



---

## REDE COMPACTA – ESTRUTURAS BÁSICAS

Engenharia

## SUMÁRIO

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETIVO.....                                                                                             | 2  |
| 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....                                                                                  | 2  |
| 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....                                                                            | 2  |
| 4. REQUISITOS AMBIENTAIS.....                                                                                | 2  |
| 5. TERMOS E DEFINIÇÕES .....                                                                                 | 2  |
| 6. CONDIÇÕES GERAIS.....                                                                                     | 4  |
| 7. ESPAÇADORES.....                                                                                          | 9  |
| 8. AFASTAMENTOS MÍNIMOS.....                                                                                 | 11 |
| 9. ESTRUTURAS .....                                                                                          | 12 |
| 9.1. ESTRUTURA CE1 .....                                                                                     | 13 |
| 9.2. ESTRUTURA CE1A.....                                                                                     | 14 |
| 9.3. ESTRUTURA CE2 .....                                                                                     | 15 |
| 9.4. ESTRUTURA CE2H COM SUPORTE HORIZONTAL.....                                                              | 16 |
| 9.5. ESTRUTURA CE3U COM PERFIL U.....                                                                        | 17 |
| 9.6. ESTRUTURA CE4 .....                                                                                     | 18 |
| 9.7. ESTRUTURA CE4U COM PERFIL U.....                                                                        | 19 |
| 9.8. ESTRUTURA CE3U-CE3U COM PERFIL U.....                                                                   | 20 |
| 9.9. ESTRUTURA CE2H-CE3U COM SUPORTE HORIZONTAL E PERFIL U.....                                              | 22 |
| 9.10. ESTRUTURA CE3.N3 – TRANSIÇÃO REDE COMPACTA – REDE CONVENCIONAL<br>24                                   |    |
| 9.11. ESTRUTURA CE3.N3-N3 – TRANSIÇÃO REDE COMPACTA – REDE<br>CONVENCIONAL – COM DERIVAÇÃO CONVENCIONAL..... | 26 |
| 10. ESTRUTURAS COM AFASTAMENTO .....                                                                         | 28 |
| 10.1. ESTRUTURA CE1AFTA.....                                                                                 | 28 |
| 10.2. ESTRUTURA CE2AFTA .....                                                                                | 29 |
| 10.3. ESTRUTURA CE3AFTA .....                                                                                | 30 |
| 10.4. ESTRUTURA CE4AFTA .....                                                                                | 31 |
| 11. AMARRAÇÕES E ANCORAGENS – CORDOALHA AUXILIAR – CABO MENSAGEIRO                                           | 32 |
| 12. ANEXO A - RELAÇÃO DE MATERIAIS .....                                                                     | 33 |

## 1. OBJETIVO

Estabelecer o padrão de instalação das estruturas básicas de montagem de redes aéreas compactas de distribuição em MT, da Coprel, nas classes de tensão 15kV e 25kV.

## 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Coprel Cooperativa de Energia.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

ABNT - NBR 15.992 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV.

CPFL Energia - Instrução 11.847 - Rede Primária Compacta 15kV e 25kV – Estruturas Básicas – Montagem.

Fecoergs - ETD 007.01.61 – Cabos Cobertos.

Fecoergs - ETD 007.01.64 – Acessórios para Redes Compactas.

Fecoergs - OTD 035.03.01 – Rede compacta – Estruturas básicas.

## 4. REQUISITOS AMBIENTAIS

No processo de construção deve ser minimizada ou evitada a geração de impactos ambientais negativos. Todos os resíduos gerados na execução das redes deverão ter sua destinação definida em projeto.

## 5. TERMOS E DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5472, ABNT NBR 6547 e ABNT NBR 15688 e os seguintes.

### 5.1. CABO MENSAGEIRO

Cabo utilizado para sustentação dos espaçadores e para proteção elétrica e mecânica da rede compacta.

### 5.2. CORDOALHA AUXILIAR

Cabo fixado ao mensageiro, utilizado para sustentação dos espaçadores losangulares, atenuando o ângulo entre o cabo mensageiro e os cabos cobertos.

### 5.3. ESTRUTURA CE1

Estrutura com braço tipo L.

### 5.4. ESTRUTURA CE1A

Estrutura com braço tipo L e braço antibalanço.

### 5.5. ESTRUTURA CE2

Estrutura com braço tipo C, suporte horizontal ou braço afastador horizontal e isolador polimérico tipo pino.

### 5.6. ESTRUTURA CE3

Estrutura com braço tipo C ou perfil U e isolador de ancoragem.

### 5.7. ESTRUTURA CE4

Estrutura com braço tipo C ou perfil U, isolador de ancoragem e isolador polimérico tipo pino.

### 5.8. FIO DE ALUMÍNIO COBERTO

Fio de alumínio utilizado para amarração do cabo coberto ao espaçador e ao isolador polimérico tipo pino.

### 5.9. REDE COMPACTA

Rede de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixos em espaçadores sustentados por cabo mensageiro, apresentando uma configuração compacta.

### 5.10. TENSÃO MÁXIMA DO SISTEMA ( $U$ )

Máximo valor de tensão de operação que ocorre sob condições normais de operação em qualquer tempo e em qualquer ponto do sistema.

## 6. CONDIÇÕES GERAIS

**6.1.** Deverá ser consultado a OTD 035.01.01 – Critérios de Elaboração de Projetos antes da elaboração de qualquer projeto.

**6.2.** Construtivamente as redes compactas em espaçadores utilizam, para sua sustentação, um cabo mensageiro fixo à posteação por meio de braços metálicos e espaçadores losangulares instalados em intervalos regulares ao longo do vão. Os espaçadores exercem as funções de sustentação e separação dos condutores cobertos, que ficam dispostos em um arranjo triangular compacto. Deste modo, praticamente todo o esforço mecânico aplicado sobre as estruturas provém do cabo mensageiro, considerando que, devido à pequena distância entre os espaçadores, os condutores cobertos não são tracionados.

**6.3.** Os condutores fase utilizados são cabos com cobertura protetora extrudada de material polimérico, visando à redução da corrente de fuga em caso de contato acidental do cabo com objetos aterrados e diminuição do espaçamento entre condutores. Os cabos estão especificados na ETD 007.01.61 – Cabos Cobertos. Os acessórios para a rede compacta estão especificados na ETD 007.01.64 – Acessórios para Redes Compactas.

**6.4.** O cabo mensageiro é de aço galvanizado.

**6.5.** O cabo mensageiro deve ser aterrado em todos os pontos de instalação de equipamentos, nas estruturas de transição, nas estruturas de aterramento ou a cada 300 metros.

**6.6.** Consideram-se como padronizadas as classes de tensão primárias nominais de 15kV e 25kV.

**6.7.** Os postes utilizados para as redes compactas são os mesmos da rede convencional, desde que atendam o dimensionamento mecânico da rede e os afastamentos mínimos previstos neste padrão técnico.

**6.8.** A rede compacta deve ser tratada como rede primária nua para todos os aspectos de segurança que envolva construção, operação e manutenção. Portanto, seus condutores e acessórios não podem ser tocados enquanto a rede não estiver desligada e corretamente aterrada, exceto na condição de linha viva, sob pena de colocar em risco a segurança dos envolvidos na tarefa e terceiros.

**6.9.** As figuras apresentadas nesta Norma são orientativas. Na montagem das estruturas devem-se utilizar os materiais ou os equipamentos de acordo com a tensão da rede a ser construída.

**6.10.** Não constam na lista de materiais as quantidades correspondentes às amarrações e estruturas indicadas como alternativas.

**6.11.** Na codificação (designação) das estruturas de rede compacta devem ser adotadas as seguintes regras, descritas de 6.12 a 6.16.

**6.12.** Estruturas básicas: indicar a sigla CE (compacta em espaçadores) seguida do número 1 (com braço tipo L), 2 (com isolador polimérico tipo pino), 3 (uma ancoragem de rede) ou 4 (duas ancoragens de rede).

Exemplo: CE1. Observamos que existe, a princípio, uma exceção que é a estrutura CE1A (com braço antibalanço).

**6.13.** Estruturas montadas em níveis diferentes: indicar as montagens separadas por traço, na seguinte ordem, 1º nível-2º nível. Exemplo: CE2-N2.

**6.14.** Estruturas montadas no mesmo nível e do mesmo lado: indicar somente a primeira montagem com a sigla CE e separar os números com um ponto. Exemplo: CE2.3.

**6.15.** Estruturas montadas no mesmo nível e em lados opostos: indicar as duas montagens com a sigla CE e separá-las com um ponto. Exemplo: CE2.CE3.

**6.16.** Estruturas com chave-fusível (CF), seccionador unipolar (SU), transformador (TR), transformador autoprotegido (TR AP) e para-raios (PR): indicar após a montagem a sigla do equipamento separada por um espaço. Exemplo: CE3 TR.

**6.17.** A rede compacta não pode ser utilizada em regiões com níveis de poluição pesado ou muito pesado, definidos na ABNT IEC/TR 60815.

**6.18.** As montagens apresentadas nesta Norma são aquelas mais comumente projetadas. Entretanto, outros arranjos podem ser construídos, desde que observadas as distâncias mínimas indicadas na OTD 035.01.01 – Critérios de Elaboração de Projetos e aprovados pelo departamento técnico da cooperativa.

**6.19.** As distâncias dos condutores ao solo referem-se às alturas mínimas nas condições de flecha máxima, conforme a OTD 035.01.01 – Critérios Elaboração de Projetos.

**6.20.** A utilização de arruelas tem como objetivo evitar que a cabeça do parafuso ou porca entre em contato com o material não metálico.

**6.21.** Em rede urbana, recomenda-se que o vão máximo seja de 40 m. Em rede urbana ou rural, podem ser projetados vãos maiores mediante análise específica.

**6.22.** Os estais de âncora não podem ser utilizados em redes urbanas.

**6.23.** Os estais devem ser normalmente interligados ao cabo mensageiro e aterrados.

**6.24.** Os circuitos múltiplos podem ser instalados em níveis ou em ambos os lados do poste, obedecendo-se aos afastamentos mínimos previstos na OTD 035.01.01 – Critérios de Elaboração de Projetos.

**6.25.** A estrutura CE1A pode ser utilizada alternadamente, em tangente, com estruturas CE1. É recomendável utilizá-la no máximo a cada 200 m de rede, aproximadamente, com vãos em tangência, de modo a evitar que vibrações dos condutores venham a contribuir para a fadiga dos pontos de conexão.

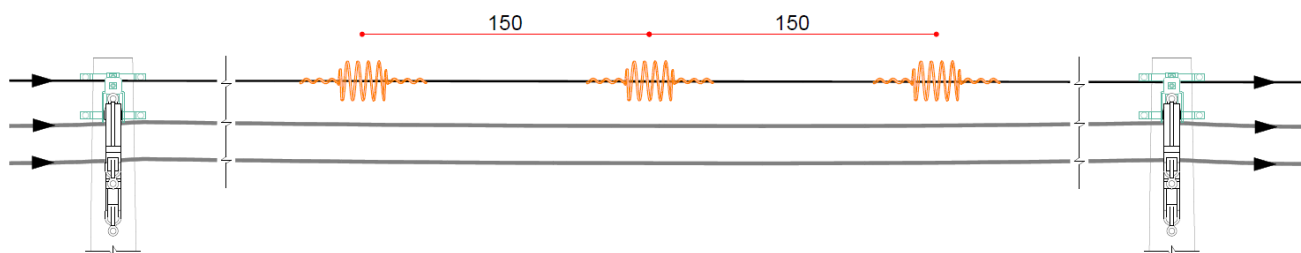
**6.26.** É recomendável projetar estrutura CE4 a cada 400m de rede, no máximo, visando assegurar maior confiabilidade ao projeto mecânico da rede, além de facilitar a construção e eventual substituição de condutores.

**6.27.** Qualquer trabalho em redes de distribuição de energia elétrica com cabos cobertos em espaçadores deve obedecer aos requisitos estabelecidos na Norma Regulamentadora nº 10.

**6.28.** A sinalização de redes de distribuição é feita em conformidade com os procedimentos adotados para linhas de transmissão, de acordo com as ABNT NBR 6535, ABNT NBR 7276, ABNT NBR 15237 e ABNT NBR 15238 e Figura 1. As esferas de sinalização são instaladas nas redes de distribuição com o objetivo de identificar pontos de redes primárias, que embora estejam próximos, não são interligados eletricamente. Os pontos a serem instaladas são:



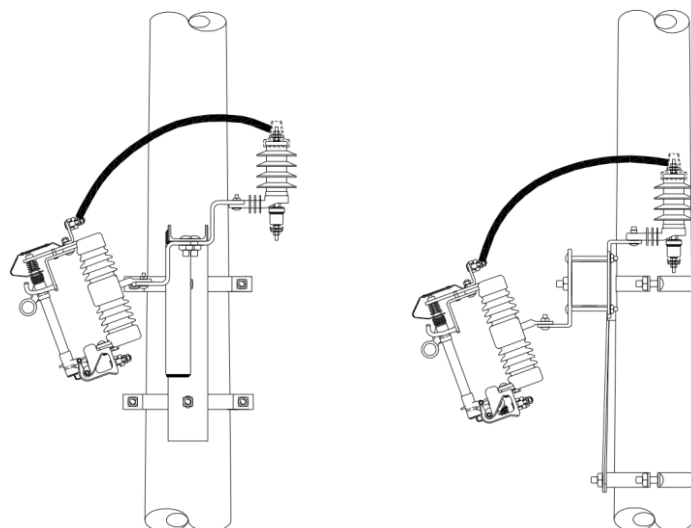
- cruzamento de redes aéreas de distribuição sem interligação de um mesmo circuito;
- cruzamento de redes aéreas de distribuição sem interligação de circuitos diferentes;
- estruturas primárias com encabeçamentos de circuitos e derivações sem interligação (exemplo: CE4, CE3-CE3, etc). Nestes casos instalar isoladores de ancoragem poliméricos para isolar o trecho de rede próximo ao poste. Aterrar o trecho isolado.



**Figura 1 – Sinalização Aérea**  
Dimensões em cm

**NOTA:** Os sinalizadores devem ser instalados com espaçamento de 1,5m entre eles, sempre no cabo mensageiro

**6.29.** Para garantir os afastamentos mínimos fase-terra do jumper entre os terminais da chave-fusível e do para-raios com as partes aterradas, o suporte para fixação do para-raios pode ser instalado na posição invertida, conforme a Figura 2.



**Figura 2 – Montagem de Para-Raios em Suporte Z e Suporte L**



**6.30.** Na fixação da alça pré-formada de distribuição ou grampo de ancoragem ao isolador composto tipo bastão, a manilha-sapatilha pode ser substituída pela sapatilha. Neste caso, o engate olhal do isolador deve possuir diâmetro mínimo de 22 mm.

**6.31.** A estrutura CE1A pode ser montada com ângulos até 15°, desde que seja utilizada na montagem a cordoalha auxiliar conforme item 10.

**6.32.** Os padrões de montagem mostram apenas as estruturas típicas da rede primária, já que as instalações para a rede secundária e iluminação pública estão descritas nos documentos de padronização correspondentes.

**6.33.** As dimensões são dadas em centímetros, salvo indicação em contrário.

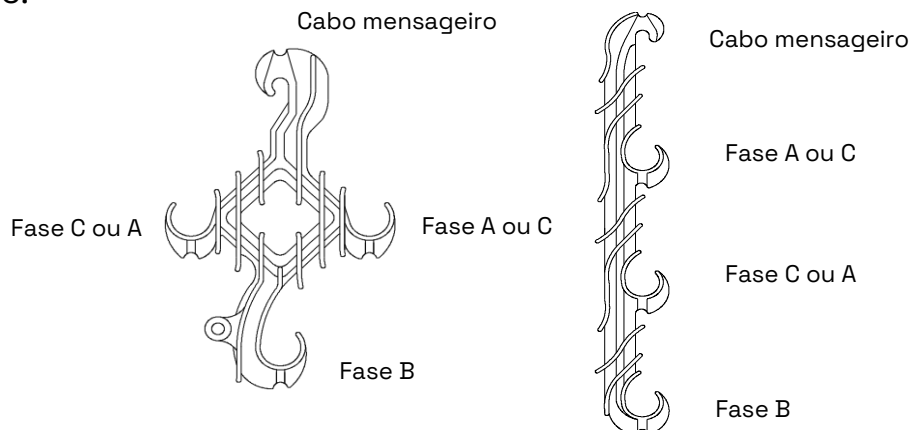
**6.34.** Para-raios deverão ser instalados em todas as estruturas de transformadores, entradas primárias, finais de linha e de transição, ou ainda a cada 500m se não houver nenhuma das estruturas citadas. Em estruturas congestionadas, em que não for possível instalarem-se os para-raios na própria estrutura, deverão ser instalados em uma estrutura adjacente. Entende-se por final de linha o final definitivo de redes primárias, ou seja, onde não houver continuidade da rede primária. No caso de cruzamento entre redes compactas, não devem ser instalados para-raios.

**6.35.** Devem ser previstos a intervalos de comprimento máximo de 300 m pontos de aterramento com estribo (ponto elétrico para aterramento temporário ao longo da rede), caso este material não esteja instalado, no intervalo considerado, em estruturas de chave fusível de rede, transformador ou entrada primária. O objetivo é possibilitar o acesso à parte viva do circuito para a instalação do conjunto de aterramento temporário que atenda as normas de segurança do trabalho.

**6.36.** Será permitida a construção de circuitos duplos, triplos ou quádruplos, desde que se obedeça aos afastamentos mínimos da rede primária e secundária. Os circuitos duplos deverão ser construídos preferencialmente com um circuito de cada lado do poste. Nos locais onde houver problemas com as distâncias mínimas com edificações, instalar um circuito sob o outro.

## 7. ESPAÇADORES

**7.1.** A fase B deve ser instalada obrigatoriamente no berço inferior do espaçador losangular ou do espaçador vertical trifásico, de acordo com a Figura 3.



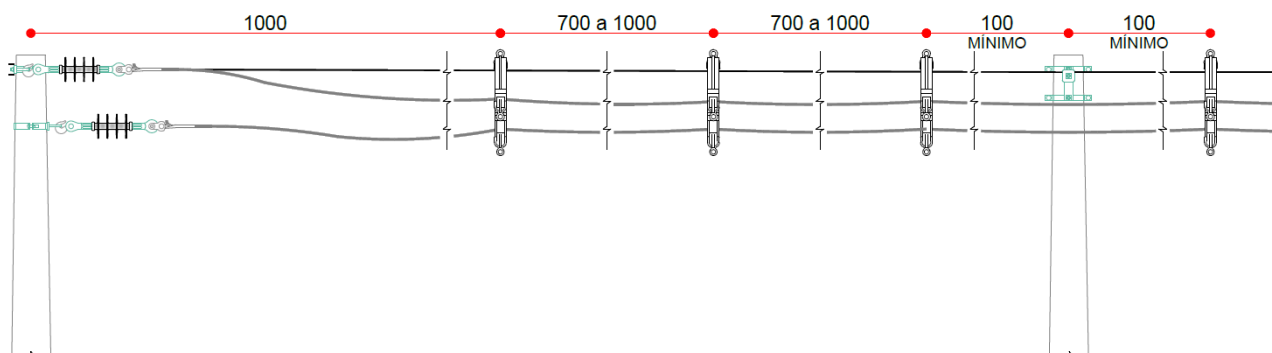
**Figura 3 – Sequência de Fases em Espaçadores**

**7.2.** O afastamento entre o primeiro espaçador e a estrutura deve obedecer à Tabela 1.

**Tabela 1 – Afastamento do Primeiro Espaçador**

| Estrutura                    | Afastamento<br>cm |
|------------------------------|-------------------|
| CE1 (tangente)               | 100               |
| CE1A (com braço antibalanço) | 700 a 1000        |
| Demais estruturas            | 1000              |

**7.3.** O afastamento entre os espaçadores ao longo do vão pode variar de 7000 mm a 10000 mm, conforme Figura 4. A Tabela 2 apresenta a quantidade de espaçadores considerando o afastamento máximo de 10000 mm entre espaçadores.



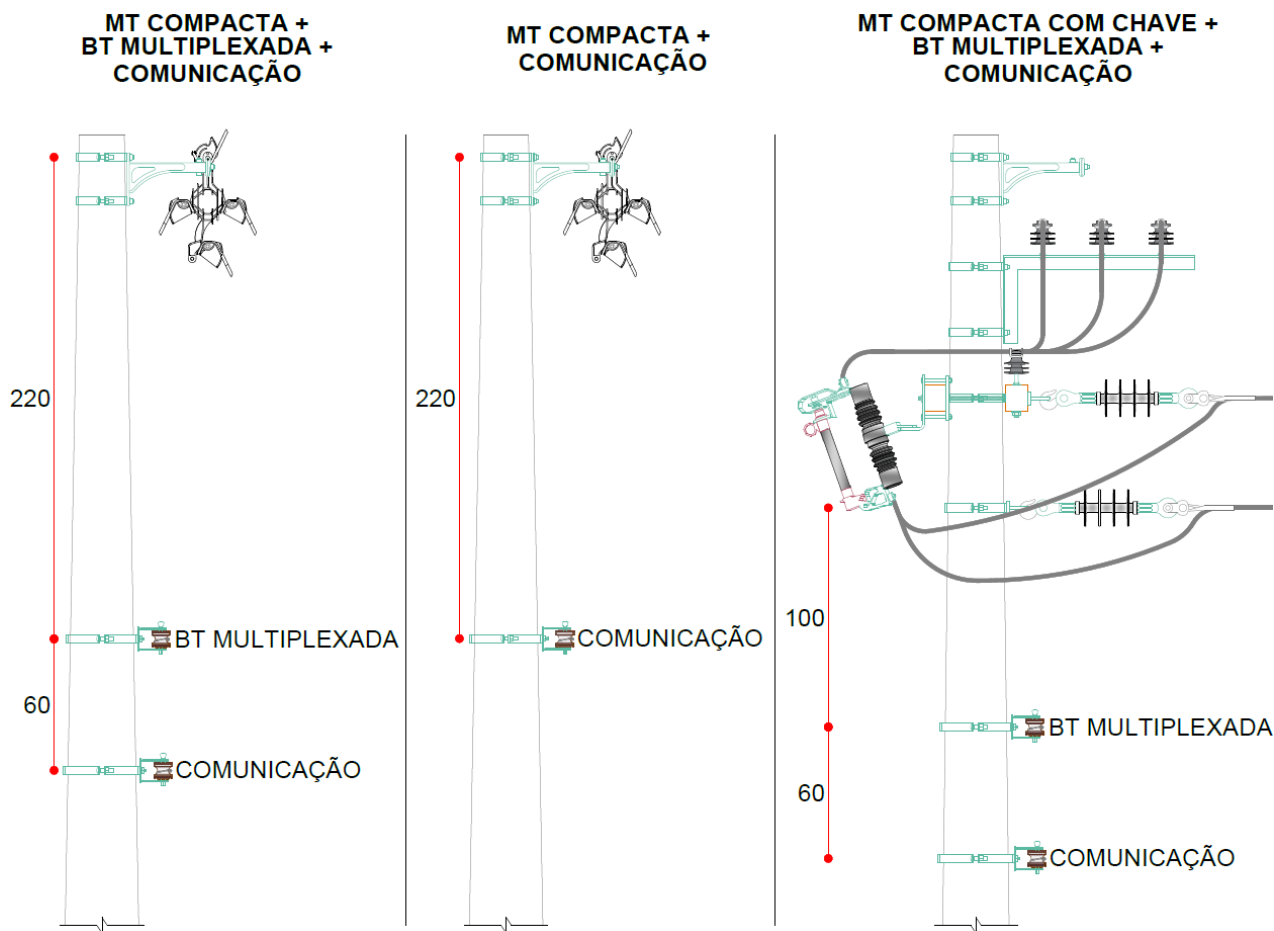
**Figura 4 – Espaçadores**  
Dimensões em cm

Tabela 2 – Quantidade de Espaçadores

| Vão<br>m                                                                                                                                          | Espaçadores                                                             |                                       | Vão<br>m | Espaçadores                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   | Entre CE1 e CE1                                                         | Entre CE1A e qualquer outra estrutura |          | Entre CE1A e CE1A                                       |
| Até 22                                                                                                                                            | 3                                                                       | 1                                     | Até 21   | 2                                                       |
| 23 a 32                                                                                                                                           | 4                                                                       | 2                                     | 22 a 31  | 3                                                       |
| 33 a 42                                                                                                                                           | 5                                                                       | 3                                     | 32 a 41  | 4                                                       |
| Vão<br>m                                                                                                                                          | Espaçadores                                                             |                                       | Vão<br>m | Espaçadores                                             |
|                                                                                                                                                   | Entre CE1 e qualquer outra estrutura (CE2, CE3, CE4, equipamentos etc.) |                                       |          | Entre duas estruturas quaisquer (CE2/CE2, CE3/CE3 etc.) |
| Até 23                                                                                                                                            | 2                                                                       |                                       | Até 24   | 1                                                       |
| 24 a 33                                                                                                                                           | 3                                                                       |                                       | 25 a 34  | 2                                                       |
| 34 a 43                                                                                                                                           | 4                                                                       |                                       | 35 a 44  | 3                                                       |
| NOTA: Para vãos superiores aos indicados, recomenda-se que a quantidade de espaçadores seja calculada utilizando-se a regra definida na Tabela 1. |                                                                         |                                       |          |                                                         |

**7.4.** Em saídas de subestações com elevados níveis de curto-circuito, recomenda-se que sejam utilizadas amarrações entre o cabo e o espaçador que tenham desempenho mecânico adequado para suportar os esforços eletrodinâmicos ou que sejam instalados espaçadores em intervalos menores que o estabelecido na Tabela 1 e Figura 4.

## 8. AFASTAMENTOS MÍNIMOS



**Figura 5 – Afastamentos mínimos**  
Dimensões em cm

**NOTA:** O afastamento indicado na figura do meio, quando há apenas MT e comunicação, pode ser diminuído dependendo do relevo no vão, para que seja possível manter a distância entre fibra e chão dentro do aceitável.

Demais afastamentos, não citados na imagem superior, devem seguir o indicado na OTD 035.01.01 – Critérios de Elaboração de Projetos.

## 9. ESTRUTURAS

A simbologia das estruturas básicas consta na tabela abaixo.

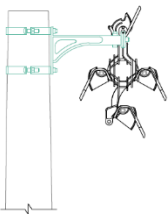
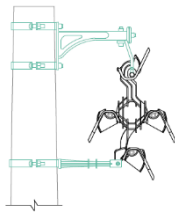
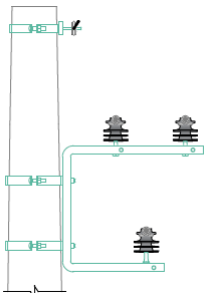
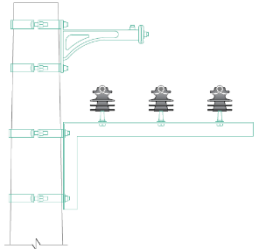
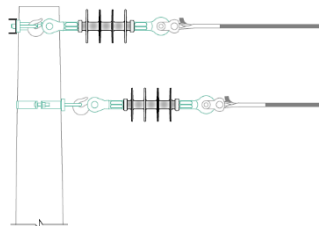
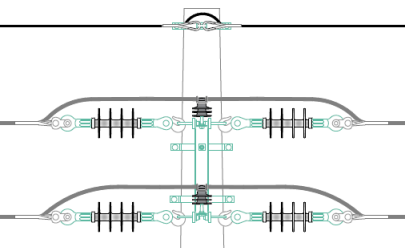
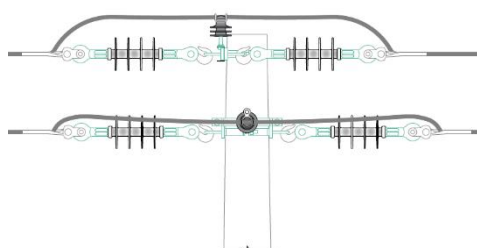
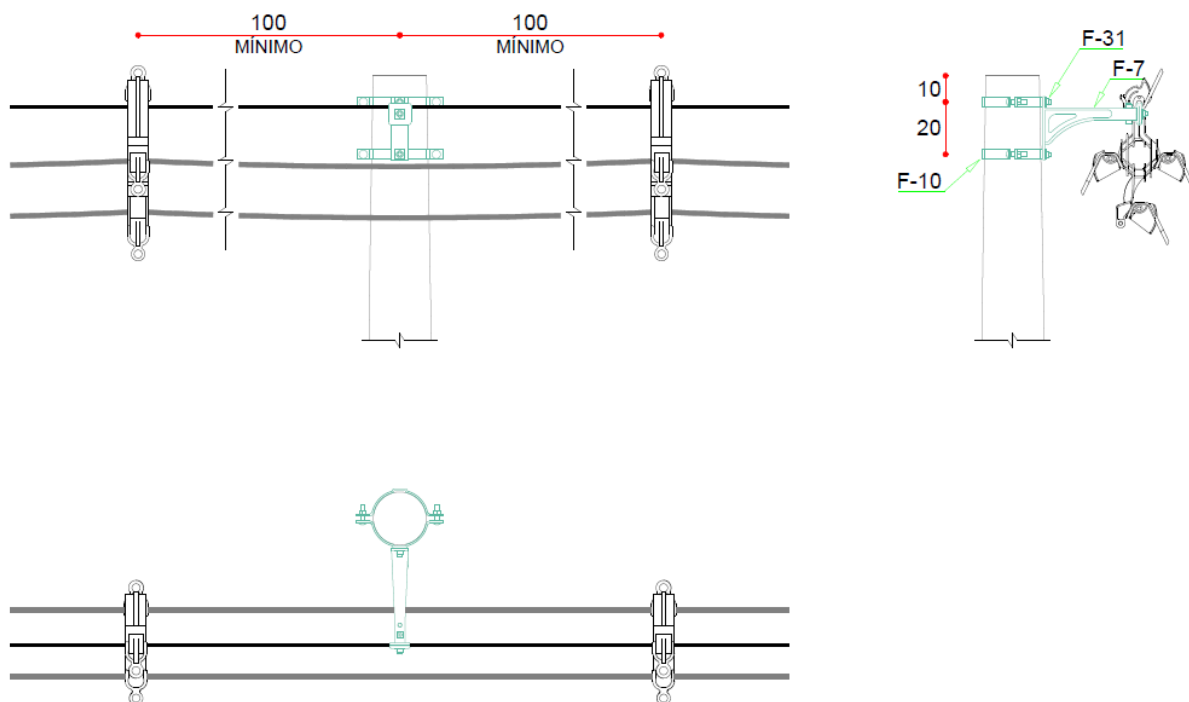
| Estrutura | Simbologia                                                                          | Estrutura | Simbologia                                                                            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| CE1       |    | CE1A      |    |
| CE2       |    | CE2H      |    |
| -         | -                                                                                   | CE3U      |  |
| CE4       |  | CE4U      |   |

Figura 6 – Estruturas Básicas - Simbologia

### 9.1. ESTRUTURA CE1



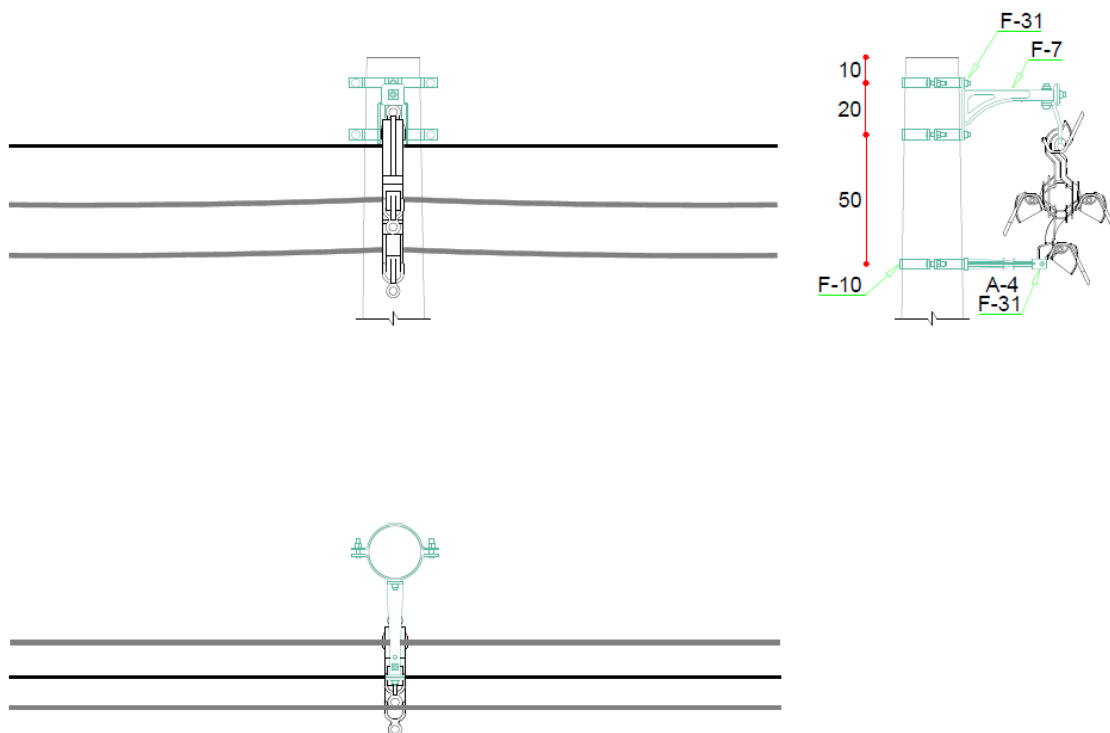
**Figura 7 – Estrutura CE1**  
Dimensões em cm

**NOTA 1:** A distância do espaçador em relação ao poste pode variar para facilitar a manutenção.

**NOTA 2:** Esta estrutura é utilizada para vão em tangência ou com ângulo de deflexão externo máximo de 6°.

| Relação de materiais CE1 |            |    |                             |
|--------------------------|------------|----|-----------------------------|
| Item                     | Quantidade |    | Descrição                   |
|                          | C          | DT |                             |
| A-2                      | -          | 2  | Arruela quadrada            |
| F-7                      | 1          | 1  | Braço tipo L                |
| F-10                     | 2          | -  | Cinta para poste circular   |
| F-30                     | -          | 2  | Parafuso de cabeça quadrada |
| F-31                     | 2          | -  | Parafuso de cabeça abaulada |

## 9.2. ESTRUTURA CE1A



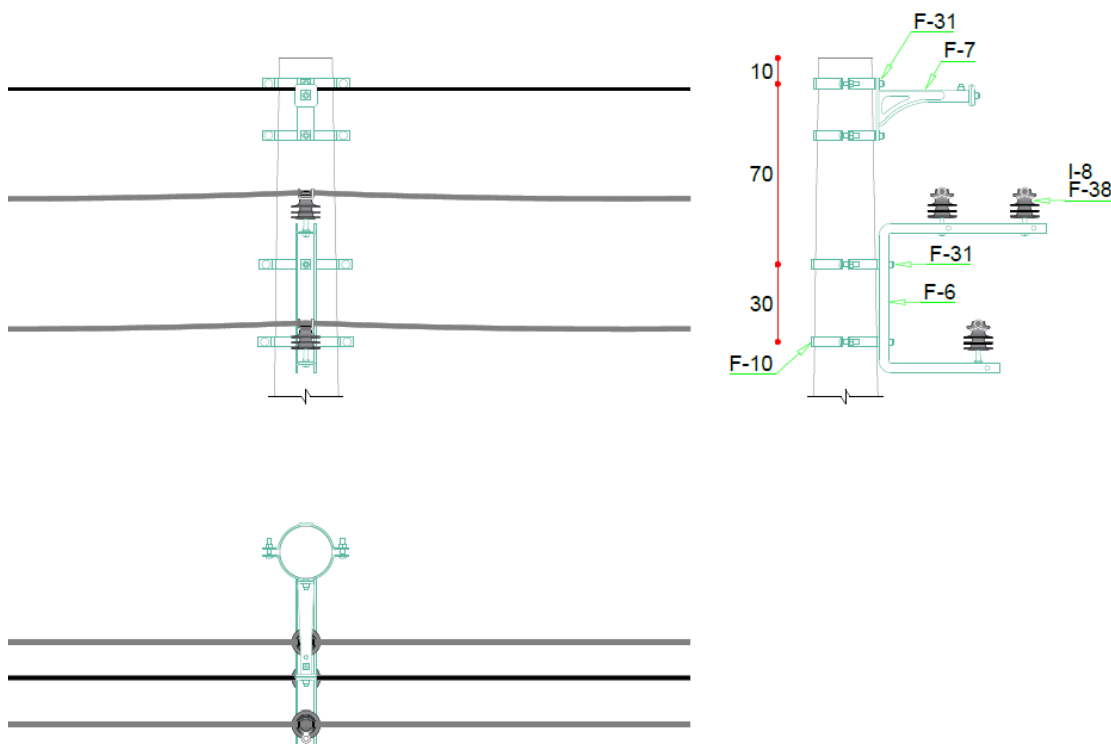
**Figura 8 – Estrutura CE1A**  
Dimensões em cm

**NOTA:** É utilizada nos casos com ângulo de deflexão máximo de 6°. Caso seja prevista a montagem com cordoalha auxiliar (ver item 10), a estrutura pode ser utilizada com ângulo até 15°.

| Relação de materiais CE1A |            |    |                             |
|---------------------------|------------|----|-----------------------------|
| Item                      | Quantidade |    | Descrição                   |
|                           | C          | DT |                             |
| A-2                       | -          | 3  | Arruela quadrada            |
| A-4                       | 1          | 1  | Braço antibalanço           |
| A-18                      | 1          | 1  | Espaçador losangular        |
| F-7                       | 1          | 1  | Braço tipo L                |
| F-10                      | 3          | -  | Cinta para poste circular   |
| F-12                      | 1          | 1  | Estribo para braço tipo L   |
| F-30                      | -          | 3  | Parafuso de cabeça quadrada |
| F-31                      | 4          | 1  | Parafuso de cabeça abaulada |
| F-32                      | -          | 1  | Parafuso de rosca dupla     |



### 9.3. ESTRUTURA CE2



**Figura 9 – Estrutura CE2**  
Dimensões em cm

**NOTA:** Recomenda-se que seja utilizada nos casos de deflexão da rede até 60°

| Relação de materiais CE2 |            |    |                                  |
|--------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                     | Quantidade |    | Descrição                        |
|                          | C          | DT |                                  |
| A-2                      | -          | 3  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| A-25                     | 2          | 2  | Sapatilha                        |
| F-6                      | 1          | 1  | Braço tipo C                     |
| F-7                      | 1          | 1  | Braço tipo L                     |
| F-10                     | 4          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-30                     | -          | 4  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                     | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-38                     | 3          | 3  | Pino curto para isolador         |
| I-8                      | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino    |
| M-2                      | 2          | 2  | Alça preformada de estai         |

#### 9.4. ESTRUTURA CE2H COM SUPORTE HORIZONTAL

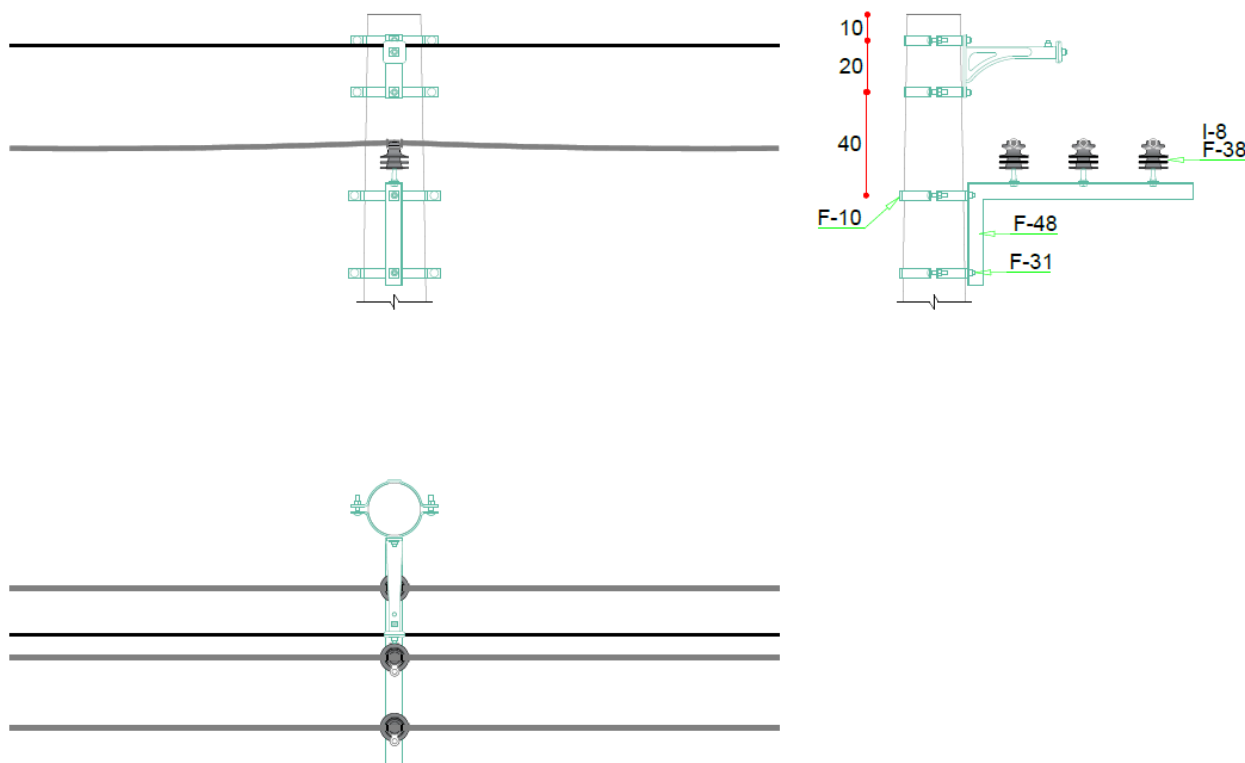


Figura 10 – Estrutura CE2H com suporte horizontal  
Dimensões em cm

**NOTA:** Recomenda-se que seja utilizada nos casos de deflexão da rede até 60°

| Relação de materiais CE2H |            |    |                                  |
|---------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                      | Quantidade |    | Descrição                        |
|                           | C          | DT |                                  |
| A-2                       | -          | 4  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| F-7                       | 1          | 1  | Braço tipo L                     |
| F-10                      | 4          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-30                      | -          | 4  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                      | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-38                      | 3          | 3  | Pino curto para isolador         |
| F-48                      | 1          | 1  | Suporte horizontal               |
| I-8                       | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino    |
| M-2                       | 2          | 2  | Alça preformada de estai         |

### 9.5. ESTRUTURA CE3U COM PERFIL U

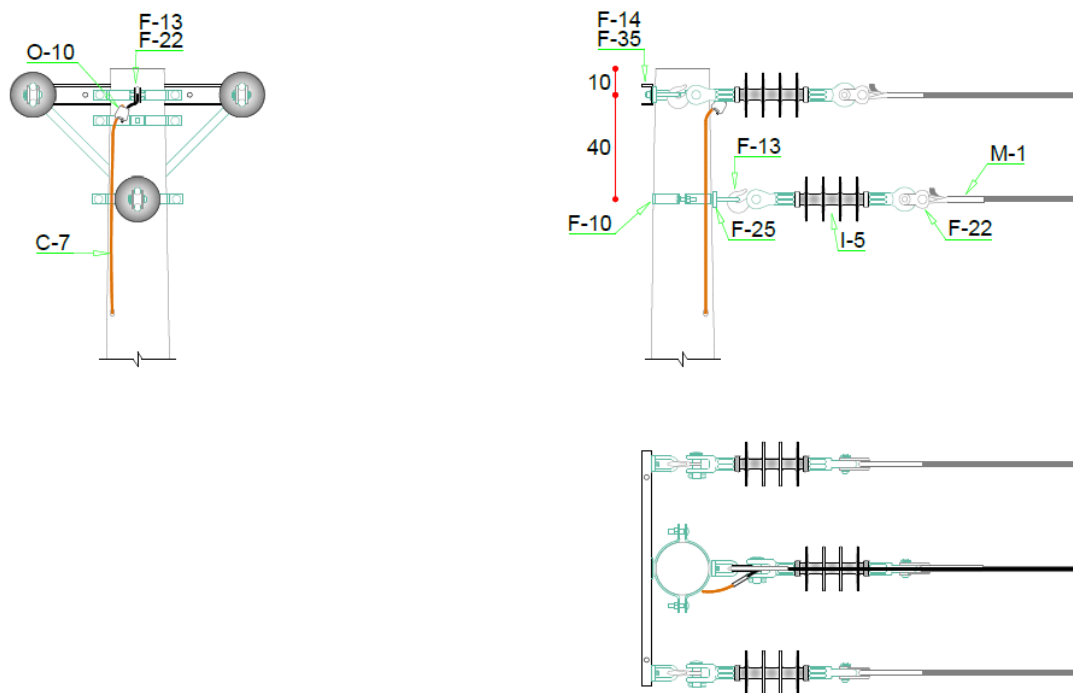
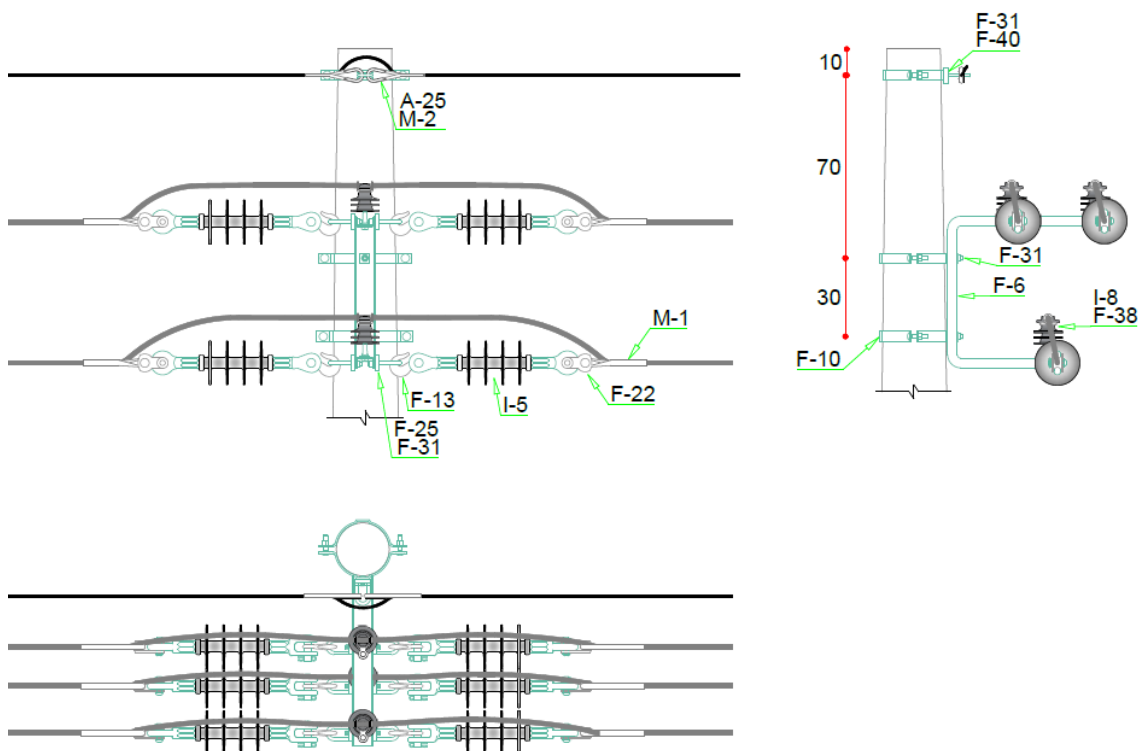


Figura 11 – Estrutura CE3U com perfil U  
Dimensões em cm

| Relação de materiais CE3U |            |    |                                  |
|---------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                      | Quantidade |    | Descrição                        |
|                           | C          | DT |                                  |
| A-2                       | -          | 3  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| A-25                      | 1          | 1  | Sapatilha                        |
| C-7                       | 4          | 4  | Cabo de cobre nú (kg)            |
| F-10                      | 3          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-13                      | 3          | 3  | Gancho olhal                     |
| F-14                      | 1          | 1  | Fixador para perfil U            |
| F-20                      | 2          | 2  | Mão francesa plana 619mm         |
| F-22                      | 3          | 3  | Manilha sapatilha                |
| F-25                      | 4          | 4  | Olhal para parafuso              |
| F-30                      | -          | 3  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                      | 5          | 2  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-32                      | 2          | 4  | Parafuso de rosca dupla          |
| F-35                      | 1          | 1  | Perfil U                         |
| F-40                      | 4          | 4  | Porca olhal                      |
| I-7                       | 3          | 3  | Isolador composto tipo bastão    |
| M-1                       | 1          | 1  | Alça preformada                  |
| O-10                      | 1          | 1  | Conector cunha                   |

### 9.6. ESTRUTURA CE4



**Figura 12 – Estrutura CE4**

Dimensões em cm

**NOTA:** No caso de deflexão externa (ângulo oposto ao poste), os isoladores poliméricos tipo pino das fases mais afastadas do poste podem ser eliminados.

| Relação de Materiais CE4 |            |    |                                  |
|--------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                     | Quantidade |    | Descrição                        |
|                          | C          | DT |                                  |
| A-2                      | 1          | 3  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| A-25                     | 2          | 2  | Sapatilha                        |
| F-6                      | 1          | 1  | Braço tipo C                     |
| F-10                     | 3          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-13                     | 6          | 6  | Gancho olhal                     |
| F-22                     | 6          | 6  | Manilha sapatilha                |
| F-25                     | 7          | 7  | Olhal para parafuso              |
| F-30                     | 6          | 9  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                     | 3          | -  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-38                     | 2          | 2  | Pino curto para isolador         |
| F-40                     | 8          | 8  | Porca olhal                      |
| I-7                      | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão    |
| I-8                      | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino    |
| M-1                      | 2          | 2  | Alça preformada                  |

### 9.7. ESTRUTURA CE4U COM PERFIL U

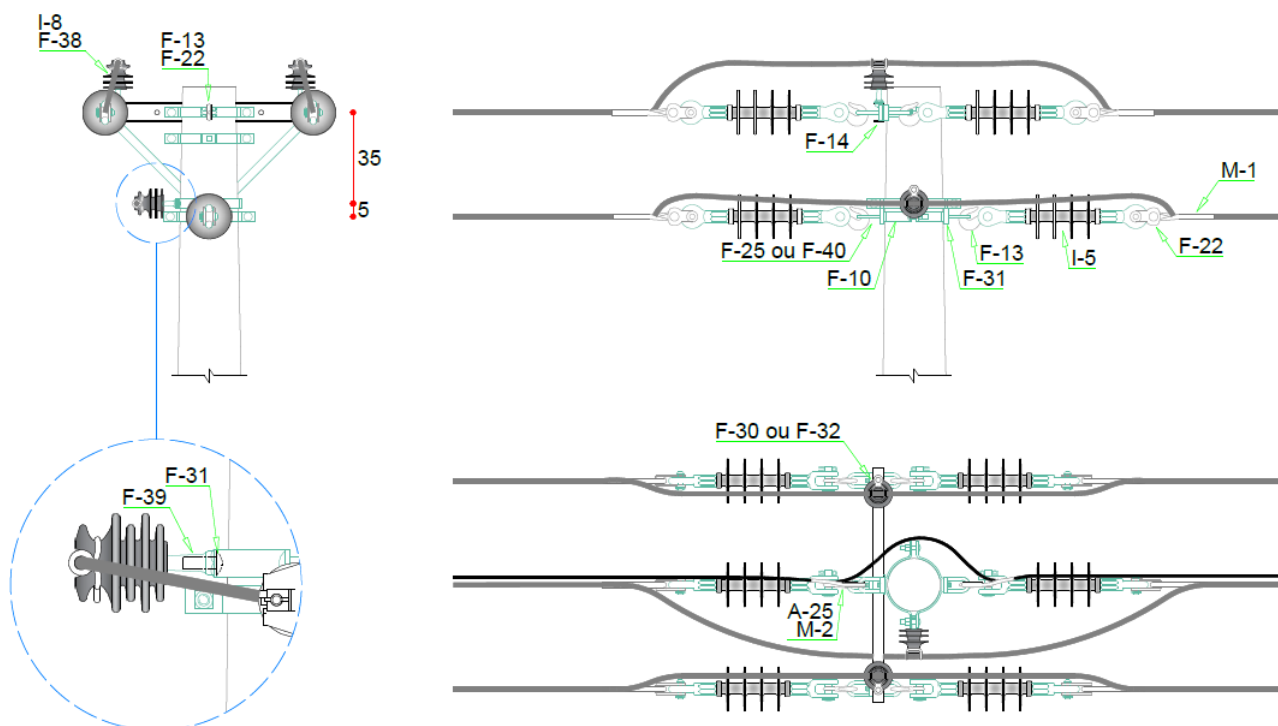


Figura 13 – Estrutura CE4U com perfil U

Dimensões em cm

**NOTA:** Recomenda-se que seja utilizada em ancoragem dupla nos casos de deflexão da rede até 60°

| Relação de Materiais CE4U |            |    |                                  |
|---------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                      | Quantidade |    | Descrição                        |
|                           | C          | DT |                                  |
| A-2                       | -          | 3  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| A-25                      | 2          | 2  | Sapatilha                        |
| F-10                      | 4          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-13                      | 6          | 6  | Gancho olhal                     |
| F-14                      | 1          | 1  | Fixador para perfil U            |
| F-22                      | 6          | 6  | Manilha sapatilha                |
| F-25                      | 8          | 8  | Olhal para parafuso              |
| F-30                      | 2          | 6  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                      | 5          | -  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-32                      | 2          | 4  | Parafuso de rosca dupla          |
| F-35                      | 1          | 1  | Perfil U                         |
| F-38                      | 2          | 2  | Pino curto para isolador         |
| F-39                      | 1          | 1  | Pino universal para isoladores   |
| F-40                      | 8          | 8  | Porca olhal                      |
| I-7                       | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão    |
| I-8                       | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino    |
| M-1                       | 2          | 2  | Alça preformada                  |

### 9.8. ESTRUTURA CE3U-CE3U COM PERFIL U

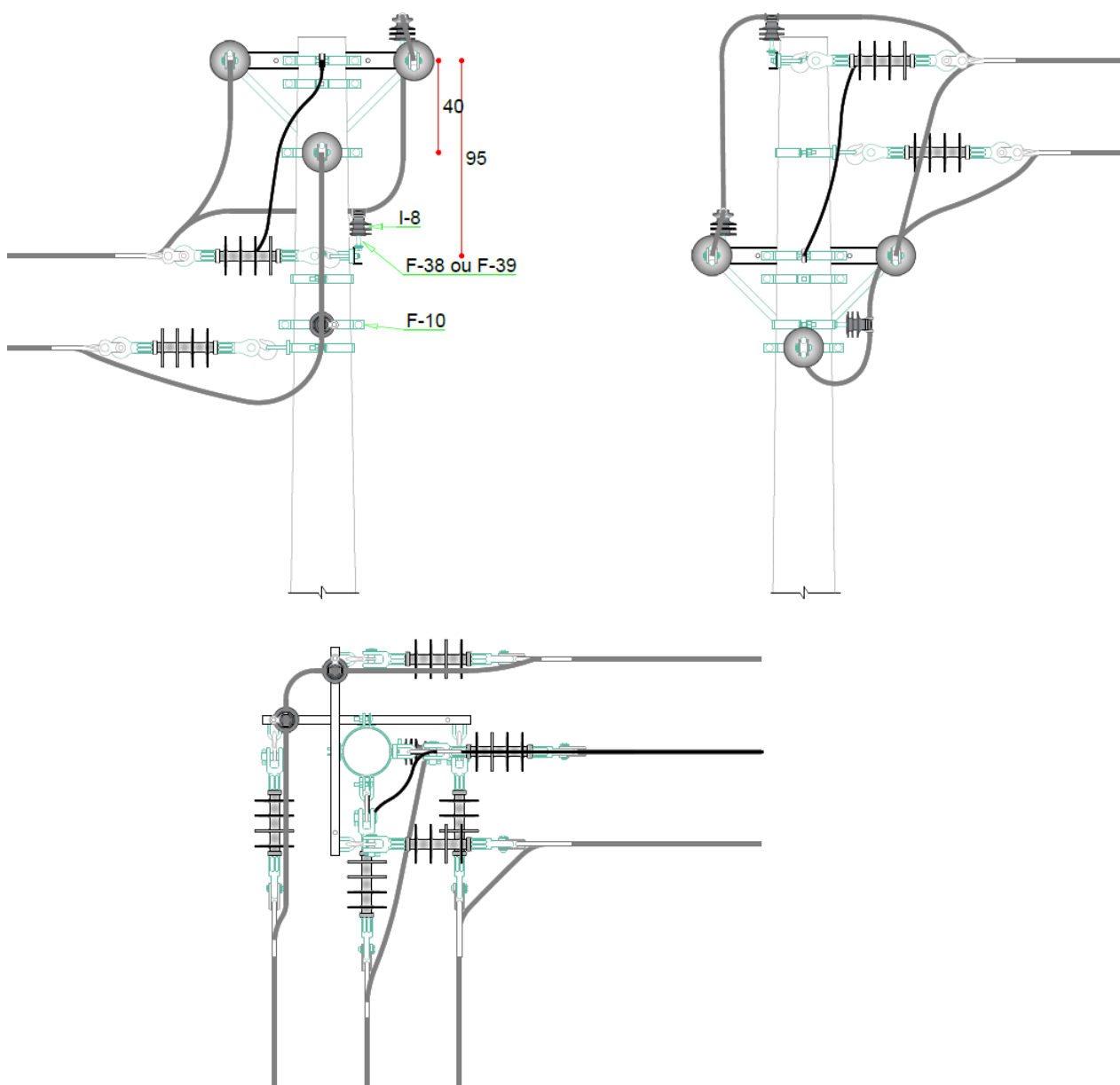


Figura 14 - Estrutura CE3U-CE3U com perfil U  
Dimensões em cm

**NOTA:** Recomenda-se que seja utilizada em deflexões externas a partir de 60°.

| Relação de Materiais CE3U-CE3U com Perfil U |            |    |                           |
|---------------------------------------------|------------|----|---------------------------|
| (continua)                                  |            |    |                           |
| Item                                        | Quantidade |    | Descrição                 |
|                                             | C          | DT |                           |
| A-2                                         | -          | 7  | Arruela quadrada          |
| A-25                                        | 2          | 2  | Sapatilha                 |
| F-10                                        | 7          | -  | Cinta para poste circular |
| F-13                                        | 6          | 6  | Gancho olhal              |
| F-14                                        | 2          | 2  | Fixador para perfil U     |

| Relação de Materiais CE3U-CE3U com Perfil U |            |    |                                |
|---------------------------------------------|------------|----|--------------------------------|
| (conclusão)                                 |            |    |                                |
| Item                                        | Quantidade |    | Descrição                      |
|                                             | C          | DT |                                |
| F-20                                        | 4          | 4  | Mão francesa plana 619mm       |
| F-22                                        | 6          | 6  | Manilha sapatilha              |
| F-25                                        | 8          | 8  | Olhal para parafuso            |
| F-30                                        | -          | 7  | Parafuso de cabeça quadrada    |
| F-31                                        | 13         | 4  | Parafuso de cabeça abaulada    |
| F-32                                        | 4          | 8  | Parafuso de rosca dupla        |
| F-35                                        | 2          | 2  | Perfil U                       |
| F-38                                        | 3          | 3  | Pino curto para isolador       |
| F-39                                        | 3          | 3  | Pino universal para isoladores |
| F-40                                        | 8          | 8  | Porca olhal                    |
| I-7                                         | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão  |
| I-8                                         | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino  |
| M-2                                         | 2          | 2  | Alça preformada                |

### 9.9. ESTRUTURA CE2H-CE3U COM SUPORTE HORIZONTAL E PERFIL U

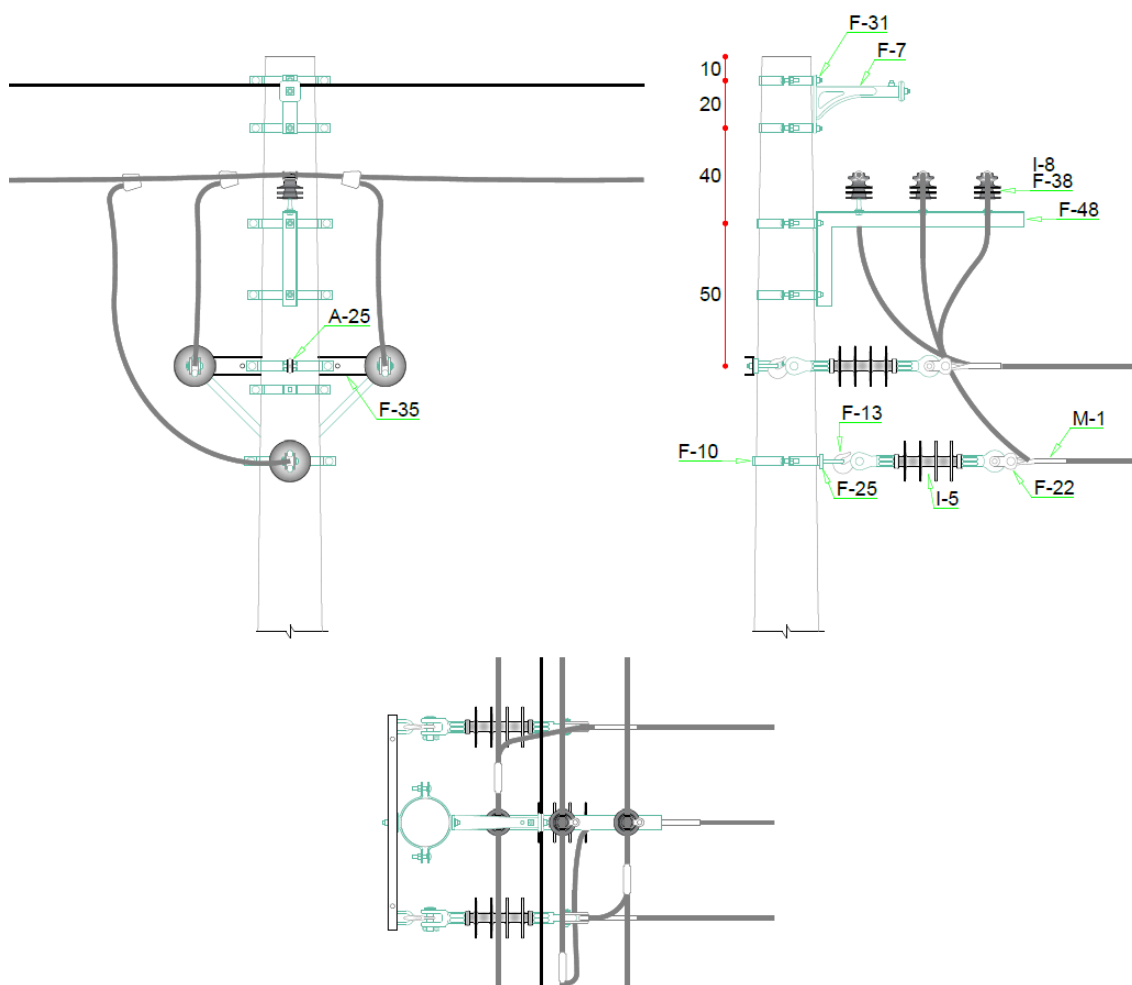


Figura 15 - Estrutura CE2H-CE3U com suporte horizontal e perfil U  
Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE2H-CE3U com Suporte Horizontal e Perfil U |            |    |                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                                                             | Quantidade |    | Descrição                        |
|                                                                  | C          | DT |                                  |
| A-2                                                              | -          | 6  | Arruela quadrada (ver item 6.20) |
| A-25                                                             | 3          | 3  | Sapatilha                        |
| F-10                                                             | 6          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-13                                                             | 3          | 3  | Gancho olhal                     |
| F-14                                                             | 1          | 1  | Fixador para perfil U            |
| F-22                                                             | 3          | 3  | Manilha sapatilha                |
| F-25                                                             | 5          | 5  | Olhal para parafuso              |
| F-30                                                             | -          | 6  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                                                             | 8          | 2  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-35                                                             | 1          | 1  | Perfil U                         |
| F-38                                                             | 3          | 3  | Pino curto para isolador         |
| F-40                                                             | 5          | 5  | Porca olhal                      |
| F-48                                                             | 1          | 1  | Suporte horizontal               |



## Relação de Materiais CE2H-CE3U com Suporte Horizontal e Perfil U

(conclusão)

| Item | Quantidade |    | Descrição                     |
|------|------------|----|-------------------------------|
|      | C          | DT |                               |
| I-5  | 3          | 3  | Isolador composto tipo bastão |
| I-8  | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino |
| M-2  | 3          | 3  | Alça preformada               |

9.10. ESTRUTURA CE3.N3 – TRANSIÇÃO REDE COMPACTA – REDE CONVENCIONAL

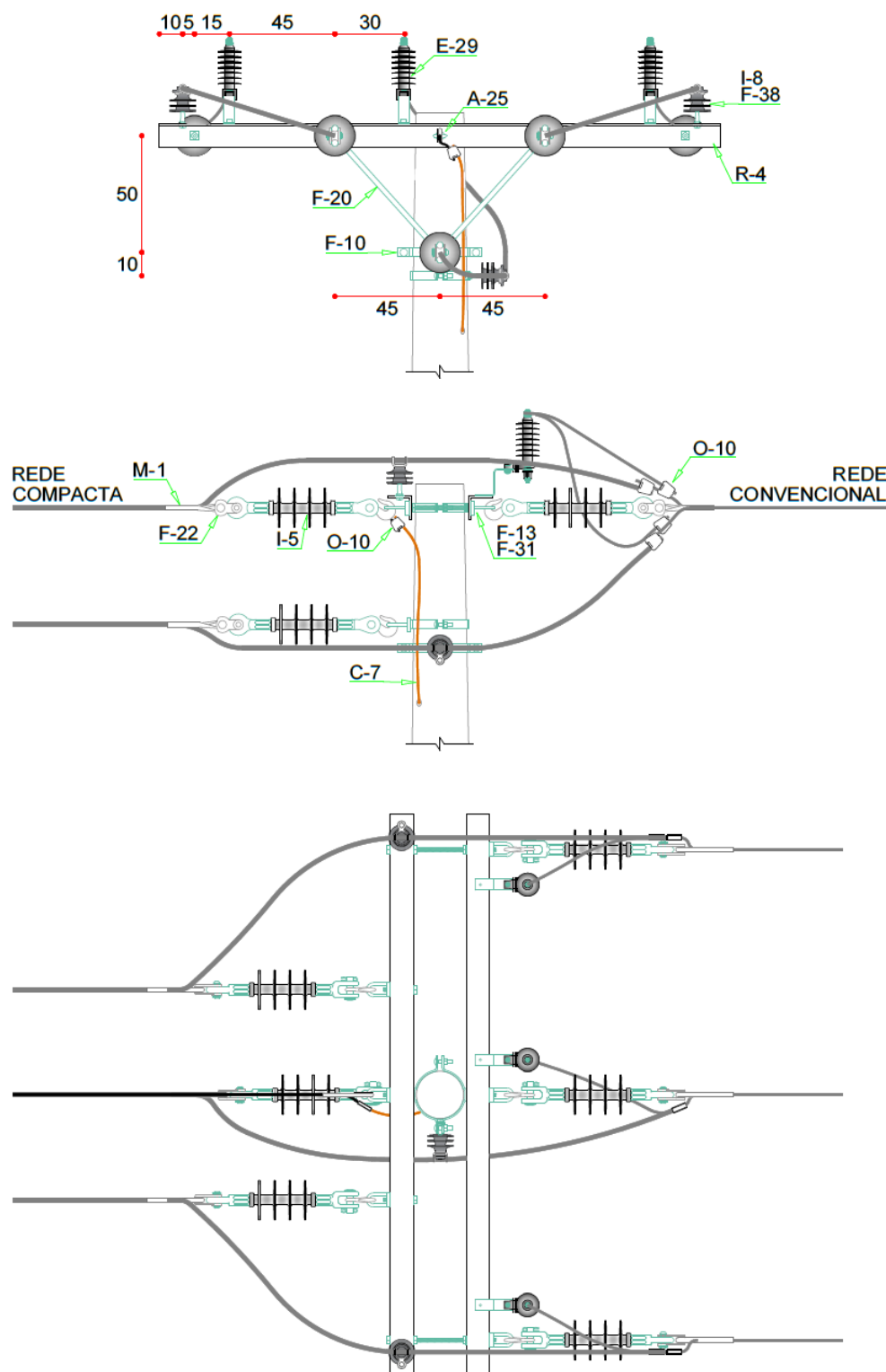


Figura 16 - Estrutura CE3.N3  
Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE3.N3 |            |    |                                  |
|-----------------------------|------------|----|----------------------------------|
| Item                        | Quantidade |    | Descrição                        |
|                             | C          | DT |                                  |
| A-2                         | 11         | 17 | Arruela quadrada (Ver item 6.20) |
| A-25                        | 1          | 1  | Sapatilha                        |
| C-7                         | 4          | 4  | Cabo de cobre nu (kg)            |
| E-29                        | 3          | 3  | Para raios                       |
| F-10                        | 3          | -  | Cinta para poste circular        |
| F-13                        | 6          | 6  | Gancho olhal                     |
| F-20                        | 4          | 4  | Mão francesa plana – 726mm       |
| F-22                        | 6          | 6  | Manilha sapatilha                |
| F-25                        | 6          | 6  | Olhal para parafuso              |
| F-30                        | 4          | 5  | Parafuso de cabeça quadrada      |
| F-31                        | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada      |
| F-32                        | 2          | 3  | Parafuso rosca dupla             |
| F-38                        | 3          | 3  | Pino universal para isoladores   |
| F-53                        | 3          | 3  | Suporte Z                        |
| I-5                         | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão    |
| I-8                         | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino    |
| M-1                         | 6          | 6  | Alça preformada                  |
| O-10                        | 7          | 7  | Conector Paralelo de Compressão  |
| R-4                         | 2          | 2  | Cruzeta metálica L 2400mm        |

### 9.11. ESTRUTURA CE3.N3-N3 – TRANSIÇÃO REDE COMPACTA – REDE CONVENCIONAL – COM DERIVAÇÃO CONVENCIONAL

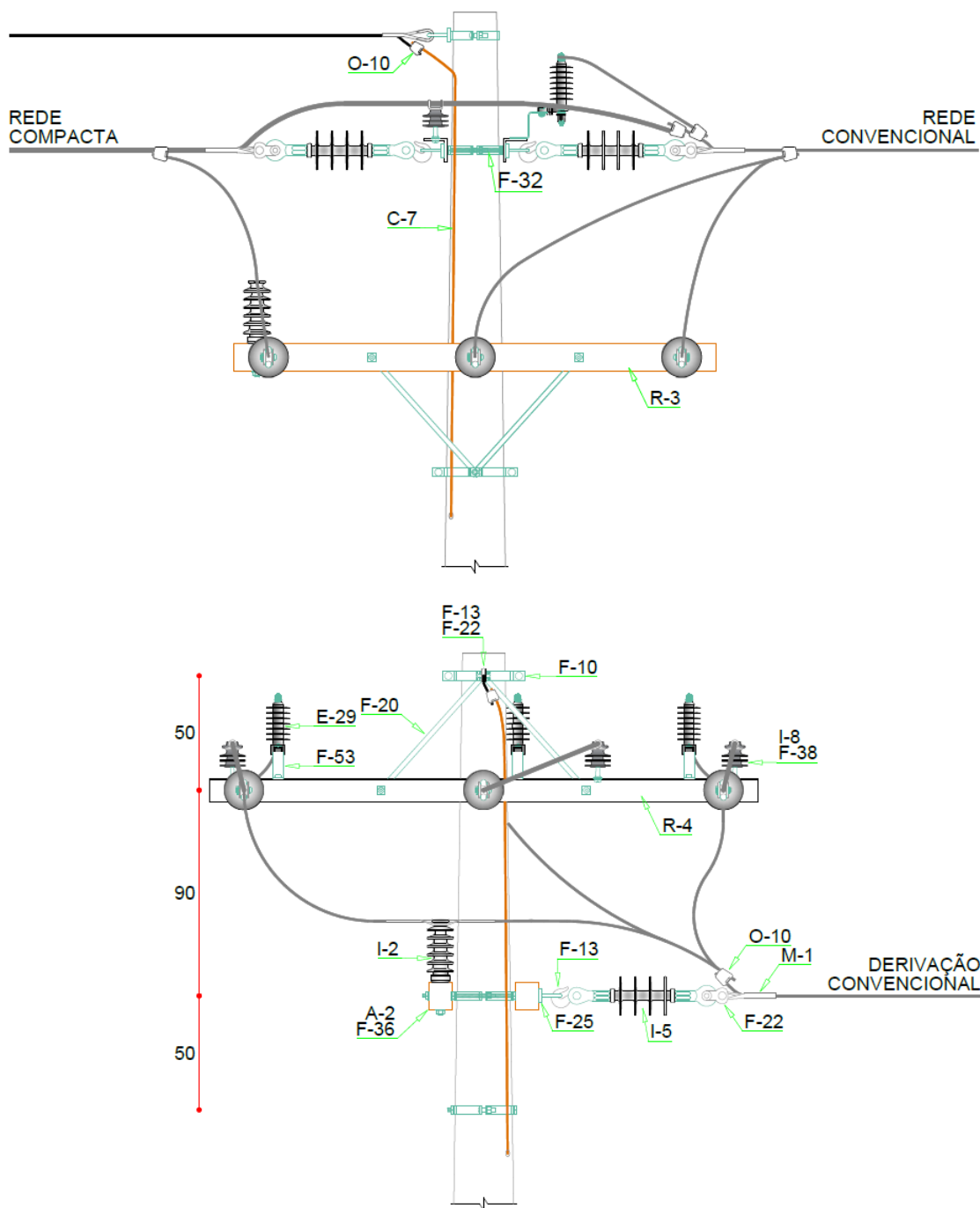


Figura 17 - Estrutura CE3.N3-N3

Dimensões em cm

**NOTA 1:** O primeiro espaçador da rede compacta deve ser instalado com afastamento de 12m em relação a estrutura.

**NOTA 2:** Por padrão, a cruzeta da estrutura de derivação é de fibra. Entretanto, dependendo os esforços da rede, poderá ser montada com cruzeta metálica. Nesse caso, será indicado em projeto para instalar cruzeta metálica.

| Relação de Materiais CE3.N3-N3 |            |    |                                               |
|--------------------------------|------------|----|-----------------------------------------------|
| Item                           | Quantidade |    | Descrição                                     |
|                                | C          | DT |                                               |
| A-2                            | 23         | 32 | Arruela quadrada (Ver item 6.20)              |
| A-25                           | 1          | 1  | Sapatilha                                     |
| C-7                            | 4          | 4  | Cabo de cobre nu (kg)                         |
| E-29                           | 3          | 3  | Para raios                                    |
| F-10                           | 4          | -  | Cinta para poste circular                     |
| F-13                           | 9          | 9  | Gancho olhal                                  |
| F-20                           | 8          | 8  | Mão francesa plana – 726mm                    |
| F-22                           | 9          | 9  | Manilha sapatilha                             |
| F-25                           | 9          | 9  | Olhal para parafuso                           |
| F-30                           | 8          | 10 | Parafuso de cabeça quadrada                   |
| F-31                           | 8          | -  | Parafuso de cabeça abaulada                   |
| F-32                           | 4          | 6  | Parafuso rosca dupla                          |
| F-38                           | 4          | 4  | Pino universal para isoladores                |
| F-53                           | 3          | 3  | Suporte Z                                     |
| I-2                            | 1          | 1  | Isolador composto tipo pilar                  |
| I-5                            | 9          | 9  | Isolador composto tipo bastão                 |
| I-8                            | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino                 |
| M-1                            | 9          | 9  | Alça preformada                               |
| O-10                           | 10         | 10 | Conector Paralelo de Compressão               |
| R-3                            | 2          | 2  | Cruzeta 2100mm (ver nota 2, abaixo da figura) |
| R-4                            | 2          | 2  | Cruzeta metálica L 2400mm                     |

## 10. ESTRUTURAS COM AFASTAMENTO

### 10.1. ESTRUTURA CE1AFTA

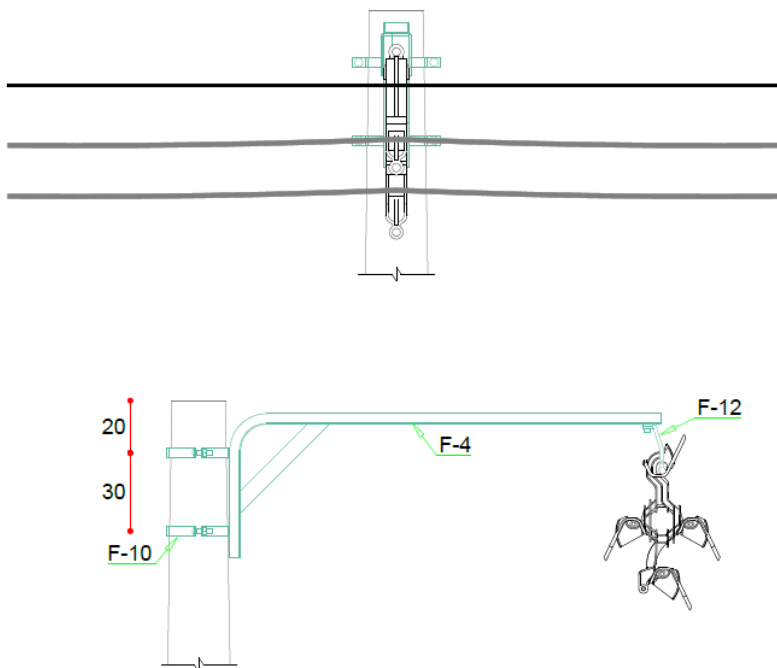


Figura 18 - Estrutura CE1AFTA

Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE1AFTA |            |    |                             |
|------------------------------|------------|----|-----------------------------|
| Item                         | Quantidade |    | Descrição                   |
|                              | C          | DT |                             |
| F-4                          | 1          | 1  | Braço afastador horizontal  |
| F-10                         | 2          | -  | Cinta para poste circular   |
| F-12                         | 1          | 1  | Estribo para braço tipo L   |
| F-30                         | 1          | 3  | Parafuso de cabeça quadrada |
| F-31                         | 2          | -  | Parafuso de cabeça abaulada |

## 10.2. ESTRUTURA CE2AFTA

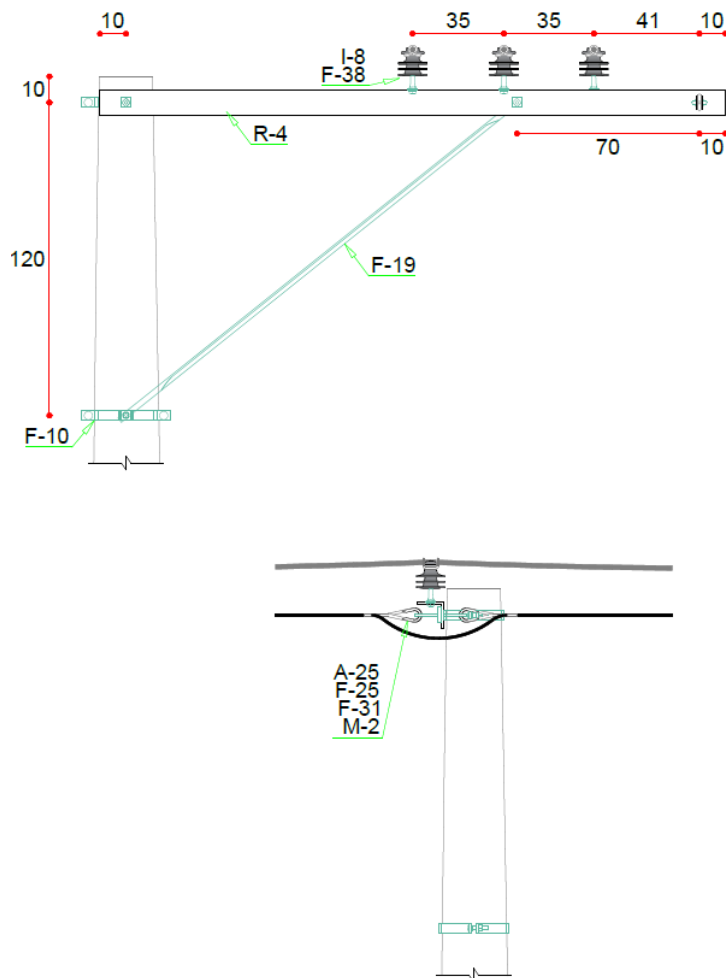


Figura 19 - Estrutura CE2AFTA

Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE2AFTA |            |    |                               |
|------------------------------|------------|----|-------------------------------|
| Item                         | Quantidade |    | Descrição                     |
|                              | C          | DT |                               |
| A-25                         | 2          | 2  | Sapatilha                     |
| F-10                         | 2          | -  | Cinta para poste circular     |
| F-19                         | 1          | 1  | Mão francesa perfilada        |
| F-25                         | 1          | 1  | Olhal para parafuso           |
| F-30                         | 1          | 3  | Parafuso de cabeça quadrada   |
| F-31                         | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada   |
| F-32                         | 1          | 2  | Parafuso rosca dupla          |
| F-38                         | 3          | 3  | Pino isolador                 |
| I-8                          | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino |
| M-2                          | 1          | 1  | Alça preformada de estai      |
| R-4                          | 2          | 2  | Cruzeta metálica L 2400mm     |

### 10.3. ESTRUTURA CE3AFTA

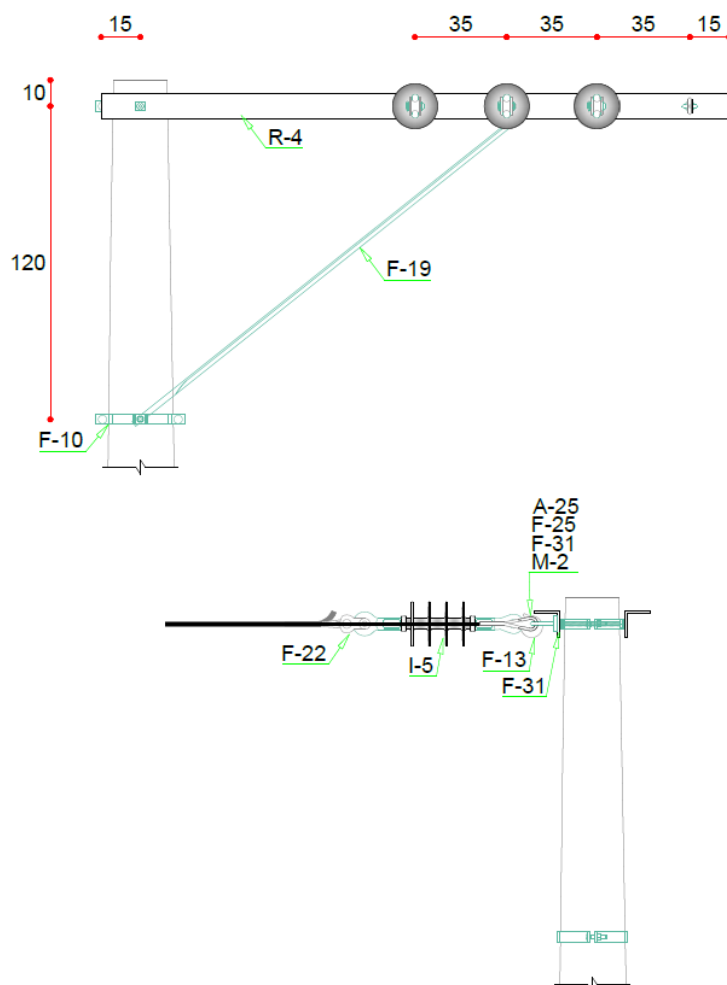


Figura 20 - Estrutura CE3AFTA  
Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE3AFTA |            |    |                               |
|------------------------------|------------|----|-------------------------------|
| Item                         | Quantidade |    | Descrição                     |
|                              | C          | DT |                               |
| A-25                         | 1          | 1  | Sapatilha                     |
| F-10                         | 2          | -  | Cinta para poste circular     |
| F-13                         | 3          | 3  | Gancho olhal                  |
| F-19                         | 2          | 2  | Mão francesa perfilada        |
| F-22                         | 3          | 3  | Manilha sapatilha             |
| F-25                         | 4          | 4  | Olhal para parafuso           |
| F-30                         | 4          | 6  | Parafuso de cabeça quadrada   |
| F-31                         | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada   |
| F-32                         | 1          | 2  | Parafuso rosca dupla          |
| I-5                          | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão |
| M-2                          | 1          | 1  | Alça preformada de estai      |
| R-4                          | 2          | 2  | Cruzeta metálica L 2400mm     |



## 10.4. ESTRUTURA CE4AFTA

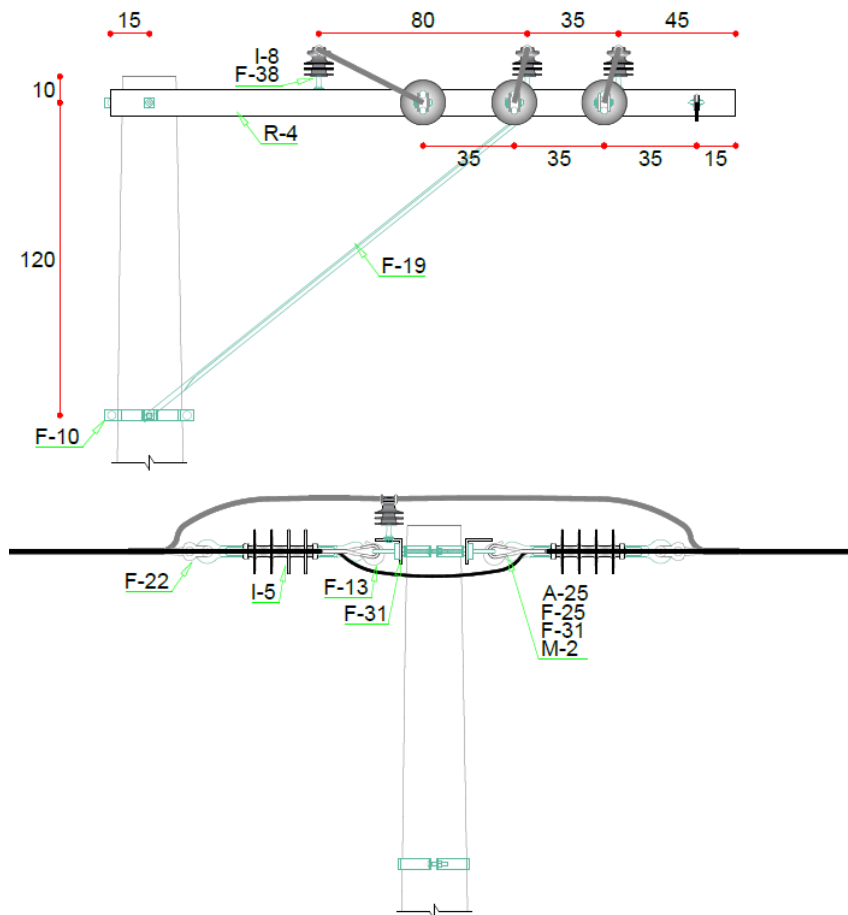


Figura 21 - Estrutura CE4AFTA

Dimensões em cm

| Relação de Materiais CE4AFTA |            |    |                               |
|------------------------------|------------|----|-------------------------------|
| Item                         | Quantidade |    | Descrição                     |
|                              | C          | DT |                               |
| A-25                         | 1          | 1  | Sapatilha                     |
| F-10                         | 2          | -  | Cinta para poste circular     |
| F-13                         | 3          | 3  | Gancho olhal                  |
| F-19                         | 2          | 2  | Mão francesa perfilada        |
| F-22                         | 3          | 3  | Manilha sapatilha             |
| F-25                         | 4          | 4  | Olhal para parafuso           |
| F-30                         | 4          | 6  | Parafuso de cabeça quadrada   |
| F-31                         | 4          | -  | Parafuso de cabeça abaulada   |
| F-32                         | 1          | 2  | Parafuso rosca dupla          |
| F-38                         | 3          | 3  | Pino isolador                 |
| I-5                          | 6          | 6  | Isolador composto tipo bastão |
| I-8                          | 3          | 3  | Isolador polimérico tipo pino |
| M-2                          | 1          | 1  | Alça preformada de estai      |
| R-4                          | 2          | 2  | Cruzeta metálica L 2400mm     |

## 11. AMARRAÇÕES E ANCORAGENS – CORDOALHA AUXILIAR – CABO MENSAGEIRO

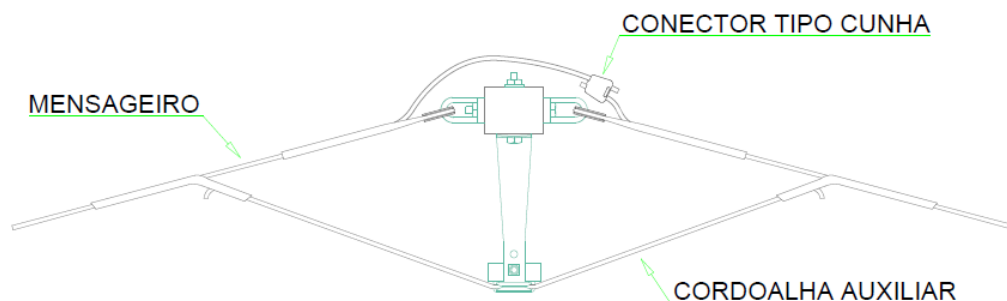


Figura 22 - Amarrações e Ancoragens – Cordoalha Auxiliar – Cabo Mensageiro

## 12. ANEXO A - RELAÇÃO DE MATERIAIS

A relação de materiais para as redes de distribuição aéreas com cabos cobertos em espaçadores consta na Tabela A.

**Tabela A – Relação de Materiais**

| Elemento   | Referência | Descrição Padronizada                                                          |
|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Acessórios | A          | 1 Amortecedor de Vibração                                                      |
|            |            | 2 Arruela Quadrada                                                             |
|            |            | 3 Anel de Amarração                                                            |
|            |            | 4 Braço Antibalanço                                                            |
|            |            | 5 Braço com Grampo de Suspensão                                                |
|            |            | 6 Chapa de Estai                                                               |
|            |            | 7 Cobertura de Conexão Tipo Cunha – Capa                                       |
|            |            | 8 Cobertura de Conexão para Cabo Coberto - Manta                               |
|            |            | 9 Cobertura de Conexão para Cabo Coberto - Tubo                                |
|            |            | 10 Cobertura Protetora para Aterramento                                        |
|            |            | 11 Cobertura Protetora para Cabos Nus                                          |
|            |            | 12 Cobertura Protetora p/ Estribo, Conector e Conector Derivação de Linha Viva |
|            |            | 13 Cobertura Protetora para Terminal de Equipamentos                           |
|            |            | 14 Espaçador de Isoladores                                                     |
|            |            | 15 Fita Isolante                                                               |
|            |            | 17 Grampo para Cerca                                                           |
|            |            | 18 Espaçador Losangular                                                        |
|            |            | 19 Espaçador Monofásico                                                        |
|            |            | 20 Espaçador Vertical Trifásico                                                |
|            |            | 21 Porca Quadrada                                                              |
|            |            | 22 Grampo de Ancoragem                                                         |
|            |            | 25 Sapatilha                                                                   |
|            |            | 26 Seccionador Pré-Formado                                                     |
|            |            | 30 Suporte para Transformador em Poste de Concreto Circular                    |
|            |            | 31 Suporte para Transformador em Poste de Concreto Duplo T                     |
|            |            | 32 Suporte para Transformador em Poste de Madeira                              |
| Cabos      | C          | 1 Cabo de Aço                                                                  |
|            |            | 3 Cabo de Alumínio CA                                                          |
|            |            | 4 Cabo de Alumínio com Alma de Aço CAA                                         |
|            |            | 5 Cabo Multiplexado de Alumínio                                                |
|            |            | 6 Cabo de Alumínio Coberto                                                     |
|            |            | 7 Fio e Cabo Nu de Cobre                                                       |
|            |            | 8 Fio e Cabo Isolado de Cobre (até 600 V)                                      |
|            |            | 9 Fio de Alumínio Coberto                                                      |
|            |            | 10 Fio e Cabo Isolado de Alumínio                                              |
|            |            | 11 Cabo de Cobre Coberto                                                       |

Tabela A (Continuação)

| Elemento     | Referência | Descrição Padronizada                             |
|--------------|------------|---------------------------------------------------|
| Equipamentos | E          | 1 Base de 10 A para Relé Fotoelétrico             |
|              |            | 2 Base de 60 A para Relé Fotoelétrico             |
|              |            | 9 Chave-Fusível                                   |
|              |            | 11 Seccionador Unipolar                           |
|              |            | 12 Chave Interruptora Blindada                    |
|              |            | 20 Lâmpada                                        |
|              |            | 26 Luminária Fechada                              |
|              |            | 29 Para-Raios                                     |
|              |            | 31 Reator Externo com Base para Relé Fotoelétrico |
|              |            | 32 Reator Externo sem Base para Relé Fotoelétrico |
|              |            | 39 Relé Fotoelétrico Intercambiável               |
|              |            | 45 Transformador de Distribuição                  |
| Ferragens    | F          | 1 Afastador de Armação Secundária                 |
|              |            | 2 Afastador para Isolador Tipo Pilar              |
|              |            | 3 Armação Secundária                              |
|              |            | 4 Braço Afastador Horizontal                      |
|              |            | 5 Braço de Iluminação Pública                     |
|              |            | 6 Braço Tipo C                                    |
|              |            | 7 Braço Tipo L                                    |
|              |            | 9 Cantoneira Auxiliar para Braço Tipo C           |
|              |            | 10 Cinta para Poste Circular                      |
|              |            | 11 Cinta para Poste Duplo T                       |
|              |            | 12 Estribo para Braço Tipo L                      |
|              |            | 13 Gancho-Olhal                                   |
|              |            | 14 Fixador para Perfil U                          |
|              |            | 16 Haste de Âncora                                |
|              |            | 17 Haste de Aterramento                           |
|              |            | 19 Mão-Francesa Perfilada                         |
|              |            | 20 Mão-Francesa Plana                             |
|              |            | 22 Manilha-Sapatilha                              |
|              |            | 25 Olhal para Parafuso                            |
|              |            | 26 Manilha Torcida                                |
|              |            | 30 Parafuso de Cabeça Quadrada                    |
|              |            | 31 Parafuso de Cabeça Abaulada                    |
|              |            | 32 Parafuso de Rosca Dupla                        |
|              |            | 33 Parafuso para Madeira                          |
|              |            | 34 Parafuso Prisoneiro                            |
|              |            | 35 Perfil U                                       |
|              |            | 36 Pino para Isolador                             |
|              |            | 37 Pino de Topo                                   |
|              |            | 38 Pino Curto para Isolador                       |
|              |            | 39 Pino Universal para Isoladores                 |
|              |            | 40 Porca-Olhal                                    |

Tabela A.1 (Continuação)

| Elemento   | Referência | Descrição Padronizada                       |
|------------|------------|---------------------------------------------|
| Ferragens  | F          | 45 Sela para Cruzeta                        |
|            |            | 46 Suporte Afastador de Rede                |
|            |            | 47 Suporte L                                |
|            |            | 48 Suporte Horizontal                       |
|            |            | 49 Suporte T                                |
|            |            | 50 Suporte TL                               |
|            |            | 51 Suporte de Topo para Isolador Tipo Pilar |
|            |            | 53 Suporte Z                                |
| Isolador   | I          | 1 Isolador Tipo Castanha                    |
|            |            | 2 Isolador Tipo Pino                        |
|            |            | 3 Isolador Tipo Roldana                     |
|            |            | 4 Isolador de Disco                         |
|            |            | 5 Isolador Tipo Pilar                       |
|            |            | 6 Isolador Tipo Bastão                      |
|            |            | 7 Isolador Composto Tipo Bastão             |
|            |            | 8 Isolador Polimérico Tipo Pino             |
| Amarrações | M          | 1 Alça Pré-Formada de Distribuição          |
|            |            | 2 Alça Pré-Formada de Estai                 |
|            |            | 3 Alça Pré-Formada de Serviço               |
|            |            | 5 Fio Nu de Alumínio para Amarração         |
|            |            | 8 Fita de Alumínio                          |
|            |            | 9 Fixador Pré-formado de Estai              |
|            |            | 10 Grampo de Ancoragem                      |
|            |            | 13 Laço Pré-Formado de Roldana              |
|            |            | 14 Laço Pré-Formado de Topo                 |
|            |            | 17 Laço Pré-Formado Lateral Duplo           |
| Conexões   | O          | 1 Conector de Cruzamento                    |
|            |            | 2 Conector de Parafuso Fendido              |
|            |            | 5 Conector Derivação de Compressão          |
|            |            | 6 Conector Derivação de Parafuso            |
|            |            | 7 Conector Derivação de Linha Viva          |
|            |            | 10 Conector Paralelo de Compressão          |
|            |            | 11 Conector Paralelo de Parafuso            |
|            |            | 20 Emenda Pré-Formada Condutora             |
|            |            | 21 Emenda Pré-Formada Total                 |
|            |            | 25 Adaptador Estribo de Compressão          |
|            |            | 26 Adaptador Estribo de Parafuso            |
|            |            | 30 Luva de Emenda                           |
|            |            | 35 Protetor Pré-Formado                     |

Tabela A.2 (Continuação)

| Elemento | Referência | Descrição Padronizada |                                  |
|----------|------------|-----------------------|----------------------------------|
| Poste    | P          | 1                     | Poste de Concreto Circular       |
|          |            | 2                     | Poste de Concreto Duplo T        |
|          |            | 3                     | Poste de Madeira                 |
| Cruzeta  | R          | 3                     | Cruzeta                          |
| Escora   | S          | 1                     | Contraposte de Concreto Circular |
|          |            | 2                     | Contraposte de Concreto Duplo T  |
|          |            | 3                     | Contraposte de Madeira           |
|          |            | 5                     | Placa de Concreto                |
|          |            | 8                     | Tora de Madeira                  |