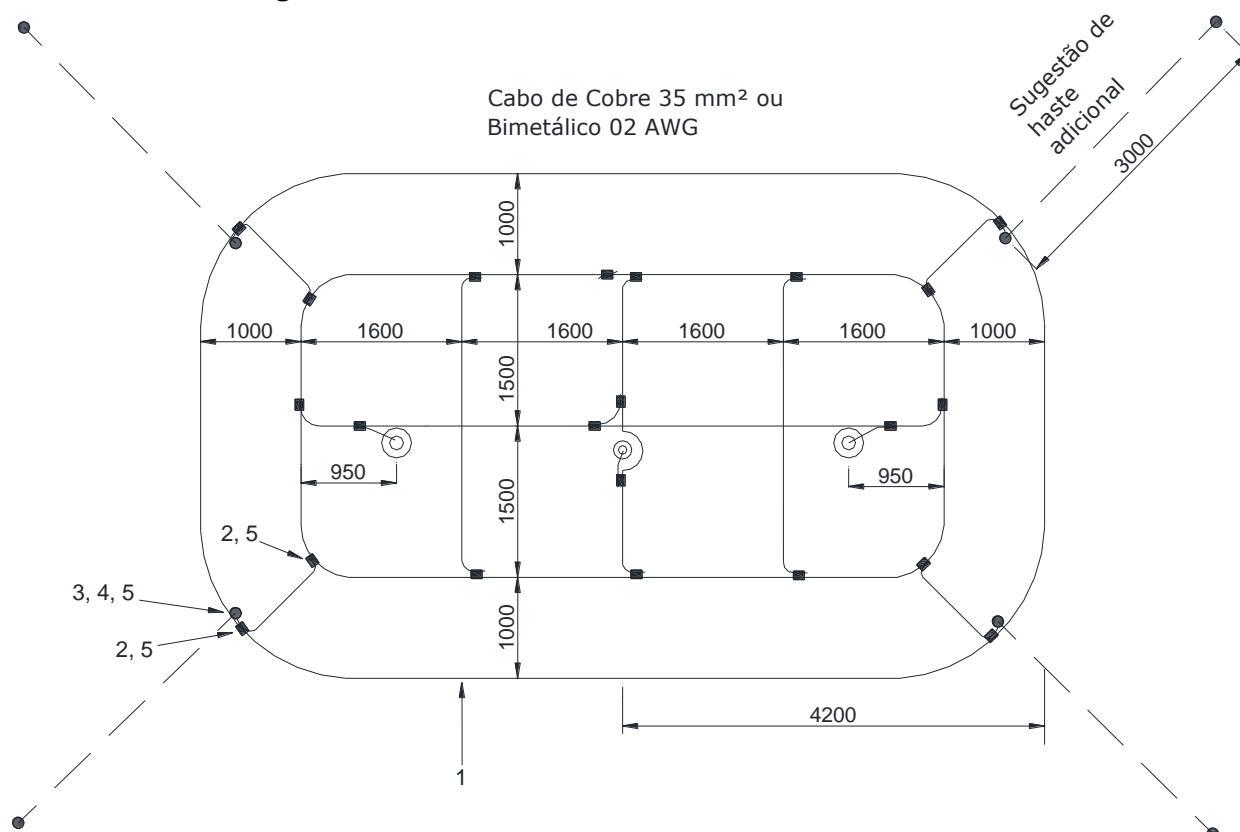
Aterramento Montagem – Delta Aberto



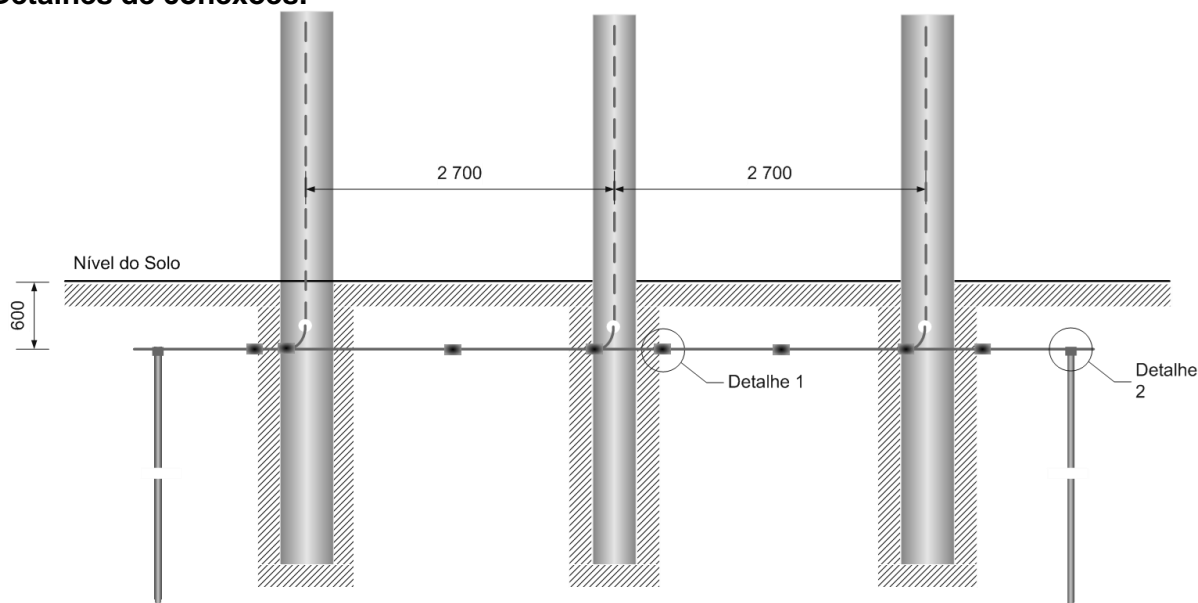
 <p>Uso Interno CPFL</p> <p>CPFL</p> <p>ENERGIA</p> <p><i>Público</i></p>	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	63 de 72

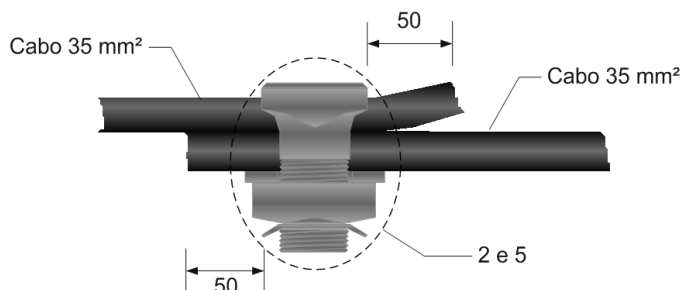
Aterramento Montagem – Delta Fechado ou Estrela Aterrado



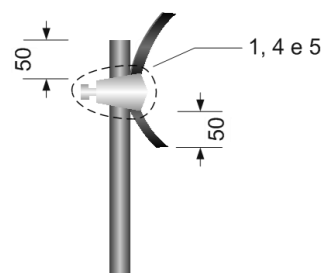
Detalhes de conexões:



Detalhe 1



Detalhe 2



Nota: Se necessário, deve-se utilizar hastes adicionais para se conseguir a resistência necessária, interligadas com a malha de aterramento, com distância de 3 000 mm entre as hastes.


Aterramento Montagem – Trechos aéreo e subterrâneo em área urbana e rural

a) Aterramento da estrutura – Aéreo Compacta

Aterramento da Estrutura do Regulador de Tensão Cabo Cobre Nu 35 mm ² ET_RTDAc (UnC 15642), ET_RTDFc (UnC 15643), ET_RTYAc (UnC 15644)					
Item	Quantidade			Descrição	GED
	DA	DF	YA		
1	14,5	15,0	15,0	Cabo CU Nu 35 mm ² 7 F mole (kg)	933
2	7	8	9	Conector Parafuso fendido CU Fio 4-2 x 8-2 AWG	943
4	2	2	2	Parafuso de cabeça abaulada M16 x 45 mm	1312
5	2	2	2	Arruela Aço Quadrada 50 x 3 mm Furo 18 mm	1210
Relação de Mão de Obra					
---	1	1	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

b) Aterramento da estrutura – Aéreo Nua

Aterramento da Estrutura do Regulador de Tensão Cabo Cobre Nu 35 mm ² ETc_RTDAc (UnC 15630), ETc_RTDFc (UnC 15631), ETc_RTYAc (UnC 15632)					
Item	Quantidade			Descrição	GED
	DA	DF	YA		
1	14,2	14,8	14,8	Cabo CU Nu 35 mm ² 7 F mole (kg)	933
2	7	8	9	Conector Parafuso fendido CU Fio 4-2 x 8-2 AWG	943
3	2	2	2	Conector cunha alumínio CN10	2830
4	2	2	2	Parafuso de cabeça abaulada M16 x 45 mm	1312
5	2	2	2	Arruela Aço Quadrada 50 x 3 mm Furo 18 mm	1210
Relação de Mão de Obra					
---	1	1	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

 Uso Interno CPFL CPFL ENERGIA Público	Tipo de Documento: Orientação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Aterramentos na Distribuição


c) Aterramento da estrutura – Subterrâneo Rural

Aterramento subterrâneo rural com cabo 35 mm ² de Cobre ET_RT2src (UnC 15635)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	11,5	Cabo CU Nu 35 mm ² 7F mole (kg)	933
2	18	Conector Parafuso fendido CU Fio 4-2 x 8-2 AWG	943
3	4	Conector Cunha Aterramento	5173
4	4	Haste Aterramento Cobre-aço 2400 x 13 mm ²	986
5	4	Massa Calafetadora (kg)	2830
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

Aterramento subterrâneo rural com cabo 35 mm ² de Cobre ET_RT3src (UnC 15634)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	18,0	Cabo CU Nu 35 mm ² 7F mole (kg)	933
2	22	Conector parafuso fendido CU Fio 4-2 x 8-2 AWG	943
3	4	Conector Cunha Aterramento	5173
4	4	Haste Aterramento Cobre-aço 2400 x 13 mm ²	986
5	4	Massa Calafetadora (kg)	2830
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

d) Aterramento da estrutura – Subterrâneo Urbana

Aterramento urbano com cabo Cobre 35 mm ² ET_RTsuc (UnC 15633)			
Item	Qtd.	Descrição	GED
1	5,2	Cabo CU Nu 35 mm ² 7F mole (kg)	933
2	9	Conector Parafuso fendido CU Fio 4-2 x 8-2 AWG	943
3	4	Conector Cunha Aterramento	5173
4	4	Haste Aterramento Cobre-aço 2400 x 13 mm ²	986
5	2	Massa Calafetadora (kg)	2830
Relação de Mão de Obra			
---	1	M.O. Instalar Aterramento Simples Rede/Equipamento	CCM

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento: Orientação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Aterramentos na Distribuição
Público	

6.30 Fiscalização e recebimento do sistema de aterramento – Obra própria e de terceiro

Para inspeção e recebimento dos sistemas de aterramentos das redes de distribuição primária e secundária, de equipamentos 15 kV, em áreas urbanas e rurais, executados por empreiteira do CCM ou por terceiros (particulares, contratados), deverão obedecer aos seguintes procedimentos:

6.30.1 Obras executadas pela contratada CCM – Loteamentos, transformadores em áreas urbanas e rurais

Na inspeção e recebimento de obras próprias em áreas urbanas e rurais executadas pela contratada CCM, deverá ser exigida medição da resistência de aterramento de todos os transformadores.

Em obras como loteamentos e núcleos habitacionais deverão ser inspecionados dois conjuntos de aterramento de transformadores. Fica a critério da área de Obras & Manutenção definir quais conjuntos de aterramentos serão inspecionados.

Em áreas urbanas com neutro contínuo e multiterrado, as medições da resistência de aterramento deverão ser realizadas no recebimento da obra de acordo com Orientação Técnica CPFL 709, a qual orienta sobre a medição utilizando o Medidor de Resistência de Aterramento – Tipo Alicates, conforme Especificação Técnica CPFL 150, o qual garante a condição de neutro multiterrado.

Nas áreas urbanas, opcionalmente e quando possível, realizar essas medições de acordo com Orientação Técnica CPFL 709, a qual adota outra metodologia, de queda de tensão utilizando aparelho Medidor de Resistência de Aterramento apropriado.

Em áreas rurais sem neutro contínuo e multiterrado, seguir os critérios de medição de resistência de aterramento de acordo com Orientação Técnica CPFL 709.

Proceder à inspeção da execução do sistema de aterramento conforme orientações no item 6.30.5.

Observação: O técnico de inspeção e recebimento de obras deverá adotar critério amostral mensal para checar o sistema de aterramento e validar o valor da resistência de aterramento apresentada.


6.30.2 Obras executadas por terceiros (particulares, contratados) – Loteamentos, transformadores em áreas urbanas e rurais

O técnico da CPFL, na inspeção e recebimento de obras como loteamentos e núcleos habitacionais em áreas urbanas e rurais executados por terceiros (particulares, contratados), deverá exigir laudo da medição de resistência de aterramento e inspecionar dois conjuntos de aterramentos de transformadores dessa obra. Fica a critério da área de Obras & Manutenção definir quais conjuntos de aterramentos serão inspecionados.

Obrigatoriamente, quando o construtor da obra for terceiro (particulares, contratados), deverá ser exigida a presença de um representante do construtor para que o técnico de inspeção e recebimento de obras da CPFL proceda à inspeção e recebimento da obra no que se refere ao do aterramento de postos transformadores.

Em áreas urbanas com neutro contínuo e multiterrado para as obras definidas pela área de Obras & Manutenção, as medições deverão ser checadas conforme Orientação Técnica CPFL 709.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	67 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

Nas áreas urbanas, opcionalmente e quando possível, realizar essas medições de acordo com Orientação Técnica CPFL 709.

Em áreas rurais sem neutro contínuo e multiterrado para checar as medições seguir os critérios de acordo com Orientação Técnica CPFL 709.

Proceder à inspeção da execução do sistema de aterramento conforme orientações no item 6.30.5.

O laudo de medição da resistência de aterramento deverá ser apresentado para todos os transformadores.

Observação: O técnico de inspeção e recebimento de obras deverá adotar critério amostral mensal para checar o sistema de aterramento e validar valor da resistência de aterramento apresentada.

6.30.3 Obras executadas por terceiros (particulares, contratados) – Transformadores em cabine, plataforma ou poste singelo em áreas urbanas e rurais

O técnico de análise de projetos da área de Obras & Manutenção deverá sempre solicitar apresentação de laudo de medição da resistência de aterramento no ato da apresentação do seu projeto.

Proceder à inspeção da execução do sistema de aterramento conforme orientação no item 6.30.5.

Observação: O técnico de inspeção e recebimento de obras deverá adotar critério amostral mensal para checar o sistema de aterramento e validar o valor da resistência de aterramento apresentada.

6.30.4 Obras executadas pela contratada CCM – Equipamentos classe 15 kV em áreas urbanas e rurais

A área de Obras & Manutenção deverá exigir da contratada CCM laudo de medição da resistência de aterramento de todas as obras de equipamento classe 15 kV.

Em áreas urbanas onde há neutro contínuo e multiterrado, o técnico de inspeção e recebimento de obras deverá checar essas medições procedendo conforme Orientação Técnica CPFL 709.


Nas áreas urbanas, opcionalmente e quando possível, realizar essas medições de acordo com Orientação Técnica CPFL 709.

Em áreas rurais sem neutro contínuo e multiterrado, para checar as medições, seguir os critérios de acordo com Orientação Técnica CPFL 709.

Proceder à inspeção da execução do sistema de aterramento conforme orientações no item 6.30.5.

Observação: O técnico de inspeção e recebimento de obras deverá inspecionar o sistema de aterramento detalhadamente e validar o valor da resistência de aterramento apresentado pela contratada CCM para todos os equipamentos classe 15 kV.


N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	68 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

6.30.5 Pontos importantes a serem inspecionados e verificados no sistema de aterramento das redes de distribuição

- Os aterramentos devem ser cuidadosamente examinados, uma vez que são realizados para a proteção de pessoas e equipamentos;
- Nas redes de distribuição deverão ser verificadas as seguintes ligações ao terra: pontos neutros de transformadores de distribuição ligados em estrela do lado de baixa tensão, para-raios, tirante, cercas, seccionamentos de rede secundária, massa ou carcaça de transformadores de distribuição, reguladores de tensão, religadores, seccionadores, auto-booster, capacitores, chaves a óleo, seccionadoras trifásicas, PTR's, etc.;
- Nos sistemas de aterramentos deve-se verificar sempre: continuidade do circuito, desde a sua conexão superior no componente a ser aterrado até a descida ao terra. No caso em que a descida do cabo for externa, verificar se o eletroduto de proteção está firmemente fixado ao poste;
- No caso de transformadores, deverá ser verificado se o tanque foi ligado ao terra, observar se os para-raios foram instalados nas estruturas transformadoras. Nas áreas urbanas, confirmar continuidade do sistema de aterramento ao terra conforme Orientação Técnica CPFL 709, a qual orienta sobre a medição utilizando o Medidor de Resistência de Aterramento - Tipo Alicate após sua interligação ao neutro da rede, pois é quando se garante a condição de neutro multiterrado;
- Nas medições da resistência de aterramento, proceder conforme Orientação Técnica CPFL 709. Atentar-se às situações onde há rede com neutro contínuo e multiterrado e redes sem neutro contínuo e multiterrado;
- Checar a qualidade das conexões;
- A extremidade superior das hastes deverá ficar à vista para serem examinadas;
- O aterramento deverá ser medido pelo terceiro quando executar a obra (nas verificações amostrais e repentinamente);
- Em áreas urbanas, onde houver movimento de pedestres, a critério da CPFL, o técnico deverá acompanhar a execução do aterramento e, após a medição e aprovação do sistema, autorizar o imediato fechamento das valetas e buracos;
- Por motivo de segurança, as valetas deverão ser fechadas e socadas e os buracos sobre as hastes deverão ser tampados com tábuas ou chapas, a fim de aguardar a inspeção para posterior fechamento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	69 de 72

 Uso Interno CPFL CPFL ENERGIA Público	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

6.31 Cadastro de medição da resistência de aterramento

A medição da Resistência de Aterramento não deverá ficar arquivada somente na pasta da obra.

A medição deverá OBRIGATORIAMENTE ser registrada na base do sistema GIS de cada distribuidora.

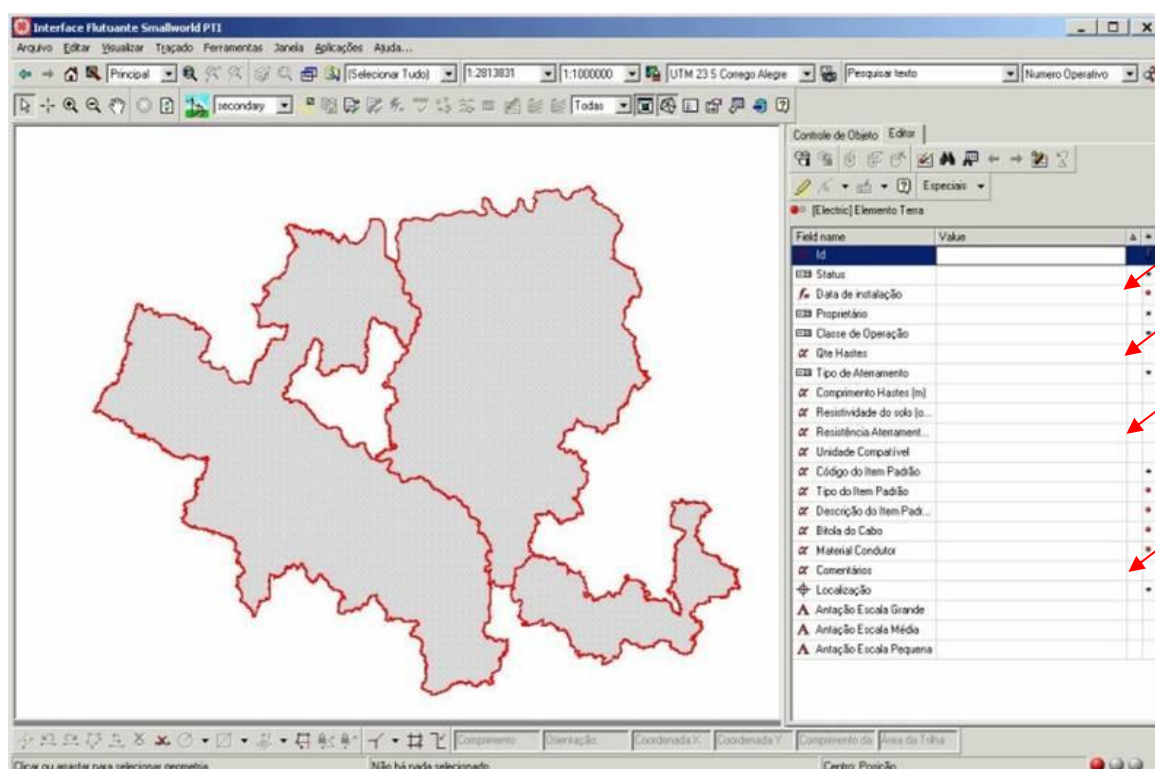
Acessar o sistema GIS no caminho indicado a seguir:

- 1) Interface Flutuante Smallworld PTI
- 2) Electric (Smallworld Datastore)
- 3) Elemento terra.


As informações de aterramento devem ser inseridas na aba “Proteções”.

Na tela abaixo temos as opções onde podemos cadastrar as medições da resistência de aterramento

- 1) “Data da Instalação” – em alteração no sistema para “Data da Medição”
- 2) “Quantidade de Hastes” – indicar número de hastes utilizada
- 3) “Resistência de Aterramento” – cadastrar valor da Resistência de Aterramento
- 4) “Comentários” – indicar de quem é a medição – CCM ou CPFL equipe própria



N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	NO14/02/2023	70 de 72

 Uso Interno CPFL	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição
Público		

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

8. ANEXOS

Não se aplica.

9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES


9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	Marcelo de Moraes
CPFL Piratininga	REDN	Celso Rogério Tomachuk dos Santos
CPFL Santa Cruz	REDN	Márcio de Castro Mariano Silva

9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.2	02/04/2007	- Revisão e unificação das normas e padrões de aterramento de redes de distribuição para as empresas do grupo
1.3	29/03/2010	- Incorporação neste documento padrões de aterramento da distribuição contidos em outras normas (GEDs 120, 14918, 6242, 4268, 15166, 15165, 16671, 3667); - Item 14 - Revisão do critério de aterramento em profundidade; - Item 13 - Inclusão de critérios para utilização de Poste Auto Aterrado;
1.4	17/10/2016	- A formatação foi atualizada conforme norma vigente. - As informações de montagem de aterramento contidas no documento CPFL 3613 foram inseridas neste documento, sendo que o documento 3613 foi descontinuado. - Padronizado o conceito de aterramento de módulo básico de 4 hastes e módulo adicional de 2 hastes para módulo básico com 3 hastes e módulos adicionais também com 3 hastes. - Alterado o aterramento de MRTs de, no mínimo, 4 hastes para 6 hastes. - Foram revistas as respectivas UnCs em função das modificações. - Revisão de aterramentos de cerca e inclusão de UnCs com aterramentos de hastes de 1,20 metros para, exclusivamente, áreas de solos rochosos. - Criado item para aterramento de conjuntos de medição externa. - Atualizada nota do item Aterramento Temporário referente à obrigatoriedade de instalação do mesmo em cruzamentos de rede.
1.5	23/02/2021	- Atualizadas as numerações indicativas nos desenhos de aterramento de estruturas de reguladores de tensão; - Atualizados os desenhos de aterramento de religadores com numerações indicativas e de chave faca tripolar. - Atualizadas notas para aterramento de religadores. - Alteradas as instruções para aterramento de conjuntos de medição externa. - Alteradas as UnCs para aterramento de cerca. - Retirada a necessidade de orçamento de mão de obra de aterramento quando do orçamento de complemento com componentes para aterramento externo.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	71 de 72

 <p>Uso Interno CPFL</p> <p>CPFL</p> <p>ENERGIA</p> <p><i>Público</i></p>	Tipo de Documento:	Orientação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Aterramentos na Distribuição

1.6	14/02/2022	Atualizadas UnCs para aterramento de estruturas de reguladores em redes nuas. Atualizada UnC para estruturas de para-raios tangentes em redes nuas.
1.7	11/10/2022	Alterado o conector para aterramento especial de CN14 para CN12 e consequentemente a UnC de 745 para 1745. Adequado o sistema onde deve ser registrado os valores da resistência de aterramento em todas as distribuidoras Inserida a necessidade de colocação de massa calafetadora no topo do tubo para aterramentos externos ao poste.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
185	Instrução	1.8	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	14/02/2023	72 de 72