



Cetril





Título do Documento:

Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de
Distribuição de Energia Elétrica Aérea



Tipo: NTC-D-02

Norma Técnica e Padronização

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

NORMA TÉCNICA E PADRONIZAÇÃO: CRITÉRIOS BÁSICOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 2 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| Equação 1 – Demanda Máxima - $D_{máx}$ | 33 |
| Equação 2 – Demanda Máxima das Cargas Distribuídas - D_{MD} | 33 |
| Equação 3 – Queda de tensão percentual | 47 |
| Equação 4 – Queda de tensão sistema monofásico..... | 48 |
| Equação 5 - Queda de tensão sistema trifásico | 48 |
| Equação 6 – Desequilíbrio de fases percentual..... | 49 |
| Equação 7 – Corrente média das fases..... | 49 |
| Equação 8 – Resultante de tração mecânica com 2 esforços | 55 |
| Equação 9 – Resultante de tração mecânica com dois ou mais esforços | 56 |
| Equação 10 – Flecha dos condutores | 58 |
| Equação 11 – Vão básico | 58 |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 3 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 – Resultante de tração mecânica com dois esforços | 56 |
| Figura 2 – Resultante de tração mecânica com dois ou mais esforços..... | 57 |
| Figura 3 – Modelo de cálculo de queda de tensão | 77 |
| Figura 4 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede nua (convencional)..... | 147 |
| Figura 5 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede nua (convencional)..... | 147 |
| Figura 6 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede protegida (compactal) | 148 |
| Figura 7 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede isolada (multiplexada)..... | 149 |
| Figura 8 – Ângulo de deflexão vertical do primário rede nua (convencional) | 149 |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 4 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

LISTA DE TABELA



| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Demanda máxima individual | 68 |
| Tabela 2 – Demanda diversificada residência (kVA) | 68 |
| Tabela 3 – Fator de demanda e fator de carga típico | 69 |
| Tabela 4 – Dimensionamento dos elos-fusíveis (preferenciais) para ramais..... | 74 |
| Tabela 5 – Elos fusíveis para transformadores monofásicos | 74 |
| Tabela 6 – Elos fusíveis para transformadores trifásicos | 74 |
| Tabela 7 – Elos fusíveis para banco de capacitores | 75 |
| Tabela 8 – Bitola mínima do tronco do secundário 254/127, 240/120V, 230/115V e 220/127V | 75 |
| Tabela 9 – Bitola mínima do tronco do secundário 380/220V e 440/220V..... | 75 |
| Tabela 10 - Postes padronizados ¹ | 76 |
| Tabela 11 – Comprimento e resistência mínima de poste para instalação de equipamento . | 76 |
| Tabela 12 – Modelo de cálculo de queda de tensão..... | 77 |
| Tabela 13 – Fator de potência | 78 |
| Tabela 14 – Características físicas do cabo de alumínio nu (CA) | 79 |
| Tabela 15 – Características elétricas do cabo de alumínio nu (CA) | 79 |
| Tabela 16 – Características físicas do cabo de alumínio com alma de aço nu (CAA)..... | 80 |
| Tabela 17 – Características elétricas do cabo de alumínio com alma de aço nu (CAA)..... | 80 |
| Tabela 18 – Características físicas do cabo de alumínio protegido - Compacta..... | 81 |
| Tabela 19 – Características elétricas do cabo de alumínio protegido - Compacta | 82 |
| Tabela 20 – Características físicas do mensageiro | 82 |
| Tabela 21 – Características físicas do cabo de alumínio isolado - Multiplexado | 83 |
| Tabela 22 – Características elétricas do cabo de alumínio isolado - Multiplexado | 83 |
| Tabela 23 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 15kV..... | 84 |
| Tabela 24 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 25kV..... | 84 |
| Tabela 25 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 36,2kV.. | 84 |
| Tabela 26 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 15kV | 85 |
| Tabela 27 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 25kV | 85 |
| Tabela 28 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 36,2kV..... | 86 |
| Tabela 29 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – 15kV..... | 87 |
| Tabela 30 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – Classe 25kV87 | |
| Tabela 31 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – Classe 36,2kV | 87 |
| Tabela 32 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede secundária – 220/380V..... | 87 |
| Tabela 33 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 127/220V | 88 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 5 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



| | |
|---|----|
| Tabela 34 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 115/230V | 88 |
| Tabela 35 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 120/240V | 88 |
| Tabela 36 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 220/380V | 89 |
| Tabela 37 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 127/220V | 89 |
| Tabela 38 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 115/230V | 89 |
| Tabela 39 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 120/240V | 90 |
| Tabela 40 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 220/380V | 90 |
| Tabela 41 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 127/220V | 90 |
| Tabela 42 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 115/230V | 91 |
| Tabela 43 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 120/240V | 91 |
| Tabela 44 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio nu – CA..... | 92 |
| Tabela 45 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio nu – CA..... | 92 |
| Tabela 46 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio nu – CA..... | 93 |
| Tabela 47 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio nu – CA..... | 93 |
| Tabela 48 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 94 |
| Tabela 49 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 94 |
| Tabela 50 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 95 |
| Tabela 51 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 95 |
| Tabela 52 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado..... | 96 |
| Tabela 53 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado | 96 |
| Tabela 54 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado | 97 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 6 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



| | |
|--|-----|
| Tabela 55 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado | 97 |
| Tabela 56 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio nu – CA ... | 98 |
| Tabela 57 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio nu – CA ... | 99 |
| Tabela 58 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio nu – CA . | 100 |
| Tabela 59 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 101 |
| Tabela 60 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 102 |
| Tabela 61 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 103 |
| Tabela 62 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV..... | 104 |
| Tabela 63 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV..... | 105 |
| Tabela 64 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV..... | 106 |
| Tabela 65 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV..... | 107 |
| Tabela 66 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV..... | 108 |
| Tabela 67 – Tração de projeto para rede primária – 3º Nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV..... | 109 |
| Tabela 68 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV..... | 110 |
| Tabela 69 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV..... | 111 |
| Tabela 70 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV..... | 112 |
| Tabela 71 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4AWG de alumínio nu – CA..... | 113 |
| Tabela 72 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2AWG de alumínio nu – CA..... | 113 |
| Tabela 73 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1/0 AWG de alumínio nu – CA | 114 |
| Tabela 74 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2/0 AWG de alumínio nu – CA | 114 |
| Tabela 75 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3/0 AWG de alumínio nu – CA | 115 |
| Tabela 76 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4/0 AWG de alumínio nu – CA | 115 |
| Tabela 77 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG (19 fios) de alumínio nu – CA | 116 |
| Tabela 78 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG (7 fios) de alumínio nu – CA | 116 |
| Tabela 79 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio nu – CA..... | 117 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 7 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



| | |
|--|-----|
| Tabela 80 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA | 117 |
| Tabela 81 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA | 118 |
| Tabela 82 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 118 |
| Tabela 83 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 119 |
| Tabela 84 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 119 |
| Tabela 85 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA..... | 120 |
| Tabela 86 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8AWG de alumínio (18 fios) com alma de aço (1 fio) nu – CAA | 120 |
| Tabela 87 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG de alumínio (6 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA..... | 121 |
| Tabela 88 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG de alumínio (26 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA..... | 121 |
| Tabela 89 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (18 fios) com alma de aço (1 fio) nu – CAA | 122 |
| Tabela 90 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (26 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA..... | 122 |
| Tabela 91 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (30 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA..... | 123 |
| Tabela 92 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1x1x35+35mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 123 |
| Tabela 93 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2x1x35+35mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 124 |
| Tabela 94 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2x1x70+70mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 124 |
| Tabela 95 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x35+35mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 125 |
| Tabela 96 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x50+50mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 125 |
| Tabela 97 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x70+70mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 126 |
| Tabela 98 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x120+70mm ² de alumínio isolado - Multiplexado..... | 126 |
| Tabela 99 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /6,4mm AZ de alumínio protegido 15kV– Compacta..... | 127 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 8 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

| | |
|---|-----|
| Tabela 100 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV– Compacta..... | 127 |
| Tabela 101 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 128 |
| Tabela 102 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 128 |
| Tabela 103 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 129 |
| Tabela 104 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 129 |
| Tabela 105 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 130 |
| Tabela 106 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 130 |
| Tabela 107 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 131 |
| Tabela 108 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 131 |
| Tabela 109 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 132 |
| Tabela 110 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 132 |
| Tabela 111 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 133 |
| Tabela 112 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 133 |
| Tabela 113 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 134 |
| Tabela 114 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta..... | 134 |
| Tabela 115 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV– Compacta..... | 135 |
| Tabela 116 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 135 |
| Tabela 117 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 136 |
| Tabela 118 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 136 |
| Tabela 119 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 137 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 9 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

| | |
|---|-----|
| Tabela 120 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 137 |
| Tabela 121 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 138 |
| Tabela 122 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 138 |
| Tabela 123 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 139 |
| Tabela 124 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 139 |
| Tabela 125 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 140 |
| Tabela 126 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 140 |
| Tabela 127 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 141 |
| Tabela 128 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 141 |
| Tabela 129 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta..... | 142 |
| Tabela 130 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 142 |
| Tabela 131 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 143 |
| Tabela 132 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 143 |
| Tabela 133 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 144 |
| Tabela 134 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 144 |
| Tabela 135 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 145 |
| Tabela 136 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 145 |
| Tabela 137 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 146 |
| Tabela 138 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm ² /9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta..... | 146 |
| Tabela 139 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede nua (convencional)..... | 147 |
| Tabela 140 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede nua (convencional)..... | 147 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 10 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|





| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 141 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede protegida (compacta)..... 148

Tabela 142 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede isolada (multiplexada).....149



Tabela 143 – Ângulo de deflexão vertical do primário rede nua (convencional) 149

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 APRESENTAÇÃO | 17 |
| 2 CAMPO DE APLICAÇÃO | 18 |
| 3 OBJETIVO | 19 |
| 4 REFERÊNCIA NORMATIVA | 20 |
| 4.1 Legislação | 20 |
| 4.2 Obrigações e Competências | 20 |
| 5 TERMOS E DEFINIÇÕES | 21 |
| 5.1 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL | 21 |
| 5.2 Alimentador de distribuição | 21 |
| 5.3 Alimentador exclusivo/expresso | 21 |
| 5.4 Cabo de alumínio com alma de aço (CAA) singelo de rede primária e secundária | 21 |
| 5.5 Cabo de alumínio (CA) singelo de rede primária e secundária | 21 |
| 5.6 Cabo de guarda..... | 21 |
| 5.7 Cabo mensageiro | 21 |
| 5.8 Cabo pré-reunido (multiplexado) de rede secundária | 21 |
| 5.9 Cabo protegido (compacta) de rede primária | 22 |
| 5.10 Carga instalada | 22 |
| 5.11 Circuito secundário de distribuição | 22 |
| 5.12 Consumidor | 22 |
| 5.13 Distribuidora de energia elétrica | 22 |
| 5.14 Demanda | 22 |
| 5.15 Demanda diversificada..... | 22 |
| 5.16 Demanda máxima | 22 |
| 5.17 Derivação de distribuição | 23 |
| 5.18 Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC)..... | 23 |
| 5.19 Duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão (DIC)..... | 23 |
| 5.20 Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou por ponto de conexão (DMIC)..... | 23 |
| 5.21 Fator de agrupamento de medidores (unidade consumidora) | 23 |
| 5.22 Fator de carga | 23 |
| 5.23 Fator de coincidência (FC) | 23 |
| 5.24 Fator de demanda (FD) | 23 |
| 5.25 Fator de diversidade (FDi) | 24 |
| 5.26 Fator de potência (FP) | 24 |
| 5.27 Fator de utilização (FU) | 24 |
| 5.28 Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC) | 24 |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 12 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



| | | |
|-------|---|----|
| 5.29 | Frequência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão (FIC)..... | 24 |
| 5.30 | Iluminação pública..... | 24 |
| 5.31 | Loteamento | 24 |
| 5.32 | Neutro de sustentação..... | 24 |
| 5.33 | Projeto expansão de rede de distribuição..... | 25 |
| 5.34 | Projeto renovação de rede de distribuição | 25 |
| 5.35 | Projeto melhoria de rede de distribuição..... | 25 |
| 5.36 | Ramal de alimentador..... | 25 |
| 5.37 | Ramal de ligação..... | 25 |
| 5.38 | Rede de distribuição - RD | 25 |
| 5.39 | Rede de distribuição convencional - nua..... | 25 |
| 5.40 | Rede de distribuição secundária com condutores pré-reunido – multiplexada | 25 |
| 5.41 | Rede de distribuição primária com condutores protegidos – compacta..... | 25 |
| 5.42 | Rede de distribuição primária | 26 |
| 5.43 | Rede de distribuição secundária..... | 26 |
| 5.44 | Tensão secundária de distribuição..... | 26 |
| 5.45 | Tensão primária de distribuição | 26 |
| 5.46 | Tronco do alimentador..... | 26 |
| 5.47 | Rede primária nua | 26 |
| 5.48 | Rede primária compacta | 26 |
| 5.49 | Rede secundária nua..... | 26 |
| 5.50 | Rede secundária isolada..... | 26 |
| 5.51 | Tensão máxima do sistema (U)..... | 27 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES GERAIS | 28 |
| 6.1 | Generalidades | 28 |
| 6.2 | Critérios Otimizados de Projetos | 28 |
| 6.3 | Exigências..... | 29 |
| 7 | OBTENÇÃO DE DADOS PRELIMINARES | 31 |
| 7.1 | Mapas e Plantas | 31 |
| 7.2 | Levantamento da Carga e Determinação de Demandas | 31 |
| 7.3 | Determinação de Demanda nas Unidades Consumidoras Novas | 32 |
| 7.3.1 | Rede Primária | 32 |
| 7.3.2 | Rede Secundária | 32 |
| 7.4 | Determinação de Demandas para Unidades Consumidoras Existentes..... | 32 |
| 7.4.1 | Rede Secundária | 32 |
| 7.4.2 | Rede Primária | 32 |
| 8 | LOCAÇÃO DE POSTES | 34 |
| 8.1 | Marcação..... | 34 |
| 8.2 | Localização | 34 |

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-02 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica</i> | Versão: 02/2023 |
| | <i>Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea</i> |  |



| | |
|---|----|
| 8.3 Disposição | 35 |
| 8.4 Vão..... | 35 |
| 8.5 Outros cuidados a serem observados durante a locação..... | 36 |
| 8.6 Afastamentos mínimos | 36 |
| 9 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO..... | 37 |
| 9.1 Rede primária | 37 |
| 9.1.1 Definição básica | 37 |
| 9.1.2 Níveis de tensão | 37 |
| 9.1.3 Configuração básica, trajeto e faseamento | 37 |
| 9.1.3.1 Configuração básica | 37 |
| 9.1.3.2 Trajeto..... | 37 |
| 9.1.3.3 Faseamento | 38 |
| 9.1.3.3.1 Faseamento da rede primária com condutores nus (convencional) | 38 |
| 9.1.3.3.2 Faseamento da rede primária com condutores protegidos (compacta)..... | 38 |
| 9.1.3.3.3 Faseamento da rede secundária com condutores nus (convencional)..... | 39 |
| 9.1.3.3.4 Faseamento da rede secundária com condutores isolados (multiplexado)..... | 39 |
| 9.1.4 Condutores utilizados | 39 |
| 9.1.5 Equilíbrio de carga | 39 |
| 9.1.6 Queda de tensão e correção dos níveis de tensão..... | 40 |
| 9.1.7 Interligação..... | 40 |
| 9.1.8 Seccionamento | 41 |
| 9.1.9 Proteção contra sobrecorrentes | 41 |
| 9.1.10 Proteção contra sobretensões – para-raios..... | 43 |
| 9.1.11 Aterramento | 43 |
| 9.1.11.1 Aterramento temporário..... | 44 |
| 9.1.12 Acessórios..... | 44 |
| 9.1.12.1 Conexões | 44 |
| 9.1.12.2 Emendas | 44 |
| 9.1.12.3 Alça pré-formada | 45 |
| 9.1.12.4 Cruzamentos com conexão (Fly-Tap) | 45 |
| 9.1.12.5 Amarrações..... | 45 |
| 9.2 Transformador de distribuição | 45 |
| 9.2.1 Potências padronizadas..... | 45 |
| 9.2.2 Dimensionamento | 46 |
| 9.2.3 Localização | 46 |
| 9.2.4 Proteção contra sobrecorrentes | 46 |
| 9.3 Rede secundária | 46 |
| 9.3.1 Definição | 46 |
| 9.3.2 Níveis de tensão | 46 |
| 9.3.3 Configuração básica | 47 |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

| | |
|--|----|
| 9.3.4 Queda de tensão..... | 47 |
| 9.3.5 Expansão, renovação e melhoria | 48 |
| 9.3.6 Equilíbrio de fases..... | 49 |
| 9.3.7 Iluminação pública | 50 |
| 9.3.7.1 Características básicas..... | 50 |
| 9.3.7.1.1 Tensão de alimentação..... | 50 |
| 9.3.7.1.2 Luminárias | 50 |
| 9.3.7.1.3 Condutores para ligação de luminária integrada | 50 |
| 9.3.7.1.4 Aterramento das luminárias | 50 |
| 9.3.7.1.5 Critérios para instalação dos padrões e montagem das estruturas | 50 |
| 9.3.7.1.6 Comando | 51 |
| 9.3.7.2 Iluminâncias..... | 51 |
| 9.3.7.3 Projeto de iluminação pública em renovação de rede | 51 |
| 9.3.7.4 Simbologia | 52 |
| 9.3.7.5 Atendimento a loteamentos..... | 52 |
| 9.4 Previsão de crescimento de carga | 52 |
| 10 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO | 53 |
| 10.1 Posteação | 53 |
| 10.1.1 Comprimento..... | 53 |
| 10.1.2 Determinação dos esforços, estaiamento e engastamento | 53 |
| 10.2 Cálculo mecânico | 55 |
| 10.2.1 Método geométrico | 55 |
| 10.2.2 Método analítico..... | 55 |
| 10.2.2.1 Método analítico para esforços iguais nos dois lados e com um ângulo | 55 |
| 10.2.2.2 Método analítico para esforços diferentes em dois ou mais lados e com ângulos | 56 |
| 10.3 Cálculo de flechas | 58 |
| 10.4 Cálculo do vão regulador..... | 58 |
| 10.5 Ângulo de deflexão horizontal e vertical..... | 58 |
| 11 LEVANTAMENTO DE CAMPO | 59 |
| 12 APRESENTAÇÃO DO PROJETO | 60 |
| 12.1 Desenho | 60 |
| 12.1.1 Escala..... | 60 |
| 12.1.2 Formatos e tipos de papel | 60 |
| 12.1.3 Simbologia | 60 |
| 12.1.4 Detalhes que devem constar no desenho | 61 |
| 12.2 Folha de cálculo de queda de tensão e corrente | 61 |
| 12.3 Relação de materiais e orçamento | 62 |
| 12.4 ART – Anotação de responsabilidade técnica | 62 |
| 12.5 Memorial descritivo | 62 |
| 12.6 Autorização de passagem..... | 62 |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

| | |
|---|------------|
| 12.7 Licenças ambientais | 62 |
| 12.8 Travessias | 62 |
| 12.9 Desenhos especiais | 63 |
| 13 RELAÇÃO DE MATERIAIS E ORÇAMENTO | 64 |
| 13.1 Relação de materiais | 64 |
| 13.1.1 Materiais aplicados | 64 |
| 13.1.2 Materiais retirados | 64 |
| 13.2 Mão-de-obra | 65 |
| 13.3 Projeto e orçamento em estrutura com uso mútuo | 65 |
| 14 PROJETOS DE REDE ELABORADOS POR TERCEIROS | 66 |
| 15 NOTAS COMPLEMENTARES | 67 |
| 16 TABELAS | 68 |
| 17 ANEXOS | 150 |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

1 APRESENTAÇÃO

A Federação das Cooperativas de Eletrificação Rural do Estado de São Paulo e Rio de Janeiro – FECOERESP, em sua área de atuação, tem como objetivo propiciar condições técnicas e econômicas para que a energia elétrica seja elemento impulsionador do desenvolvimento social dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

As normas técnicas e procedimentos de segurança tem por objetivo apresentar os princípios básicos que norteiam os trabalhos em eletricidade executados pela CETRIL, buscando padronizar os serviços prestados. Aprimoramentos e adequações à realidade dos trabalhos poderão ocorrer em versões futuras, buscando assim, refletir o mais verdadeiramente possível, a realização de trabalho seguro no dia a dia da distribuidora.

As exigências aqui apresentadas estão em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, recomendações do Comitê de Distribuição - CODI, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Esta Norma poderá sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão consultar periodicamente a FECOERESP quanto a eventuais alterações.



A presente Norma não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Norma técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Norma serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO – FECOERESP:

Departamento Técnico FECOERESP
 Grupo Revisor: Edição Março/2023
 Endereço: Rua Major Arthur Esteves, 276 – CENTRO
 Cidade: Cerqueira Cesar
 Estado: São Paulo
 CEP: 18.760-000
 Fone Fax: (14) 3714-2326
 Contato e-mail: fecoeresp@gmail.com



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 17 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente Norma técnica de padronização aplica-se às redes de distribuição de energia elétrica aérea: primária e secundária com condutores nus (convencional), primária com condutores protegidos (compacta) e secundária com condutores isolados (multiplexada) das cooperativas conveniadas a FECOERESP, localizadas em perímetros urbanos e rurais, nas classes de tensões primárias de 15kV, 25kV e 36,2kV e nas tensões nominais secundária 380/220V e 220/127V em redes trifásicas e 440/220V, 254/127V, 240/120V e 230/115V em redes monofásicas.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 18 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

3 OBJETIVO

Estabelecer norma técnica de padronização de critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição de energia elétrica aérea: primária e secundária com condutores nus (convencional), primária com condutores protegidos (compacta) e secundária com condutores isolados (multiplexada), de modo a assegurar condições técnicas e econômicas, aliadas às novas tecnologias, favoráveis às instalações das redes de energia elétrica, otimizando uma relação custo/benefício e melhorando os índices de qualidade das cooperativas conveniadas a Federação das Cooperativas de Eletrificação Rural do Estado de São Paulo e Rio de Janeiro – FECOERESP.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 19 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

4 REFERÊNCIA NORMATIVA

4.1 Legislação



As determinações especificadas nesta Norma foram embasadas nos seguintes ordenamentos legais e normas concernentes:

1. Norma Regulamentadora NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
2. NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
3. NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão e subtransmissão de energia elétrica - procedimento;
4. NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
5. NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (convencional);
6. NTC-D-06 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados – Estruturas (Multiplexada);
7. NTC-D-07 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos – Estruturas (Compacta).

4.2 Obrigações e Competências

Compete aos órgãos de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, manutenção e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 20 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5 TERMOS E DEFINIÇÕES

5.1 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME criada pela lei 9.427 de 26/12/1996, com a finalidade de regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica.

5.2 Alimentador de distribuição

Parte de uma rede primária numa determinada área de uma localidade que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição da distribuidora e/ou de seus consumidores.

5.3 Alimentador exclusivo/expresso

Alimentador de distribuição sem derivações ao longo de seu percurso que atende somente a um ponto de entrega.

5.4 Cabo de alumínio com alma de aço (CAA) singelo de rede primária e secundária

Cabo encordado concêntrico, com alma de aço, composto de uma alma de aço de 1 fio, 7 fios ou 19 fios, envolvida por uma ou mais camadas (coroas) de fios de alumínio.

5.5 Cabo de alumínio (CA) singelo de rede primária e secundária

Cabo encordado concêntrico, composto de uma ou mais camadas (coroas) de fios de alumínio.

5.6 Cabo de guarda

Condutor conectado à terra e instalado no topo da estrutura com o objetivo de atrair para si descargas atmosféricas.



5.7 Cabo mensageiro

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

5.8 Cabo pré-reunido (multiplexado) de rede secundária

Cabo autossustentado, constituído por três condutores-fase de alumínio de seção compactada, com isolamento sólida de polietileno reticulado (XLPE), nas cores preto, cinza e vermelho, classe de tensão 0,6/1kV, dispostos helicoidalmente em torno de um condutor neutro em liga de alumínio isolado (XLPE) ou nu, utilizados em redes aéreas secundárias.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 21 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.9 Cabo protegido (compacta) de rede primária

Cabo dotado de cobertura protetora de material polimérico, utilizada para eliminação da corrente de fuga, em caso de contato acidental do condutor com objetos aterrados e diminuição do espaçamento entre condutores.

5.10 Carga instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na Unidade Consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

5.11 Circuito secundário de distribuição

Circuito elétrico destinado a transportar energia elétrica de um transformador de distribuição às unidades consumidoras.

5.12 Consumidor

Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), segundo disposto nas normas e nos contratos.

5.13 Distribuidora de energia elétrica

Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica.

5.14 Demanda

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kVAR), respectivamente.



5.15 Demanda diversificada

Demanda média de um consumidor de um grupo de consumidores da mesma classe deste grupo, tomada em conjunto e dividida pelo número de consumidores desta classe.

5.16 Demanda máxima

Maior demanda verificada durante um intervalo de tempo especificado.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 22 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.17 Derivação de distribuição

Ligação em qualquer ponto de uma rede de distribuição para um alimentador, ramal de alimentador, transformador de distribuição ou ponto de entrega.

5.18 Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC)

Intervalo de tempo em que, em média, no período de observação, em cada Unidade Consumidora do conjunto considerado, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica.

5.19 Duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão (DIC)

Intervalo de tempo em que, no período de observação, em uma Unidade Consumidora ou ponto de conexão, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica.

5.20 Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou por ponto de conexão (DMIC)

Tempo máximo de interrupção contínua da energia elétrica em uma Unidade Consumidora ou ponto de conexão.

5.21 Fator de agrupamento de medidores (unidade consumidora)

Esse fator leva em consideração a diversificação das cargas e a coincidência das demandas máximas dos consumidores individuais da edificação de uso coletivo, que definirão a demanda dessa edificação.

5.22 Fator de carga

Razão entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no mesmo intervalo de tempo especificado.



5.23 Fator de coincidência (FC)

Razão entre a demanda máxima simultânea de um conjunto de equipamentos elétricos ou consumidores em um período especificado, e a soma de cada uma de suas demandas máximas dentro do mesmo período.

5.24 Fator de demanda (FD)

Razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na Unidade Consumidora.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 23 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.25 Fator de diversidade (FDi)

Razão entre a soma das demandas máximas individuais de um determinado grupo de consumidores e a demanda máxima real de todo o grupo. O fator de diversidade é sempre um número maior que 1, devido a não simultaneidade de ocorrências das demandas máximas individuais.

5.26 Fator de potência (FP)

Razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas, ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

5.27 Fator de utilização (FU)

Razão entre a demanda máxima e a potência nominal do equipamento.

5.28 Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC)

Número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada Unidade Consumidora do conjunto considerado.

5.29 Frequência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão (FIC)

Número de interrupções ocorridas, no período de observação, em cada Unidade Consumidora ou ponto de conexão.

5.30 Iluminação pública

Serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual.



5.31 Loteamento

Subdivisão da gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes, nos termos das leis em vigor.

5.32 Neutro de sustentação

Cabo que além das suas finalidades elétricas intrínsecas do neutro, destina-se também a sustentar mecanicamente os condutores-fase reunidos helicoidalmente em sua volta, vinculando-se diretamente às ferragens e estruturas de sustentação mecânica.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 24 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.33 Projeto expansão de rede de distribuição

Obra associada ao incremento de carga, motivada pelo aumento de demanda de consumidores existentes ou pela ligação de novos consumidores. Obra que incremente qualidade no sistema, mas que tenha aumentado a capacidade deve ser informado como obra de expansão;

5.34 Projeto renovação de rede de distribuição

Obra necessária para substituição de ativos elétricos que tenham chegado ao final da vida útil. Também devem ser classificadas nesta categoria as obras de substituição de ativos avariados (queimados, danificados).

5.35 Projeto melhoria de rede de distribuição

Obra relacionada exclusivamente com a melhoria da qualidade e da confiabilidade do sistema de distribuição.

5.36 Ramal de alimentador

Derivação de um alimentador de distribuição que é ligado diretamente ao mesmo.

5.37 Ramal de ligação

Conjunto de condutores e acessórios instalados pela distribuidora entre o ponto de derivação de sua rede e o ponto de entrega.

5.38 Rede de distribuição - RD

Conjunto de redes elétricas com equipamentos e materiais diretamente associados, destinado à distribuição de energia elétrica.

5.39 Rede de distribuição convencional - nua

Rede de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus, suportados através de isoladores.



5.40 Rede de distribuição secundária com condutores pré-reunido – multiplexada

Rede de distribuição aérea de energia elétrica com condutores isoladores autossustentado helicoidalmente em torno de um condutor neutro em liga de alumínio isolado ou nu.

5.41 Rede de distribuição primária com condutores protegidos – compacta

Rede de distribuição aérea de energia elétrica com condutores protegido suportados em espaçadores sustentados em cabo mensageiro.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 25 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.42 Rede de distribuição primária

Rede de distribuição de energia elétrica que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sob a mesma tensão primária nominal.

5.43 Rede de distribuição secundária

Rede de distribuição de energia elétrica que deriva dos transformadores ligados às redes primárias e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em tensão secundária e da iluminação pública.

5.44 Tensão secundária de distribuição

Tensão disponibilizada no sistema elétrico da distribuidora, com valores padronizados inferiores a 2,3kV.

5.45 Tensão primária de distribuição

Tensão disponibilizada no sistema elétrico da distribuidora, com valores padronizados iguais ou superiores a 2,3kV.

5.46 Tronco do alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que transporta a parcela principal da carga total.

5.47 Rede primária nua

Rede de distribuição em tensão primária que utiliza condutores nus.

5.48 Rede primária compacta

Rede de distribuição em tensão primária que utiliza condutores protegidos.



5.49 Rede secundária nua

Rede de distribuição em tensão secundária que utiliza condutores nus, dispostos verticalmente.

5.50 Rede secundária isolada

Rede de distribuição em tensão secundária que utiliza condutores multiplexados isolados.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 26 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5.51 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.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 27 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

6.1 Generalidades

O dimensionamento elétrico é definido sobre os parâmetros: carga, perdas, queda de tensão, índice de desequilíbrio e o limite térmico dos cabos. Os dimensionamentos dos circuitos das redes de distribuição primária e secundária deverão prever também o crescimento para a região que os mesmos atendem.

Em bairros residenciais estáveis, onde a possibilidade de grandes alterações nos tipos de carga é pequena, pode-se reduzir ao mínimo o custo da instalação e da operação da rede de distribuição com o menor número possível de transformadores e menor extensão de rede primária, com o uso de circuitos secundários com condutores de seções maiores, respeitando-se os valores máximos de queda de tensão onde é sugerido o comprimento máximo radial de 300m.

Em bairros comerciais ou com pequenas indústrias ligadas à rede secundária, é conveniente que se tenha a rede primária se estendendo por um número maior de ruas e com um número maior de transformadores, postes com altura mínima de 11m, e condutores da rede secundária com seções maiores, onde se reduz os ônus devido a não necessidade de substituição antes do término da sua vida útil, tornando-se a rede mais flexível para futuras alterações.

No caso de remoção da rede secundária nua, sem substituí-la por rede multiplexada, o neutro da mesma deverá ser mantido e em caso de remoção da rede multiplexada, instalar o neutro.



6.2 Critérios Otimizados de Projetos

- a) As seguintes prioridades deverão ser seguidas nas análises e estudos de expansão, renovação e melhoria de rede de distribuição:
 1. Solicitação de clientes;
 2. Reclamação de clientes;
 3. Queda de tensão e as perdas decorrentes;
 4. DEC – FEC – DIC – FIC;
 5. Carregamento;
 6. Índice de desequilíbrio.

- b) No caso do projeto ser elaborado pela distribuidora, deverá ser maximizada a utilização do seu Sistema Georreferenciado, simulando situações cabíveis aos projetos e estudos como, por exemplo, capacidade de corrente dos cabos, carregamento dos transformadores e queda máxima de tensão admissível;

- c) Para a adequação dos níveis de tensão deverão ser consideradas as seguintes possibilidades:
 1. Remanejamento de cargas para circuitos adjacentes;
 2. Promover a redivisão de circuitos;
 3. Substituir os transformadores sobrecarregados e subcarregados. A distribuidora deverá proceder a identificação dos transformadores

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 28 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

sobrecarregados ou subcarregados nas proximidades, para que se possa efetivar o devido remanejamento dentro da própria localidade;

4. Balanceamento dos circuitos em desequilíbrio.

- d) Deverão ser mantidos na rede os ramais de ligação multiplexados em bom estado, nos projetos de substituição de cabo nu para cabo multiplexado;
- e) Durante a elaboração de projetos de expansão de redes de distribuição, deverá ser previsto a possibilidade de futuros atendimentos, de modo que seja possível o atendimento imediato das Unidades Consumidoras solicitantes e posteriormente das demais que irão solicitar a ligação de energia.

6.3 Exigências

Considera-se como padronizadas as tensões primárias nominais de 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4kV para classe de 15kV, 23,1/22,0/20,9/19,8/18,7kV para classe de 25kV e 34,5/33,0/31,5/30,0/28,5kV para classe de 36,2kV para tensões fase-fase e seus equivalentes para tensões fase-neutro.

Para as tensões secundárias considera-se padronizadas as tensões nominais de 380/220V e 220/127V em redes trifásicas e 440/220V, 254/127V, 240/120V e 230/115V em redes monofásicas.



Os condutores a serem utilizados nos projetos de redes de distribuição de energia elétrica aérea urbanas e rurais padronizados são:

- Cabo de alumínio (CA) para redes primária com condutores nus (convencional) nas seções 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 266,8 e 336,4AWG/MCM;
- Cabo de alumínio (CA) para redes de distribuição secundária com condutores nus (convencional) nas seções 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0 e 4/0AWG/MCM
- Cabo de alumínio com alma de aço (CAA) para redes primária com condutores nus (convencional) nas seções 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 266,8 e 336,4AWG/MCM;
- Cabo de alumínio com alma de aço (CAA) para redes secundárias com condutores nus (convencional) nas seções 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0 4/0AWG/MCM;
- Cabo de alumínio para redes primárias com condutores protegidos (compacta) nas seções 35, 50, 70, 120 e 185mm², nas classes de tensão de 15 e 25kV e 70, 120 e 185mm², na classe de tensão 36,2kV;
- Cabo de alumínio para redes de distribuição secundária com condutores isolados (multiplexada) nas seções 1x1x35+35, 2x1x35+35, 2x1x70+70mm², 3x1x35+35, 3x1x50+50, 3x1x70+70 e 3x1x120+120mm².

Havendo neutro, onde há condutor fase, deve ser adotada a mesma bitola da rede secundária, não havendo rede secundária, o neutro, para rede primária será de no mínimo 4AWG para condutores fase de seção 4AWG (rede convencional) e 35mm² (rede compacta) e 2AWG para os demais condutores fase.

Os postes a serem instalados devem ser de concreto duplo T, concreto circular ou de madeira. Os comprimentos mínimos utilizados são de 9m para rede secundária e de 11m para redes primárias. Devem ser levadas em consideração as distâncias mínimas exigidas entre o condutor e o solo. Para comprimentos inferiores, deve-se verificar a determinação da CETRIL.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 29 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



Estruturas para rede de distribuição de energia elétrica primária padronizadas:

- Normal (N), Meio Beco (M), Beco (B), Monofásica (U), Pilar (P), Monofásica Pilar (UP), Triangular Pilar (TP) e Estruturas Especiais (HT, TE e HTE) para condutores nus (convencional);
- Compacta (C) e Compacta Monofásica (CU) para condutores protegidos (compacta);

Estruturas para rede de distribuição de energia elétrica secundária padronizadas:

- Secundária (S) para condutores nus (convencional);
- Secundária isolada (SI) para condutores isolados (multiplexada).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 30 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

7 OBTENÇÃO DE DADOS PRELIMINARES

Consiste na obtenção de dados que irão subsidiar o projetista na escolha da melhor solução para cada caso, bem como possibilitar a confecção do mesmo. Caso o projeto seja elaborado pela distribuidora, esses dados poderão ser obtidos através do sistema de gestão da distribuição georreferenciado.

7.1 Mapas e Plantas

Caso o projeto seja elaborado pela distribuidora, deverá ser utilizado como base o seu Sistema Georreferenciado. No caso de novos loteamentos ou áreas ainda não mapeadas, devem ser obtidos mapas precisos com as coordenadas geográficas e amarrados com o arruamento existente e já mapeado.

Devem ser obtidas as plantas, atualizadas, da área em estudo na escala de 1:5000 e 1:1000, para o planejamento do circuito primário e secundário, respectivamente, devendo conter os seguintes dados:

Plantas de rede primária:

1. Logradouros (ruas, praças, avenidas, etc.), rodovias e ferrovias;
2. Túneis, pontes e viadutos;
3. Situação física da rua;
4. Acidentes topográficos e obstáculos mais destacados, que podem influenciar na escolha do melhor traçado da rede;
5. Detalhes da rede de distribuição existente, tais como, condutores (tipo e bitola), transformadores (número de fases e potência), etc.;
6. Indicação das linhas de transmissão e das redes particulares com as respectivas tensões nominais;
7. Diagrama unifilar da rede primária, incluindo condutores, dispositivos e proteções, manobra, etc.



Plantas de rede secundária:

1. Logradouros (ruas, praças, avenidas, etc.), rodovias e ferrovias;
2. Túneis, pontes e viadutos;
3. Indicação de edificações e respectivas numerações;

7.2 Levantamento da Carga e Determinação de Demandas

Consiste no levantamento da carga quando necessário, dos consumidores primários e secundários, medições necessárias de carga, verificação das condições locais para estimativa de crescimento (histórico e perspectivas), e determinação de demandas atuais e projetos de demandas futuras de todos os outros consumidores, existentes e potenciais.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 31 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

7.3 Determinação de Demanda nas Unidades Consumidoras Novas

7.3.1 Rede Primária

A demanda da rede primária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos existentes, levantados em campo, ou no caso da distribuidora através do seu sistema de gestão de distribuição e medições.

7.3.2 Rede Secundária

A demanda da Rede Secundária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos existentes levantados em campo e aplicando as Tabela 1, 2 e 13, ou no caso da CETRIL através do seu sistema de gestão de distribuição e medições.

7.4 Determinação de Demandas para Unidades Consumidoras Existentes

Os critérios serão conforme demanda e carga instalada do projeto, seguindo o estabelecido na Tabela 2 ou conforme a NTC-D-03 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição e NTC-D-04 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária.

7.4.1 Rede Secundária

a) Consumidores individuais

As demandas máximas deverão ser determinadas individualmente, de acordo com os métodos constantes na Tabela 2.

A determinação do horário de ocorrência dessa demanda máxima (curva de carga), bem como valor da demanda do consumidor no horário de ponta do transformador, deve ser feita levando-se em consideração as características de funcionamento da(s) carga(s) do(s) consumidor(es).

b) Edificações de uso coletivo

As demandas máximas também serão determinadas individualmente, conforme NTC-D-05 – Fornecimento de energia elétrica a edifícios de uso agrupado.



7.4.2 Rede Primária

A determinação das cargas para dimensionamento da rede primária será feita basicamente do seguinte modo:

a) Cargas concentradas

Consumidores acima de 75kVA, ou edificações de uso coletivo com carga instalada superior a 225kVA.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 32 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

b) Edificações de uso coletivo

A demanda de edificação será calculada conforme a NTC-D-05 – Fornecimento de energia elétrica a edifícios de uso agrupado.

c) Consumidores industriais e comerciais

Pode-se determinar a demanda das seguintes formas:

1. Através de dados de faturamento de consumidores do mesmo ramo de atividade conforme Tabela 1;
2. Estimativa a partir da carga instalada:

$$D_{\text{máx}} = C_{\text{inst}} \times FD_{\text{máx}}$$

Equação 1 – Demanda Máxima - $D_{\text{máx}}$

Onde:

C_{inst} = Carga instalada em kVA;

$FD_{\text{máx}}$ = Fator de demanda máxima, conforme Tabela 3.

d) Cargas distribuídas

Terão suas demandas determinadas a partir do fator de demanda máxima e capacidade instalada em transformador, conforme estabelecido a seguir:

1. Obter medição do alimentador ou trecho da rede primária em estudo, sendo o valor da Demanda Máxima Medida (DMM), em kVA.
2. Obter a Demanda Máxima das cargas concentradas (DMC), coincidente com a ponta de carga do alimentador ou da parte da rede primária considerada;
3. Obter a Demanda Máxima das Cargas Distribuídas (DMD) pela fórmula:

$$D_{\text{MD}} = D_{\text{MM}} \times D_{\text{MC}}$$



Equação 2 – Demanda Máxima das Cargas Distribuídas - D_{MD}

Onde:

D_{MM} = Demanda Máxima Medida;

D_{MC} = Demanda Máxima das Cargas Concentradas.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 33 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

8 LOCAÇÃO DE POSTES

Consiste na locação física dos postes, observando-se os requisitos de espaçamento, segurança, grau de iluminação mínimo, estética, etc.

8.1 Marcação

A marcação física da posição dos postes segue os critérios básicos abaixo indicados:

1. Havendo meio fio determinando o passeio, os postes são locados através de um ponto em vermelho, pintado no passeio ou no meio fio;

Neste caso o alinhamento é dado pelo próprio meio fio, conforme item 8.1 da NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional), item 8.1 da NTC-D-06 Rede de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados - Estruturas (Multiplexada) ou item 8.1 da NTC-D-07 Rede de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos - Estruturas (Compacta).

2. Não havendo passeio ou meio fio, os postes são locados através de piquetes de madeira, pintados de vermelho na sua extremidade superior e ainda, se possível, deixar pintada alguma marcação testemunha (muro, moirão, cerca árvore, etc.).



Havendo a necessidade de definição do alinhamento do meio fio, o solicitante deverá consultar o órgão competente onde será implantado o projeto.

8.2 Localização

A localização dos postes, ao longo das ruas e avenidas, deve ser escolhida levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- a) O projetista deve sempre avaliar o efeito da rede proposta no meio ambiente onde será construída, procurando sempre minimizar ou eliminar os aspectos que possam interferir diretamente no desempenho do fornecimento de energia elétrica e evitando desmatamento de árvores e demais formas de vegetação;
- b) Procurar locar, sempre que possível, na divisa dos lotes;
- c) Os postes deverão ser locados de tal forma que se garanta o comprimento do ramal de ligação de no máximo 30m nas redes urbanas e no meio rural, salvo e casos especiais estabelecidos na NTC-D-03 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição, NTC-D-04 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária e NTC-D-05 Fornecimento de energia elétrica a edifícios de uso agrupado;
- d) Procurar locar prevendo-se futuras expansões, para evitar remoções desnecessárias;
- e) Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, garagens, marquises, anúncios luminosos, etc.;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 34 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

- f) Evitar que o posteamento passe do mesmo lado de praças, jardins, igrejas e templos que ocupam grande parte da quadra;
- g) Verificar junto aos órgãos municipais, planos futuros de urbanização, em especial a possibilidade de plantio de árvores;
- h) Verificar a possibilidade de arrancamento na estrutura, função do esforço dos cabos em relação ao perfil da rua;
- i) Certificar-se da existência de possíveis tubulações subterrâneas de água, esgoto, rede telefônica, galerias de águas pluviais, gás, etc.;
- j) Quando não for possível a instalação de um único poste na esquina, por razões de segurança, desalinhamento pronunciado na posteação e impossibilidade de manter o menor espaçamento entre postes, devem ser previstos os cruzamentos ou derivações conforme NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional);
- k) Existindo desnível acentuado no terreno em cruzamento de ruas/avenidas, os postes devem ser locados preferencialmente nas esquinas. Não sendo possível, a distância máxima entre o eixo do poste e o ponto de cruzamento da rede não deve ser superior a 5m;
- l) A distância do eixo do poste ao meio fio é definida na NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).;
- m) Evitar, quando possível, posteação em rotatórias e em curvas de ruas e avenidas.

8.3 Disposição

A disposição pode ser unilateral, bilateral alternada ou bilateral frente a frente.



- a) Em ruas com até 15m de largura, incluindo-se o passeio, os postes deverão ser locados de um mesmo lado (disposição unilateral) observando-se a sequência da rede existente;
- b) Em ruas com larguras compreendidas entre 15 a 30m, os postes deverão ser locados dos dois lados da rua (disposição bilateral) alternadamente;
- c) Em ruas com larguras superiores a 30m, os postes deverão ser locados dos dois lados da rua (disposição bilateral frontal).

A disposição escolhida deve permitir atender aos requisitos de qualidade de iluminação pública e atender aos consumidores dentro das exigências previstas na norma NTC-D-01 – Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).

8.4 Vão

São considerados normais os vãos primários e secundários em redes urbanas de até 40m e em redes rurais primárias de até 80m e secundária de até 40m. Em projetos especiais, admitem-se vãos maiores, alterando-se convenientemente a estrutura primária e o espaçamento nominal da rede secundária, o comprimento e resistência mecânica do poste, sendo necessária uma análise prévia do projeto pela Distribuidora.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 35 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

8.5 Outros cuidados a serem observados durante a locação



Durante a locação são anotados, na planta, detalhes necessários ao projeto tais como:

- a) Estrutura primária a ser usada;
- b) Afastamento mínimo da rede primária, secundária e comunicação, conforme Figura 3 e Tabela 7 do item 7.3 da NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aéreas com condutores nus – Estruturas (convencional);
- c) Desnível para conexões aéreas;
- d) Concretagem de poste;
- e) Saídas de ramais aéreos e subterrâneos;
- f) Derivações para consumidores a serem ligados no primário;
- g) Instalação de equipamentos em postes perto de janelas, sacadas, etc.;
- h) Levantamento de travessias;
- i) Altura de linhas de comunicação nos cruzamentos com a rede;
- j) Localização do padrão de entrada de energia;
- k) Estado físico do arruamento;
- l) Pedidos de serviço/ligação;
- m) Interferência com arborização;
- n) Reparo de calçadas pavimentadas.

8.6 Afastamentos mínimos

As distâncias entre a rede elétrica e as construções, fachadas, letreiros, luminosos, reformas, etc., devem ser avaliadas prevendo futuras ampliações destas e o futuro afastamento das redes elétricas, evitando condições inseguras, bem como gastos futuros com remoção e interrupções de energia. Os afastamentos mínimos para as redes secundárias isoladas e para redes primárias convencionais (condutores nus) ou compactas (condutores protegidos) conforme item 7.1 da norma NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 36 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

9 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

Consiste na definição da configuração, carregamento e seção dos condutores da rede primária e secundária, características da iluminação pública, localização e carregamento de transformadores, definição e coordenação da proteção e seccionamento da rede primária.

9.1 Rede primária

9.1.1 Definição básica

A rede primária será trifásica a 4 fios ou bifásica a 3 fios ou monofásica a 2 fios, com o neutro multiterrado e conectado à malha de terra na Subestação, outras disposições a critério da distribuidora.

9.1.2 Níveis de tensão

Considera-se como padronizadas as tensões primárias nominais de 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4kV para classe de 15kV, 23,1/22,0/20,9/19,8/18,7kV para classe de 25kV e 34,5/33,0/31,5/30,0/28,5kV para classe de 36,2kV para tensões fase-fase e seus equivalentes para tensões fase-neutro. O fornecimento em tensão primária, de acordo com a legislação em vigor, admite uma variação no ponto de entrega, em relação à tensão nominal de +5 % e -7 %.

Em condições normais de operação, o sistema deverá operar na faixa adequada.

9.1.3 Configuração básica, trajeto e faseamento

9.1.3.1 Configuração básica

Os alimentadores deverão ser radiais, constituídos de um tronco principal que, partindo da subestação de distribuição ou de um ponto de entrega, alimentará os diversos ramais.

O ramal poderá ser trifásico, bifásico ou monofásico dependendo da densidade de carga.

O projeto deverá ser enviado para análise de acordo com a viabilidade técnica.



O uso de transformador monofásico na zona urbana só será permitido após consulta e aprovação da Distribuidora.

9.1.3.2 Trajeto

Para a escolha do trajeto de uma rede de distribuição, deverão ser observados os seguintes aspectos:

1. O tronco do alimentador deverá passar o mais próximo possível do centro da carga;
2. As avenidas ou ruas, escolhidas para o trajeto, deverão estar bem definidas;
3. Evitar, sempre que possível, ruas de tráfego intenso;
4. Evitar, sempre que possível, circuitos duplos (rede convencional);

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 37 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5. Prever interligação, entre alimentadores diferentes, para as contingências operativas do sistema;
6. O caminhamento deve ser seguido, preferencialmente, do lado não arborizado das ruas ou avenidas (rede nua), observando-se o norte magnético e os desníveis do terreno;
7. Manter, em relação a sacadas, marquises e outros, a distância recomendada na NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).;
8. Em travessias de áreas arborizadas, sugere-se não utilizar rede de distribuição com condutores nus – convencional.

9.1.3.3 Faseamento

9.1.3.3.1 Faseamento da rede primária com condutores nus (convencional)

A sequência de fases na saída da subestação será, considerando-se o observador de costas para o pórtico de saída, a seguinte:

1. Placa azul – fase A (direita);
2. Placa branca – fase B (central);
3. Placa vermelha – fase C (esquerda).

A confirmação do faseamento, nas saídas dos alimentadores existentes, deve ser feita observando-se as placas indicativas instaladas no pórtico da Subestação. Os ramais monofásicos deverão ser planejados de modo a se conseguir o melhor equilíbrio possível entre as três fases, indicando-se no projeto as fases das quais deverão ser derivados os mesmos, após consulta ao setor competente da distribuidora.

Em caso de interligação entre alimentadores deverá ser observada a sequência de fases dos mesmos, a qual deverá ser sempre indicada no projeto.

9.1.3.3.2 Faseamento da rede primária com condutores protegidos (compacta)



A sequência de fases na saída da subestação será, considerando-se o observador de costas para o pórtico de saída, a seguinte:

1. Placa azul – fase A (direita);
2. Placa branca – fase B (central-abaixo);
3. Placa vermelha – fase C (esquerda).

A confirmação do faseamento, nas saídas dos alimentadores existentes, deve ser feita observando-se as placas indicativas instaladas no pórtico da Subestação. Os ramais monofásicos deverão ser planejados de modo a se conseguir o melhor equilíbrio possível entre as três fases, indicando-se no projeto as fases das quais deverão ser derivados os mesmos, após consulta ao setor competente da distribuidora.

Em caso de interligação entre alimentadores deverá ser observada a sequência de fases dos mesmos, a qual deverá ser sempre indicada no projeto.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 38 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

9.1.3.3.3 Faseamento da rede secundária com condutores nus (convencional)

A sequência de fases na saída do transformador será observado os terminais de saída, a seguinte:

1. X0 – Neutro – condutor superior;
2. X1 – fase A – condutor abaixo do neutro;
3. X2 – fase B – condutor abaixo da fase A;
4. X3 – fase C – condutor abaixo da fase B.

9.1.3.3.4 Faseamento da rede secundária com condutores isolados (multiplexado)

A sequência de fases na saída do transformador será observado os terminais de saída, a seguinte:

1. X0 – Neutro – azul ou nu;
2. X1 – fase A – preto;
3. X2 – fase B – cinza ou branco;
4. X3 – fase C – vermelho.

9.1.4 Condutores utilizados

a) Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede primária serão de alumínio (CA e CAA) nu e de alumínio protegido cujas características básicas estão indicadas entres as Tabela 14 a Tabela 20. Deverão ser utilizadas as seções conforme o item 6.3 da NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).

b) Carregamento



O dimensionamento dos condutores de uma rede primária deve ser feito observando-se os seguintes pontos básicos:

- Máxima queda de tensão admissível, em condições normais e de emergência;
- Capacidade térmica dos condutores, considerando-se o carregamento em condições normais (corrente admissível a 30°C ambiente + 40°C de elevação) e de emergência (corrente admissível a 30°C ambiente + 70°C de elevação).

De acordo com os critérios de seccionamento e manobra, o carregamento máximo de tronco de alimentadores interligáveis deverá ser de 70% em relação à sua capacidade térmica, para localidades com mais de 2 alimentadores, e 60% para localidades com 2 alimentadores.

9.1.5 Equilíbrio de carga

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 39 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

O desequilíbrio máximo recomendado em qualquer ponto de um circuito primário é de 15%.

9.1.6 Queda de tensão e correção dos níveis de tensão

- a) Queda de tensão primária é a queda compreendida entre o barramento da Subestação e o ponto mais desfavorável onde se situa o último transformador de distribuição ou o último consumidor primário.

De acordo com a Legislação em vigor, a queda de tensão máxima no atendimento a consumidor primário é de 7 % (sete por cento), com relação à tensão nominal do sistema.

O cálculo da rede primária deverá ser elaborado conforme modelo de planilha de cálculo de queda de tensão da Tabela 12. Com o auxílio dos coeficientes de queda de tensão e com base no traçado da rede primária e bitola do condutor, calcula-se a queda de tensão, considerando a carga estimada no fim do horizonte de projeto.

- b) Nos grandes projetos de renovação e expansão de rede, devem ser cuidadosamente analisados os critérios utilizados para correção ou regulação de tensão.

Caso o nível de tensão fique abaixo do nível adequado, devemos verificar se o problema pode ser resolvido com transferência de carga de um alimentador para outro com simples operação de chave, ou revisão de ajustes de equipamentos (reguladores) existentes, ou equilíbrio de carga.

- c) O limite máximo de queda de tensão para projeto é de 3%.

9.1.7 Interligação

Na definição de critérios de interligação, deve-se distinguir interligação entre os troncos de alimentadores e entre ramais. Ao se projetar estas interligações, considerar o atendimento aos seguintes requisitos:



1. Transferência de toda a carga de um alimentador para alimentadores vizinhos, com o menor número de manobras de transferências possíveis.
2. Transferência de carga em excesso de uma subestação para outra vizinha, de acordo com o planejamento elétrico da localidade.

Para cumprir os requisitos acima, em localidades servidas por mais de um alimentador, em cada um devem ser previstas no mínimo duas interligações do tronco, de preferência com alimentadores diferentes. Os critérios para localização das chaves estão indicados no Anexo 7.

A primeira interligação (no início do alimentador) deverá permitir a transferência de carga entre alimentadores da mesma Subestação.

A segunda interligação (no meio do alimentador) deverá permitir, preferencialmente, a transferência de carga entre alimentadores de subestações diferentes.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 40 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Durante as operações de transferência de carga, deverão ser observados os limites máximos de queda de tensão, o limite térmico dos condutores, os ajustes dos equipamentos de proteção (Religador ou Disjuntor) dos alimentadores da subestação e a demanda contratada.

Além das interligações citadas acima, poderão ser previstas, também, interligações entre ramais que atendam consumidores especiais, de modo a transferir parte da carga de um ramal para outro em condições de manobra, quando então os dispositivos de proteção de ambos os ramais deverão suportar esta transferência.

9.1.8 Seccionamento

O seccionamento projetado deve prever a complementação dos recursos operativos necessários após a conclusão do projeto de proteção. Deve-se proceder a uma análise criteriosa da localização e dos tipos de chaves a serem utilizados, de modo a assegurar maior eficiência na continuidade e segurança no fornecimento de energia elétrica.

Serão utilizadas as chaves seccionadoras unipolares de 400A, para 15kV, 25kV e 36,2kV com gancho para abertura em carga e com a utilização de “Load Buster”, chaves seccionadoras unipolares base “C” com lamina de 300A, para 15kV, 25kV e 36,2kV, chaves a óleo e chaves tripolar com abertura em carga comandada ou local. As chaves com isolamento para 15kV só poderão ser utilizadas após o limite de 500m da orla marítima.

A localização das chaves deve ser definida usando a minimização do tempo e das áreas afetadas pela interrupção, durante os serviços de manutenção ou situações de emergência, bem como nos casos de transferência de carga de um alimentador para outro, nas interligações.

As chaves seccionadoras devem ser previstas onde não for possível a instalação de dispositivo de proteção (seja por problema de nível de curto-circuito ou de coordenação), nos troncos de alimentadores, nos pontos de interligação e ao longo dos mesmos. Devem-se instalar as chaves em locais de fácil acesso e identificação.

Os critérios e o esquema básico de seccionamento e proteção estão mostrados no Anexos 8 e 9.



9.1.9 Proteção contra sobrecorrentes

As diretrizes de proteção, incluindo critérios de instalação, dimensionamento, ajuste e coordenação de equipamento, estão detalhadas a seguir:

a) Critério de instalação:

1. Na saída de alimentadores nas Subestações de distribuição:
 - Religadores ou equipamentos com proteção de terra, nos circuitos alimentadores onde se deseja coordenação ou seletividade com os demais equipamentos de proteção instalados na rede.
2. Nos troncos de alimentadores:
 - Religador de linha – em redes de distribuição onde se deseja suprir áreas sujeitas a falhas transitórias, cuja probabilidade elevada de interrupção tenha sido constatada através de dados estatísticos;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 41 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

- Seccionalizador – ao longo do alimentador, após cargas, cuja continuidade de serviços seja desejada.

NOTA:

1 – Em troncos interligáveis normalmente não devem ser previstos dispositivos de proteção.

3. Nos ramais e sub-ramais:
 - Religador de linha – em circuitos longos onde se devem criar zonas de proteção, através de ajustes apropriados, devido aos níveis de curto-circuito;
 - Seccionalizador - em redes de distribuição onde se deseja suprir áreas sujeitas a falhas transitórias, cuja probabilidade elevada de interrupção tenha sido constatada através de dados estatísticos;
 - Chave fusível – em ramais, observando que o número máximo de elos instalados em série não deve exceder a 3, sem considerar a chave de proteção do transformador, desde que exista visualização do ponto de transformação a partir do ponto de derivação.

Recomenda-se instalar chave fusível nos seguintes pontos:

1. No início de todos os ramais;
2. Em locais de grande arborização ou grande incidência de pipas, etc.;
3. Após cargas, cuja importância recomenda-se maior continuidade de serviço;
4. Em alguns sub-ramais derivados de ramais longos, ou de ramais protegidos por religadores ou seccionadores ou quando tenham, em sua derivação, chaves seccionadoras;
5. Para proteger transformadores de distribuição;

NOTA:

1 – Quando o transformador estiver até 100m e for o único do ramal, desde que exista visualização do posto de transformação, poderá dispensada a chave do transformador.

6. Em derivações monofásicas de redes trifásicas;
7. Como proteção de bancos de capacitores;
8. Para proteger os ramais de ligação em rede primária, conforme a NTC-D-03 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição;
9. Em todos os ramais particulares, identificando a derivação conforme Anexo 12.



b) Escolha das chaves fusíveis

As chaves fusíveis projetadas deverão estar de acordo com as chaves padronizadas pelas concessionárias/permissionárias/autorizadas. Deve ser seguido o mesmo critério na escolha da tensão nominal de isolamento que o utilizado para as chaves seccionadoras.

c) Dimensionamento e ajustes

Para proteção de ramais com chaves fusíveis devem ser utilizados elos fusíveis, de acordo com a Tabela 4.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 42 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Para ramais exclusivamente com transformadores de distribuição e/ou prédios residenciais ligados em rede primária, os elos serão determinados de acordo com a potência instalada no ramal (kVA), e com a demanda (kW).

Ramal com transformadores trifásicos: conforme Tabela 6, considerando os seguintes itens:

1. Carga – A corrente nominal do elo deverá ser maior que a corrente de carga, considerando sempre que possível a evolução do sistema para 3 anos;
2. Coordenação – Os elos fusíveis deverão estar coordenados entre si e para o valor da máxima corrente de curto-circuito no ponto de instalação do elo fusível protetor.

Nas derivações para atendimento a consumidores em rede primária os elos são dimensionados a partir da demanda do consumidor, de acordo com a Tabela 4, exceto quando se tratar de alimentador exclusivo para um consumidor. Nos transformadores de distribuição, os elos são dimensionados a partir da capacidade do transformador, de acordo com a Tabela 5 e 6. Nos bancos de capacitores, os elos são dimensionados de acordo com a Tabela 7.

9.1.10 Proteção contra sobretensões – para-raios

Os para-raios devem ser instalados em estruturas ou no equipamento e na estrutura do poste a ser protegido.

Deverão ser projetados nos seguintes pontos:



1. Em estruturas que contenham reguladores, religadores, seccionadores e chaves seccionadoras normalmente abertas, nos lados fonte e carga;
2. Banco de capacitores;
3. Transição de rede aérea para subterrânea ou vice-versa;
4. Transformadores que atendem cargas especiais, em qualquer caso (hospitais, escolas, estações de água, quartéis, prédios públicos, etc.);
5. Em transformadores de distribuição em final de linha ou atendidos por Rede Compacta;
6. Em transição de rede convencional para rede protegida ou vice-versa;
7. Em todas as três fases de um fim de rede trifásica mesmo quando segue uma ou duas das fases;
8. Em todo final de rede.

9.1.11 Aterramento

No aterramento de equipamentos será(ão) utilizado(s) haste(s) de terra de aço cobreado de 2400mm com espessura de 254µm e em rede secundária poderá ser utilizado perfil de aço zincado 2400mm de 15mm ou de aço cobreado de 2400mm com espessura de 254µm .

Todos os para-raios e carcaças dos religadores, seccionadores, reguladores, capacitores, chaves a óleo e dos transformadores terão o condutor do aterramento interligado ao neutro da rede, com uma malha de no mínimo 3 hastes.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 43 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

A ligação do condutor neutro, dos para-raios e das carcaças dos equipamentos a serem protegidos a terra, deverá ser comum e estar conectada ao condutor de aterramento.

O condutor neutro deverá ser contínuo, multi-aterrado e conectado à malha da Subestação.

Em redes de distribuição secundária, o neutro deve ser aterrado em intervalo de aproximadamente 150m, de modo que nenhum ponto da rede se distancie mais de 200m de um ponto de aterramento, com no mínimo uma haste de aterramento. E em rede primária com o neutro contínuo deve ser aterrado em intervalo de aproximadamente 300m, com no mínimo uma haste de aterramento.

Todo fim de rede, primária e secundária, terá o seu neutro aterrado com uma haste de aterramento.

É necessária a conexão do estai, cabo mensageiro e cabo guarda ao condutor neutro.

Quando houver rede secundária, o neutro da mesma servirá como neutro da rede. Não havendo rede secundária, o neutro para rede primária será de no mínimo 4AWG para condutores fase de bitola 4AWG e 2AWG para os demais condutores fase.

O cabo para o aterramento dos equipamentos deverá ter bitola mínima de 25mm² de cobre ou aço cobreado protegido contra corrosão e para a rede secundária deverá ter bitola mínima de 25mm² de cobre ou de aço cobreado protegido contra corrosão ou arame galvanizado 4BWG.

9.1.11.1 Aterramento temporário

Em rede primárias e secundárias com condutores nus (convencional) o aterramento temporário poderá ser instalado em qualquer ponto da rede.

Em redes primárias com condutores protegidos (compacta) deve ser previsto pontos de instalação do conjunto de aterramento (NTC-D-07 - Redes de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos – Estruturas (Compacta) com conectores apropriado para aterramento temporário, a cada 300 metros de rede aproximadamente e sempre em ambos os lados dos equipamentos de manobra e proteção contra sobrecorrente.

Em rede secundária com condutores isolados (multiplexada) deve ser prevista “rabichos” (NTC-D-06 - Redes de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados – Estruturas (Multiplexada) para a conexão do aterramento temporário na saída dos transformadores, finais de linha e a cada 200 metros de comprimento de rede para cada circuito.

9.1.12 Acessórios



9.1.12.1 Conexões

As conexões utilizadas poderão ser do tipo cunha, Tipo C, Tipo H, luva estribo, conectores paralelo (1, 2 ou 3 parafusos) e conector perfurante.

Em todas as conexões nos condutores fases com cabo coberto, é necessário o restabelecimento da cobertura do cabo.

9.1.12.2 Emendas

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 44 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Quando forem necessárias emendas nos condutores das redes de distribuição, primária protegida e secundárias isolada, estas deverão ser à compressão com uso da ferramenta adequada, e com a devida recomposição e nos casos de emendas de rede de distribuição, primária e secundária nua, poderá ser à compressão ou emenda pré-formada.

Não é permitida a emenda do cabo mensageiro no meio do vão.

9.1.12.3 Alça pré-formada

As alças adotadas para condutores de alumínio serão de aço galvanizado ou aço aluminizado.

9.1.12.4 Cruzamentos com conexão (Fly-Tap)

No cruzamento entre redes convencionais (cabos nus), o ramal deverá sempre passar no nível inferior ao tronco da rede.

No cruzamento entre rede convencional (cabos nus) e rede compacta (cabos protegidos), esta última deverá sempre passar no nível superior.

No cruzamento entre redes compactas (cabos protegidos) as mesmas deverão passar em disposição vertical fazendo uso do separador e no mesmo nível.

9.1.12.5 Amarrações

As amarrações utilizadas poderão ser:

1. Rede primária nua – convencional: simples com fio e laço pré-formado, simples lateral com fio e laço pré-formado, duplo com fio e laço pré-formado, duplo fim de linha;
2. Rede Primária protegida – compacta: topo com anel de amarração, lateral com anel de amarração, topo com laço pré-formado, lateral com fio de alumínio coberto, fim de linha com grampo de ancoragem, fim de rede com alça pré-formada;
3. Rede secundária nua – convencional: amarração simples com fio e laço pré-formado, duplo com fio e laço pré-formada e fim de rede com alça pré-formada;
4. Rede secundaria isolada – multiplexada: amarração simples com fio e laço pré-formado, duplo com fio e laço pré-formada, grampo de suspensão e fim de rede com alça pré-formada.



9.2 Transformador de distribuição

9.2.1 Potências padronizadas

As potências nominais, padronizadas para transformadores de distribuição para postes a serem utilizados em redes aéreas de distribuição, são as seguintes:

1. Transformadores trifásicos: 15; 30; 45; 75 e 112,5kVA;
2. Transformadores monofásicos: 5; 10, 15, 25 e 37,5KVA;
3. Os transformadores trifásicos de 150, 225 e 300KVA devem ser utilizados nos casos de atendimento a múltiplas unidades e especiais.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 45 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

NOTA:

1 – Na área de orla marítima ou poluição, os transformadores com classe de 15kV deverão possuir as buchas de alta tensão classe 25kV.

9.2.2 Dimensionamento

Os transformadores deverão ser dimensionados de tal forma a minimizarem os custos anuais de investimento inicial, substituição e perdas, dentro de um horizonte considerado adequado.

O carregamento máximo dos transformadores deverá ser fixado em função da impedância interna, perfil de tensão adotado e levando-se também em conta os limites de aquecimento, sem prejuízo da sua vida útil.

9.2.3 Localização

A instalação de transformadores deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos básicos:

1. Estar tanto quanto possível no centro de carga;
2. Estar próximo às cargas concentradas, principalmente as que possam ocasionar flutuações de tensão;
3. Localizado de tal forma que as futuras realocações sejam minimizadas;
4. Localizado em locais de fácil acesso, visando facilitar a operação e substituição.

9.2.4 Proteção contra sobrecorrentes

A proteção de transformadores contra sobrecorrentes deve ser feita através da instalação de chaves fusíveis, cujos elos fusíveis estão definidos nas Tabela 5 e 6.

9.3 Rede secundária

9.3.1 Definição



A rede secundária poderá ser alimentada por transformadores trifásicos com 4 fios com neutro multiaterrado e comum ao primário ou monofásicos com 2 ou 3 fios com neutro multiaterrado e comum ao primário.

9.3.2 Níveis de tensão

Para as tensões secundárias considera-se padronizadas as tensões nominais de 380/220V e 220/127V em redes trifásicas e 440/220V, 254/127V, 240/120V e 230/115V em redes monofásicas, quando alimentada por transformadores trifásicos e monofásicos, respectivamente.

As faixas de tensão favorável e tensão tolerável permitidas estão definidas conforme legislação vigente.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 46 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

9.3.3 Configuração básica

A configuração da rede secundária dependerá basicamente das condições de projeto em virtude do traçado das ruas e densidade de carga, buscando-se sempre a otimização técnico-econômica.

A rede secundária deverá ser dimensionada de tal forma a minimizar os custos de investimento inicial, ampliações e modificações dentro do horizonte de projeto, considerando a bitola mínima recomendada para o condutor tronco em função da ampacidade, de acordo com Tabela 8 e 9.

Importante:

1. Na elaboração do projeto, deve-se atentar para os critérios relativos à máxima queda de tensão admissível, levando-se em conta o crescimento vegetativo para o local.
2. No dimensionamento elétrico, deve-se considerar que o atendimento ao crescimento da carga será feito, procurando-se esgotar a capacidade de corrente dos condutores e máxima queda de tensão permitida.

9.3.4 Queda de tensão

Queda de tensão secundária é a queda compreendida entre os bornes secundários do transformador de distribuição e o ponto de maior valor distância x corrente, conforme Tabela 12.

Valores das máximas quedas de tensão no final do horizonte de projeto:

1. Rede secundária monofásica: 3 %;
2. Rede secundária trifásica: 3 %.

Na elaboração do cálculo de queda de tensão em redes de distribuição de áreas, deve ser utilizada a fórmula a seguir:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \times L \times I \times 100}{V}$$

Equação 3 – Queda de tensão percentual

Onde:

$\Delta V (\%)$ = Queda de tensão percentual



ΔV = Queda de tensão unitária extraída de tabelas do fabricante (V/A. km)

I = Corrente a ser transportada (A)

L = Comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga (km)

V = Tensão nominal da linha (V)

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 47 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

a) Sistema monofásico:

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R_{ca} \times \cos \phi + X_L \times \sin \phi)$$

Equação 4 – Queda de tensão sistema monofásico

Onde:

ΔV = Queda de tensão

I = Corrente a ser transportada (A)

R_{ca} = Resistência em corrente alternada (Ω/km)

$\cos \phi$ = Fator de potência de carga indutivo

$\sin \phi$ = Fator de potência de carga reativo

X_L = Reatância indutiva da linha (Ω/km)

L = Comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga (km)

b) Sistema trifásico:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L \times (R_{ca} \times \cos \phi + X_L \times \sin \phi)$$

Equação 5 - Queda de tensão sistema trifásico

Onde:

ΔV = Queda de tensão

I = Corrente a ser transportada (A)

R_{ca} = Resistência em corrente alternada (Ω/km)

$\cos \phi$ = Fator de potência de carga indutivo

$\sin \phi$ = Fator de potência de carga reativo

X_L = Reatância indutiva da linha (Ω/km)

L = Comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga (km)



Para o cálculo de queda de tensão deve ser usado o formulário constante na Tabela 12. No cálculo de circuitos ou trechos em anel não é necessário que as quedas de tensão no ponto escolhido para abertura sejam iguais, bastando que ambas sejam inferiores aos máximos permissíveis.

Os coeficientes de queda de tensão a serem empregados são os constantes entre as Tabela 23 a 43.

9.3.5 Expansão, renovação e melhoria

Ao elaborar projetos de expansão, renovação e melhoria, deve-se analisar uma área representativa, de forma a se otimizar o dimensionamento dos circuitos, mediante o aproveitamento da potência disponível em transformadores. Isso deve ser feito analisando não só os circuitos em questão, mas também os adjacentes, os adjacentes aos adjacentes e assim sucessivamente, até que mediante remanejamento de carga entre circuitos, troca e/ou

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 48 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

deslocamento de transformadores e divisão de circuitos, se consiga atender toda uma área dentro dos critérios técnicos - econômicos mais adequados, conforme estabelecido nessa norma.

9.3.6 Equilíbrio de fases

No processo de cálculo elétrico utilizado para fins de projeto de redes secundárias, a carga deve ser considerada como equilibrada.

Aplicável a qualquer tipo de projeto (expansão, renovação e melhoria), o estudo do balanceamento de fases no secundário de cada transformador deve ser efetuado, uma vez que o desequilíbrio sensível de cargas provoca queda de tensão elevada na fase mais carregada e o aparecimento de altas correntes no neutro, sobrecarregando condutores e transformadores. Para avaliar a influência do desequilíbrio de fases é utilizado como indicador o índice de desequilíbrio determinado pela expressão:

$$Id\% = \frac{|I_F - I_M|}{I_M} \times 100$$

Equação 6 – Desequilíbrio de fases percentual

Onde:

I_M = Corrente média das fases

I_F = Corrente de fase

$$I_M = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}$$

Equação 7 – Corrente média das fases

Onde:

I_A = Corrente da fase A

I_B = Corrente da fase B



I_C = Corrente da fase C

Se $Id\%$ de pelo menos uma das fases for maior que 15%, deverá ser feito estudo de remanejamento dos consumidores monofásicos ou bifásicos, bem como os ramais da rede de distribuição monofásicos ou bifásicos, procurando-se eliminar o desequilíbrio nos bornes secundários do transformador. Apesar de se procurar equilibrar as cargas entre as fases, os resultados desse balanceamento devem ser periodicamente aferidos através de medições posteriores dos circuitos.

Nos projetos de expansão, renovação e melhoria, quando o desequilíbrio verificado for superior ao valor máximo permitido, deve ser previsto o correspondente equilíbrio, discriminando-se as fases de cada ramal de ligação. Também devem ser seguidos os seguintes procedimentos:

1. Remanejamento de cargas para circuitos adjacentes;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 49 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

2. Remanejamento de transformadores, substituindo os sobrecarregados pelos subcarregados, realizando isto, sempre que possível, dentro da mesma localidade;
3. Para os projetos de expansão de rede, os eletricitistas devem ser orientados para procurarem distribuir convenientemente as fases nas novas ligações;
4. Especificar as fases, nos dois trechos, quando derivar uma rede com número de fases menor que o da rede principal;
5. Preferencialmente deve-se projetar a posteação no lado oposto ao da arborização.

9.3.7 Iluminação pública

A responsabilidade sobre a Iluminação Pública é sempre da Prefeitura Municipal.

9.3.7.1 Características básicas

9.3.7.1.1 Tensão de alimentação

1. Circuitos de comando: 220 V;
2. Circuitos de carga: 220 V.

9.3.7.1.2 Luminárias

Nas reformas de redes que envolvam troca de luminárias, sugere-se o uso de luminárias integradas.

9.3.7.1.3 Condutores para ligação de luminária integrada

a) Controle

1. Cabo de alumínio nu de bitola 4AWG, exceto orla marítima.

b) Ligação de luminária na rede

1. Fio de cobre isolado, próprio para uso ao tempo com isolamento para 750V;
2. Seções nominais de 2,5mm² para a instalação das luminárias;
3. Um condutor de cor preta e outro de cor branca ou vermelha (fase-fase);
4. Um condutor de cor preta e outro de cor azul claro (fase-neutro).



9.3.7.1.4 Aterramento das luminárias

Fio de cobre isolado, próprio para uso ao tempo com isolamento para 750V, na seção 2,5mm² na cor verde/amarelo.

9.3.7.1.5 Critérios para instalação dos padrões e montagem das estruturas

Conforme item 17 da NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 50 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

9.3.7.1.6 Comando

a) Sistemas de comando:

1. Comando individual por relé fotoeletrônico;
2. Comando em grupo por relé fotoeletrônico e chave magnética;
3. Comando misto (individual e em grupo).

b) Equipamentos de comando:

1. Comando individual
 - Relé fotoeletrônico intercambiável, 220V – 1000W.
2. Comando em grupo
 - Relé fotoeletrônico intercambiável, 220V – 1000W;
 - Chave magnética (de iluminação) – 220V - 1 x 50A ou 2 x 30A, contatos NF.
3. Comando misto
 - Os mesmos equipamentos recomendados para o comando individual e em grupo, respectivamente.

9.3.7.2 Iluminâncias

Os níveis de iluminância das vias devem estar em conformidade com o estabelecido na norma NBR 5101.

9.3.7.3 Projeto de iluminação pública em renovação de rede



a) Critérios para utilização dos padrões

1. São propostos, em geral, os mesmos padrões de iluminação pública recomendados para as obras de redes de melhoria, renovação e expansão;
2. Nos casos de renovação de rede envolvendo iluminação pública que utilizam lâmpadas a vapor de mercúrio (VM), deve ser feita a substituição por lâmpadas a vapor de sódio (VS) conforme definido:
 - VM de 80W substituída por VS de 70W;
 - VM de 125W substituída por VS de 100W⁽¹⁾;
 - VM de 400W substituída por VS de 250W;
3. Pequenas reformas, no meio de grandes áreas com padrão homogêneo, podem ser feitas mantendo o padrão existente, a fim de conservar a homogeneidade.

NOTA:

1 - No caso de lâmpadas VM 125W em função das características do local poderá ser utilizada VS 150W de acordo com o definido item 17 da NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (convencional).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 51 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

b) Critérios para utilização dos sistemas de comando

São aplicáveis os critérios adotados para obras de redes novas e extensões de rede, ou seja, comando individual. No caso de circuito com comando em grupo existente onde não seja previsto a retirada do fio controle, poderá ser utilizado o comando misto desde que respeitadas as quantidades máximas de lâmpadas no circuito.

9.3.7.4 Simbologia

Devem ser adotados na elaboração dos projetos os símbolos conforme Anexo 11 e 12.

9.3.7.5 Atendimento a loteamentos

Em projetos de eletrificação de núcleos habitacionais e loteamentos devem ser elaborados as redes aéreas primária e secundária. Caso seja de interesse a construção de rede subterrânea, deve ser consultada a distribuidora.

Na rede exclusivamente de iluminação pública, a queda de tensão permitida para efeito de projeto é de 5 %.

9.4 Previsão de crescimento de carga



Em projetos de expansão, renovação e melhoria de redes, é necessário estimar o crescimento vegetativo da carga, de forma a otimizar o dimensionamento das redes secundária e primária, bem como do transformador de distribuição.

Os Anexos 10 e 11 apresentam os valores iniciais máximos de carregamento para transformadores e de queda de tensão para circuitos secundários monofásicos e trifásicos respectivamente, levando-se em consideração o índice de crescimento vegetativo da carga e o horizonte de projeto considerado. Esses gráficos devem ser usados para o dimensionamento dos transformadores e dos circuitos secundários, sendo necessário ressaltar que, em função do exposto no primeiro parágrafo deste item, o horizonte de projeto e o crescimento vegetativo adotados devem ser valores invariavelmente pequenos, ficando sua definição pautada nos aspectos técnicos e econômicos.

A escolha do transformador adequado a um determinado circuito deve obedecer aos seguintes passos:

1. Determinar a demanda atual do circuito conforme o item 7.3 e 7.4;
2. Definir o índice de crescimento vegetativo a ser adotado, projetando a demanda para o horizonte de projeto considerado;
3. Adotar o mesmo índice e horizonte de projeto para calcular a máxima queda de tensão inicial admissível.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 52 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

10 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Dimensionamento de postes e tipos de estruturas, em função dos esforços a serem aplicados aos mesmos.

10.1 Posteação

Os postes a serem usados são de madeira e concreto, seção duplo “T” ou seção circular, conforme NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional). A escolha do tipo de postes deve levar em conta não só o grau de urbanização e uniformidade, mas principalmente aspectos técnicos e econômicos, mediante prévia consulta na distribuidora.

10.1.1 Comprimento

O comprimento mínimo de poste a ser utilizado é de 9m para rede secundária e 11m para a rede primária, podendo-se utilizar postes de comprimentos diferentes conforme a Tabela 11 e nos seguintes casos:

- a) Postes de 12m:
 1. Devem ser usados em áreas com desnível acentuado, e ainda em casos especiais.
- b) Postes com comprimento superior a 12m:
 1. Usados para as mesmas situações do poste de 12m, mas apenas quando a altura deste não for suficiente.

10.1.2 Determinação dos esforços, estaiamento e engastamento

- a) Determinação dos esforços de cabos

A determinação dos esforços nos postes será feita, considerando-se as cargas devido às redes primária, secundária e ramais de ligação, bem como os cabos de comunicação, à ação do vento sobre as estruturas e condutores e eventualmente de equipamentos.



A tração de projeto de cada condutor da rede primária, secundária e ramal de ligação é apresentada nas Tabelas 44 a 70.

Considerando-se as curvas de vento máximo e temperatura mínima, as redes de distribuição, na área de abrangência da distribuidora, serão dimensionadas para valores regionais das velocidades máximas dos ventos, em média de 80km/h e temperaturas mínima de 0°C, média de 28°C e máxima de 45°C:

Os esforços exercidos pelos condutores do circuito secundário e cabos das redes de telecomunicação são referenciados a 0,15m do topo do poste. O esforço resultante deve ser calculado pelo processo gráfico ou vetorial, nas seguintes situações:

1. Diferenças de tração;
2. Em ângulos;
3. Fins de rede;
4. Mudança de bitolas de condutores;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 53 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

5. Mudança de quantidade de condutores;
6. Esforços resultantes de cabos de telecomunicação.

b) Redução de tração nos condutores

O método de redução de tração nos condutores pode ser adotado para qualquer tipo ou seção de condutor, desde que observadas as condições locais e normas vigentes. Este método consiste em reduzir a tração de montagem. Aplica-se quando os esforços resultantes exigem postes com carga nominal acima das padronizadas.

c) Estaiamento

Calculado o esforço resultante no poste, devido à tração dos condutores e cabos de telecomunicação aplicados a 0,15m do topo, definem-se os estais necessários, conforme norma NTC-D-01 - Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional): contra poste, cruzeta a poste, cruzeta a cruzeta, âncora, e a resistência nominal do poste, procurando-se otimizar o custo do conjunto poste/estai. Limitando a compensação dos esforços pelo estai a 50% do esforço nominal do poste.

As resistências mínimas dos postes que compõem estruturas com equipamentos estão definidas Tabela 10. As estruturas de encabeçamento tipo M2, M3, B2, B3, podem receber estai de cruzeta a poste.

Os estais de cruzeta a poste devem ser instalados em oposição ao tracionamento dos condutores de modo a absorver totalmente o esforço dos três condutores fase.

Quando da utilização de estrutura do tipo beco, em ângulo de 90°, ou que requeira dois níveis de cruzeta, o estaiamento deve ser feito de cruzeta a cruzeta, desde que a configuração do primário o permita.

Nos postes de concreto DT (duplo T), o lado de menor resistência suporta apenas 50% de sua carga nominal, devido à assimetria na distribuição de esforços. Para as diversas situações de trabalho, a Tabela 10 define os valores das resistências a serem consideradas.

Quando o valor de resistência ultrapassar a 1500daN, a tração do último vão deve ser adequadamente reduzida.

d) Engastamento



Adotar o tipo de engastamento conforme item 8.2 da NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - estruturas (convencional).

e) Estruturas

As estruturas utilizadas serão as identificadas na NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (Convencional), NTC-D-06 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados – Estruturas (Multiplexada) e NTC-D-07 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos – Estruturas (Compacta) e na escolha das estruturas, devem-se levar em consideração os seguintes detalhes:

1. Tipo de Rede

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 54 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

- Rede nua (convencional) primária;
 - Rede protegida (compacta) primária;
 - Rede nua (convencional) secundária;
 - Rede isolada (multiplexada) secundária.
2. Largura do passeio;
 3. Seção transversal do condutor;
 4. Ângulo de deflexão horizontal e vertical da rede.

A definição da estrutura, no que concerne à seção do condutor e ângulo do primário, deve ser feita conforme NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (Convencional), NTC-D-06 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados – Estruturas (Multiplexada) e NTC-D-07 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos – Estruturas (Compacta).

10.2 Cálculo mecânico

Consiste na determinação dos esforços resultantes que serão aplicados nos postes e na identificação dos meios necessários para absorver estes esforços. O esforço resultante é obtido através da composição dos esforços dos condutores que atuam no poste em todas as direções, transferido a 0,15m do topo do poste e pode ser calculado tanto pelo método geométrico como pelo método analítico.

10.2.1 Método geométrico

As trações dos condutores são representadas por dois vetores em escala, de modo que suas origens coincidam, construindo um paralelogramo.

10.2.2 Método analítico

De posse das trações no poste e do ângulo formado pelos condutores dos circuitos, pode-se calcular o esforço mecânico. A estrutura é definida após calcular o esforço, para isso as fórmulas utilizadas conforme o tipo de estudo que será feito.

10.2.2.1 Método analítico para esforços iguais nos dois lados e com um ângulo

Para esforços iguais nos dois lados e com um ângulo, utiliza-se a fórmula:



$$R = 2 \times T \times \frac{\sin \hat{A}}{2}$$

Equação 8 – Resultante de tração mecânica com 2 esforços

Onde:

T = Tração de projeto
sen \hat{A} = Seno do ângulo

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 55 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Exemplo de resultante de tração mecânica com esforços iguais dos dois lados e com um ângulo:

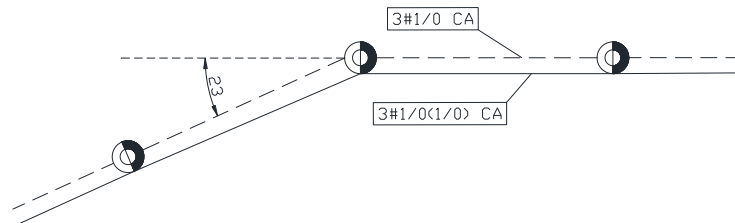


Figura 1 – Resultante de tração mecânica com dois esforços

A resultante de tração mecânica com 2 esforços é calculada através da soma das tração de projeto da rede primária e secundária (Tabela 14 a 22) em relação ao ângulo que a rede flexiona da linha reta, conforme a equação 8:

Poste utilizado = 11m

$T = T_p$ (tração de projeto da rede primária) + T_s (tração de projeto da rede secundária), onde

$T = 441,00\text{daN} + 453,05\text{daN} = 894,05\text{daN}$

$\text{sen } \hat{A} = \text{Seno do ângulo } 23^\circ$

Onde:

$$R = \frac{2 \times 894,05 \times \text{sen } 23^\circ}{2} = 2 \times 894,05 \times 0,199367 = 356,48\text{daN}$$

10.2.2.2 Método analítico para esforços diferentes em dois ou mais lados e com ângulos

Para esforços diferentes em dois ou mais lados e com ângulos, utiliza-se a fórmula:

$$\begin{aligned}
 FX &= (Fp1 \times \cos \hat{A}) + (Fp2 \times \cos \hat{A}) + (Fp3 \times \cos \hat{A}) \\
 FY &= (Fp1 \times \text{sen } \hat{A}) + (Fp2 \times \text{sen } \hat{A}) + (Fp3 \times \text{sen } \hat{A}) \\
 EP &= \sqrt{(FX \times FX) + (FY \times FY)}
 \end{aligned}$$

Equação 9 – Resultante de tração mecânica com dois ou mais esforços



Onde:

FX = Resultante da tração no eixo X

FY = Resultante da tração no eixo Y

$FP1...FPn$ = Somas das trações de projeto

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 56 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

sen \hat{A} = Seno do ângulo

cos \hat{A} = Cosseno do ângulo

Exemplo de resultante de tração mecânica com esforços diferente em dois ou mais lados e com ângulos:

Exemplo de resultante de tração mecânica com esforços:

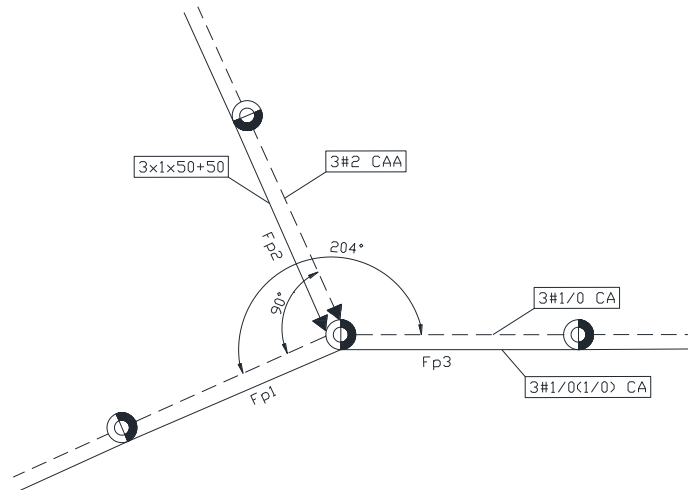


Figura 2 – Resultante de tração mecânica com dois ou mais esforços

A resultante de tração mecânica com 2 ou mais esforços é calculado através da soma das trações de projeto da rede primária e secundária (Tabela 14 a220) em relação ao ângulo que a rede flexiona da linha reta, conforme a equação 9.

Poste utilizado = 12m

$F_{p1} = T_p$ (tração de projeto da rede primária) + T_s (tração de projeto da rede secundária), onde,
 $T = 441,00 \text{ daN} + 412,48 \text{ daN} = 853,48 \text{ daN}$

$F_{p2} = T_p$ (tração de projeto da rede primária) + T_s (tração de projeto da rede secundária), onde,
 $559,21 \text{ daN} + 228,91 \text{ daN} = 788,12 \text{ daN}$

$F_{p3} = T_p$ (tração de projeto da rede primária) + T_s (tração de projeto da rede secundária), onde,
 $T = 441,00 \text{ daN} + 412,28 \text{ daN} = 853,48 \text{ daN}$

$\hat{A}_{Fp1} = 0^\circ$

$\hat{A}_{Fp2} = 90^\circ$

$\hat{A}_{Fp3} = 204^\circ$

Onde:



$$F_x = (853,48 \times \cos 0^\circ) + (788,12 \times \cos 90^\circ) + (853,48 \times \cos 204^\circ)$$

$$F_y = (853,48 \times \sin 0^\circ) + (788,12 \times \sin 90^\circ) + (853,48 \times \sin 204^\circ)$$

$$EP = \sqrt{(73,79 \times 73,79) + (440,97 \times 440,97)}$$

$$EP = 447,10 \text{ daN}$$

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 57 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

10.3 Cálculo de flechas

As flechas a serem observadas na montagem estão apresentadas nas tabelas 71 a 143 e obedeceram à equação abaixo:

$$F = \frac{P \times a^2}{8 \times T}$$

Equação 10 – Flecha dos condutores

Onde:

- P = peso próprio do condutor [daN/m]
- a = comprimento do vão [m]
- T = esforço de tração [daN]
- Velocidade do vento: 80 km/h
- Temperatura de -5° a 50°C
- Tração de projeto é 20% a carga de ruptura.

10.4 Cálculo do vão regulador

O vão regulador ou vão básico a ser usado nas tabelas 71 a 138 de flechas de projeto e montagem é dado por:

$$V_b = V_m + \frac{2}{3} \times (V_{m\acute{a}x.} - V_m)$$

Equação 11 – Vão básico



Onde:

- V_b = vão básico ou vão regulador (m);
- V_m = vão médio (m) – média aritmética dos comprimentos dos vãos;
- V_{máx.} = comprimento do maior vão (m).

10.5 Ângulo de deflexão horizontal e vertical

O ângulo de deflexão horizontal e vertical da rede primária e secundária estão apresentados nas Tabelas 139 a 143.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 58 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

11 LEVANTAMENTO DE CAMPO

1. Caso o projeto seja elaborado pela distribuidora, o levantamento de campo deverá ser iniciado após análise de viabilidade do mesmo no sistema de gestão da distribuição - SGD;
2. Verificar em campo as redes primária e secundária, consumidores existentes, faseamento, postes, transformadores, etc.;
3. Avaliar o estado físico dos materiais (postes, cruzetas, cabos, ramais de ligação, conexões, etc.);
4. Avaliar os tipos de consumidores, as cargas que causam perturbações nas redes e as cargas sazonais;
5. Observar construções em andamento, terrenos vagos, padrão das edificações (comercial, residencial, etc.), marquises, fachadas, etc.;
6. Verificar o tipo e largura dos passeios, para eventuais recomposições;
7. Verificar se existe uso mútuo na rede de distribuição;
8. Verificar a existência de esgotos, redes telefônicas e redes de água subterrâneas, etc.;
9. Verificar a necessidade de seccionamento e aterramento de cercas;
10. Verificar os tipos de vias e travessias;
11. Verificar a área de atuação da distribuidora;
12. Verificar a necessidade de autorização de órgãos ambientais;
13. Verificar a necessidade de autorização de passagem em terreno de terceiros.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 59 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

12 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Consiste no conjunto de desenhos, listas, cálculos, memórias, formulários, etc., que compõem o projeto e informações necessárias para atendimento às exigências da legislação vigente, inclusive com detalhamento para o caso de travessias (Departamento de Estradas e Rodagem (DER), Concessionária de Rodovia, Rede Ferroviária Federal (RFFSA), Marinha, etc.) e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

A sequência das etapas acima descritas pode variar, dependendo da característica do projeto.

Os seguintes documentos devem fazer parte de um projeto:

1. Desenhos do projeto assinados pelo responsável técnico;
2. Demonstrativo do levantamento do(s) circuito(s);
3. Folha de cálculo de queda de tensão e corrente, Tabela 12;
4. Relação de materiais;
5. Anotação de Responsabilidade Técnica - ART;
6. Memorial Descritivo;
7. Diagrama Unifilar;
8. Autorização de Passagem, quando for o caso;
9. Desenhos e informações complementares, quando for o caso;
10. Travessias;
11. Desenhos especiais;
12. Licença dos Órgãos Competentes para construções de redes em áreas de proteção ambiental ou que necessitem de autorização do mesmo;
13. Cálculo mecânico.

12.1 Desenho

12.1.1 Escala

Deve ser usada a escala 1 : 1000.

12.1.2 Formatos e tipos de papel

O desenho original do projeto deve ser feito nos formatos A1, A2, A3 ou A4 (o que comporte o projeto com o menor número de pranchas) digitalizado, e apresentado em papel sulfite acompanhado do respectivo arquivo eletrônico, quando requisitado pela distribuidora, e aprovado por órgão competente, quando cabível.



No caso de projetos para atendimento a novas localidades, grandes loteamentos e grandes renovações, deve ser usada cópia reproduzível do mapa semi-cadastral aprovado por órgão competente.

Havendo complexidade no projeto de renovação, devem ser elaborados 2 desenhos devem ser feitos, sendo um para a situação de “retirados” e outro para “aplicados”.

12.1.3 Simbologia

Conforme Anexos 13 e 14.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 60 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

12.1.4 Detalhes que devem constar no desenho

a) Dados Topográficos

Desenho do arruamento, Unidades Consumidoras e identificação das ruas. Os detalhes topográficos já existentes e cadastrados serão a base do projeto.

b) Rede de Distribuição



Devem constar no desenho do projeto todos os detalhes calculados nos itens 10 e 11, dimensionamento elétrico e dimensionamento mecânico:

1. Especificação das estruturas do primário/secundário;
2. Indicação de afastadores;
3. Especificação de estaiamento e/ou concretagens;
4. Especificação de altura e esforços dos postes;
5. Indicação de postes de uso mútuo;
6. Número de fases e potência de transformadores e número da instalação transformadora;
7. Número de fases, bitola e tensão do primário;
8. Indicação de fase para ligar transformador monofásico em circuito trifásico;
9. Especificação das fases, quando os circuitos não estiverem completos, tanto para o primário quanto para o secundário;
10. Número de fases e bitolas do secundário e neutro;
11. Relé fotoelétrico, discriminando a fase a ser ligada;
12. Tipo de lâmpadas;
13. Especificação das fases dos ramais de ligação;
14. Corrente nominal das chaves fusíveis de ramais;
15. Especificação do elo fusível do ramal;
16. Especificação de equipamentos;
17. Corrente nominal de chaves seccionadoras e indicação de operação (NA - Normalmente Aberto e NF - Normalmente Fechado);
18. Identificação do ponto de conexão;
19. Notas que se fizerem necessárias;
20. Especificação de equipamento para referência;
21. Para-raios;
22. Aterramentos;
23. Legenda contendo no mínimo: título, número do projeto, endereço da obra, número da ART, número de folhas, escala, responsável técnico, data e campos para assinatura.

12.2 Folha de cálculo de queda de tensão e corrente

Deve ser preparada para todo projeto, no caso de rede secundária, não só para verificação das condições da rede projetada, como também para servir de informação cadastral para efeito de atendimento a novas cargas e controle de rede. Os cálculos deverão

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 61 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ser efetuados por transformador e alimentador, os quais devem estar atualizados para permitir o referido controle.

Deve ser apresentado o memorial de cálculo de queda de tensão e corrente, conforme Tabela 12.

12.3 Relação de materiais e orçamento

A relação de materiais e o respectivo orçamento devem ser elaborados de acordo com os critérios descritos no item 13, relacionando os materiais aplicados e os retirados.

12.4 ART – Anotação de responsabilidade técnica

Deverá ser apresentada ART para cada projeto, contendo no mínimo os seguintes códigos:

1. B0305 – Número de Subestação Externa;
2. B0302 – Extensão da rede primária em metros;
3. B0302 – Extensão da rede secundária em metros;
4. B0302 – Nível de tensão da rede primária em kV;
5. B0302 – Nível de tensão da rede secundária em V;
6. B0302 – Número de postes;
7. B0302 – Potência instalada em kVA;
8. B0302 – Número de consumidores.

12.5 Memorial descritivo

Deverá ser apresentado, conforme modelo do Anexo 5.

12.6 Autorização de passagem

Quando a rede atravessar terrenos de terceiros, será exigida a autorização de passagem conforme modelo do Anexo 6, mediante a assinatura de duas testemunhas.

12.7 Licenças ambientais

Quando a rede atravessar e/ou passar próximo de áreas arborizadas, será exigida a licença ambiental, devidamente assinada por órgão competente.



12.8 Travessias

Devem ser preparados os detalhes relativos a projetos de travessia sempre que estas ocorrerem sobre ou sob estradas de rodagem federais e estaduais, estradas de ferro, redes de comunicações e outros.

Os projetos de travessias deverão atender as normas específicas dos respectivos órgãos, e ter o projeto devidamente aprovado pelos mesmos.

O setor de projetos manterá arquivado o projeto original de travessia, devidamente aprovado.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 62 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

No caso de projetos nas proximidades de aeroportos, devem ser obedecidos os planos básicos de zonas de proteção de Aeródromos e de sinalização de redes aéreas com balizas (esferas).



12.9 Desenhos especiais

Em projetos especiais devem ser elaborados em escalas apropriadas, sempre que houver necessidade de se detalhar certos aspectos construtivos do projeto, sujeito a aprovação da distribuidora.

Exemplos:

1. Estruturas não padronizadas;
2. Saídas de alimentadores em subestações;
3. Situações não previstas.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 63 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

13 RELAÇÃO DE MATERIAIS E ORÇAMENTO

Consiste em relacionar os materiais necessários à construção da rede de distribuição e elaboração do orçamento correspondente.

13.1 Relação de materiais

13.1.1 Materiais aplicados

Os materiais utilizados nas redes de distribuição das concessionárias/permissionárias/autorizadas serão os relacionados na NTC-D-01 Rede de distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (Convencional), NTC-D-06 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea secundária com condutores isolados – Estruturas (Multiplexada) e NTC-D-07 – Redes de distribuição de energia elétrica aérea primária com condutores protegidos – Estruturas (Compacta).

Na elaboração da lista de materiais devemos observar os seguintes tópicos:

1. Para os condutores isolados e protegidos, o projetista deverá acrescentar 5% do total do comprimento encontrado;
2. Para os cabos nus, o projetista deverá acrescentar o valor de 5% no peso do condutor;
3. Os materiais necessários para concretagem da base de postes e recomposição de passeios não devem ser relacionados.

13.1.2 Materiais retirados

Devem ser observados os seguintes critérios nos projetos que envolvam retirada de materiais da rede existente:

- a) Materiais aproveitáveis e devolvidos ao almoxarifado:

São os materiais retirados e não aproveitados na mesma obra, mas em bom estado de conservação a serem devolvidos ao almoxarifado. O valor unitário destes materiais deve ser depreciado de acordo com a resolução em vigor, tomando como referência a data de fabricação dos materiais salvados.



- b) Materiais retirados aproveitáveis:

São materiais em mau estado de conservação e/ou fora do padrão, e que são devolvidos ao almoxarifado como sucata.

Estas sucatas são separadas em:

1. Sucata de CA nu;
2. Sucata de CA isolado e protegido;
3. Sucata de CAA;
4. Sucata de cobre nu;
5. Sucata de cobre isolado;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 64 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

6. Sucata de ferro (cinta, parafuso, armação, sela, etc.);
7. Sucata de madeira (cruzeta, contra-poste, poste);
8. Sucata de porcelana (isoladores, para-raios, chaves, etc.);
9. Sucata de polimérico;
10. Sucata de concreto (poste, cruzeta, vigas, defensas, etc.).

Estas sucatas devem ser também relacionadas no formulário resumo de orçamento, especificando somente a quantidade dos materiais.

Não devem ser considerados os materiais de difícil retirada (haste de terra, escora de subsolo, etc.) que serão abandonados no local em que estão instalados.

13.2 Mão-de-obra



O cálculo de mão-de-obra é feito, identificando-se os diversos tipos de serviços previstos na execução da obra, conforme legislação vigente.

13.3 Projeto e orçamento em estrutura com uso mútuo

Na elaboração de projetos de expansão, renovação e melhoria de rede de distribuição, que impliquem em utilização mútua, devem ser tomadas as seguintes providências e cuidados:

1. Em caso de projetos de expansão de rede em área com posteação existente que não é de propriedade da distribuidora, deve ser analisada a possibilidade de aproveitamento dos postes na sua localização, comprimento e resistência. No caso do uso dos mesmos, é necessário o envio do projeto para a proprietária e assinatura de contrato;
2. Em projetos de expansão, renovação e melhoria de rede distribuição, que resultarem da solicitação de clientes, por interesse próprio e que impliquem na remoção/substituição de postes com uso mútuo, devem ser incluídos no orçamento, os custos referentes aos serviços na rede de utilização mútua. Para isso, devem ser pedidos os orçamentos à proprietária da mesma;
3. Não devem ser previstas instalações de transformadores, chaves em geral e aterramento em postes nos quais já existam equipamentos existentes na rede de uso mútuo;
4. Em casos de projetos de expansão, renovação e melhoria de rede de distribuição de propriedade da distribuidora que possua ou tenha possibilidade de uso mútuo, deverá ser solicitado o projeto do uso mútuo para as devidas alterações do projeto da distribuidora.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 65 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

14 PROJETOS DE REDE ELABORADOS POR TERCEIROS

Os procedimentos deverão ser os descritos a seguir:

- a) Consultar a distribuidora quanto a viabilidade para ligação de loteamento através de carta, conforme Anexo 1,
- b) A distribuidora enviará carta resposta num prazo máximo de 15 dias a contar da data de solicitação, conforme Anexo 2.
- c) Deverá elaborar o projeto da rede de distribuição para atendimento aos consumidores, conforme os critérios estabelecidos nesta Norma;
- d) Solicitar a aprovação do projeto de loteamento através de carta, conforme Anexo 3. O projeto deve ser apresentado conforme o disposto no item 12 e 13 dessa Norma, em três vias, juntamente com os seguintes documentos:
 1. Carta resposta da viabilidade para ligação de loteamento;
 2. Licença ambiental prévia – LAP emitida pelo órgão competente;
 3. Projeto urbanístico aprovado pelo órgão competente;
 4. Declaração para ligação da iluminação pública (quantidade e potência) emitida pelo órgão competente;
 5. Cópia em mídia digital georreferenciada.
- e) A distribuidora terá prazo de 30 dias para analisar e devolver o projeto. Caso o projeto seja aprovado e haja necessidade de renovação e/ou melhoria e/ou instalação de equipamentos na rede existente, para absorver as novas cargas, sua execução fica condicionada ao atendimento dos prazos exigidos pela legislação. Caso o projeto seja reprovado, a distribuidora indicará os motivos da reprovação para providências, que deverá reapresentá-lo, depois de corrigido, a distribuidora terá um prazo de 10 dias para a reavaliação.
- f) Após a execução do projeto deverá ser solicitado à distribuidora a fiscalização da obra para incorporação através de carta, conforme Anexo 4.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 66 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

15 NOTAS COMPLEMENTARES

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Norma poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido a modificações na legislação vigente, de forma que os interessados deverão, periodicamente, consultar a distribuidora.

Os casos não previstos nesta Norma, ou aqueles que pelas características exijam tratamento à parte, deverão ser previamente encaminhados à distribuidora.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 67 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

16 TABELAS

Tabela 1 – Demanda máxima individual

| Item | Método | Fórmula | Observações |
|------|---|---|--|
| 1 | Medição de Carga | | |
| 2 | Estimativa a partir do consumo, extraído dos dados do faturamento | $Dm = C / (FC \cdot FP \cdot 730)$ | <p>Dm - demanda máx. do cliente, em kVA</p> <p>C - maior consumo mensal nos últimos três meses (kWh)</p> <p>FC - fator de carga médio, em função do ramo de atividade</p> <p>FP – fator de potência da carga</p> <p>730 - nº médio de horas do mês</p> <p>obs. - na falta de dados, considerará: FP = 0,95 para clientes comerciais e residenciais; para industriais, FP = 0,92</p> |
| 3 | Estimativa a partir da carga instalada | $Dm = CI \cdot FD / FP$ $D = 0,6 \cdot Dm$ | <p>D - Demanda</p> <p>CI - carga instalada, em kW</p> <p>FD - fator de demanda típico em função do ramo de atividade</p> |

Tabela 2 – Demanda diversificada residência (kVA)

| Número de Consumidores no Circuito | Faixa de Consumo | | | |
|------------------------------------|------------------|-------|------|-----------|
| | Baixo | Médio | Alto | Altíssimo |
| 1 a 5 | 1,20 | 2,00 | 3,20 | 5,60 |
| 6 a 10 | 1,10 | 1,90 | 3,00 | 5,30 |
| 11 a 15 | 1,00 | 1,80 | 2,80 | 5,00 |
| 16 a 20 | 0,95 | 1,70 | 2,60 | 4,70 |
| 21 a 25 | 0,90 | 1,60 | 2,40 | 4,40 |
| 26 a 30 | 0,85 | 1,50 | 2,20 | 4,10 |
| 31 a 40 | 0,75 | 1,30 | 2,00 | 3,70 |
| Acima de 40 | 0,70 | 1,10 | 1,90 | 3,40 |

NOTAS:

- 1 - Baixo – Consumo de 0 a 150kWh
- 2 - Médio – Consumo de 151 a 300kWh
- 3 - Alto – Consumo de 301 a 450kWh
- 4 – Altíssimo – Consumo superior a 450kWh

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 68 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|





| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 3 – Fator de demanda e fator de carga típico



| Ramo de Atividade | Intervalo Carga Instalada (kW) | FD Máx. (%) | FD Típico (%) | FC Típico (%) |
|--|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Indústria de extração e tratamento de minerais | | 70 | 43 | 26 |
| Extração de minérios de ferro | < 500 | 54 | 36 | 34 |
| | > 500 | 67 | 49 | 35 |
| Extração de minérios de metais não ferrosos | | 85 | 78 | 76 |
| Extração de minerais para fabricação de adubos fertilizantes e para elaboração de outros produtos químicos | | 54 | 37 | 29 |
| Extração de pedras e outros materiais para construção | | 67 | 49 | 16 |
| Extração de outros minerais não metálicos | | 86 | 43 | 14 |
| Indústria de produtos de minerais não metálicos | | 63 | 55 | 30 |
| Aparelhamento de pedras para construção e execução de trabalhos em máximo ardósia, granito e outras pedras | | 61 | 37 | 16 |
| Britamento de pedras | <130 | 57 | 39 | 11 |
| | >130 | 78 | 54 | 17 |
| Fabricação de cal | | 91 | 52 | 18 |
| Fabricação de telhas, tijolos e outros artigos de barro cozido - inclusive de cerâmica | < 160 | 97 | 71 | 13 |
| | > 160 | 91 | 60 | 30 |
| Fabricação de material cerâmico - inclusive de barro cozido | < 100 | 96 | 76 | 10 |
| | > 100 | 93 | 66 | 39 |
| Fabricação de cimento | | 66 | 64 | 54 |
| Fabricação de peças, ornatos e estruturas de cimento, gesso e amianto | | 37 | 23 | 26 |
| Beneficiamento e preparação de minerais não metálicos, não associados à extração | | 78 | 46 | 51 |
| Indústria metalúrgica | | 65 | 43 | 30 |
| Produção de ferro gusa | | 83 | 67 | 79 |
| Produção de laminados de aço - inclusive de ferro ligas | | 75 | 46 | 24 |
| Produção de canos e tubos de ferro e aço | < 150 | 37 | 30 | 40 |
| Produção de fundidos de ferro e aço | > 150 | 50 | 33 | 19 |
| Produção de canos e tubos de metais e de ligas de metais não ferrosos | | 80 | 55 | 33 |
| Fabricação de estruturas metálicas | | 54 | 45 | 33 |
| Fabricação de artefatos trefilados de ferro e aço e de metais não ferrosos inclusive móveis, estamparia, funilaria e lataria | | 74 | 39 | 13 |
| Estamparia, funilaria e lataria | | 68 | 53 | 19 |
| Serralharia, fabricação de tanques, reservatórios e outros | | 65 | 26 | 22 |
| Recipientes metálicos e de artigos caldeireiro temperado e cimentação de aço, recozimento de arames e serviços de galvanotécnica | | 48 | 27 | 23 |
| Indústria mecânica | | 83 | 52 | 29 |
| Fabricação de máquinas motrizes não elétricas e de equipamentos de transmissão para fins industriais, inclusive peças e acessórios | | 47 | 29 | 31 |
| Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria | | 31 | 27 | 22 |
| Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais para instalações hidráulicas, térmicas, de ventilação e refrigeração, equipados ou não com motores elétricos, inclusive peças e acessórios. | | 20 | 17 | 50 |
| Fabricação de massas alimentícias e biscoitos | | 82 | 74 | 28 |
| Refinação e preparação de óleos e gorduras vegetais, produção de manteiga de cacau e de gorduras de origem animal, destinados à alimentação | | 61 | 54 | 57 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 69 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação Tabela 3



| Ramo de Atividade | Intervalo Carga Instalada (kW) | FD Máx. (%) | FD Típico (%) | FC Típico (%) |
|--|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Refinação e preparação de óleos e gorduras vegetais, produção de manteiga de cacau e de gorduras de origem animal, destinados à alimentação | | 61 | 54 | 57 |
| Fabricação de gelo | | 89 | 38 | 39 |
| Fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais, inclusive farinha de carne, sangue, osso e peixe | | 91 | 75 | 41 |
| Indústria de bebidas | | 85 | 45 | 29 |
| Fabricação de aguardentes, licores e outras bebidas alcoólicas | | 62 | 41 | 20 |
| Fabricação de cervejas, chopes e maltes | | 68 | 49 | 43 |
| Fabricação de bebidas não alcoólicas | | 50 | 27 | 27 |
| Indústria de fumo | | 57 | 47 | 69 |
| Fabricação de cigarros | | 96 | 72 | 32 |
| Indústria de utilidade pública, irrigação, água, esgoto e Saneamento | | 43 | 39 | 39 |
| Distribuição de gás | | 95 | 84 | 51 |
| Tratamento e distribuição de água | | 57 | 51 | 50 |
| Indústria de construção | < 100 | 100 | 92 | 30 |
| | > 100 | 95 | 75 | 72 |
| Construção civil | < 190 | 59 | 36 | 32 |
| | > 190 | 80 | 39 | 31 |
| Pavimentação, terraplanagem e construção de estradas | < 200 | 30 | 14 | 33 |
| | > 200 | 90 | 65 | 21 |
| Construção de obras de arte (viadutos, mirantes, etc.) | < 200 | 79 | 52 | 41 |
| | > 200 | 14 | 11 | 32 |
| Agricultura e criação animal | | 77 | 43 | 33 |
| Agricultura | | 91 | 44 | 30 |
| Agricultura(irrigação) | | 97 | 54 | 19 |
| Criação animal / inclusive bovinos (índices baseados na avicultura) | | 99 | 61 | 70 |
| Criação animal - suinocultura | | 91 | 52 | 24 |
| Bovinocultura | | 39 | 22 | 31 |
| Florestamento e reflorestamento | | 63 | 32 | 26 |
| Serviços de transporte | | 78 | 26 | 41 |
| Serviços de comunicação | | 81 | 43 | 46 |
| Telegrafia, telefone e correios | | 78 | 40 | 45 |
| Radiodifusão e televisão | < 150 | 92 | 44 | 55 |
| | > 150 | 73 | 44 | 37 |
| Serviços de alojamento e alimentação | | 81 | 48 | 46 |
| Hotéis e motéis | | 74 | 35 | 40 |
| Restaurantes e lanchonetes | | 76 | 30 | 30 |
| Fabricação de máquinas, ferramentas, máquinas operatrizes e aparelhos industriais acoplados ou não a motores elétricos | | 63 | 38 | 19 |
| Fabricação de peças, acessórios, utensílios e ferramentas para máquinas industriais | | 48 | 38 | 30 |
| Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais para agricultura, avicultura, cunicultura, apicultura, criação de outros pequenos animais e obtenção de produtos de origem animal, e para beneficiamento ou preparação de produtos agrícolas - inclusive peças e acessórios. | | | | |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação Tabela 3



| Ramo de Atividade | Intervalo Carga Instalada (kW) | FD Máx. (%) | FD Típico (%) | FC Típico (%) |
|--|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Fabricação de cronômetros e relógios, elétricos ou não - inclusive a fabricação de pequenas peças | | 47 | 33 | 38 |
| Reparação/manutenção de máquinas, aparelhos, equipamentos industriais, agrícolas e de máquinas de terraplanagem | | 43 | 29 | 27 |
| Indústria de material elétrico e de comunicações | | 84 | 70 | 32 |
| Fabricação de aparelhos e utensílios elétricos para fins industriais e comerciais, inclusive peças e acessórios | | 84 | 70 | 32 |
| Indústria de material de transporte | | 45 | 37 | 36 |
| Reparação de veículos ferroviários | | 38 | 35 | 46 |
| Fabricação de carrocerias para veículos automotores – inclusive chassis | | 51 | 38 | 31 |
| Indústria de madeira | | 55 | 38 | 12 |
| Desdobramento da madeira | | 51 | 36 | 12 |
| Fabricação de chapas e placas de madeira, aglomerada ou prensada e de madeira compensada, revestida ou não com material plástico | | 59 | 40 | 11 |
| Indústria de mobiliário | | 83 | 42 | 22 |
| Fabricação de móveis de madeira, vime e junco | | 82 | 77 | 71 |
| Indústria de celulose, papel e papelão | | 82 | 77 | 71 |
| Fabricação de papel, papelão, cartolina e cartão | | 68 | 58 | 26 |
| Indústria de borracha | | 68 | 58 | 26 |
| Recondicionamento de pneumáticos | | | | |
| Indústria de couros, peles e produtos similares, curtimento e | | | | |
| Outras preparações de couros e peles - inclusive subprodutos | | 64 | 51 | 32 |
| Indústria química | | 67 | 48 | 23 |
| Produção de elementos químicos e de produtos químicos | | | | |
| Fabricação de asfalto | | 79 | 52 | 22 |
| Fabricação de resinas de fibras e fios artificiais sintéticos e de borracha e látex sintéticos | | 56 | 48 | 24 |
| Produção de óleos, gorduras e ceras vegetais e animais, em banho de óleos, essências vegetais e outros produtos da destilação da madeira - inclusive refinação de produtos alimentares (destilaria de álcool proveniente de madeira) | | 62 | 43 | 22 |
| Fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos, inclusive mesclas | | 21 | 15 | 13 |
| Fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas | | 77 | 66 | 28 |
| Fabricação de adubos e fertilizantes e corretivos de solo | | 84 | 57 | 19 |
| Indústria de produtos farmacêuticos e veterinários | | 68 | 39 | 34 |
| Indústria de perfumaria, sabões e velas | | 85 | 46 | 29 |
| Fabricação de sabões, detergentes e glicerinas | | 85 | 46 | 29 |
| Indústria de produtos de matérias plásticas | | 85 | 41 | 48 |
| Fabricação de artigos de material plástico para usos industriais – inclusive embalagem e acondicionamento | | 85 | 41 | 30 |
| Indústria têxtil | | 81 | 52 | 43 |
| Beneficiamento de fibras têxteis vegetais, artificiais e sintéticas, e materiais têxteis de origem animal, fabricação de estopa de materiais para estofos e recuperação de resíduos têxteis | | 60 | 44 | 36 |
| Fiação e tecelagem | | 91 | 57 | 46 |
| Malharia e fabricação de tecidos elásticos | | 92 | 55 | 47 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 71 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação Tabela 3

| Ramo de Atividade | Intervalo Carga Instalada (kW) | FD Máx. (%) | FD Típico (%) | FC Típico (%) |
|---|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Beneficiamento de fibras têxteis vegetais, artificiais e sintéticas, e materiais têxteis de origem animal, fabricação de estopa de materiais para estofos e recuperação de resíduos têxteis | | 60 | 44 | 36 |
| Fiação e tecelagem | | 91 | 57 | 46 |
| Malharia e fabricação de tecidos elásticos | | 92 | 55 | 47 |
| Indústria de vestuário, calçados e artefatos de tecidos | | 42 | 43 | 27 |
| Confecções de roupas e agasalhos | | 28 | 22 | 25 |
| Fabricação de calçados | | 69 | 63 | 29 |
| Indústria de produtos alimentares | | 77 | 56 | 38 |
| Beneficiamento de café, cereais e produtos afins | | 97 | 56 | 20 |
| Moagem de trigo | ≤ 130 | 60 | 35 | 27 |
| | > 130 | 92 | 72 | 71 |
| Torrefação e moagem de café | | 82 | 77 | 19 |
| Fabricação de produtos de milho, inclusive óleos | | 55 | 48 | 12 |
| Beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares diversos de origem vegetal, não especificados ou não classificados | | 91 | 53 | 14 |
| Refeições conservadas, conservas de frutas, legumes e outros vegetais, preparação de especiarias e condimentos e fabricação de doces, inclusive de confeitaria | | 54 | 34 | 28 |
| Abate de animais | | 85 | 72 | 52 |
| Preparação de conservas de carne – inclusive subprodutos – processados em matadouros e frigoríficos | ≤ 200 | 80 | 53 | 43 |
| | > 200 | 70 | 38 | 29 |
| Preparação de conservas de carne e produtos de salsicharia, não processados em matadouros e frigoríficos | ≤ 120 | 62 | 48 | 71 |
| | > 120 | 56 | 44 | 39 |
| Preparação de leite e fabricação de produtos de laticínios | | 90 | 82 | 28 |
| Fabricação de açúcar | <80 | 97 | 65 | 38 |
| | >80 | 95 | 57 | 64 |
| Fabricação de balas, caramelos, pastilhas, drops, bombons, chocolates, etc. – inclusive goma de mascar | ≤300 | 54 | 30 | 49 |
| | >300 | 96 | 78 | 30 |
| Serviços de reparação, manutenção e conservação | | 52 | 34 | 32 |
| Reparação, manutenção e conservação de máquinas e aparelhos de uso doméstico – inclusive máquinas de costura | | 36 | 27 | 40 |
| Reparação de veículos – inclusive embarcações, aeronaves e veículos ferroviários | | 63 | 42 | 36 |
| Manutenção e conservação de veículos em geral | | 47 | 33 | 32 |
| Serviços pessoais | | 62 | 43 | 32 |
| Serviços de higiene – barbearias, saunas, lavanderias etc. | | 58 | 46 | 36 |
| Hospitais e casas de saúde | | 81 | 61 | 40 |
| Estabelecimentos de ensino tradicional (Ensino fundamental e médio) | ≤ 110 | 60 | 32 | 35 |
| | > 110 | 63 | 58 | 31 |
| Estabelecimentos de ensino superior – Faculdade | | 42 | 26 | 24 |
| Serviços comerciais | | 65 | 34 | 35 |
| Serviços auxiliares do comércio de mercadorias, inclusive de distribuição | | 59 | 41 | 33 |
| Armazéns gerais e trapiches | | 36 | 23 | 24 |
| Serviço de processamento de dados | | 48 | 26 | 14 |
| Serviços de contabilidade e despachante | | 78 | 56 | 50 |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação Tabela 3

| Ramo de Atividade | Intervalo Carga Instalada (kW) | FD Máx. (%) | FD Típico (%) | FC Típico (%) |
|--|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Serviços de diversões | | 74 | 59 | 43 |
| Entidades financeiras | | 26 | 13 | 20 |
| Bancos comerciais e caixas econômicas | | 92 | 64 | 31 |
| Comércio atacadista | | 92 | 64 | 31 |
| Comércio atacadista de ferragens e produtos metalúrgicos | | 44 | 37 | 32 |
| Comércio atacadista de combustíveis e lubrificantes (terminal) | | 46 | 25 | 17 |
| Comércio atacadista de cereais e farinhas | | 44 | 35 | 29 |
| Comércio atacadista de produtos alimentícios diversos | | 27 | 13 | 23 |
| Comércio atacadista de mercadorias em geral com produtos Alimentícios | | 46 | 34 | 32 |
| Comércio varejista | | 96 | 65 | 56 |
| Comércio varejista de veículos | | 75 | 52 | 38 |
| Comércio varejista de veículos e acessórios | | 60 | 36 | 25 |
| Comércio varejista de móveis, artigos de habitação e utilidade doméstica | | 91 | 69 | 23 |
| Comércio varejista de combustíveis, lubrificantes, inclusive gás, liquefeito de petróleo | | 40 | 37 | 47 |
| Supermercados | | 89 | 42 | 40 |
| Cooperativas | | 98 | 77 | 54 |
| Cooperativas de beneficiamento, industrialização, comercialização. | | 87 | 75 | 41 |
| Cooperativas de consumo de bens e serviços | | 77 | 69 | 54 |
| Fundações, entidades e associações de fins não lucrativos. | | 40 | 27 | 20 |
| Fundações beneficentes, religiosas e assistenciais. | | 33 | 20 | 26 |
| Fundações culturais, científicas e educacionais. | | 22 | 17 | 18 |
| Associações beneficentes, religiosas e assistenciais. | | 65 | 41 | 33 |
| Associações esportivas e recreativas | | 40 | 29 | 3 |
| Administração pública direta ou autárquica | | 81 | 45 | 43 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 4 – Dimensionamento dos elos-fusíveis (preferenciais) para ramais

| Elos Tipo (K) | Corrente Nominal(A) | Corrente Máxima Permanente Admissível (A) |
|-----------------|---------------------|---|
| 6 | 6 | 9,0 |
| 10 | 10 | 15,0 |
| 15 | 15 | 22,5 |
| 25 | 25 | 37,5 |
| 40 | 40 | 60,0 |
| 65 | 65 | 97,5 |

Tabela 5 – Elos fusíveis para transformadores monofásicos

| Potência em kVA | Elo Fusível | | |
|-----------------|-------------|------------------|------------------|
| | 7967V | 13337V | 19918V |
| 37,5 | 5 H | 3 H | 2 H |
| 25 | 3 H | 2 H | 2 H |
| 15 | 2 H | 1 H | 1 H |
| 10 | 1 H | 1 H | 1 H ¹ |
| 5 | 1 H | 1 H ¹ | 1 H ¹ |

NOTA:

1 – Elo fusível para cargas e sobrecargas normais. Em casos de queimas frequentes devido à altas correntes transitórias, usar elo fusível imediatamente superior.

Tabela 6 – Elos fusíveis para transformadores trifásicos

| Potência em kVA | Elo Fusível | | |
|-----------------|------------------|------------------|--------|
| | 13800V | 23100V | 34500V |
| 15 | 1 H | 0,5 H | 0,5 H |
| 30 | 2 H | 1 H | 0,5 H |
| 45 | 2 H | 1 H ¹ | 1 H |
| 75 | 3 H ¹ | 2 H | 1 H |
| 112,5 | 5 H | 3 H | 2 H |
| 150 | 6 K ¹ | 5 H | 3 H |
| 225 | 10 K | 6 K | 5 H |
| 300 | 15 K | 10 K | 5 H |

NOTA:

1 – Elo fusível para cargas e sobrecargas normais. Em casos de queimas frequentes devido à altas correntes transitórias, usar elo fusível imediatamente superior.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 74 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 7 – Elos fusíveis para banco de capacitores

| Potência do Banco em kVAr | Elo Fusível | | |
|---------------------------|------------------|------------------|--------|
| | 13800V | 23100V | 34500V |
| 75 (3 x 25) | 3 H ¹ | 1 H ¹ | 1 H |
| 150 (3 x 50) | 6 K | 5 H | 3 H |
| 300 (3 x 100) | 15 K | 10 K | 5 K |
| 600 (3 x 200) | 25 K | 15 K | 15 K |

NOTA:

1 – Elo fusível para cargas e sobrecargas normais. Em casos de queimas frequentes devido à altas correntes transitórias, usar elo fusível imediatamente superior.

Tabela 8 – Bitola mínima do tronco do secundário 254/127, 240/120V, 230/115V e 220/127V

| Transformador Monofásico (kVA) | Condutor Tronco | | Transformador Trifásico (kVA) | Condutor Tronco | |
|--------------------------------|-----------------|------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | Fase AWG | Neutro AWG | | Fase (mm ²) | Neutro (mm ²) |
| 5 | 4 (25) | 4 (25) | 15 | 4 (25) | 4 (25) |
| 10 | | | 30 | 4 (35) | 4 (35) |
| 15 | | | 45 | 2 (50) | 2 (50) |
| 25 | 2 (35) | 2 (35) | 75 ¹ | 1/0 (95) | 1/0 (95) |
| 37,5 | 1/0 (70) | 1/0 (70) | 112,5 ¹ | 1/0 (120) | 1/0 (120) |

NOTAS:

1 – Na montagem deverá ser instalado barramento duplo.

2 – Na montagem poderá optar pela instalação de barramento em alumínio com a mesma bitola do condutor tronco.

Tabela 9 – Bitola mínima do tronco do secundário 380/220V e 440/220V

| Transformador Monofásico (kVA) | Condutor Tronco | | Transformador Trifásico (kVA) | Condutor Tronco | |
|--------------------------------|-----------------|------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | Fase AWG | Neutro AWG | | Fase (mm ²) | Neutro (mm ²) |
| 5 | 4 (25) | 4 (25) | 15 | 4 (25) | 4 (25) |
| 10 | | | 30 | 4 (35) | 4 (35) |
| 15 | | | 45 | 2 (35) | 2 (35) |
| 25 | 2 (35) | 2 (35) | 75 | 1/0 (50) | 1/0 (50) |
| 37,5 | 1/0 (50) | 1/0 (50) | 112,5 | 1/0 (95) | 1/0 (95) |

NOTA:

1 – Na montagem poderá optar pela instalação de barramento em alumínio com a mesma bitola do condutor tronco.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 75 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 10 - Postes padronizados¹

| Resistência Nominal - daN | | |
|---------------------------|----------------------------|------------------|
| Concreto Circular | Concreto Duplo T Face(a/b) | Poste de Madeira |
| ----- | 75/150 | Médio Pesado |
| ----- | 100/200 | |
| 300 | 150/300 | |
| 400 | 200/400 | |
| 600 | 300/600 | |
| 800 | 400/800 | |
| 1000 | 500/1000 | |
| 1500 | 750/1500 | |

NOTA:

1 – A definição do tipo do poste será realizada mediante aprovação da CETRIL.

Tabela 11 – Comprimento e resistência mínima de poste para instalação de equipamento

| Equipamento | Tipo/Potência | Comprimento mínimo do poste em (m) | | Resistência (daN) | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------------------|----------|-------------------|------|---------|
| | | Nua | Compacta | C.C. | D.T. | Madeira |
| | | | | | | |
| Transformador Monofásico | De 5 a 37,5kVA | 11 | 11 | 300 | 300 | * |
| Transformador Trifásico | Até 75kVA | 11 | 12 | 300 | 300 | * |
| | De 112,5 a 150kVA | | | 600 | 600 | * |
| | > 150kVA | | | 1000 | 1000 | * |
| Religador | 6H e 4H | 11 | 12 | 600 | 600 | * |
| | KF | | | | | |
| Seccionalizador | GH e GN3 | 11 | 12 | 300 | 300 | * |
| Capacitor | Banco de 300 e 600 | 11 | 12 | 300 | 300 | * |
| Regulador | Monof. até 76,2kVA | 12 | 12 | 600 | 600 | * |
| | ou Banco Monof. | | | 300 | 300 | * |
| Chave fusível | Qualquer | 11 | 11 | 150 | 150 | * |
| Para- Raios | Qualquer | 11 | 12 | 300 | 300 | * |
| Chave Faca | Qualquer | 11 | 12 | 300 | 300 | * |
| Unipolar | | | | | | |
| Chave a Óleo | Qualquer | 11 | 12 | 300 | 300 | * |

* Uso somente casos especiais

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 76 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 12 – Modelo de cálculo de queda de tensão

| TRECHO | | CARGA | | | CONDUTORES | QUEDA DE TENSÃO | | |
|------------|-------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------|--------|
| Designação | Comprimento | Distribuída no trecho | Acumulada no fim do trecho | total | | Unitária | No trecho | Total |
| A | B | C | D | $((C/2)+D)*B=E$ | F | G | E*G=H | I |
| Primária | Km | MVA | MVA | MVAxKm | | | | |
| Secundária | 100m | kVA | kVA | kVAx100m | N° AWG | % | % | % |
| TR - A | 0,500 | 6,50 | 36,00 | 19,625 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,9813 | 0,9813 |
| A - B | 0,200 | 0,00 | 6,00 | 1,2 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0600 | 1,0413 |
| A - C | 0,300 | 0,00 | 5,00 | 1,5 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0750 | 1,0563 |
| A - D | 0,600 | 12,00 | 13,00 | 11,4 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,5700 | 1,5513 |
| D - E | 0,300 | 0,00 | 2,00 | 0,6 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0300 | 1,5813 |
| D - F | 0,200 | 0,00 | 2,00 | 0,4 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0200 | 1,5713 |
| D - G | 0,400 | 5,00 | 4,00 | 2,6 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,1300 | 1,6813 |
| TR - H | 0,800 | 12,50 | 26,00 | 25,8 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 1,2900 | 1,2900 |
| H - I | 0,200 | 0,00 | 2,00 | 0,4 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0200 | 1,3100 |
| H - J | 0,300 | 0,00 | 4,00 | 1,2 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0600 | 1,3500 |
| H - K | 0,600 | 11,00 | 9,00 | 8,7 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,4350 | 1,7250 |
| K - L | 0,300 | 0,00 | 3,00 | 0,9 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0450 | 1,7700 |
| K - M | 0,200 | 0,00 | 2,00 | 0,4 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0200 | 1,7450 |
| K - N | 0,400 | 1,00 | 3,00 | 1,4 | 3#1/0(1/0) CA | 0,050 | 0,0700 | 1,7950 |

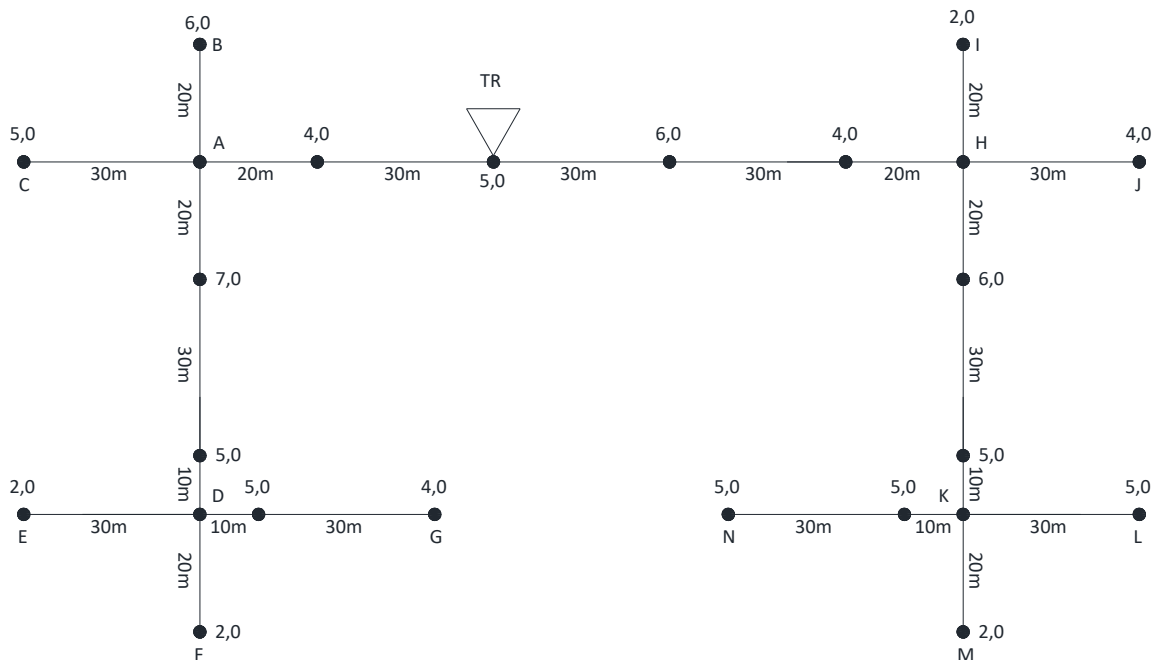


Figura 3 – Modelo de cálculo de queda de tensão



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 13 – Fator de potência

| | Ramo de Negócio | Carga Instalada (kVA) | F.P. |
|----|---|------------------------------|-------------|
| 1 | Pedreira | > 500 | 0,72 |
| | | < 500 | 0,61 |
| 2 | Extração de Minerais | > 500 | 0,72 |
| | | < 500 | 0,63 |
| 3 | Cerâmica | > 1000 | 0,72 |
| | | < 1000 | 0,63 |
| 4 | Artefato de Cimento | > 1000 | 0,89 |
| | | < 1000 | 0,73 |
| 5 | Metalúrgica | > 500 | 0,75 |
| | | < 500 | 0,65 |
| 6 | Laminação de Metais | - | 0,80 |
| 7 | Serralheria | - | 0,84 |
| 8 | Fabricação de Máquinas Agrícolas | - | 0,65 |
| 9 | Indústria de Ferramentas Agrícolas | > 1000 | 0,85 |
| | | < 1000 | 0,80 |
| 10 | Fábrica de Materiais Elétricos e de Comunicação | > 1000 | 0,85 |
| | | < 1000 | 0,80 |
| 11 | Serraria – Carpintaria | > 500 | 0,82 |
| | | < 500 | 0,78 |
| 12 | Fábrica de Móveis | > 500 | 0,75 |
| | | < 500 | 0,68 |
| 13 | Fábrica de Papel | > 500 | 0,88 |
| | | < 500 | 0,80 |
| 14 | Usina de Asfalto | > 300 | 0,65 |
| | | < 300 | 0,60 |
| 15 | Fábrica de Produtos Farmacêuticos, Adubos e Químicos. | > 1000 | 0,90 |
| | | < 1000 | 0,86 |
| 16 | Indústria de Peles e Couros – Curtumes | > 500 | 0,89 |
| | | < 500 | 0,84 |
| 17 | Indústria de Plástico | > 300 | 0,81 |
| | | < 300 | 0,74 |
| 18 | Beneficiamento de Algodão | - | 0,70 |
| 19 | Fábrica de Tecidos | > 1000 | 0,85 |
| | | < 1000 | 0,75 |
| 20 | Indústria de Vestuário | > 500 | 0,84 |
| | | < 500 | 0,78 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 78 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 14 – Características físicas do cabo de alumínio nu (CA)

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CABO ALUMÍNIO NU (CA) | | | | | | | |
|--|--------------|---------------------|---------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Formação do cabo CA | | Diâmetro Nominal (mm) | Seção do cabo (mm ²) | Tração de Projeto (daN) | Massa aproximada do cabo completo (kg/km) |
| | | Alumínio | | | | | |
| | | Nº de Fios | Diâmetro (mm) | | | | |
| Rose | 4 | 7 | 1,961 | 5,880 | 21,15 | 67,81 | 58,00 |
| Iris | 2 | 7 | 2,474 | 7,220 | 33,62 | 101,48 | 92,31 |
| Poppy | 1/0 | 7 | 3,119 | 9,360 | 53,51 | 146,56 | 146,72 |
| Aster | 2/0 | 7 | 3,503 | 10,510 | 67,44 | 186,84 | 185,07 |
| Phlox | 3/0 | 7 | 3,932 | 11,800 | 85,02 | 224,78 | 233,18 |
| Oxlip | 4/0 | 7 | 4,417 | 13,250 | 107 | 280,97 | 294,25 |
| Laurel | 266,8 | 19 | 3,010 | 15,050 | 135 | 350,93 | 372,73 |
| Daisy | 266,8 | 7 | 4,961 | 14,880 | 135 | 361,43 | 371,20 |
| Tulip | 336,4 | 19 | 3,381 | 16,900 | 171 | 443,99 | 470,27 |

Tabela 15 – Características elétricas do cabo de alumínio nu (CA)

| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CABO ALUMÍNIO NU (CA) | | | | | | | | | |
|--|--------------|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------|-----------|--------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Capacidade de condução de corrente (A) | Reatância indutiva (Ω/km) XL | Resistência elétrica CA (Ω/km) Rca | Resistência elétrica CC (Ω/km) Rcc | Queda de tensão Unitária | | | |
| | | | | | | V/A.km | | | |
| | | | | | | FP - 0,80 | | FP - 0,95 | |
| | | | | | | Monof. | Trif. | Monof. | Trif. |
| Rose | 4 | 130 | 0,4421 | 1,6667 | 1,3570 | 3,1972 | 2,7688 | 3,4428 | 2,9815 |
| Iris | 2 | 175 | 0,4266 | 1,0466 | 0,8526 | 2,1865 | 1,8935 | 2,2550 | 1,9528 |
| Poppy | 1/0 | 235 | 0,4071 | 0,6584 | 0,5364 | 1,5419 | 1,3353 | 1,5051 | 1,3035 |
| Aster | 2/0 | 270 | 0,3983 | 0,5217 | 0,4253 | 1,3127 | 1,1368 | 1,2400 | 1,0738 |
| Phlox | 3/0 | 315 | 0,3896 | 0,4134 | 0,3375 | 1,1290 | 0,9777 | 1,0287 | 0,8909 |
| Oxlip | 4/0 | 365 | 0,3809 | 0,3281 | 0,2675 | 0,9820 | 0,8504 | 0,8612 | 0,7458 |
| Laurel | 266,8 | 425 | 0,3681 | 0,2608 | 0,2133 | 0,8590 | 0,7439 | 0,7253 | 0,6281 |
| Daisy | 266,8 | 420 | 0,3722 | 0,2608 | 0,2120 | 0,8639 | 0,7481 | 0,7279 | 0,6304 |
| Tulip | 336,4 | 495 | 0,3593 | 0,2073 | 0,1690 | 0,7629 | 0,6607 | 0,6182 | 0,5354 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 79 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 16 – Características físicas do cabo de alumínio com alma de aço nu (CAA)

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CABO ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU (CAA) | | | | | | | | | | |
|---|--------------|---------------------|---------------|------------|---------------|-----------------------|----------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Formação do cabo CA | | | | Diâmetro Nominal (mm) | | Seção do cabo (mm ²) | Tração de Projeto (daN) | Massa aproximada do cabo completo (kg/km) |
| | | Alumínio | | Aço | | Alma de Aço | Diâmetro | | | |
| | | Nº de Fios | Diâmetro (mm) | Nº de Fios | Diâmetro (mm) | | | | | |
| Swan | 4 | 6 | 2,118 | 1 | 2,118 | 2,120 | 6,350 | 24,7 | 138,00 | 85,4 |
| Sparrow | 2 | 6 | 2,672 | 1 | 2,672 | 2,670 | 8,020 | 39,3 | 207,00 | 135,9 |
| Raven | 1/0 | 6 | 3,371 | 1 | 3,371 | 3,370 | 10,110 | 62,5 | 314,00 | 216,4 |
| Quail | 2/0 | 6 | 3,782 | 1 | 3,782 | 3,780 | 11,350 | 78,6 | 378,00 | 272,3 |
| Pigeon | 3/0 | 6 | 4,247 | 1 | 4,247 | 4,250 | 12,740 | 99,2 | 470,00 | 343,4 |
| Penguin | 4/0 | 6 | 4,770 | 1 | 4,770 | 4,770 | 14,310 | 125,1 | 590,00 | 433,2 |
| Waxwing | 266,8 | 18 | 3,091 | 1 | 3,091 | 3,090 | 15,460 | 142,6 | 492,00 | 430,8 |
| Owl | 266,8 | 6 | 5,356 | 7 | 1,786 | 5,360 | 16,070 | 152,7 | 684,00 | 507,9 |
| Partridge | 266,8 | 26 | 2,573 | 7 | 2,002 | 6,010 | 16,300 | 157,2 | 794,00 | 546,7 |
| Merlin | 336,4 | 18 | 3,472 | 1 | 3,472 | 3,470 | 17,360 | 179,9 | 617,00 | 543,5 |
| Linnet | 336,4 | 26 | 2,888 | 7 | 2,245 | 6,740 | 18,290 | 198 | 987,00 | 688,3 |
| Oriole | 336,4 | 30 | 2,690 | 7 | 2,690 | 8,070 | 18,830 | 210,3 | 1211,00 | 784,3 |

Tabela 17 – Características elétricas do cabo de alumínio com alma de aço nu (CAA)

| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CABO ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU (CAA) | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------|-----------|--------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Capacidade de condução de corrente (A) | Reatância indutiva (Ω/km) XL | Resistência elétrica CA (Ω/km) Rca | Resistência elétrica CC (Ω/km) Rcc | Queda de tensão Unitária V/A.km | | | |
| | | | | | | FP - 0,80 | | FP - 0,95 | |
| | | | | | | Monof. | Trif. | Monof. | Trif. |
| | | | | | | | | | |
| Swan | 4 | 140 | 0,4363 | 1,7119 | 1,3527 | 3,2626 | 2,8254 | 3,5251 | 3,0527 |
| Sparrow | 2 | 185 | 0,4187 | 1,1023 | 0,8499 | 2,2661 | 1,9625 | 2,3558 | 2,0402 |
| Raven | 1/0 | 240 | 0,4013 | 0,7090 | 0,5340 | 1,6159 | 1,3994 | 1,5977 | 1,3836 |
| Quail | 2/0 | 275 | 0,3926 | 0,5773 | 0,4242 | 1,3947 | 1,2078 | 1,3420 | 1,1622 |
| Pigeon | 3/0 | 315 | 0,3839 | 0,4741 | 0,3364 | 1,2192 | 1,0558 | 1,1405 | 0,9876 |
| Penguin | 4/0 | 365 | 0,3751 | 0,3797 | 0,2667 | 1,0576 | 0,9159 | 0,9556 | 0,8276 |
| Waxwing | 266,8 | 445 | 0,3660 | 0,3029 | 0,2127 | 0,9239 | 0,8001 | 0,8041 | 0,6963 |
| Owl | 266,8 | 445 | 0,3638 | 0,3012 | 0,2115 | 0,9184 | 0,7954 | 0,7994 | 0,6923 |
| Partridge | 266,8 | 455 | 0,3612 | 0,2554 | 0,2136 | 0,8421 | 0,7293 | 0,7108 | 0,6156 |
| Merlin | 336,4 | 515 | 0,3573 | 0,2051 | 0,1686 | 0,7569 | 0,6555 | 0,6128 | 0,5307 |
| Linnet | 336,4 | 530 | 0,3525 | 0,2032 | 0,1695 | 0,7482 | 0,6479 | 0,6062 | 0,5250 |
| Oriole | 336,4 | 530 | 0,3502 | 0,2013 | 0,1698 | 0,7423 | 0,6429 | 0,6011 | 0,5206 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 80 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 18 – Características físicas do cabo de alumínio protegido - Compacta

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CABO ALUMÍNIO PROTEGIDO - COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|----------------------|---------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tipo Mensageiro | Formação do condutor | | | | Tração de Projeto (daN) | Massa aproximada do cabo completo (kg/km) |
| | | | Nº de Fios | Diâmetro (mm) | Espessura da isolamento (mm) | Diâmetro Externo (mm) | | |
| 15kV | 35 mm ² | Aço - Zincado | 7 | 7,10 | 3,00 | 13,10 | 284,22 | 832,00 |
| | | Aço - Zincado | 7 | 7,10 | 3,00 | 13,10 | 810,81 | 1059,00 |
| | | Alumínio-Liga | 7 | 7,10 | 3,00 | 13,10 | 1132,23 | 1041,00 |
| | | Aço-Alumínio | 7 | 7,10 | 3,00 | 13,10 | 904,23 | 972,00 |
| 15kV | 50 mm ² | Aço - Zincado | 7 | 8,20 | 3,00 | 14,20 | 815,79 | 1194,00 |
| | | Alumínio-Liga | 7 | 8,20 | 3,00 | 14,20 | 1137,21 | 1176,00 |
| | | Aço-Alumínio | 7 | 8,20 | 3,00 | 14,20 | 909,21 | 1107,00 |
| 15kV | 70 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 9,80 | 3,00 | 15,80 | 822,57 | 1434,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 9,80 | 3,00 | 15,80 | 1143,99 | 1416,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 9,80 | 3,00 | 15,80 | 915,99 | 1347,00 |
| 15kV | 120 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 12,90 | 3,00 | 18,80 | 837,04 | 1989,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 12,90 | 3,00 | 18,80 | 1158,46 | 1971,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 12,90 | 3,00 | 18,80 | 930,46 | 1902,00 |
| 15kV | 185 mm ² | Aço - Zincado | 37 | 16,10 | 3,00 | 22,10 | 851,51 | 2574,00 |
| | | Alumínio-Liga | 37 | 16,10 | 3,00 | 22,10 | 1172,93 | 2556,00 |
| | | Aço-Alumínio | 37 | 16,10 | 3,00 | 22,10 | 944,93 | 2487,00 |
| 25kV | 35 mm ² | Aço - Zincado | 7 | 7,00 | 4,00 | 15,00 | 820,31 | 1297,00 |
| | | Alumínio-Liga | 7 | 7,00 | 4,00 | 15,00 | 1141,73 | 1279,00 |
| | | Aço-Alumínio | 7 | 7,00 | 4,00 | 15,00 | 913,73 | 1110,00 |
| 25kV | 50 mm ² | Aço - Zincado | 7 | 8,20 | 4,00 | 16,20 | 825,28 | 1447,00 |
| | | Alumínio-Liga | 7 | 8,20 | 4,00 | 16,20 | 1146,70 | 1429,00 |
| | | Aço-Alumínio | 7 | 8,20 | 4,00 | 16,20 | 918,70 | 1360,00 |
| 25kV | 70 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 9,80 | 4,00 | 17,80 | 832,06 | 1702,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 9,80 | 4,00 | 17,80 | 1153,49 | 1684,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 9,80 | 4,00 | 17,80 | 925,49 | 1615,00 |
| 25kV | 120 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 12,80 | 4,00 | 20,80 | 846,53 | 2272,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 12,80 | 4,00 | 20,80 | 1167,95 | 2254,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 12,80 | 4,00 | 20,80 | 939,95 | 2185,00 |
| 25kV | 185 mm ² | Aço - Zincado | 37 | 16,10 | 4,00 | 24,10 | 861,45 | 2902,00 |
| | | Alumínio-Liga | 37 | 16,10 | 4,00 | 24,10 | 1182,88 | 2884,00 |
| | | Aço-Alumínio | 37 | 16,10 | 4,00 | 24,10 | 954,88 | 2815,00 |
| 36,2kV | 70 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 9,80 | 8,00 | 25,80 | 870,05 | 2392,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 9,80 | 8,00 | 25,80 | 1191,47 | 2074,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 9,80 | 8,00 | 25,80 | 963,47 | 2305,00 |
| 36,2kV | 120 mm ² | Aço - Zincado | 19 | 12,80 | 8,00 | 28,80 | 884,51 | 3277,00 |
| | | Alumínio-Liga | 19 | 12,80 | 8,00 | 28,80 | 1205,94 | 3259,00 |
| | | Aço-Alumínio | 19 | 12,80 | 8,00 | 28,80 | 977,94 | 3190,00 |
| 36,2kV | 185 mm ² | Aço - Zincado | 37 | 16,10 | 8,00 | 32,10 | 899,44 | 4042,00 |
| | | Alumínio-Liga | 37 | 16,10 | 8,00 | 32,10 | 1220,86 | 4024,00 |
| | | Aço-Alumínio | 37 | 16,10 | 8,00 | 32,10 | 992,86 | 3955,00 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 81 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 19 – Características elétricas do cabo de alumínio protegido - Compacta

| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CABO ALUMÍNIO PROTEGIDO - COMPACTA | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------|--------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Capacidade de condução de corrente (A) | Reatância indutiva (Ω/km) XL | Resistência elétrica CA (Ω/km) Rca | Resistência elétrica CC (Ω/km) Rcc | Queda de tensão Unitária V/A.km | | | |
| | | | | | | FP - 0,80 | | FP - 0,95 | |
| | | | | | | Monof. | Trif. | Monof. | Trif. |
| | | | | | | 15kV | 35 mm ² | 187 | 0,3177 |
| 15kV | 50 mm ² | 225 | 0,3068 | 0,8223 | 0,6410 | 1,6838 | 1,4582 | 1,7539 | 1,5189 |
| 15kV | 70 mm ² | 282 | 0,2902 | 0,5680 | 0,4430 | 1,2570 | 1,0886 | 1,2604 | 1,0915 |
| 15kV | 120 mm ² | 401 | 0,2695 | 0,3246 | 0,2530 | 0,8426 | 0,7297 | 0,7849 | 0,6797 |
| 15kV | 185 mm ² | 525 | 0,2518 | 0,2104 | 0,1640 | 0,6388 | 0,5532 | 0,5569 | 0,4823 |
| 25kV | 35 mm ² | 186 | 0,3584 | 1,1135 | 0,8680 | 2,2116 | 1,9152 | 2,3394 | 2,0259 |
| 25kV | 50 mm ² | 224 | 0,3464 | 0,8223 | 0,6410 | 1,7314 | 1,4994 | 1,7786 | 1,5403 |
| 25kV | 70 mm ² | 280 | 0,3298 | 0,5683 | 0,4430 | 1,3050 | 1,1301 | 1,2856 | 1,1134 |
| 25kV | 120 mm ² | 397 | 0,3097 | 0,3246 | 0,2530 | 0,8909 | 0,7715 | 0,8100 | 0,7015 |
| 25kV | 185 mm ² | 519 | 0,2914 | 0,2104 | 0,1640 | 0,6863 | 0,5943 | 0,5817 | 0,5037 |
| 36,2kV | 70 mm ² | 270 | 0,3298 | 0,5683 | 0,4430 | 1,3050 | 1,1301 | 1,2856 | 1,1134 |
| 36,2kV | 120 mm ² | 381 | 0,3097 | 0,3246 | 0,2530 | 0,8909 | 0,7715 | 0,8100 | 0,7015 |
| 36,2kV | 185 mm ² | 497 | 0,2914 | 0,2104 | 0,1640 | 0,6863 | 0,5943 | 0,5817 | 0,5037 |

Tabela 20 – Características físicas do mensageiro

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CABO MENSAGEIRO | | | | | |
|--|----------------|---------------|--------------------------|---|-------------------------------|
| TIPO | CABO | | | Massa aproximada do cabo completo (kg/km) | Carga de Ruptura mínima (daN) |
| | Número de Fios | Díâmetro (mm) | Seção (mm ²) | | |
| Aço - Zincado | 7 | 6,4 | 22,66 | 180 | 1430 |
| Aço - Zincado | 7 | 9,5 | 51,14 | 407 | 4900 |
| Alumínio-Liga | 7 | 9,78 | 58,43 | 389 | 7040 |
| Aço-Alumínio | 7 | 9,78 | 58,43 | 320 | 5520 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 21 – Características físicas do cabo de alumínio isolado - Multiplexado

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CABO ALUMÍNIO ISOLADO - MULTIPLEXADO | | | | | | | |
|---|--------------|----------------------|---------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Formação do condutor | | | | Tração de Projeto (daN) | Massa aproximada do cabo completo (kg/km) |
| | | Nº de Fios | Diâmetro (mm) | Espessura da isolamento (mm) | Diâmetro Externo (mm) | | |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 7 | 7,1 | 1,4 | 15,2 | 152,62 | 168 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 7 | 7,1 | 1,6 | 22,4 | 222,35 | 440 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 7 | 9,8 | 1,8 | 29,2 | 295,80 | 675 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 7 | 7,1 | 1,6 | 25,1 | 228,76 | 506 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 7 | 8,2 | 1,6 | 27,9 | 313,32 | 664 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 19 | 9,8 | 1,8 | 32,7 | 404,25 | 941 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 19 | 12,8 | 2,0 | 41,1 | 426,50 | 1449 |

Tabela 22 – Características elétricas do cabo de alumínio isolado - Multiplexado

| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CABO ALUMÍNIO ISOLADO - MULTIPLEXADO | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|--------|
| Nome Código | TIPO | Capacidade de condução de corrente (A) | Reatância indutiva (Ω/km) XL | Resistência elétrica CA (Ω/km) Rca | Resistência elétrica CC (Ω/km) Rcc | Queda de tensão Unitária V/A.km | | | |
| | | | | | | FP - 0,80 | | FP - 0,95 | |
| | | | | | | Monof. | Trif. | Monof. | Trif. |
| | | | | | | 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 161 | 0,1044 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 136 | 0,1044 | 1,1100 | 0,8680 | 1,9012 | 1,6465 | 2,1742 | 1,8829 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 209 | 0,0967 | 1,5700 | 0,4430 | 1,0280 | 0,8902 | 1,1434 | 0,9902 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 116 | 0,1044 | 1,1100 | 0,8680 | 1,9012 | 1,6465 | 2,1742 | 1,8829 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 141 | 0,1011 | 0,8200 | 0,6410 | 1,4334 | 1,2413 | 1,6212 | 1,4040 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 181 | 0,0967 | 0,5700 | 0,4430 | 1,0280 | 0,8902 | 1,1434 | 0,9902 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 265 | 0,0936 | 0,3200 | 0,2530 | 0,6243 | 0,5406 | 0,6664 | 0,5771 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 83 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 23 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 15kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 15kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 7,9kV | | 13,8kV | |
| Rose | 4 | 4,037% | 5,162% | 0,672% | 0,859% |
| Iris | 2 | 2,761% | 3,381% | 0,459% | 0,562% |
| Poppy | 1/0 | 1,947% | 2,257% | 0,324% | 0,375% |
| Aster | 2/0 | 1,657% | 1,859% | 0,276% | 0,309% |
| Phlox | 3/0 | 1,425% | 1,542% | 0,237% | 0,257% |
| Oxlip | 4/0 | 1,240% | 1,291% | 0,206% | 0,215% |
| Laurel | 266,8 | 1,085% | 1,088% | 0,180% | 0,181% |
| Daisy | 266,8 | 1,091% | 1,091% | 0,181% | 0,182% |
| Tulip | 336,4 | 0,963% | 0,927% | 0,160% | 0,154% |

Tabela 24 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 25kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 25kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 23,4kV | | 13,4kV | |
| Rose | 4 | 1,408% | 1,800% | 0,234% | 0,299% |
| Iris | 2 | 0,963% | 1,179% | 0,160% | 0,196% |
| Poppy | 1/0 | 0,679% | 0,787% | 0,113% | 0,131% |
| Aster | 2/0 | 0,578% | 0,648% | 0,096% | 0,108% |
| Phlox | 3/0 | 0,497% | 0,538% | 0,082% | 0,089% |
| Oxlip | 4/0 | 0,432% | 0,450% | 0,072% | 0,075% |
| Laurel | 266,8 | 0,378% | 0,379% | 0,063% | 0,063% |
| Daisy | 266,8 | 0,380% | 0,381% | 0,063% | 0,063% |
| Tulip | 336,4 | 0,336% | 0,323% | 0,056% | 0,054% |

Tabela 25 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede primária – Classe 36,2kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 36,2kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 19,9kV | | 34,5kV | |
| Rose | 4 | 0,646% | 0,826% | 0,107% | 0,137% |
| Iris | 2 | 0,442% | 0,541% | 0,073% | 0,090% |
| Poppy | 1/0 | 0,311% | 0,361% | 0,052% | 0,060% |
| Aster | 2/0 | 0,265% | 0,297% | 0,044% | 0,049% |
| Phlox | 3/0 | 0,228% | 0,247% | 0,038% | 0,041% |
| Oxlip | 4/0 | 0,198% | 0,207% | 0,033% | 0,034% |
| Laurel | 266,8 | 0,174% | 0,174% | 0,029% | 0,029% |
| Daisy | 266,8 | 0,175% | 0,175% | 0,029% | 0,029% |
| Tulip | 336,4 | 0,154% | 0,148% | 0,026% | 0,025% |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 84 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 26 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 15kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 15kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 7,9kV | | 13,8kV | |
| Swan | 4 | 4,119% | 5,285% | 0,685% | 0,879% |
| Sparrow | 2 | 2,861% | 3,532% | 0,476% | 0,588% |
| Raven | 1/0 | 2,040% | 2,395% | 0,339% | 0,398% |
| Quail | 2/0 | 1,761% | 2,012% | 0,293% | 0,335% |
| Pigeon | 3/0 | 1,539% | 1,710% | 0,256% | 0,284% |
| Penguin | 4/0 | 1,335% | 1,433% | 0,222% | 0,238% |
| Waxwing | 266,8 | 1,166% | 1,206% | 0,194% | 0,201% |
| Owl | 266,8 | 1,160% | 1,199% | 0,193% | 0,199% |
| Partridge | 266,8 | 1,063% | 1,066% | 0,177% | 0,177% |
| Merlin | 336,4 | 0,956% | 0,919% | 0,159% | 0,153% |
| Linnet | 336,4 | 0,945% | 0,909% | 0,157% | 0,151% |
| Oriole | 336,4 | 0,937% | 0,901% | 0,156% | 0,150% |

Tabela 27 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 25kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 25kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 13,4kV | | 23,4kV | |
| Swan | 4 | 1,436% | 1,843% | 0,238% | 0,306% |
| Sparrow | 2 | 0,998% | 1,232% | 0,166% | 0,204% |
| Raven | 1/0 | 0,711% | 0,835% | 0,118% | 0,139% |
| Quail | 2/0 | 0,614% | 0,702% | 0,102% | 0,116% |
| Pigeon | 3/0 | 0,537% | 0,596% | 0,089% | 0,099% |
| Penguin | 4/0 | 0,466% | 0,500% | 0,077% | 0,083% |
| Waxwing | 266,8 | 0,407% | 0,420% | 0,067% | 0,070% |
| Owl | 266,8 | 0,404% | 0,418% | 0,067% | 0,069% |
| Partridge | 266,8 | 0,371% | 0,372% | 0,062% | 0,062% |
| Merlin | 336,4 | 0,333% | 0,320% | 0,055% | 0,053% |
| Linnet | 336,4 | 0,329% | 0,317% | 0,055% | 0,053% |
| Oriole | 336,4 | 0,327% | 0,314% | 0,054% | 0,052% |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 28 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede primária – Classe 36,2kV

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/MVA x km) – Classe 36,2kV | | | | | |
|---|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 19,9kV | | 34,5kV | |
| Swan | 4 | 0,659% | 0,846% | 0,110% | 0,141% |
| Sparrow | 2 | 0,458% | 0,565% | 0,076% | 0,094% |
| Raven | 1/0 | 0,326% | 0,383% | 0,054% | 0,064% |
| Quail | 2/0 | 0,282% | 0,322% | 0,047% | 0,054% |
| Pigeon | 3/0 | 0,246% | 0,274% | 0,041% | 0,046% |
| Penguin | 4/0 | 0,214% | 0,229% | 0,036% | 0,038% |
| Waxwing | 266,8 | 0,187% | 0,193% | 0,031% | 0,032% |
| Owl | 266,8 | 0,186% | 0,192% | 0,031% | 0,032% |
| Partridge | 266,8 | 0,170% | 0,171% | 0,028% | 0,028% |
| Merlin | 336,4 | 0,153% | 0,147% | 0,025% | 0,024% |
| Linnet | 336,4 | 0,151% | 0,145% | 0,025% | 0,024% |
| Oriole | 336,4 | 0,150% | 0,144% | 0,025% | 0,024% |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 86 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 29 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – 15kV

| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
|-------------------------|--------------------|------------|--------|-----------|--------|
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 7,9kV | | 13,8kV | |
| 15kV | 35mm ² | 2,731% | 3,469% | 2,365% | 3,005% |
| 15kV | 50mm ² | 2,126% | 2,630% | 1,841% | 2,277% |
| 15kV | 70mm ² | 1,587% | 1,890% | 1,374% | 1,637% |
| 15kV | 120mm ² | 1,064% | 1,177% | 0,921% | 1,019% |
| 15kV | 185mm ² | 0,807% | 0,835% | 0,698% | 0,723% |

Tabela 30 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – Classe 25kV

| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
|-------------------------|--------------------|------------|--------|-----------|--------|
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 13,4kV | | 23,4kV | |
| 25kV | 35mm ² | 0,973% | 1,223% | 0,280% | 0,351% |
| 25kV | 50mm ² | 0,762% | 0,930% | 0,219% | 0,267% |
| 25kV | 70mm ² | 0,575% | 0,672% | 0,165% | 0,193% |
| 25kV | 120mm ² | 0,392% | 0,423% | 0,113% | 0,122% |
| 25kV | 185mm ² | 0,302% | 0,304% | 0,087% | 0,087% |

Tabela 31 - Queda de tensão em cabo protegido (compacta) – Rede primária – Classe 36,2kV

| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
|-------------------------|--------------------|------------|--------|-----------|--------|
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 19,9kV | | 34,5kV | |
| 36,2kV | 70mm ² | 0,264% | 0,308% | 0,076% | 0,089% |
| 36,2kV | 120mm ² | 0,180% | 0,194% | 0,052% | 0,056% |
| 36,2kV | 185mm ² | 0,139% | 0,140% | 0,040% | 0,040% |

Tabela 32 - Queda de tensão em cabo de alumínio nu CA – Rede secundária – 220/380V

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 87 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 220/380V | | | | | | | |
|--|---------|------------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Bifásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 220V | | 440V | | 380V | |
| Rose | 4 | 0,528% | 0,676% | 0,066% | 0,084% | 0,089% | 0,113% |
| Iris | 2 | 0,361% | 0,443% | 0,045% | 0,055% | 0,061% | 0,074% |
| Poppy | 1/0 | 0,255% | 0,295% | 0,032% | 0,037% | 0,043% | 0,050% |
| Aster | 2/0 | 0,217% | 0,243% | 0,027% | 0,030% | 0,036% | 0,041% |
| Phlox | 3/0 | 0,187% | 0,202% | 0,023% | 0,025% | 0,031% | 0,034% |
| Oxlip | 4/0 | 0,162% | 0,169% | 0,020% | 0,021% | 0,027% | 0,028% |

Tabela 33 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 127/220V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 127/220V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 127V | | 220V | |
| Rose | 4 | 1,586% | 2,028% | 0,264% | 0,338% |
| Iris | 2 | 1,085% | 1,328% | 0,181% | 0,221% |
| Poppy | 1/0 | 0,765% | 0,887% | 0,127% | 0,148% |
| Aster | 2/0 | 0,651% | 0,730% | 0,108% | 0,122% |
| Phlox | 3/0 | 0,560% | 0,606% | 0,093% | 0,101% |
| Oxlip | 4/0 | 0,487% | 0,507% | 0,081% | 0,085% |

Tabela 34 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 115/230V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 115/230V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 115V | | 230V | |
| Rose | 4 | 1,934% | 2,473% | 0,242% | 0,309% |
| Iris | 2 | 1,323% | 1,620% | 0,165% | 0,202% |
| Poppy | 1/0 | 0,933% | 1,081% | 0,117% | 0,135% |
| Aster | 2/0 | 0,794% | 0,891% | 0,099% | 0,111% |
| Phlox | 3/0 | 0,683% | 0,739% | 0,085% | 0,092% |
| Oxlip | 4/0 | 0,594% | 0,619% | 0,074% | 0,077% |

Tabela 35 - Queda de tensão em cabo de alumínio CA – Rede secundária – 120/240V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 120/240V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 120V | | 240V | |
| Rose | 4 | 1,776% | 2,271% | 0,222% | 0,284% |
| Iris | 2 | 1,215% | 1,488% | 0,152% | 0,186% |
| Poppy | 1/0 | 0,857% | 0,993% | 0,107% | 0,124% |
| Aster | 2/0 | 0,729% | 0,818% | 0,091% | 0,102% |
| Phlox | 3/0 | 0,627% | 0,679% | 0,078% | 0,085% |
| Oxlip | 4/0 | 0,546% | 0,568% | 0,068% | 0,071% |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 36 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 220/380V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 220/380V | | | | | | | |
|--|---------|------------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Bifásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 220V | | 440V | | 380V | |
| Swan | 4 | 0,539% | 0,692% | 0,067% | 0,086% | 0,090% | 0,116% |
| Sparrow | 2 | 0,375% | 0,462% | 0,047% | 0,058% | 0,063% | 0,077% |
| Raven | 1/0 | 0,267% | 0,314% | 0,033% | 0,039% | 0,045% | 0,053% |
| Quail | 2/0 | 0,231% | 0,263% | 0,029% | 0,033% | 0,039% | 0,044% |
| Pigeon | 3/0 | 0,202% | 0,224% | 0,025% | 0,028% | 0,034% | 0,038% |
| Penguin | 4/0 | 0,175% | 0,188% | 0,022% | 0,023% | 0,029% | 0,031% |

Tabela 37 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 127/220V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 127/220V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 127V | | 220V | |
| Swan | 4 | 1,618% | 2,076% | 0,270% | 0,346% |
| Sparrow | 2 | 1,124% | 1,388% | 0,187% | 0,231% |
| Raven | 1/0 | 0,801% | 0,941% | 0,134% | 0,157% |
| Quail | 2/0 | 0,692% | 0,790% | 0,115% | 0,132% |
| Pigeon | 3/0 | 0,605% | 0,672% | 0,101% | 0,112% |
| Penguin | 4/0 | 0,525% | 0,563% | 0,087% | 0,094% |

Tabela 38 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 115/230V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 115/230V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 115V | | 230V | |
| Swan | 4 | 1,974% | 2,532% | 0,247% | 0,317% |
| Sparrow | 2 | 1,371% | 1,692% | 0,171% | 0,212% |
| Raven | 1/0 | 0,977% | 1,148% | 0,122% | 0,143% |
| Quail | 2/0 | 0,844% | 0,964% | 0,105% | 0,120% |
| Pigeon | 3/0 | 0,738% | 0,819% | 0,092% | 0,102% |
| Penguin | 4/0 | 0,640% | 0,686% | 0,080% | 0,086% |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 89 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 39 - Queda de tensão em cabo de alumínio com alma de aço nu CAA – Rede secundária – 120/240V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 120/240V | | | | | |
|--|---------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 120V | | 240V | |
| Swan | 4 | 1,813% | 2,326% | 0,227% | 0,336% |
| Sparrow | 2 | 1,259% | 1,554% | 0,157% | 0,224% |
| Raven | 1/0 | 0,898% | 1,054% | 0,112% | 0,152% |
| Quail | 2/0 | 0,775% | 0,885% | 0,097% | 0,128% |
| Pigeon | 3/0 | 0,677% | 0,752% | 0,085% | 0,109% |
| Penguin | 4/0 | 0,588% | 0,630% | 0,073% | 0,091% |

Tabela 40 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 220/380V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 220/380V | | | | | | | |
|--|--------------|------------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Bifásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 220V | | 440V | | 380V | |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 0,314% | 0,427% | 0,039% | 0,053% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 0,314% | 0,427% | 0,039% | 0,053% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 0,170% | 0,224% | 0,021% | 0,028% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 0,314% | 0,427% | 0,039% | 0,053% | 0,053% | 0,072% |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 0,237% | 0,318% | 0,030% | 0,040% | 0,040% | 0,053% |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 0,170% | 0,224% | 0,021% | 0,028% | 0,028% | 0,038% |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 0,103% | 0,131% | 0,013% | 0,016% | 0,017% | 0,022% |

Tabela 41 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 127/220V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 127/220V | | | | | |
|--|--------------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 127V | | 220V | |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 0,943% | 1,281% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 0,943% | 1,281% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 0,510% | 0,673% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 0,943% | 1,281% | 0,157% | 0,213% |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 0,711% | 0,955% | 0,118% | 0,159% |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 0,510% | 0,673% | 0,085% | 0,112% |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 0,310% | 0,393% | 0,052% | 0,065% |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 42 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 115/230V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 115/230V | | | | | |
|--|--------------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 115V | | 230V | |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 1,150% | 1,562% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 1,150% | 1,562% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 0,622% | 0,821% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 1,150% | 1,562% | 0,144% | 0,195% |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 0,867% | 1,165% | 0,108% | 0,146% |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 0,622% | 0,821% | 0,078% | 0,103% |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 0,378% | 0,479% | 0,047% | 0,060% |

Tabela 43 - Queda de tensão em cabo de alumínio multiplexado – Rede secundária – 120/240V

| QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL (%/kVA x 100m) – 120/240V | | | | | |
|--|--------------|------------|--------|-----------|--------|
| Cabo x Classe de Tensão | | Monofásico | | Trifásico | |
| | | 0,8 | 0,95 | 0,8 | 0,95 |
| Código | AWG/MCM | 120V | | 240V | |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 1,056% | 1,434% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 1,056% | 1,434% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 0,571% | 0,754% | ----- | ----- |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 1,056% | 1,434% | 0,132% | 0,179% |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 0,796% | 1,070% | 0,100% | 0,134% |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 0,571% | 0,754% | 0,071% | 0,094% |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 0,347% | 0,440% | 0,043% | 0,055% |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 44 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 260,17 | 23 | 45 | 68 | 90 | 113 | 135 | 156 | 178 | 199 |
| Iris | 2 | 389,35 | 34 | 68 | 102 | 135 | 168 | 201 | 234 | 266 | 298 |
| Poppy | 1/0 | 562,31 | 49 | 98 | 147 | 195 | 243 | 291 | 338 | 384 | 430 |
| Aster | 2/0 | 716,86 | 63 | 125 | 187 | 249 | 310 | 371 | 431 | 490 | 548 |
| Phlox | 3/0 | 862,42 | 75 | 150 | 225 | 299 | 373 | 446 | 518 | 590 | 660 |
| Oxlip | 4/0 | 1078,01 | 94 | 188 | 281 | 374 | 466 | 558 | 648 | 737 | 825 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 260,17 | 220 | 240 | 260 | 279 | 298 | 317 | 334 | 351 | 368 |
| Iris | 2 | 389,35 | 329 | 359 | 389 | 418 | 446 | 474 | 500 | 526 | 550 |
| Poppy | 1/0 | 562,31 | 475 | 519 | 562 | 604 | 645 | 684 | 723 | 759 | 795 |
| Aster | 2/0 | 716,86 | 606 | 662 | 717 | 770 | 822 | 872 | 921 | 968 | 1013 |
| Phlox | 3/0 | 862,42 | 729 | 796 | 862 | 926 | 989 | 1050 | 1108 | 1165 | 1219 |
| Oxlip | 4/0 | 1078,01 | 911 | 995 | 1078 | 1158 | 1236 | 1312 | 1385 | 1456 | 1524 |

Tabela 45 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 261,38 | 23 | 46 | 68 | 91 | 113 | 135 | 157 | 179 | 200 |
| Iris | 2 | 391,16 | 34 | 68 | 102 | 136 | 169 | 202 | 235 | 267 | 299 |
| Poppy | 1/0 | 564,92 | 49 | 98 | 147 | 196 | 244 | 292 | 340 | 386 | 432 |
| Aster | 2/0 | 720,18 | 63 | 125 | 188 | 250 | 312 | 373 | 433 | 492 | 551 |
| Phlox | 3/0 | 866,42 | 76 | 151 | 226 | 301 | 375 | 448 | 521 | 592 | 663 |
| Oxlip | 4/0 | 1083,01 | 94 | 189 | 283 | 376 | 469 | 560 | 651 | 740 | 829 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 261,38 | 221 | 241 | 261 | 281 | 300 | 318 | 336 | 353 | 369 |
| Iris | 2 | 391,16 | 330 | 361 | 391 | 420 | 449 | 476 | 503 | 528 | 553 |
| Poppy | 1/0 | 564,92 | 477 | 521 | 565 | 607 | 648 | 688 | 726 | 763 | 799 |
| Aster | 2/0 | 720,18 | 608 | 665 | 720 | 774 | 826 | 876 | 925 | 973 | 1018 |
| Phlox | 3/0 | 866,42 | 732 | 800 | 866 | 931 | 993 | 1054 | 1113 | 1170 | 1225 |
| Oxlip | 4/0 | 1083,01 | 915 | 1000 | 1083 | 1163 | 1242 | 1318 | 1392 | 1463 | 1531 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 46 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 208,99 | 18 | 36 | 55 | 73 | 90 | 108 | 126 | 143 | 160 |
| Iris | 2 | 312,76 | 27 | 54 | 82 | 109 | 135 | 162 | 188 | 214 | 239 |
| Poppy | 1/0 | 451,69 | 39 | 79 | 118 | 157 | 195 | 234 | 272 | 309 | 346 |
| Aster | 2/0 | 575,83 | 50 | 100 | 150 | 200 | 249 | 298 | 346 | 394 | 441 |
| Phlox | 3/0 | 692,76 | 60 | 121 | 181 | 240 | 300 | 358 | 416 | 474 | 530 |
| Oxlip | 4/0 | 865,94 | 76 | 151 | 226 | 301 | 375 | 448 | 521 | 592 | 662 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 208,99 | 177 | 193 | 209 | 224 | 240 | 254 | 269 | 282 | 295 |
| Iris | 2 | 312,76 | 264 | 289 | 313 | 336 | 359 | 381 | 402 | 422 | 442 |
| Poppy | 1/0 | 451,69 | 382 | 417 | 451 | 485 | 518 | 550 | 580 | 610 | 639 |
| Aster | 2/0 | 575,83 | 486 | 532 | 576 | 619 | 660 | 701 | 740 | 778 | 814 |
| Phlox | 3/0 | 692,76 | 585 | 639 | 692 | 744 | 794 | 843 | 890 | 936 | 979 |
| Oxlip | 4/0 | 865,94 | 732 | 799 | 866 | 930 | 993 | 1054 | 1113 | 1170 | 1224 |

Tabela 47 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 190,27 | 17 | 33 | 50 | 66 | 82 | 98 | 114 | 130 | 146 |
| Iris | 2 | 284,75 | 25 | 50 | 74 | 99 | 123 | 147 | 171 | 195 | 218 |
| Poppy | 1/0 | 411,24 | 36 | 72 | 107 | 143 | 178 | 213 | 247 | 281 | 315 |
| Aster | 2/0 | 524,27 | 46 | 91 | 137 | 182 | 227 | 271 | 315 | 358 | 401 |
| Phlox | 3/0 | 630,73 | 55 | 110 | 165 | 219 | 273 | 326 | 379 | 431 | 483 |
| Oxlip | 4/0 | 788,39 | 69 | 137 | 206 | 274 | 341 | 408 | 474 | 539 | 603 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 190,27 | 161 | 176 | 190 | 204 | 218 | 232 | 245 | 257 | 269 |
| Iris | 2 | 284,75 | 241 | 263 | 285 | 306 | 327 | 347 | 366 | 385 | 403 |
| Poppy | 1/0 | 411,24 | 347 | 380 | 411 | 442 | 472 | 500 | 528 | 555 | 581 |
| Aster | 2/0 | 524,27 | 443 | 484 | 524 | 563 | 601 | 638 | 674 | 708 | 741 |
| Phlox | 3/0 | 630,73 | 533 | 582 | 630 | 677 | 723 | 768 | 811 | 852 | 892 |
| Oxlip | 4/0 | 788,39 | 666 | 728 | 788 | 847 | 904 | 959 | 1013 | 1065 | 1115 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea | |
| | |  |

Tabela 48 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 529,47 | 46 | 92 | 138 | 184 | 229 | 274 | 318 | 362 | 405 |
| Sparrow | 2 | 794,20 | 69 | 138 | 207 | 276 | 344 | 411 | 477 | 543 | 608 |
| Raven | 1/0 | 1204,73 | 105 | 210 | 314 | 418 | 521 | 623 | 724 | 824 | 922 |
| Quail | 2/0 | 1450,29 | 126 | 253 | 378 | 503 | 627 | 750 | 872 | 992 | 1109 |
| Pigeon | 3/0 | 1803,27 | 157 | 314 | 471 | 626 | 780 | 933 | 1084 | 1233 | 1379 |
| Penguin | 4/0 | 2263,67 | 197 | 394 | 591 | 786 | 979 | 1171 | 1361 | 1548 | 1732 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 529,47 | 447 | 489 | 529 | 569 | 607 | 644 | 680 | 715 | 748 |
| Sparrow | 2 | 794,20 | 671 | 733 | 794 | 853 | 911 | 967 | 1021 | 1073 | 1123 |
| Raven | 1/0 | 1204,73 | 1018 | 1112 | 1204 | 1294 | 1381 | 1466 | 1548 | 1627 | 1703 |
| Quail | 2/0 | 1450,29 | 1225 | 1339 | 1450 | 1558 | 1663 | 1765 | 1864 | 1959 | 2050 |
| Pigeon | 3/0 | 1803,27 | 1523 | 1665 | 1802 | 1937 | 2068 | 2195 | 2317 | 2436 | 2549 |
| Penguin | 4/0 | 2263,67 | 1912 | 2090 | 2263 | 2431 | 2596 | 2755 | 2909 | 3057 | 3200 |

Tabela 49 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 531,93 | 46 | 93 | 139 | 185 | 230 | 275 | 320 | 364 | 407 |
| Sparrow | 2 | 797,89 | 70 | 139 | 208 | 277 | 345 | 413 | 480 | 546 | 610 |
| Raven | 1/0 | 1210,33 | 106 | 211 | 316 | 420 | 524 | 626 | 728 | 828 | 926 |
| Quail | 2/0 | 1457,02 | 127 | 254 | 380 | 506 | 630 | 754 | 876 | 996 | 1115 |
| Pigeon | 3/0 | 1811,64 | 158 | 316 | 473 | 629 | 784 | 937 | 1089 | 1239 | 1386 |
| Penguin | 4/0 | 2274,18 | 198 | 396 | 593 | 789 | 984 | 1177 | 1367 | 1555 | 1740 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 531,93 | 449 | 491 | 532 | 571 | 610 | 647 | 684 | 718 | 752 |
| Sparrow | 2 | 797,89 | 674 | 737 | 798 | 857 | 915 | 971 | 1025 | 1078 | 1128 |
| Raven | 1/0 | 1210,33 | 1023 | 1117 | 1210 | 1300 | 1388 | 1473 | 1555 | 1635 | 1711 |
| Quail | 2/0 | 1457,02 | 1231 | 1345 | 1456 | 1565 | 1671 | 1773 | 1872 | 1968 | 2060 |
| Pigeon | 3/0 | 1811,64 | 1531 | 1672 | 1811 | 1946 | 2077 | 2205 | 2328 | 2447 | 2561 |
| Penguin | 4/0 | 2274,18 | 1921 | 2099 | 2273 | 2443 | 2608 | 2768 | 2922 | 3072 | 3215 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 94 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 50 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 425,31 | 37 | 74 | 111 | 148 | 184 | 220 | 256 | 291 | 325 |
| Sparrow | 2 | 637,97 | 56 | 111 | 166 | 221 | 276 | 330 | 383 | 436 | 488 |
| Raven | 1/0 | 967,74 | 84 | 169 | 253 | 336 | 419 | 501 | 582 | 662 | 740 |
| Quail | 2/0 | 1164,98 | 102 | 203 | 304 | 404 | 504 | 603 | 700 | 797 | 891 |
| Pigeon | 3/0 | 1448,52 | 126 | 252 | 378 | 503 | 627 | 749 | 871 | 990 | 1108 |
| Penguin | 4/0 | 1818,36 | 159 | 317 | 474 | 631 | 787 | 941 | 1093 | 1243 | 1391 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 425,31 | 359 | 393 | 425 | 457 | 488 | 518 | 547 | 574 | 601 |
| Sparrow | 2 | 637,97 | 539 | 589 | 638 | 685 | 732 | 776 | 820 | 862 | 902 |
| Raven | 1/0 | 967,74 | 818 | 893 | 967 | 1039 | 1110 | 1178 | 1244 | 1307 | 1368 |
| Quail | 2/0 | 1164,98 | 984 | 1075 | 1164 | 1251 | 1336 | 1418 | 1497 | 1573 | 1647 |
| Pigeon | 3/0 | 1448,52 | 1224 | 1337 | 1448 | 1556 | 1661 | 1763 | 1861 | 1956 | 2048 |
| Penguin | 4/0 | 1818,36 | 1536 | 1678 | 1818 | 1953 | 2085 | 2213 | 2337 | 2456 | 2571 |

Tabela 51 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 387,22 | 34 | 67 | 101 | 134 | 168 | 200 | 233 | 265 | 296 |
| Sparrow | 2 | 580,84 | 51 | 101 | 152 | 202 | 251 | 301 | 349 | 397 | 444 |
| Raven | 1/0 | 881,07 | 77 | 154 | 230 | 306 | 381 | 456 | 530 | 602 | 674 |
| Quail | 2/0 | 1060,66 | 92 | 185 | 277 | 368 | 459 | 549 | 638 | 725 | 811 |
| Pigeon | 3/0 | 1318,81 | 115 | 230 | 344 | 458 | 571 | 682 | 793 | 902 | 1009 |
| Penguin | 4/0 | 1655,52 | 144 | 288 | 432 | 575 | 716 | 857 | 995 | 1132 | 1266 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 387,22 | 327 | 357 | 387 | 416 | 444 | 471 | 498 | 523 | 547 |
| Sparrow | 2 | 580,84 | 491 | 536 | 581 | 624 | 666 | 707 | 746 | 784 | 821 |
| Raven | 1/0 | 881,07 | 744 | 813 | 881 | 946 | 1010 | 1072 | 1132 | 1190 | 1246 |
| Quail | 2/0 | 1060,66 | 896 | 979 | 1060 | 1139 | 1216 | 1291 | 1363 | 1433 | 1499 |
| Pigeon | 3/0 | 1318,81 | 1114 | 1217 | 1318 | 1417 | 1512 | 1605 | 1695 | 1781 | 1864 |
| Penguin | 4/0 | 1655,52 | 1399 | 1528 | 1655 | 1778 | 1898 | 2015 | 2127 | 2236 | 2340 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 52 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 9m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 152,62 | 13 | 27 | 40 | 53 | 66 | 79 | 92 | 104 | 117 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 222,35 | 19 | 39 | 58 | 77 | 96 | 115 | 134 | 152 | 170 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 295,80 | 69 | 136 | 201 | 264 | 322 | 376 | 424 | 467 | 504 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 228,76 | 20 | 40 | 60 | 79 | 99 | 118 | 138 | 156 | 175 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 313,32 | 27 | 55 | 82 | 109 | 136 | 162 | 188 | 214 | 240 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 404,25 | 35 | 70 | 105 | 140 | 175 | 209 | 243 | 276 | 309 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 426,50 | 37 | 74 | 111 | 148 | 185 | 221 | 256 | 292 | 326 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 9m | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 152,62 | 129 | 141 | 153 | 164 | 175 | 186 | 196 | 206 | 216 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 222,35 | 188 | 205 | 222 | 239 | 255 | 271 | 286 | 300 | 314 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 295,80 | 534 | 557 | 575 | 586 | 591 | 591 | 586 | 576 | 563 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 228,76 | 193 | 211 | 229 | 246 | 262 | 278 | 294 | 309 | 323 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 313,32 | 265 | 289 | 313 | 337 | 359 | 381 | 403 | 423 | 443 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 404,25 | 342 | 373 | 404 | 434 | 464 | 492 | 519 | 546 | 571 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 426,50 | 360 | 394 | 426 | 458 | 489 | 519 | 548 | 576 | 603 |

Tabela 53 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 10m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 152,62 | 13 | 27 | 40 | 53 | 66 | 79 | 92 | 104 | 117 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 222,35 | 19 | 39 | 58 | 77 | 96 | 115 | 134 | 152 | 170 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 295,80 | 69 | 136 | 201 | 264 | 322 | 376 | 424 | 467 | 504 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 228,76 | 20 | 40 | 60 | 79 | 99 | 118 | 138 | 156 | 175 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 313,32 | 27 | 55 | 82 | 109 | 136 | 162 | 188 | 214 | 240 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 404,25 | 35 | 70 | 105 | 140 | 175 | 209 | 243 | 276 | 309 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 426,50 | 37 | 74 | 111 | 148 | 185 | 221 | 256 | 292 | 326 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 10m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 152,62 | 129 | 141 | 153 | 164 | 175 | 186 | 196 | 206 | 216 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 222,35 | 188 | 205 | 222 | 239 | 255 | 271 | 286 | 300 | 314 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 295,80 | 534 | 557 | 575 | 586 | 591 | 591 | 586 | 576 | 563 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 228,76 | 193 | 211 | 229 | 246 | 262 | 278 | 294 | 309 | 323 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 313,32 | 265 | 289 | 313 | 337 | 359 | 381 | 403 | 423 | 443 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 404,25 | 342 | 373 | 404 | 434 | 464 | 492 | 519 | 546 | 571 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 426,50 | 360 | 394 | 426 | 458 | 489 | 519 | 548 | 576 | 603 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 96 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 54 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 11m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 122,60 | 11 | 21 | 32 | 43 | 53 | 63 | 74 | 84 | 94 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 178,61 | 16 | 31 | 47 | 62 | 77 | 92 | 107 | 122 | 137 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 237,61 | 44 | 88 | 131 | 172 | 212 | 250 | 285 | 317 | 347 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 183,76 | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 | 95 | 110 | 126 | 141 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 251,68 | 22 | 44 | 66 | 87 | 109 | 130 | 151 | 172 | 193 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 324,73 | 28 | 57 | 85 | 113 | 140 | 168 | 195 | 222 | 248 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 342,60 | 30 | 60 | 89 | 119 | 148 | 177 | 206 | 234 | 262 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 11m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 425,31 | 104 | 113 | 123 | 132 | 141 | 149 | 158 | 166 | 173 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 637,97 | 151 | 165 | 179 | 192 | 205 | 217 | 230 | 241 | 252 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 637,97 | 373 | 397 | 417 | 433 | 447 | 458 | 466 | 471 | 474 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 967,74 | 155 | 170 | 184 | 197 | 211 | 224 | 236 | 248 | 260 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 1164,98 | 213 | 232 | 252 | 270 | 289 | 306 | 323 | 340 | 356 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 1448,52 | 274 | 300 | 325 | 349 | 372 | 395 | 417 | 439 | 459 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 1818,36 | 289 | 316 | 342 | 368 | 393 | 417 | 440 | 463 | 484 |

Tabela 55 – Tração de projeto para rede secundária – Poste de 12m – Cabos de alumínio isolado – Multiplexado

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 111,62 | 10 | 19 | 29 | 39 | 48 | 58 | 67 | 76 | 85 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 162,61 | 14 | 28 | 42 | 56 | 70 | 84 | 98 | 111 | 124 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 216,33 | 37 | 73 | 109 | 143 | 177 | 209 | 239 | 267 | 293 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 167,30 | 15 | 29 | 44 | 58 | 72 | 87 | 101 | 114 | 128 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 229,14 | 20 | 40 | 60 | 80 | 99 | 119 | 138 | 157 | 175 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 295,65 | 26 | 52 | 77 | 103 | 128 | 153 | 178 | 202 | 226 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 311,92 | 27 | 54 | 81 | 108 | 135 | 161 | 187 | 213 | 239 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE SECUNDÁRIA EM POSTE DE 12m | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 0,6/1kV | 1x1x35 + 35 | 111,62 | 94 | 103 | 112 | 120 | 128 | 136 | 143 | 151 | 158 |
| 0,6/1kV | 2x1x35 + 35 | 162,61 | 137 | 150 | 163 | 175 | 186 | 198 | 209 | 220 | 230 |
| 0,6/1kV | 2x1x70 + 70 | 216,33 | 317 | 339 | 358 | 374 | 389 | 401 | 411 | 419 | 425 |
| 0,6/1kV | 3x1x35 + 35 | 167,30 | 141 | 154 | 167 | 180 | 192 | 204 | 215 | 226 | 237 |
| 0,6/1kV | 3x1x50 + 50 | 229,14 | 194 | 212 | 229 | 246 | 263 | 279 | 294 | 309 | 324 |
| 0,6/1kV | 3x1x70 + 70 | 295,65 | 250 | 273 | 296 | 318 | 339 | 360 | 380 | 399 | 418 |
| 0,6/1kV | 3x1x120 + 70 | 311,92 | 264 | 288 | 312 | 335 | 358 | 380 | 401 | 421 | 441 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 97 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 56 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 203,43 | 18 | 35 | 53 | 71 | 88 | 105 | 122 | 139 | 156 |
| Iris | 2 | 304,44 | 27 | 53 | 79 | 106 | 132 | 158 | 183 | 208 | 233 |
| Poppy | 1/0 | 439,68 | 38 | 77 | 115 | 153 | 190 | 227 | 264 | 301 | 336 |
| Aster | 2/0 | 560,52 | 49 | 98 | 146 | 195 | 243 | 290 | 337 | 383 | 429 |
| Phlox | 3/0 | 674,34 | 59 | 117 | 176 | 234 | 292 | 349 | 405 | 461 | 516 |
| Oxlip | 4/0 | 842,91 | 73 | 147 | 220 | 293 | 365 | 436 | 507 | 576 | 645 |
| Laurel | 266,8 | 1053,54 | 92 | 184 | 275 | 366 | 456 | 545 | 633 | 720 | 806 |
| Daisy | 266,8 | 1084,29 | 95 | 189 | 283 | 376 | 469 | 561 | 652 | 741 | 829 |
| Tulip | 336,4 | 1331,97 | 116 | 232 | 348 | 462 | 576 | 689 | 801 | 911 | 1019 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 203,43 | 172 | 188 | 203 | 219 | 233 | 248 | 261 | 275 | 288 |
| Iris | 2 | 304,44 | 257 | 281 | 304 | 327 | 349 | 371 | 391 | 411 | 430 |
| Poppy | 1/0 | 439,68 | 371 | 406 | 439 | 472 | 504 | 535 | 565 | 594 | 622 |
| Aster | 2/0 | 560,52 | 474 | 517 | 560 | 602 | 643 | 682 | 720 | 757 | 792 |
| Phlox | 3/0 | 674,34 | 570 | 622 | 674 | 724 | 773 | 821 | 867 | 911 | 953 |
| Oxlip | 4/0 | 842,91 | 712 | 778 | 843 | 905 | 967 | 1026 | 1083 | 1138 | 1192 |
| Laurel | 266,8 | 1053,54 | 890 | 972 | 1053 | 1132 | 1208 | 1282 | 1354 | 1423 | 1489 |
| Daisy | 266,8 | 1084,29 | 916 | 1001 | 1084 | 1165 | 1243 | 1320 | 1393 | 1464 | 1533 |
| Tulip | 336,4 | 1331,97 | 1125 | 1229 | 1331 | 1431 | 1527 | 1621 | 1712 | 1799 | 1883 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 57 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 183,19 | 16 | 32 | 48 | 64 | 79 | 95 | 110 | 125 | 140 |
| Iris | 2 | 274,15 | 24 | 48 | 72 | 95 | 119 | 142 | 165 | 187 | 210 |
| Poppy | 1/0 | 395,93 | 35 | 69 | 103 | 137 | 171 | 205 | 238 | 271 | 303 |
| Aster | 2/0 | 504,75 | 44 | 88 | 132 | 175 | 218 | 261 | 303 | 345 | 386 |
| Phlox | 3/0 | 607,24 | 53 | 106 | 158 | 211 | 263 | 314 | 365 | 415 | 465 |
| Oxlip | 4/0 | 759,04 | 66 | 132 | 198 | 263 | 328 | 393 | 456 | 519 | 581 |
| Laurel | 266,8 | 948,71 | 83 | 165 | 248 | 329 | 410 | 491 | 570 | 649 | 726 |
| Daisy | 266,8 | 976,40 | 85 | 170 | 255 | 339 | 422 | 505 | 587 | 668 | 747 |
| Tulip | 336,4 | 1199,44 | 105 | 209 | 313 | 416 | 519 | 621 | 721 | 820 | 918 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 183,19 | 155 | 169 | 183 | 197 | 210 | 223 | 235 | 247 | 259 |
| Iris | 2 | 274,15 | 232 | 253 | 274 | 294 | 314 | 334 | 352 | 370 | 388 |
| Poppy | 1/0 | 395,93 | 334 | 365 | 396 | 425 | 454 | 482 | 509 | 535 | 560 |
| Aster | 2/0 | 504,75 | 426 | 466 | 505 | 542 | 579 | 614 | 649 | 682 | 714 |
| Phlox | 3/0 | 607,24 | 513 | 561 | 607 | 652 | 696 | 739 | 780 | 820 | 858 |
| Oxlip | 4/0 | 759,04 | 641 | 701 | 759 | 815 | 870 | 924 | 975 | 1025 | 1073 |
| Laurel | 266,8 | 948,71 | 802 | 876 | 948 | 1019 | 1088 | 1155 | 1219 | 1281 | 1341 |
| Daisy | 266,8 | 976,40 | 825 | 901 | 976 | 1049 | 1120 | 1188 | 1255 | 1319 | 1380 |
| Tulip | 336,4 | 1199,44 | 1013 | 1107 | 1199 | 1288 | 1375 | 1460 | 1541 | 1620 | 1696 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 99 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 58 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio nu – CA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Rose | 4 | 166,27 | 14 | 29 | 43 | 58 | 72 | 86 | 100 | 114 | 127 |
| Iris | 2 | 248,83 | 22 | 43 | 65 | 86 | 108 | 129 | 150 | 170 | 190 |
| Poppy | 1/0 | 359,37 | 31 | 63 | 94 | 125 | 155 | 186 | 216 | 246 | 275 |
| Aster | 2/0 | 458,14 | 40 | 80 | 120 | 159 | 198 | 237 | 275 | 313 | 350 |
| Phlox | 3/0 | 551,17 | 48 | 96 | 144 | 191 | 238 | 285 | 331 | 377 | 422 |
| Oxlip | 4/0 | 688,95 | 60 | 120 | 180 | 239 | 298 | 356 | 414 | 471 | 527 |
| Laurel | 266,8 | 861,11 | 75 | 150 | 225 | 299 | 373 | 446 | 518 | 589 | 659 |
| Daisy | 266,8 | 886,25 | 77 | 154 | 231 | 308 | 383 | 459 | 533 | 606 | 678 |
| Tulip | 336,4 | 1088,69 | 95 | 190 | 284 | 378 | 471 | 563 | 654 | 744 | 833 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Rose | 4 | 166,27 | 140 | 153 | 166 | 179 | 191 | 202 | 214 | 225 | 235 |
| Iris | 2 | 248,83 | 210 | 230 | 249 | 267 | 285 | 303 | 320 | 336 | 352 |
| Poppy | 1/0 | 359,37 | 304 | 332 | 359 | 386 | 412 | 437 | 462 | 485 | 508 |
| Aster | 2/0 | 458,14 | 387 | 423 | 458 | 492 | 525 | 558 | 589 | 619 | 648 |
| Phlox | 3/0 | 551,17 | 466 | 509 | 551 | 592 | 632 | 671 | 708 | 744 | 779 |
| Oxlip | 4/0 | 688,95 | 582 | 636 | 689 | 740 | 790 | 838 | 885 | 931 | 974 |
| Laurel | 266,8 | 861,11 | 727 | 795 | 861 | 925 | 987 | 1048 | 1107 | 1163 | 1217 |
| Daisy | 266,8 | 886,25 | 749 | 818 | 886 | 952 | 1016 | 1079 | 1139 | 1197 | 1253 |
| Tulip | 336,4 | 1088,69 | 920 | 1005 | 1088 | 1169 | 1248 | 1325 | 1399 | 1470 | 1539 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 59 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 414,00 | 36 | 72 | 108 | 144 | 179 | 214 | 249 | 283 | 317 |
| Sparrow | 2 | 621,00 | 54 | 108 | 162 | 216 | 269 | 321 | 373 | 425 | 475 |
| Raven | 1/0 | 942,00 | 82 | 164 | 246 | 327 | 408 | 487 | 566 | 644 | 721 |
| Quail | 2/0 | 1134,00 | 99 | 198 | 296 | 394 | 491 | 587 | 682 | 775 | 868 |
| Pigeon | 3/0 | 1410,00 | 123 | 246 | 368 | 489 | 610 | 730 | 848 | 964 | 1079 |
| Penguin | 4/0 | 1770,00 | 154 | 308 | 462 | 614 | 766 | 916 | 1064 | 1210 | 1354 |
| Waxwing | 266,8 | 1476,00 | 129 | 257 | 385 | 512 | 639 | 764 | 887 | 1009 | 1129 |
| Owl | 266,8 | 2052,00 | 179 | 358 | 535 | 712 | 888 | 1062 | 1233 | 1403 | 1570 |
| Partridge | 266,8 | 2382,00 | 208 | 415 | 622 | 827 | 1031 | 1232 | 1432 | 1629 | 1822 |
| Merlin | 336,4 | 1851,00 | 161 | 322 | 483 | 643 | 801 | 958 | 1113 | 1266 | 1416 |
| Linnet | 336,4 | 2961,00 | 258 | 516 | 773 | 1028 | 1281 | 1532 | 1780 | 2024 | 2265 |
| Oriole | 336,4 | 3633,00 | 317 | 633 | 948 | 1261 | 1572 | 1880 | 2184 | 2484 | 2779 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 414,00 | 350 | 382 | 414 | 445 | 475 | 504 | 532 | 559 | 585 |
| Sparrow | 2 | 621,00 | 525 | 573 | 621 | 667 | 712 | 756 | 798 | 839 | 878 |
| Raven | 1/0 | 942,00 | 796 | 870 | 942 | 1012 | 1080 | 1146 | 1211 | 1272 | 1332 |
| Quail | 2/0 | 1134,00 | 958 | 1047 | 1133 | 1218 | 1300 | 1380 | 1457 | 1532 | 1603 |
| Pigeon | 3/0 | 1410,00 | 1191 | 1302 | 1409 | 1515 | 1617 | 1716 | 1812 | 1904 | 1993 |
| Penguin | 4/0 | 1770,00 | 1495 | 1634 | 1769 | 1901 | 2030 | 2154 | 2275 | 2391 | 2502 |
| Waxwing | 266,8 | 1476,00 | 1247 | 1362 | 1475 | 1585 | 1692 | 1796 | 1897 | 1994 | 2087 |
| Owl | 266,8 | 2052,00 | 1734 | 1894 | 2051 | 2204 | 2353 | 2497 | 2637 | 2771 | 2901 |
| Partridge | 266,8 | 2382,00 | 2012 | 2199 | 2381 | 2559 | 2731 | 2899 | 3061 | 3217 | 3367 |
| Merlin | 336,4 | 1851,00 | 1564 | 1709 | 1850 | 1988 | 2122 | 2253 | 2379 | 2500 | 2617 |
| Linnet | 336,4 | 2961,00 | 2502 | 2733 | 2960 | 3180 | 3395 | 3604 | 3805 | 3999 | 4186 |
| Oriole | 336,4 | 3633,00 | 3069 | 3353 | 3631 | 3902 | 4166 | 4421 | 4669 | 4907 | 5136 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 60 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 372,81 | 33 | 65 | 97 | 129 | 161 | 193 | 224 | 255 | 285 |
| Sparrow | 2 | 559,21 | 49 | 97 | 146 | 194 | 242 | 289 | 336 | 382 | 428 |
| Raven | 1/0 | 848,27 | 74 | 148 | 221 | 294 | 367 | 439 | 510 | 580 | 649 |
| Quail | 2/0 | 1021,16 | 89 | 178 | 266 | 354 | 442 | 528 | 614 | 698 | 781 |
| Pigeon | 3/0 | 1269,70 | 111 | 221 | 331 | 441 | 549 | 657 | 763 | 868 | 971 |
| Penguin | 4/0 | 1593,88 | 139 | 278 | 416 | 553 | 690 | 825 | 958 | 1090 | 1219 |
| Waxwing | 266,8 | 1329,13 | 116 | 232 | 347 | 461 | 575 | 688 | 799 | 909 | 1017 |
| Owl | 266,8 | 1847,82 | 161 | 322 | 482 | 641 | 799 | 956 | 1111 | 1263 | 1414 |
| Partridge | 266,8 | 2144,99 | 187 | 374 | 560 | 745 | 928 | 1110 | 1289 | 1467 | 1641 |
| Merlin | 336,4 | 1666,82 | 145 | 290 | 435 | 579 | 721 | 862 | 1002 | 1140 | 1275 |
| Linnet | 336,4 | 2666,37 | 232 | 465 | 696 | 926 | 1154 | 1380 | 1603 | 1823 | 2040 |
| Oriole | 336,4 | 3271,51 | 285 | 570 | 854 | 1136 | 1415 | 1693 | 1967 | 2237 | 2503 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 372,81 | 315 | 344 | 373 | 400 | 427 | 454 | 479 | 504 | 527 |
| Sparrow | 2 | 559,21 | 472 | 516 | 559 | 601 | 641 | 681 | 719 | 755 | 791 |
| Raven | 1/0 | 848,27 | 717 | 783 | 848 | 911 | 973 | 1032 | 1090 | 1146 | 1199 |
| Quail | 2/0 | 1021,16 | 863 | 943 | 1021 | 1097 | 1171 | 1243 | 1312 | 1379 | 1444 |
| Pigeon | 3/0 | 1269,70 | 1073 | 1172 | 1269 | 1364 | 1456 | 1545 | 1632 | 1715 | 1795 |
| Penguin | 4/0 | 1593,88 | 1347 | 1471 | 1593 | 1712 | 1828 | 1940 | 2048 | 2153 | 2253 |
| Waxwing | 266,8 | 1329,13 | 1123 | 1227 | 1329 | 1428 | 1524 | 1618 | 1708 | 1795 | 1879 |
| Owl | 266,8 | 1847,82 | 1561 | 1706 | 1847 | 1985 | 2119 | 2249 | 2375 | 2496 | 2612 |
| Partridge | 266,8 | 2144,99 | 1812 | 1980 | 2144 | 2304 | 2460 | 2610 | 2756 | 2897 | 3032 |
| Merlin | 336,4 | 1666,82 | 1408 | 1539 | 1666 | 1790 | 1911 | 2029 | 2142 | 2251 | 2356 |
| Linnet | 336,4 | 2666,37 | 2253 | 2461 | 2665 | 2864 | 3057 | 3245 | 3426 | 3601 | 3769 |
| Oriole | 336,4 | 3271,51 | 2764 | 3020 | 3270 | 3514 | 3751 | 3981 | 4204 | 4419 | 4625 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 61 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Swan | 4 | 338,38 | 30 | 59 | 88 | 117 | 146 | 175 | 203 | 231 | 259 |
| Sparrow | 2 | 507,58 | 44 | 88 | 132 | 176 | 220 | 263 | 305 | 347 | 388 |
| Raven | 1/0 | 769,95 | 67 | 134 | 201 | 267 | 333 | 398 | 463 | 526 | 589 |
| Quail | 2/0 | 926,88 | 81 | 161 | 242 | 322 | 401 | 480 | 557 | 634 | 709 |
| Pigeon | 3/0 | 1152,47 | 100 | 201 | 301 | 400 | 499 | 596 | 693 | 788 | 882 |
| Penguin | 4/0 | 1446,71 | 126 | 252 | 377 | 502 | 626 | 749 | 870 | 989 | 1107 |
| Waxwing | 266,8 | 1206,41 | 105 | 210 | 315 | 419 | 522 | 624 | 725 | 825 | 923 |
| Owl | 266,8 | 1677,21 | 146 | 292 | 438 | 582 | 726 | 868 | 1008 | 1147 | 1283 |
| Partridge | 266,8 | 1946,93 | 170 | 339 | 508 | 676 | 842 | 1007 | 1170 | 1331 | 1489 |
| Merlin | 336,4 | 1512,92 | 132 | 264 | 395 | 525 | 655 | 783 | 909 | 1034 | 1157 |
| Linnet | 336,4 | 2420,18 | 211 | 422 | 631 | 840 | 1047 | 1252 | 1455 | 1655 | 1851 |
| Oriole | 336,4 | 2969,44 | 259 | 517 | 775 | 1031 | 1285 | 1536 | 1785 | 2030 | 2272 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO AWG/MCM | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Swan | 4 | 338,38 | 286 | 312 | 338 | 363 | 388 | 412 | 435 | 457 | 478 |
| Sparrow | 2 | 507,58 | 429 | 469 | 507 | 545 | 582 | 618 | 652 | 686 | 718 |
| Raven | 1/0 | 769,95 | 650 | 711 | 770 | 827 | 883 | 937 | 989 | 1040 | 1088 |
| Quail | 2/0 | 926,88 | 783 | 856 | 926 | 996 | 1063 | 1128 | 1191 | 1252 | 1310 |
| Pigeon | 3/0 | 1152,47 | 974 | 1064 | 1152 | 1238 | 1321 | 1403 | 1481 | 1557 | 1629 |
| Penguin | 4/0 | 1446,71 | 1222 | 1335 | 1446 | 1554 | 1659 | 1761 | 1859 | 1954 | 2045 |
| Waxwing | 266,8 | 1206,41 | 1019 | 1114 | 1206 | 1296 | 1383 | 1468 | 1550 | 1629 | 1705 |
| Owl | 266,8 | 1677,21 | 1417 | 1548 | 1676 | 1802 | 1923 | 2041 | 2155 | 2265 | 2371 |
| Partridge | 266,8 | 1946,93 | 1645 | 1797 | 1946 | 2091 | 2232 | 2369 | 2502 | 2630 | 2752 |
| Merlin | 336,4 | 1512,92 | 1278 | 1397 | 1512 | 1625 | 1735 | 1841 | 1944 | 2043 | 2139 |
| Linnet | 336,4 | 2420,18 | 2045 | 2234 | 2419 | 2600 | 2775 | 2945 | 3110 | 3269 | 3421 |
| Oriole | 336,4 | 2969,44 | 2509 | 2741 | 2968 | 3190 | 3405 | 3614 | 3816 | 4011 | 4198 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 62 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 287,00 | 25 | 50 | 75 | 100 | 124 | 148 | 173 | 196 | 220 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 812,17 | 71 | 141 | 212 | 282 | 351 | 420 | 488 | 555 | 621 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1133,59 | 99 | 197 | 296 | 393 | 490 | 586 | 681 | 775 | 867 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 905,59 | 79 | 158 | 236 | 314 | 392 | 469 | 544 | 619 | 693 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 815,79 | 71 | 142 | 213 | 283 | 353 | 422 | 490 | 558 | 624 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1137,21 | 99 | 198 | 297 | 395 | 492 | 588 | 684 | 778 | 870 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 909,21 | 79 | 158 | 237 | 316 | 393 | 470 | 547 | 622 | 696 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 815,79 | 71 | 142 | 213 | 283 | 353 | 422 | 490 | 558 | 624 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1137,21 | 99 | 198 | 297 | 395 | 492 | 588 | 684 | 778 | 870 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 909,21 | 79 | 158 | 237 | 316 | 393 | 470 | 547 | 622 | 696 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 837,04 | 73 | 146 | 218 | 291 | 362 | 433 | 503 | 572 | 640 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1158,46 | 101 | 202 | 302 | 402 | 501 | 599 | 696 | 792 | 886 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 930,46 | 81 | 162 | 243 | 323 | 403 | 481 | 559 | 636 | 712 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 851,51 | 74 | 148 | 222 | 296 | 368 | 441 | 512 | 582 | 651 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1172,93 | 102 | 204 | 306 | 407 | 507 | 607 | 705 | 802 | 897 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 944,93 | 82 | 165 | 247 | 328 | 409 | 489 | 568 | 646 | 723 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 287,00 | 242 | 265 | 287 | 308 | 329 | 349 | 369 | 388 | 406 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 812,17 | 686 | 750 | 812 | 872 | 931 | 988 | 1044 | 1097 | 1148 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1133,59 | 958 | 1046 | 1133 | 1218 | 1300 | 1380 | 1457 | 1531 | 1602 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 905,59 | 765 | 836 | 905 | 973 | 1038 | 1102 | 1164 | 1223 | 1280 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 815,79 | 689 | 753 | 815 | 876 | 935 | 993 | 1048 | 1102 | 1153 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1137,21 | 961 | 1050 | 1137 | 1221 | 1304 | 1384 | 1461 | 1536 | 1608 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 909,21 | 768 | 839 | 909 | 977 | 1043 | 1107 | 1168 | 1228 | 1285 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 815,79 | 689 | 753 | 815 | 876 | 935 | 993 | 1048 | 1102 | 1153 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1137,21 | 961 | 1050 | 1137 | 1221 | 1304 | 1384 | 1461 | 1536 | 1608 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 909,21 | 768 | 839 | 909 | 977 | 1043 | 1107 | 1168 | 1228 | 1285 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 837,04 | 707 | 773 | 837 | 899 | 960 | 1019 | 1076 | 1131 | 1183 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1158,46 | 979 | 1069 | 1158 | 1244 | 1328 | 1410 | 1489 | 1565 | 1638 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 930,46 | 786 | 859 | 930 | 999 | 1067 | 1132 | 1196 | 1257 | 1315 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 851,51 | 719 | 786 | 851 | 915 | 976 | 1036 | 1094 | 1150 | 1204 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1172,93 | 991 | 1083 | 1172 | 1260 | 1345 | 1427 | 1507 | 1584 | 1658 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 944,93 | 798 | 872 | 944 | 1015 | 1083 | 1150 | 1214 | 1276 | 1336 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 63 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 258,44 | 23 | 45 | 67 | 90 | 112 | 134 | 155 | 177 | 198 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 731,36 | 64 | 127 | 191 | 254 | 316 | 378 | 440 | 500 | 559 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1020,79 | 89 | 178 | 266 | 354 | 442 | 528 | 614 | 698 | 781 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 815,48 | 71 | 142 | 213 | 283 | 353 | 422 | 490 | 558 | 624 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 734,62 | 64 | 128 | 192 | 255 | 318 | 380 | 442 | 502 | 562 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1024,05 | 89 | 178 | 267 | 355 | 443 | 530 | 616 | 700 | 783 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 818,74 | 71 | 143 | 214 | 284 | 354 | 424 | 492 | 560 | 626 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 734,62 | 64 | 128 | 192 | 255 | 318 | 380 | 442 | 502 | 562 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1024,05 | 89 | 178 | 267 | 355 | 443 | 530 | 616 | 700 | 783 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 818,74 | 71 | 143 | 214 | 284 | 354 | 424 | 492 | 560 | 626 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 753,75 | 66 | 131 | 197 | 262 | 326 | 390 | 453 | 515 | 577 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1043,19 | 91 | 182 | 272 | 362 | 451 | 540 | 627 | 713 | 798 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 837,88 | 73 | 146 | 219 | 291 | 363 | 434 | 504 | 573 | 641 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 766,78 | 67 | 134 | 200 | 266 | 332 | 397 | 461 | 524 | 587 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1056,22 | 92 | 184 | 276 | 367 | 457 | 546 | 635 | 722 | 808 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 850,91 | 74 | 148 | 222 | 295 | 368 | 440 | 511 | 582 | 651 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 258,44 | 218 | 239 | 258 | 278 | 296 | 315 | 332 | 349 | 365 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 731,36 | 618 | 675 | 731 | 786 | 839 | 890 | 940 | 988 | 1034 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1020,79 | 862 | 942 | 1020 | 1096 | 1170 | 1242 | 1312 | 1379 | 1443 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 815,48 | 689 | 753 | 815 | 876 | 935 | 992 | 1048 | 1101 | 1153 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 734,62 | 621 | 678 | 734 | 789 | 842 | 894 | 944 | 992 | 1038 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1024,05 | 865 | 945 | 1024 | 1100 | 1174 | 1246 | 1316 | 1383 | 1448 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 818,74 | 692 | 756 | 818 | 879 | 939 | 996 | 1052 | 1106 | 1157 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 734,62 | 621 | 678 | 734 | 789 | 842 | 894 | 944 | 992 | 1038 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1024,05 | 865 | 945 | 1024 | 1100 | 1174 | 1246 | 1316 | 1383 | 1448 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 818,74 | 692 | 756 | 818 | 879 | 939 | 996 | 1052 | 1106 | 1157 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 753,75 | 637 | 696 | 753 | 810 | 864 | 917 | 969 | 1018 | 1066 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1043,19 | 881 | 963 | 1043 | 1121 | 1196 | 1270 | 1341 | 1409 | 1475 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 837,88 | 708 | 773 | 837 | 900 | 961 | 1020 | 1077 | 1132 | 1184 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 766,78 | 648 | 708 | 766 | 824 | 879 | 933 | 985 | 1036 | 1084 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1056,22 | 892 | 975 | 1056 | 1135 | 1211 | 1285 | 1357 | 1427 | 1493 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 850,91 | 719 | 785 | 851 | 914 | 976 | 1036 | 1093 | 1149 | 1203 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 64 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 15kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 234,58 | 20 | 41 | 61 | 81 | 101 | 121 | 141 | 160 | 179 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 663,83 | 58 | 116 | 173 | 230 | 287 | 343 | 399 | 454 | 508 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 926,54 | 81 | 161 | 242 | 322 | 401 | 479 | 557 | 633 | 709 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 740,19 | 65 | 129 | 193 | 257 | 320 | 383 | 445 | 506 | 566 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 666,79 | 58 | 116 | 174 | 231 | 288 | 345 | 401 | 456 | 510 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 929,50 | 81 | 162 | 243 | 323 | 402 | 481 | 559 | 636 | 711 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 743,14 | 65 | 129 | 194 | 258 | 322 | 384 | 447 | 508 | 569 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 666,79 | 58 | 116 | 174 | 231 | 288 | 345 | 401 | 456 | 510 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 929,50 | 81 | 162 | 243 | 323 | 402 | 481 | 559 | 636 | 711 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 743,14 | 65 | 129 | 194 | 258 | 322 | 384 | 447 | 508 | 569 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 684,16 | 60 | 119 | 179 | 237 | 296 | 354 | 411 | 468 | 523 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 946,87 | 83 | 165 | 247 | 329 | 410 | 490 | 569 | 647 | 724 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 760,51 | 66 | 132 | 198 | 264 | 329 | 393 | 457 | 520 | 582 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 695,98 | 61 | 121 | 182 | 242 | 301 | 360 | 418 | 476 | 532 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 958,70 | 84 | 167 | 250 | 333 | 415 | 496 | 576 | 655 | 733 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 772,34 | 67 | 135 | 202 | 268 | 334 | 400 | 464 | 528 | 591 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 15kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 15kV | 35mm ² /6,4mm AZ | 234,58 | 198 | 217 | 234 | 252 | 269 | 285 | 301 | 317 | 332 |
| 15kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 663,83 | 561 | 613 | 664 | 713 | 761 | 808 | 853 | 897 | 938 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AL | 926,54 | 783 | 855 | 926 | 995 | 1062 | 1128 | 1191 | 1251 | 1310 |
| 15kV | 35mm ² /9,78mm AA | 740,19 | 625 | 683 | 740 | 795 | 849 | 901 | 951 | 1000 | 1046 |
| 15kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 666,79 | 563 | 615 | 666 | 716 | 765 | 811 | 857 | 901 | 943 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AL | 929,50 | 785 | 858 | 929 | 998 | 1066 | 1131 | 1194 | 1255 | 1314 |
| 15kV | 50mm ² /9,78mm AA | 743,14 | 628 | 686 | 743 | 798 | 852 | 904 | 955 | 1004 | 1051 |
| 15kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 666,79 | 563 | 615 | 666 | 716 | 765 | 811 | 857 | 901 | 943 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AL | 929,50 | 785 | 858 | 929 | 998 | 1066 | 1131 | 1194 | 1255 | 1314 |
| 15kV | 70mm ² /9,78mm AA | 743,14 | 628 | 686 | 743 | 798 | 852 | 904 | 955 | 1004 | 1051 |
| 15kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 684,16 | 578 | 632 | 684 | 735 | 784 | 833 | 879 | 924 | 967 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AL | 946,87 | 800 | 874 | 946 | 1017 | 1086 | 1152 | 1217 | 1279 | 1339 |
| 15kV | 120mm ² /9,78mm AA | 760,51 | 643 | 702 | 760 | 817 | 872 | 926 | 977 | 1027 | 1075 |
| 15kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 695,98 | 588 | 642 | 696 | 748 | 798 | 847 | 894 | 940 | 984 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AL | 958,70 | 810 | 885 | 958 | 1030 | 1099 | 1167 | 1232 | 1295 | 1355 |
| 15kV | 185mm ² /9,78mm AA | 772,34 | 653 | 713 | 772 | 830 | 886 | 940 | 992 | 1043 | 1092 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 65 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 820,31 | 72 | 143 | 214 | 285 | 355 | 424 | 493 | 561 | 628 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1141,73 | 100 | 199 | 298 | 396 | 494 | 591 | 686 | 781 | 873 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 913,73 | 80 | 159 | 238 | 317 | 395 | 473 | 549 | 625 | 699 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 825,28 | 72 | 144 | 215 | 286 | 357 | 427 | 496 | 564 | 631 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1146,70 | 100 | 200 | 299 | 398 | 496 | 593 | 689 | 784 | 877 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 918,70 | 80 | 160 | 240 | 319 | 397 | 475 | 552 | 628 | 703 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 102 | 203 | 305 | 405 | 505 | 604 | 702 | 799 | 893 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 82 | 164 | 245 | 326 | 407 | 486 | 565 | 643 | 719 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 102 | 203 | 305 | 405 | 505 | 604 | 702 | 799 | 893 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 82 | 164 | 245 | 326 | 407 | 486 | 565 | 643 | 719 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 861,45 | 75 | 150 | 225 | 299 | 373 | 446 | 518 | 589 | 659 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1182,88 | 103 | 206 | 309 | 411 | 512 | 612 | 711 | 809 | 905 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 954,88 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 820,31 | 693 | 757 | 820 | 881 | 941 | 998 | 1054 | 1108 | 1160 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1141,73 | 965 | 1054 | 1141 | 1226 | 1309 | 1389 | 1467 | 1542 | 1614 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 913,73 | 772 | 843 | 913 | 981 | 1048 | 1112 | 1174 | 1234 | 1292 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 825,28 | 697 | 762 | 825 | 886 | 946 | 1004 | 1061 | 1115 | 1167 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1146,70 | 969 | 1058 | 1146 | 1232 | 1315 | 1396 | 1474 | 1549 | 1621 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 918,70 | 776 | 848 | 918 | 987 | 1053 | 1118 | 1181 | 1241 | 1299 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 987 | 1078 | 1167 | 1255 | 1339 | 1421 | 1501 | 1577 | 1651 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 794 | 868 | 940 | 1010 | 1078 | 1144 | 1208 | 1270 | 1329 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 987 | 1078 | 1167 | 1255 | 1339 | 1421 | 1501 | 1577 | 1651 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 794 | 868 | 940 | 1010 | 1078 | 1144 | 1208 | 1270 | 1329 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 861,45 | 728 | 795 | 861 | 925 | 988 | 1048 | 1107 | 1163 | 1218 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1182,88 | 999 | 1092 | 1182 | 1271 | 1356 | 1440 | 1520 | 1598 | 1672 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 954,88 | 807 | 881 | 954 | 1026 | 1095 | 1162 | 1227 | 1290 | 1350 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 66 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 738,69 | 64 | 129 | 193 | 256 | 320 | 382 | 444 | 505 | 565 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1028,13 | 90 | 179 | 268 | 357 | 445 | 532 | 618 | 703 | 787 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 822,81 | 72 | 143 | 215 | 286 | 356 | 426 | 495 | 563 | 629 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 743,16 | 65 | 129 | 194 | 258 | 322 | 384 | 447 | 508 | 569 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1032,60 | 90 | 180 | 269 | 358 | 447 | 534 | 621 | 706 | 790 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 827,29 | 72 | 144 | 216 | 287 | 358 | 428 | 497 | 566 | 633 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 66 | 133 | 199 | 265 | 330 | 394 | 458 | 521 | 583 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 92 | 183 | 274 | 365 | 455 | 544 | 632 | 719 | 805 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 66 | 133 | 199 | 265 | 330 | 394 | 458 | 521 | 583 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 92 | 183 | 274 | 365 | 455 | 544 | 632 | 719 | 805 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 775,73 | 68 | 135 | 202 | 269 | 336 | 401 | 466 | 530 | 593 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1065,18 | 93 | 186 | 278 | 370 | 461 | 551 | 640 | 728 | 815 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 859,87 | 75 | 150 | 224 | 298 | 372 | 445 | 517 | 588 | 658 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 738,69 | 624 | 682 | 738 | 793 | 847 | 899 | 949 | 998 | 1044 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 1028,13 | 869 | 949 | 1028 | 1104 | 1179 | 1251 | 1321 | 1389 | 1453 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 822,81 | 695 | 760 | 822 | 884 | 943 | 1001 | 1057 | 1111 | 1163 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 743,16 | 628 | 686 | 743 | 798 | 852 | 904 | 955 | 1004 | 1051 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 1032,60 | 872 | 953 | 1032 | 1109 | 1184 | 1257 | 1327 | 1395 | 1460 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 827,29 | 699 | 764 | 827 | 889 | 949 | 1007 | 1063 | 1117 | 1169 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 644 | 704 | 762 | 819 | 874 | 928 | 980 | 1030 | 1078 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 889 | 971 | 1051 | 1130 | 1206 | 1280 | 1352 | 1421 | 1487 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 644 | 704 | 762 | 819 | 874 | 928 | 980 | 1030 | 1078 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 889 | 971 | 1051 | 1130 | 1206 | 1280 | 1352 | 1421 | 1487 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 775,73 | 655 | 716 | 775 | 833 | 889 | 944 | 997 | 1048 | 1097 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1065,18 | 900 | 983 | 1065 | 1144 | 1221 | 1296 | 1369 | 1439 | 1506 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 859,87 | 726 | 794 | 859 | 924 | 986 | 1046 | 1105 | 1161 | 1216 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 67 – Tração de projeto para rede primária – 3º Nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 25kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 670,48 | 58 | 117 | 175 | 233 | 290 | 347 | 403 | 458 | 513 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 933,19 | 81 | 163 | 243 | 324 | 404 | 483 | 561 | 638 | 714 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 746,84 | 65 | 130 | 195 | 259 | 323 | 386 | 449 | 511 | 571 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 674,54 | 59 | 118 | 176 | 234 | 292 | 349 | 405 | 461 | 516 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 937,26 | 82 | 163 | 245 | 325 | 406 | 485 | 563 | 641 | 717 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 750,90 | 65 | 131 | 196 | 261 | 325 | 389 | 451 | 513 | 574 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 60 | 121 | 181 | 240 | 299 | 358 | 416 | 473 | 529 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 67 | 134 | 200 | 267 | 332 | 397 | 462 | 525 | 588 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 60 | 121 | 181 | 240 | 299 | 358 | 416 | 473 | 529 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 67 | 134 | 200 | 267 | 332 | 397 | 462 | 525 | 588 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 704,11 | 61 | 123 | 184 | 244 | 305 | 364 | 423 | 481 | 539 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 966,83 | 84 | 168 | 252 | 336 | 418 | 500 | 581 | 661 | 740 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 780,47 | 68 | 136 | 204 | 271 | 338 | 404 | 469 | 534 | 597 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 25kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 25kV | 35mm ² /9,5mm AZ | 670,48 | 566 | 619 | 670 | 720 | 769 | 816 | 862 | 906 | 948 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AL | 933,19 | 788 | 861 | 933 | 1002 | 1070 | 1136 | 1199 | 1260 | 1319 |
| 25kV | 35mm ² /9,78mm AA | 746,84 | 631 | 689 | 746 | 802 | 856 | 909 | 960 | 1009 | 1056 |
| 25kV | 50mm ² /9,5mm AZ | 674,54 | 570 | 623 | 674 | 725 | 773 | 821 | 867 | 911 | 954 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AL | 937,26 | 792 | 865 | 937 | 1007 | 1075 | 1141 | 1204 | 1266 | 1325 |
| 25kV | 50mm ² /9,78mm AA | 750,90 | 634 | 693 | 751 | 807 | 861 | 914 | 965 | 1014 | 1062 |
| 25kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 585 | 639 | 692 | 743 | 793 | 842 | 889 | 935 | 978 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 807 | 881 | 954 | 1025 | 1095 | 1162 | 1227 | 1289 | 1350 |
| 25kV | 70mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 649 | 709 | 768 | 825 | 881 | 935 | 987 | 1038 | 1086 |
| 25kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 585 | 639 | 692 | 743 | 793 | 842 | 889 | 935 | 978 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 807 | 881 | 954 | 1025 | 1095 | 1162 | 1227 | 1289 | 1350 |
| 25kV | 120mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 649 | 709 | 768 | 825 | 881 | 935 | 987 | 1038 | 1086 |
| 25kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 704,11 | 595 | 650 | 704 | 756 | 807 | 857 | 905 | 951 | 995 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AL | 966,83 | 817 | 892 | 966 | 1038 | 1109 | 1177 | 1242 | 1306 | 1367 |
| 25kV | 185mm ² /9,78mm AA | 780,47 | 659 | 720 | 780 | 838 | 895 | 950 | 1003 | 1054 | 1103 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 68 – Tração de projeto para rede primária – 1º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível –36,2kV | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 102 | 203 | 305 | 405 | 505 | 604 | 702 | 799 | 893 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 82 | 164 | 245 | 326 | 407 | 486 | 565 | 643 | 719 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 102 | 203 | 305 | 405 | 505 | 604 | 702 | 799 | 893 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 82 | 164 | 245 | 326 | 407 | 486 | 565 | 643 | 719 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 861,45 | 75 | 150 | 225 | 299 | 373 | 446 | 518 | 589 | 659 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1182,88 | 103 | 206 | 309 | 411 | 512 | 612 | 711 | 809 | 905 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 954,88 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 1º Nível – 36,2kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 987 | 1078 | 1167 | 1255 | 1339 | 1421 | 1501 | 1577 | 1651 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 794 | 868 | 940 | 1010 | 1078 | 1144 | 1208 | 1270 | 1329 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 846,53 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1167,95 | 987 | 1078 | 1167 | 1255 | 1339 | 1421 | 1501 | 1577 | 1651 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 939,95 | 794 | 868 | 940 | 1010 | 1078 | 1144 | 1208 | 1270 | 1329 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 861,45 | 728 | 795 | 861 | 925 | 988 | 1048 | 1107 | 1163 | 1218 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1182,88 | 999 | 1092 | 1182 | 1271 | 1356 | 1440 | 1520 | 1598 | 1672 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 954,88 | 807 | 881 | 954 | 1026 | 1095 | 1162 | 1227 | 1290 | 1350 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 69 – Tração de projeto para rede primária – 2º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 36,2kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 66 | 133 | 199 | 265 | 330 | 394 | 458 | 521 | 583 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 92 | 183 | 274 | 365 | 455 | 544 | 632 | 719 | 805 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 66 | 133 | 199 | 265 | 330 | 394 | 458 | 521 | 583 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 92 | 183 | 274 | 365 | 455 | 544 | 632 | 719 | 805 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 74 | 147 | 221 | 294 | 366 | 438 | 509 | 579 | 648 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 775,73 | 68 | 135 | 202 | 269 | 336 | 401 | 466 | 530 | 593 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1065,18 | 93 | 186 | 278 | 370 | 461 | 551 | 640 | 728 | 815 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 859,87 | 75 | 150 | 224 | 298 | 372 | 445 | 517 | 588 | 658 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 2º Nível – 36,2kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 644 | 704 | 762 | 819 | 874 | 928 | 980 | 1030 | 1078 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 889 | 971 | 1051 | 1130 | 1206 | 1280 | 1352 | 1421 | 1487 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 762,30 | 644 | 704 | 762 | 819 | 874 | 928 | 980 | 1030 | 1078 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 1051,74 | 889 | 971 | 1051 | 1130 | 1206 | 1280 | 1352 | 1421 | 1487 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 846,42 | 715 | 781 | 846 | 909 | 971 | 1030 | 1088 | 1143 | 1197 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 775,73 | 655 | 716 | 775 | 833 | 889 | 944 | 997 | 1048 | 1097 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 1065,18 | 900 | 983 | 1065 | 1144 | 1221 | 1296 | 1369 | 1439 | 1506 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 859,87 | 726 | 794 | 859 | 924 | 986 | 1046 | 1105 | 1161 | 1216 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 70 – Tração de projeto para rede primária – 3º nível – Cabos de alumínio protegido – Compacta 36,2kV

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 36,2kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 60 | 121 | 181 | 240 | 299 | 358 | 416 | 473 | 529 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 67 | 134 | 200 | 267 | 332 | 397 | 462 | 525 | 588 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 60 | 121 | 181 | 240 | 299 | 358 | 416 | 473 | 529 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 83 | 166 | 249 | 331 | 413 | 494 | 574 | 653 | 730 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 67 | 134 | 200 | 267 | 332 | 397 | 462 | 525 | 588 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 704,11 | 61 | 123 | 184 | 244 | 305 | 364 | 423 | 481 | 539 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 966,83 | 84 | 168 | 252 | 336 | 418 | 500 | 581 | 661 | 740 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 780,47 | 68 | 136 | 204 | 271 | 338 | 404 | 469 | 534 | 597 |

| TABELA DE TRAÇÃO DE PROJETO PARA REDE PRIMÁRIA EM 3º Nível – 36,2kV | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Nome Código | TIPO | Tração de projeto (daN) | Ângulo (°) | | | | | | | | |
| | | | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 585 | 639 | 692 | 743 | 793 | 842 | 889 | 935 | 978 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 807 | 881 | 954 | 1025 | 1095 | 1162 | 1227 | 1289 | 1350 |
| 36,2kV | 70mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 649 | 709 | 768 | 825 | 881 | 935 | 987 | 1038 | 1086 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,5mm AZ | 691,91 | 585 | 639 | 692 | 743 | 793 | 842 | 889 | 935 | 978 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AL | 954,63 | 807 | 881 | 954 | 1025 | 1095 | 1162 | 1227 | 1289 | 1350 |
| 36,2kV | 120mm ² /9,78mm AA | 768,27 | 649 | 709 | 768 | 825 | 881 | 935 | 987 | 1038 | 1086 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,5mm AZ | 704,11 | 595 | 650 | 704 | 756 | 807 | 857 | 905 | 951 | 995 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AL | 966,83 | 817 | 892 | 966 | 1038 | 1109 | 1177 | 1242 | 1306 | 1367 |
| 36,2kV | 185mm ² /9,78mm AA | 780,47 | 659 | 720 | 780 | 838 | 895 | 950 | 1003 | 1054 | 1103 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 112 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 71 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 4AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,009 | 0,035 | 0,080 | 0,144 | 0,227 | 0,331 | 0,456 | 0,602 |
| 0 | 0,011 | 0,043 | 0,096 | 0,171 | 0,267 | 0,385 | 0,524 | 0,684 |
| 5 | 0,014 | 0,054 | 0,119 | 0,207 | 0,318 | 0,449 | 0,601 | 0,774 |
| 10 | 0,019 | 0,071 | 0,151 | 0,254 | 0,378 | 0,522 | 0,686 | 0,868 |
| 15 | 0,028 | 0,097 | 0,193 | 0,309 | 0,445 | 0,600 | 0,773 | 0,965 |
| 20 | 0,047 | 0,133 | 0,241 | 0,369 | 0,516 | 0,680 | 0,862 | 1,061 |
| 25 | 0,071 | 0,171 | 0,291 | 0,430 | 0,586 | 0,759 | 0,949 | 1,156 |
| 30 | 0,093 | 0,207 | 0,340 | 0,489 | 0,654 | 0,835 | 1,033 | 1,248 |
| 35 | 0,112 | 0,241 | 0,385 | 0,545 | 0,719 | 0,909 | 1,115 | 1,337 |
| 40 | 0,129 | 0,271 | 0,427 | 0,597 | 0,781 | 0,980 | 1,194 | 1,422 |
| 45 | 0,144 | 0,299 | 0,467 | 0,647 | 0,841 | 1,048 | 1,269 | 1,505 |
| 50 | 0,158 | 0,326 | 0,504 | 0,694 | 0,897 | 1,113 | 1,342 | 1,585 |

Tabela 72 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,009 | 0,037 | 0,084 | 0,151 | 0,239 | 0,350 | 0,483 | 0,639 |
| 0 | 0,011 | 0,045 | 0,102 | 0,181 | 0,283 | 0,408 | 0,555 | 0,725 |
| 5 | 0,015 | 0,058 | 0,127 | 0,221 | 0,337 | 0,476 | 0,636 | 0,818 |
| 10 | 0,021 | 0,077 | 0,162 | 0,271 | 0,401 | 0,551 | 0,722 | 0,913 |
| 15 | 0,032 | 0,106 | 0,206 | 0,328 | 0,469 | 0,630 | 0,810 | 1,010 |
| 20 | 0,053 | 0,143 | 0,256 | 0,389 | 0,540 | 0,710 | 0,898 | 1,106 |
| 25 | 0,077 | 0,181 | 0,306 | 0,449 | 0,610 | 0,788 | 0,985 | 1,199 |
| 30 | 0,098 | 0,217 | 0,353 | 0,507 | 0,677 | 0,864 | 1,068 | 1,290 |
| 35 | 0,117 | 0,249 | 0,398 | 0,562 | 0,741 | 0,937 | 1,149 | 1,377 |
| 40 | 0,133 | 0,279 | 0,439 | 0,613 | 0,802 | 1,006 | 1,226 | 1,462 |
| 45 | 0,148 | 0,307 | 0,478 | 0,662 | 0,860 | 1,073 | 1,300 | 1,543 |
| 50 | 0,161 | 0,333 | 0,515 | 0,709 | 0,916 | 1,137 | 1,372 | 1,622 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 73 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1/0 AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 1/0 AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,010 | 0,040 | 0,091 | 0,165 | 0,262 | 0,384 | 0,532 | 0,706 |
| 0 | 0,012 | 0,050 | 0,112 | 0,199 | 0,311 | 0,448 | 0,610 | 0,797 |
| 5 | 0,017 | 0,065 | 0,141 | 0,244 | 0,371 | 0,521 | 0,695 | 0,892 |
| 10 | 0,024 | 0,088 | 0,181 | 0,298 | 0,438 | 0,599 | 0,783 | 0,989 |
| 15 | 0,040 | 0,121 | 0,228 | 0,357 | 0,508 | 0,679 | 0,872 | 1,085 |
| 20 | 0,063 | 0,159 | 0,278 | 0,418 | 0,578 | 0,758 | 0,958 | 1,179 |
| 25 | 0,086 | 0,196 | 0,327 | 0,478 | 0,647 | 0,835 | 1,043 | 1,271 |
| 30 | 0,106 | 0,231 | 0,374 | 0,534 | 0,712 | 0,909 | 1,124 | 1,359 |
| 35 | 0,123 | 0,262 | 0,417 | 0,587 | 0,775 | 0,980 | 1,203 | 1,444 |
| 40 | 0,139 | 0,291 | 0,457 | 0,638 | 0,834 | 1,047 | 1,278 | 1,526 |
| 45 | 0,153 | 0,318 | 0,495 | 0,686 | 0,891 | 1,112 | 1,350 | 1,606 |
| 50 | 0,167 | 0,343 | 0,531 | 0,731 | 0,945 | 1,175 | 1,420 | 1,682 |

Tabela 74 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2/0 AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2/0 AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,010 | 0,040 | 0,091 | 0,164 | 0,260 | 0,382 | 0,528 | 0,701 |
| 0 | 0,012 | 0,050 | 0,111 | 0,198 | 0,309 | 0,446 | 0,606 | 0,792 |
| 5 | 0,016 | 0,064 | 0,140 | 0,242 | 0,368 | 0,518 | 0,691 | 0,887 |
| 10 | 0,024 | 0,087 | 0,179 | 0,296 | 0,435 | 0,596 | 0,779 | 0,984 |
| 15 | 0,039 | 0,120 | 0,226 | 0,355 | 0,505 | 0,675 | 0,867 | 1,080 |
| 20 | 0,062 | 0,158 | 0,276 | 0,416 | 0,575 | 0,754 | 0,954 | 1,174 |
| 25 | 0,085 | 0,195 | 0,325 | 0,475 | 0,644 | 0,831 | 1,038 | 1,265 |
| 30 | 0,105 | 0,230 | 0,372 | 0,532 | 0,709 | 0,905 | 1,120 | 1,354 |
| 35 | 0,123 | 0,261 | 0,415 | 0,585 | 0,772 | 0,976 | 1,198 | 1,439 |
| 40 | 0,139 | 0,290 | 0,455 | 0,636 | 0,832 | 1,044 | 1,274 | 1,521 |
| 45 | 0,153 | 0,317 | 0,493 | 0,684 | 0,888 | 1,109 | 1,346 | 1,601 |
| 50 | 0,166 | 0,342 | 0,529 | 0,729 | 0,943 | 1,171 | 1,416 | 1,677 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 75 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3/0 AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3/0 AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,010 | 0,041 | 0,095 | 0,171 | 0,272 | 0,400 | 0,554 | 0,736 |
| 0 | 0,013 | 0,052 | 0,117 | 0,207 | 0,324 | 0,466 | 0,635 | 0,829 |
| 5 | 0,017 | 0,068 | 0,148 | 0,254 | 0,385 | 0,541 | 0,721 | 0,925 |
| 10 | 0,026 | 0,093 | 0,189 | 0,309 | 0,453 | 0,620 | 0,809 | 1,022 |
| 15 | 0,043 | 0,127 | 0,237 | 0,369 | 0,523 | 0,699 | 0,897 | 1,117 |
| 20 | 0,066 | 0,165 | 0,287 | 0,430 | 0,593 | 0,778 | 0,983 | 1,210 |
| 25 | 0,089 | 0,202 | 0,335 | 0,489 | 0,661 | 0,854 | 1,067 | 1,301 |
| 30 | 0,108 | 0,236 | 0,381 | 0,544 | 0,726 | 0,927 | 1,147 | 1,388 |
| 35 | 0,126 | 0,267 | 0,424 | 0,597 | 0,788 | 0,997 | 1,225 | 1,472 |
| 40 | 0,141 | 0,295 | 0,464 | 0,647 | 0,847 | 1,064 | 1,299 | 1,553 |
| 45 | 0,155 | 0,322 | 0,501 | 0,694 | 0,903 | 1,128 | 1,371 | 1,631 |
| 50 | 0,168 | 0,346 | 0,536 | 0,739 | 0,957 | 1,190 | 1,440 | 1,707 |

Tabela 76 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4/0 AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 4/0 AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,010 | 0,042 | 0,095 | 0,172 | 0,275 | 0,404 | 0,560 | 0,744 |
| 0 | 0,013 | 0,052 | 0,118 | 0,209 | 0,327 | 0,471 | 0,641 | 0,837 |
| 5 | 0,018 | 0,069 | 0,149 | 0,256 | 0,389 | 0,546 | 0,727 | 0,933 |
| 10 | 0,026 | 0,094 | 0,190 | 0,312 | 0,456 | 0,624 | 0,815 | 1,030 |
| 15 | 0,043 | 0,128 | 0,239 | 0,372 | 0,527 | 0,704 | 0,903 | 1,125 |
| 20 | 0,067 | 0,166 | 0,289 | 0,432 | 0,597 | 0,782 | 0,989 | 1,218 |
| 25 | 0,089 | 0,203 | 0,337 | 0,491 | 0,665 | 0,858 | 1,072 | 1,308 |
| 30 | 0,109 | 0,237 | 0,383 | 0,547 | 0,729 | 0,931 | 1,153 | 1,395 |
| 35 | 0,126 | 0,268 | 0,425 | 0,599 | 0,791 | 1,001 | 1,230 | 1,478 |
| 40 | 0,142 | 0,296 | 0,465 | 0,649 | 0,850 | 1,068 | 1,304 | 1,559 |
| 45 | 0,156 | 0,323 | 0,502 | 0,696 | 0,906 | 1,132 | 1,375 | 1,637 |
| 50 | 0,169 | 0,347 | 0,537 | 0,741 | 0,959 | 1,193 | 1,444 | 1,713 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 77 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG (19 fios) de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG (19 FIOS) DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|---|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (em) metros | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,011 | 0,043 | 0,097 | 0,175 | 0,280 | 0,411 | 0,570 | 0,757 |
| 0 | 0,013 | 0,053 | 0,119 | 0,212 | 0,332 | 0,478 | 0,650 | 0,849 |
| 5 | 0,018 | 0,069 | 0,151 | 0,259 | 0,393 | 0,552 | 0,736 | 0,944 |
| 10 | 0,026 | 0,094 | 0,191 | 0,314 | 0,460 | 0,630 | 0,823 | 1,040 |
| 15 | 0,043 | 0,128 | 0,239 | 0,373 | 0,530 | 0,709 | 0,910 | 1,134 |
| 20 | 0,066 | 0,166 | 0,289 | 0,433 | 0,599 | 0,786 | 0,995 | 1,226 |
| 25 | 0,089 | 0,202 | 0,337 | 0,492 | 0,666 | 0,862 | 1,078 | 1,316 |
| 30 | 0,108 | 0,236 | 0,382 | 0,547 | 0,731 | 0,934 | 1,158 | 1,402 |
| 35 | 0,126 | 0,267 | 0,425 | 0,599 | 0,792 | 1,003 | 1,234 | 1,485 |
| 40 | 0,141 | 0,295 | 0,464 | 0,649 | 0,851 | 1,070 | 1,308 | 1,566 |
| 45 | 0,155 | 0,322 | 0,502 | 0,696 | 0,906 | 1,134 | 1,379 | 1,643 |
| 50 | 0,168 | 0,346 | 0,537 | 0,741 | 0,960 | 1,195 | 1,447 | 1,718 |

Tabela 78 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG (7 fios) de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG (7 FIOS) DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,010 | 0,041 | 0,094 | 0,170 | 0,270 | 0,396 | 0,549 | 0,729 |
| 0 | 0,013 | 0,051 | 0,116 | 0,205 | 0,321 | 0,462 | 0,629 | 0,822 |
| 5 | 0,017 | 0,067 | 0,146 | 0,251 | 0,382 | 0,536 | 0,715 | 0,917 |
| 10 | 0,025 | 0,091 | 0,186 | 0,306 | 0,449 | 0,615 | 0,803 | 1,014 |
| 15 | 0,042 | 0,125 | 0,234 | 0,366 | 0,519 | 0,694 | 0,891 | 1,109 |
| 20 | 0,065 | 0,163 | 0,284 | 0,427 | 0,589 | 0,773 | 0,977 | 1,203 |
| 25 | 0,088 | 0,200 | 0,333 | 0,485 | 0,657 | 0,849 | 1,061 | 1,293 |
| 30 | 0,108 | 0,234 | 0,379 | 0,541 | 0,722 | 0,922 | 1,141 | 1,381 |
| 35 | 0,125 | 0,265 | 0,422 | 0,594 | 0,784 | 0,992 | 1,219 | 1,465 |
| 40 | 0,141 | 0,294 | 0,462 | 0,644 | 0,843 | 1,059 | 1,293 | 1,546 |
| 45 | 0,155 | 0,321 | 0,499 | 0,692 | 0,900 | 1,124 | 1,365 | 1,625 |
| 50 | 0,168 | 0,345 | 0,535 | 0,737 | 0,953 | 1,186 | 1,434 | 1,701 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 79 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio nu – CA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG DE ALUMÍNIO NU – CA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,011 | 0,043 | 0,097 | 0,175 | 0,279 | 0,410 | 0,568 | 0,755 |
| 0 | 0,013 | 0,053 | 0,119 | 0,212 | 0,331 | 0,476 | 0,648 | 0,847 |
| 5 | 0,018 | 0,069 | 0,150 | 0,258 | 0,391 | 0,550 | 0,733 | 0,942 |
| 10 | 0,026 | 0,093 | 0,190 | 0,312 | 0,458 | 0,627 | 0,820 | 1,037 |
| 15 | 0,042 | 0,127 | 0,237 | 0,371 | 0,528 | 0,706 | 0,907 | 1,131 |
| 20 | 0,065 | 0,164 | 0,287 | 0,431 | 0,597 | 0,784 | 0,992 | 1,223 |
| 25 | 0,088 | 0,201 | 0,335 | 0,489 | 0,664 | 0,859 | 1,075 | 1,312 |
| 30 | 0,107 | 0,234 | 0,380 | 0,545 | 0,728 | 0,931 | 1,154 | 1,398 |
| 35 | 0,125 | 0,265 | 0,423 | 0,597 | 0,790 | 1,001 | 1,231 | 1,482 |
| 40 | 0,140 | 0,294 | 0,463 | 0,647 | 0,848 | 1,067 | 1,305 | 1,562 |
| 45 | 0,154 | 0,320 | 0,500 | 0,694 | 0,904 | 1,131 | 1,376 | 1,640 |
| 50 | 0,167 | 0,345 | 0,535 | 0,739 | 0,957 | 1,192 | 1,444 | 1,715 |

Tabela 80 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 4AWG DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU – CAA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,007 | 0,027 | 0,061 | 0,109 | 0,171 | 0,247 | 0,338 | 0,443 |
| 0 | 0,008 | 0,031 | 0,069 | 0,123 | 0,192 | 0,277 | 0,377 | 0,493 |
| 5 | 0,009 | 0,036 | 0,080 | 0,141 | 0,219 | 0,314 | 0,424 | 0,550 |
| 10 | 0,011 | 0,042 | 0,094 | 0,164 | 0,252 | 0,357 | 0,478 | 0,614 |
| 15 | 0,013 | 0,051 | 0,113 | 0,194 | 0,293 | 0,408 | 0,539 | 0,685 |
| 20 | 0,017 | 0,065 | 0,138 | 0,230 | 0,341 | 0,466 | 0,607 | 0,761 |
| 25 | 0,024 | 0,085 | 0,170 | 0,274 | 0,395 | 0,530 | 0,679 | 0,841 |
| 30 | 0,036 | 0,112 | 0,209 | 0,323 | 0,453 | 0,596 | 0,753 | 0,923 |
| 35 | 0,055 | 0,143 | 0,251 | 0,375 | 0,513 | 0,664 | 0,828 | 1,005 |
| 40 | 0,075 | 0,176 | 0,293 | 0,426 | 0,572 | 0,731 | 0,902 | 1,086 |
| 45 | 0,093 | 0,206 | 0,334 | 0,476 | 0,630 | 0,796 | 0,975 | 1,165 |
| 50 | 0,110 | 0,234 | 0,373 | 0,523 | 0,686 | 0,860 | 1,045 | 1,242 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 81 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2AWG DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU – CAA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,007 | 0,029 | 0,065 | 0,115 | 0,181 | 0,262 | 0,359 | 0,472 |
| 0 | 0,008 | 0,033 | 0,074 | 0,131 | 0,205 | 0,296 | 0,402 | 0,526 |
| 5 | 0,010 | 0,038 | 0,086 | 0,152 | 0,235 | 0,336 | 0,453 | 0,587 |
| 10 | 0,012 | 0,046 | 0,102 | 0,177 | 0,271 | 0,383 | 0,511 | 0,655 |
| 15 | 0,015 | 0,057 | 0,123 | 0,210 | 0,315 | 0,438 | 0,576 | 0,729 |
| 20 | 0,019 | 0,073 | 0,151 | 0,250 | 0,366 | 0,498 | 0,646 | 0,807 |
| 25 | 0,028 | 0,096 | 0,187 | 0,297 | 0,423 | 0,564 | 0,719 | 0,888 |
| 30 | 0,044 | 0,125 | 0,227 | 0,347 | 0,482 | 0,631 | 0,794 | 0,970 |
| 35 | 0,064 | 0,157 | 0,270 | 0,398 | 0,541 | 0,698 | 0,868 | 1,051 |
| 40 | 0,083 | 0,189 | 0,312 | 0,449 | 0,600 | 0,764 | 0,941 | 1,131 |
| 45 | 0,100 | 0,218 | 0,351 | 0,498 | 0,657 | 0,829 | 1,013 | 1,209 |
| 50 | 0,116 | 0,246 | 0,389 | 0,544 | 0,712 | 0,891 | 1,082 | 1,285 |

Tabela 82 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 1/0 AWG DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,007 | 0,030 | 0,067 | 0,120 | 0,189 | 0,274 | 0,375 | 0,494 |
| 0 | 0,009 | 0,034 | 0,077 | 0,138 | 0,215 | 0,310 | 0,421 | 0,550 |
| 5 | 0,010 | 0,040 | 0,090 | 0,160 | 0,247 | 0,352 | 0,475 | 0,615 |
| 10 | 0,012 | 0,049 | 0,108 | 0,187 | 0,286 | 0,402 | 0,536 | 0,685 |
| 15 | 0,016 | 0,061 | 0,131 | 0,223 | 0,333 | 0,460 | 0,603 | 0,762 |
| 20 | 0,022 | 0,079 | 0,162 | 0,265 | 0,386 | 0,522 | 0,674 | 0,841 |
| 25 | 0,032 | 0,104 | 0,200 | 0,313 | 0,443 | 0,588 | 0,748 | 0,923 |
| 30 | 0,050 | 0,135 | 0,241 | 0,364 | 0,503 | 0,656 | 0,823 | 1,005 |
| 35 | 0,070 | 0,167 | 0,284 | 0,416 | 0,562 | 0,723 | 0,897 | 1,086 |
| 40 | 0,089 | 0,198 | 0,325 | 0,466 | 0,621 | 0,789 | 0,970 | 1,165 |
| 45 | 0,105 | 0,227 | 0,364 | 0,514 | 0,677 | 0,852 | 1,041 | 1,242 |
| 50 | 0,120 | 0,254 | 0,401 | 0,560 | 0,731 | 0,914 | 1,109 | 1,317 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 83 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2/0 AWG DE COM ALMA DE AÇO ALUMÍNIO NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,031 | 0,070 | 0,125 | 0,197 | 0,286 | 0,392 | 0,516 |
| 0 | 0,009 | 0,036 | 0,081 | 0,144 | 0,225 | 0,324 | 0,441 | 0,576 |
| 5 | 0,011 | 0,043 | 0,095 | 0,168 | 0,259 | 0,369 | 0,497 | 0,643 |
| 10 | 0,013 | 0,052 | 0,114 | 0,198 | 0,300 | 0,422 | 0,560 | 0,716 |
| 15 | 0,017 | 0,066 | 0,140 | 0,235 | 0,349 | 0,481 | 0,629 | 0,793 |
| 20 | 0,024 | 0,085 | 0,172 | 0,279 | 0,404 | 0,545 | 0,702 | 0,874 |
| 25 | 0,036 | 0,112 | 0,211 | 0,328 | 0,462 | 0,612 | 0,776 | 0,956 |
| 30 | 0,055 | 0,144 | 0,253 | 0,380 | 0,522 | 0,679 | 0,851 | 1,037 |
| 35 | 0,075 | 0,176 | 0,295 | 0,431 | 0,581 | 0,746 | 0,924 | 1,117 |
| 40 | 0,093 | 0,207 | 0,336 | 0,480 | 0,639 | 0,811 | 0,996 | 1,196 |
| 45 | 0,109 | 0,235 | 0,374 | 0,528 | 0,694 | 0,873 | 1,066 | 1,272 |
| 50 | 0,124 | 0,261 | 0,411 | 0,573 | 0,747 | 0,934 | 1,134 | 1,346 |

Tabela 84 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3/0 AWG DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,031 | 0,071 | 0,127 | 0,200 | 0,290 | 0,397 | 0,523 |
| 0 | 0,009 | 0,036 | 0,082 | 0,146 | 0,228 | 0,328 | 0,447 | 0,584 |
| 5 | 0,011 | 0,043 | 0,097 | 0,170 | 0,263 | 0,375 | 0,504 | 0,652 |
| 10 | 0,014 | 0,053 | 0,116 | 0,201 | 0,305 | 0,428 | 0,568 | 0,726 |
| 15 | 0,018 | 0,067 | 0,143 | 0,239 | 0,355 | 0,488 | 0,638 | 0,804 |
| 20 | 0,025 | 0,088 | 0,176 | 0,284 | 0,410 | 0,553 | 0,711 | 0,885 |
| 25 | 0,038 | 0,116 | 0,216 | 0,334 | 0,469 | 0,620 | 0,786 | 0,967 |
| 30 | 0,057 | 0,147 | 0,258 | 0,385 | 0,529 | 0,687 | 0,860 | 1,048 |
| 35 | 0,077 | 0,179 | 0,300 | 0,436 | 0,588 | 0,754 | 0,934 | 1,128 |
| 40 | 0,095 | 0,210 | 0,340 | 0,486 | 0,645 | 0,818 | 1,005 | 1,206 |
| 45 | 0,111 | 0,238 | 0,379 | 0,533 | 0,700 | 0,881 | 1,075 | 1,282 |
| 50 | 0,125 | 0,264 | 0,415 | 0,578 | 0,753 | 0,942 | 1,142 | 1,356 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 85 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 4/0 AWG de alumínio com alma de aço nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 4/0 AWG DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,032 | 0,071 | 0,128 | 0,201 | 0,291 | 0,400 | 0,526 |
| 0 | 0,009 | 0,037 | 0,083 | 0,147 | 0,229 | 0,330 | 0,450 | 0,587 |
| 5 | 0,011 | 0,044 | 0,097 | 0,171 | 0,265 | 0,377 | 0,507 | 0,655 |
| 10 | 0,014 | 0,053 | 0,117 | 0,202 | 0,307 | 0,430 | 0,571 | 0,730 |
| 15 | 0,018 | 0,068 | 0,144 | 0,241 | 0,357 | 0,491 | 0,641 | 0,808 |
| 20 | 0,025 | 0,089 | 0,177 | 0,286 | 0,412 | 0,555 | 0,714 | 0,889 |
| 25 | 0,038 | 0,116 | 0,217 | 0,336 | 0,471 | 0,622 | 0,789 | 0,971 |
| 30 | 0,058 | 0,148 | 0,259 | 0,387 | 0,531 | 0,690 | 0,863 | 1,052 |
| 35 | 0,078 | 0,180 | 0,301 | 0,438 | 0,590 | 0,756 | 0,937 | 1,132 |
| 40 | 0,096 | 0,211 | 0,342 | 0,487 | 0,647 | 0,821 | 1,008 | 1,210 |
| 45 | 0,111 | 0,238 | 0,380 | 0,534 | 0,702 | 0,883 | 1,078 | 1,286 |
| 50 | 0,126 | 0,264 | 0,416 | 0,579 | 0,755 | 0,944 | 1,145 | 1,360 |

Tabela 86 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8AWG de alumínio (18 fios) com alma de aço (1 fio) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG DE ALUMÍNIO (18 FIOS) COM ALMA DE AÇO (1 FIO) NU – CAA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,009 | 0,036 | 0,083 | 0,148 | 0,234 | 0,341 | 0,470 | 0,622 |
| 0 | 0,011 | 0,044 | 0,098 | 0,175 | 0,273 | 0,393 | 0,535 | 0,699 |
| 5 | 0,014 | 0,054 | 0,120 | 0,209 | 0,321 | 0,454 | 0,608 | 0,783 |
| 10 | 0,018 | 0,070 | 0,149 | 0,252 | 0,377 | 0,521 | 0,686 | 0,870 |
| 15 | 0,027 | 0,094 | 0,187 | 0,303 | 0,438 | 0,593 | 0,767 | 0,959 |
| 20 | 0,042 | 0,125 | 0,231 | 0,358 | 0,503 | 0,667 | 0,848 | 1,048 |
| 25 | 0,064 | 0,160 | 0,278 | 0,414 | 0,568 | 0,740 | 0,929 | 1,136 |
| 30 | 0,085 | 0,195 | 0,323 | 0,469 | 0,632 | 0,811 | 1,007 | 1,221 |
| 35 | 0,104 | 0,227 | 0,366 | 0,521 | 0,693 | 0,880 | 1,084 | 1,304 |
| 40 | 0,120 | 0,256 | 0,406 | 0,571 | 0,751 | 0,947 | 1,158 | 1,385 |
| 45 | 0,135 | 0,283 | 0,444 | 0,619 | 0,807 | 1,011 | 1,229 | 1,462 |
| 50 | 0,149 | 0,308 | 0,480 | 0,664 | 0,861 | 1,072 | 1,297 | 1,538 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 87 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG de alumínio (6 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG DE ALUMÍNIO (6FIOS) COM ALMA DE AÇO (7 FIOS) NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,032 | 0,072 | 0,128 | 0,202 | 0,293 | 0,402 | 0,530 |
| 0 | 0,009 | 0,037 | 0,083 | 0,148 | 0,232 | 0,334 | 0,454 | 0,593 |
| 5 | 0,011 | 0,044 | 0,099 | 0,174 | 0,268 | 0,382 | 0,514 | 0,664 |
| 10 | 0,014 | 0,055 | 0,120 | 0,207 | 0,313 | 0,438 | 0,581 | 0,741 |
| 15 | 0,019 | 0,070 | 0,148 | 0,247 | 0,365 | 0,501 | 0,653 | 0,823 |
| 20 | 0,027 | 0,093 | 0,184 | 0,295 | 0,423 | 0,568 | 0,729 | 0,906 |
| 25 | 0,042 | 0,123 | 0,225 | 0,347 | 0,484 | 0,638 | 0,807 | 0,991 |
| 30 | 0,062 | 0,156 | 0,269 | 0,400 | 0,546 | 0,707 | 0,883 | 1,074 |
| 35 | 0,082 | 0,188 | 0,312 | 0,452 | 0,606 | 0,775 | 0,959 | 1,157 |
| 40 | 0,100 | 0,219 | 0,353 | 0,502 | 0,665 | 0,842 | 1,032 | 1,237 |
| 45 | 0,116 | 0,247 | 0,392 | 0,550 | 0,721 | 0,906 | 1,103 | 1,314 |
| 50 | 0,131 | 0,273 | 0,429 | 0,596 | 0,775 | 0,967 | 1,172 | 1,390 |

Tabela 88 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 266,8 AWG de alumínio (26 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 266,8AWG DE ALUMÍNIO (26 FIOS) COM ALMA DE AÇO (7 FIOS) NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,030 | 0,068 | 0,122 | 0,191 | 0,276 | 0,378 | 0,497 |
| 0 | 0,009 | 0,034 | 0,077 | 0,138 | 0,215 | 0,309 | 0,421 | 0,550 |
| 5 | 0,010 | 0,040 | 0,089 | 0,158 | 0,244 | 0,349 | 0,471 | 0,610 |
| 10 | 0,012 | 0,047 | 0,105 | 0,183 | 0,280 | 0,395 | 0,528 | 0,677 |
| 15 | 0,015 | 0,058 | 0,125 | 0,214 | 0,322 | 0,448 | 0,590 | 0,748 |
| 20 | 0,019 | 0,073 | 0,152 | 0,253 | 0,371 | 0,507 | 0,658 | 0,824 |
| 25 | 0,027 | 0,094 | 0,186 | 0,297 | 0,425 | 0,569 | 0,728 | 0,902 |
| 30 | 0,041 | 0,121 | 0,224 | 0,345 | 0,482 | 0,634 | 0,800 | 0,981 |
| 35 | 0,059 | 0,152 | 0,265 | 0,395 | 0,540 | 0,699 | 0,872 | 1,060 |
| 40 | 0,079 | 0,183 | 0,306 | 0,444 | 0,597 | 0,763 | 0,943 | 1,137 |
| 45 | 0,096 | 0,212 | 0,345 | 0,492 | 0,652 | 0,826 | 1,013 | 1,213 |
| 50 | 0,112 | 0,240 | 0,382 | 0,538 | 0,706 | 0,887 | 1,081 | 1,287 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 89 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (18 fios) com alma de aço (1 fio) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 336,4AWG DE ALUMÍNIO (18 FIOS) COM ALMA DE AÇO (1 FIO) NU – CAA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,009 | 0,037 | 0,083 | 0,149 | 0,236 | 0,344 | 0,474 | 0,626 |
| 0 | 0,011 | 0,044 | 0,099 | 0,176 | 0,275 | 0,396 | 0,539 | 0,704 |
| 5 | 0,014 | 0,055 | 0,121 | 0,211 | 0,323 | 0,457 | 0,612 | 0,788 |
| 10 | 0,019 | 0,071 | 0,151 | 0,254 | 0,379 | 0,524 | 0,690 | 0,875 |
| 15 | 0,027 | 0,094 | 0,189 | 0,305 | 0,441 | 0,596 | 0,771 | 0,964 |
| 20 | 0,043 | 0,126 | 0,233 | 0,360 | 0,506 | 0,670 | 0,852 | 1,053 |
| 25 | 0,065 | 0,161 | 0,279 | 0,416 | 0,571 | 0,743 | 0,933 | 1,141 |
| 30 | 0,086 | 0,196 | 0,324 | 0,471 | 0,634 | 0,814 | 1,012 | 1,226 |
| 35 | 0,104 | 0,228 | 0,367 | 0,523 | 0,695 | 0,883 | 1,088 | 1,309 |
| 40 | 0,121 | 0,257 | 0,408 | 0,573 | 0,754 | 0,950 | 1,161 | 1,389 |
| 45 | 0,136 | 0,284 | 0,445 | 0,620 | 0,810 | 1,013 | 1,232 | 1,467 |
| 50 | 0,149 | 0,309 | 0,481 | 0,665 | 0,863 | 1,075 | 1,301 | 1,542 |

Tabela 90 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (26 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 336,4AWG DE ALUMÍNIO (26 FIOS) COM ALMA DE AÇO (7 FIOS) NU – CAA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,008 | 0,031 | 0,069 | 0,123 | 0,193 | 0,280 | 0,383 | 0,504 |
| 0 | 0,009 | 0,035 | 0,078 | 0,139 | 0,218 | 0,314 | 0,427 | 0,558 |
| 5 | 0,010 | 0,041 | 0,091 | 0,160 | 0,248 | 0,354 | 0,478 | 0,619 |
| 10 | 0,012 | 0,048 | 0,107 | 0,186 | 0,284 | 0,401 | 0,535 | 0,686 |
| 15 | 0,015 | 0,059 | 0,128 | 0,218 | 0,327 | 0,454 | 0,598 | 0,758 |
| 20 | 0,020 | 0,074 | 0,155 | 0,257 | 0,377 | 0,514 | 0,666 | 0,834 |
| 25 | 0,028 | 0,096 | 0,189 | 0,302 | 0,431 | 0,576 | 0,737 | 0,912 |
| 30 | 0,042 | 0,124 | 0,228 | 0,350 | 0,488 | 0,641 | 0,809 | 0,991 |
| 35 | 0,061 | 0,155 | 0,269 | 0,400 | 0,546 | 0,706 | 0,881 | 1,070 |
| 40 | 0,080 | 0,186 | 0,310 | 0,449 | 0,603 | 0,770 | 0,952 | 1,147 |
| 45 | 0,098 | 0,215 | 0,349 | 0,496 | 0,658 | 0,833 | 1,021 | 1,223 |
| 50 | 0,113 | 0,242 | 0,385 | 0,542 | 0,712 | 0,894 | 1,089 | 1,297 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 91 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 336,4AWG de alumínio (30 fios) com alma de aço (7 fios) nu – CAA

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 336,4 AWG DE ALUMÍNIO (30 FIOS) COM ALMA DE AÇO (7 FIOS) NU – CAA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,007 | 0,029 | 0,064 | 0,115 | 0,180 | 0,261 | 0,357 | 0,468 |
| 0 | 0,008 | 0,032 | 0,073 | 0,129 | 0,202 | 0,291 | 0,397 | 0,518 |
| 5 | 0,009 | 0,037 | 0,084 | 0,148 | 0,229 | 0,328 | 0,443 | 0,575 |
| 10 | 0,011 | 0,044 | 0,097 | 0,171 | 0,262 | 0,371 | 0,497 | 0,638 |
| 15 | 0,014 | 0,053 | 0,116 | 0,200 | 0,302 | 0,421 | 0,557 | 0,708 |
| 20 | 0,017 | 0,066 | 0,140 | 0,235 | 0,348 | 0,478 | 0,623 | 0,782 |
| 25 | 0,024 | 0,085 | 0,171 | 0,278 | 0,401 | 0,539 | 0,693 | 0,860 |
| 30 | 0,035 | 0,110 | 0,209 | 0,325 | 0,457 | 0,604 | 0,765 | 0,940 |
| 35 | 0,052 | 0,141 | 0,249 | 0,375 | 0,515 | 0,670 | 0,838 | 1,019 |
| 40 | 0,072 | 0,172 | 0,291 | 0,425 | 0,573 | 0,735 | 0,910 | 1,098 |
| 45 | 0,090 | 0,202 | 0,331 | 0,474 | 0,630 | 0,800 | 0,982 | 1,176 |
| 50 | 0,107 | 0,231 | 0,369 | 0,521 | 0,685 | 0,862 | 1,051 | 1,252 |

Tabela 92 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 1x1x35+35mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 1x1x35+35mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,013 | 0,051 | 0,115 | 0,205 | 0,322 | 0,465 | 0,636 | 0,833 |
| 0 | 0,014 | 0,055 | 0,124 | 0,220 | 0,344 | 0,495 | 0,674 | 0,881 |
| 5 | 0,015 | 0,060 | 0,134 | 0,237 | 0,369 | 0,528 | 0,716 | 0,931 |
| 10 | 0,016 | 0,065 | 0,145 | 0,256 | 0,396 | 0,565 | 0,760 | 0,984 |
| 15 | 0,018 | 0,072 | 0,159 | 0,278 | 0,426 | 0,603 | 0,808 | 1,039 |
| 20 | 0,020 | 0,079 | 0,174 | 0,302 | 0,460 | 0,645 | 0,858 | 1,096 |
| 25 | 0,023 | 0,089 | 0,192 | 0,329 | 0,496 | 0,690 | 0,910 | 1,156 |
| 30 | 0,026 | 0,100 | 0,213 | 0,359 | 0,535 | 0,737 | 0,964 | 1,217 |
| 35 | 0,030 | 0,114 | 0,237 | 0,392 | 0,576 | 0,785 | 1,020 | 1,279 |
| 40 | 0,036 | 0,130 | 0,263 | 0,428 | 0,619 | 0,836 | 1,077 | 1,342 |
| 45 | 0,044 | 0,149 | 0,292 | 0,465 | 0,664 | 0,887 | 1,134 | 1,405 |
| 50 | 0,055 | 0,172 | 0,324 | 0,504 | 0,710 | 0,939 | 1,193 | 1,469 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 93 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2x1x35+35mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2x1x35+35mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,023 | 0,092 | 0,208 | 0,373 | 0,587 | 0,852 | 1,166 | 1,531 |
| 0 | 0,025 | 0,099 | 0,223 | 0,396 | 0,618 | 0,890 | 1,212 | 1,583 |
| 5 | 0,027 | 0,107 | 0,238 | 0,420 | 0,651 | 0,931 | 1,259 | 1,635 |
| 10 | 0,029 | 0,116 | 0,256 | 0,446 | 0,685 | 0,972 | 1,306 | 1,687 |
| 15 | 0,032 | 0,126 | 0,275 | 0,473 | 0,720 | 1,013 | 1,353 | 1,740 |
| 20 | 0,036 | 0,138 | 0,295 | 0,502 | 0,756 | 1,056 | 1,401 | 1,792 |
| 25 | 0,040 | 0,151 | 0,317 | 0,532 | 0,793 | 1,099 | 1,449 | 1,845 |
| 30 | 0,046 | 0,166 | 0,341 | 0,563 | 0,831 | 1,142 | 1,497 | 1,897 |
| 35 | 0,052 | 0,182 | 0,366 | 0,595 | 0,868 | 1,185 | 1,545 | 1,949 |
| 40 | 0,061 | 0,200 | 0,392 | 0,628 | 0,907 | 1,228 | 1,593 | 2,001 |
| 45 | 0,070 | 0,220 | 0,418 | 0,661 | 0,945 | 1,271 | 1,640 | 2,052 |
| 50 | 0,082 | 0,240 | 0,445 | 0,694 | 0,983 | 1,315 | 1,688 | 2,103 |

Tabela 94 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 2x1x70+70mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 2x1x35+35mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,026 | 0,106 | 0,241 | 0,433 | 0,681 | 0,988 | 1,353 | 1,776 |
| 0 | 0,029 | 0,114 | 0,257 | 0,456 | 0,713 | 1,027 | 1,398 | 1,826 |
| 5 | 0,031 | 0,123 | 0,273 | 0,482 | 0,746 | 1,066 | 1,443 | 1,875 |
| 10 | 0,034 | 0,132 | 0,292 | 0,508 | 0,780 | 1,107 | 1,488 | 1,925 |
| 15 | 0,037 | 0,143 | 0,311 | 0,536 | 0,814 | 1,147 | 1,534 | 1,975 |
| 20 | 0,041 | 0,156 | 0,332 | 0,564 | 0,850 | 1,188 | 1,579 | 2,024 |
| 25 | 0,046 | 0,169 | 0,354 | 0,594 | 0,885 | 1,229 | 1,624 | 2,073 |
| 30 | 0,051 | 0,184 | 0,378 | 0,624 | 0,921 | 1,270 | 1,670 | 2,122 |
| 35 | 0,058 | 0,201 | 0,402 | 0,655 | 0,958 | 1,311 | 1,715 | 2,171 |
| 40 | 0,066 | 0,218 | 0,427 | 0,686 | 0,994 | 1,352 | 1,760 | 2,219 |
| 45 | 0,076 | 0,236 | 0,452 | 0,717 | 1,030 | 1,392 | 1,804 | 2,267 |
| 50 | 0,087 | 0,256 | 0,478 | 0,748 | 1,066 | 1,433 | 1,849 | 2,315 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 95 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x35+35mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3x1x35+35mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,025 | 0,102 | 0,232 | 0,417 | 0,658 | 0,954 | 1,308 | 1,718 |
| 0 | 0,028 | 0,111 | 0,249 | 0,442 | 0,691 | 0,995 | 1,355 | 1,770 |
| 5 | 0,030 | 0,120 | 0,267 | 0,469 | 0,726 | 1,037 | 1,402 | 1,822 |
| 10 | 0,033 | 0,130 | 0,286 | 0,497 | 0,762 | 1,079 | 1,450 | 1,873 |
| 15 | 0,037 | 0,142 | 0,307 | 0,527 | 0,798 | 1,122 | 1,497 | 1,925 |
| 20 | 0,042 | 0,156 | 0,330 | 0,557 | 0,836 | 1,165 | 1,545 | 1,977 |
| 25 | 0,047 | 0,171 | 0,354 | 0,589 | 0,873 | 1,208 | 1,592 | 2,028 |
| 30 | 0,054 | 0,188 | 0,379 | 0,621 | 0,911 | 1,250 | 1,639 | 2,079 |
| 35 | 0,062 | 0,206 | 0,405 | 0,653 | 0,949 | 1,293 | 1,686 | 2,130 |
| 40 | 0,072 | 0,225 | 0,432 | 0,686 | 0,987 | 1,336 | 1,733 | 2,180 |
| 45 | 0,083 | 0,245 | 0,459 | 0,719 | 1,025 | 1,378 | 1,779 | 2,229 |
| 50 | 0,096 | 0,266 | 0,486 | 0,751 | 1,063 | 1,420 | 1,825 | 2,279 |

Tabela 96 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x50+50mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3x1x50+50mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,025 | 0,099 | 0,225 | 0,402 | 0,633 | 0,917 | 1,255 | 1,647 |
| 0 | 0,026 | 0,106 | 0,238 | 0,424 | 0,662 | 0,954 | 1,298 | 1,695 |
| 5 | 0,028 | 0,113 | 0,253 | 0,447 | 0,693 | 0,991 | 1,342 | 1,744 |
| 10 | 0,031 | 0,122 | 0,269 | 0,471 | 0,725 | 1,030 | 1,386 | 1,793 |
| 15 | 0,033 | 0,131 | 0,287 | 0,496 | 0,757 | 1,069 | 1,430 | 1,843 |
| 20 | 0,037 | 0,141 | 0,305 | 0,523 | 0,791 | 1,108 | 1,475 | 1,892 |
| 25 | 0,040 | 0,153 | 0,326 | 0,551 | 0,825 | 1,148 | 1,520 | 1,941 |
| 30 | 0,045 | 0,166 | 0,347 | 0,579 | 0,860 | 1,189 | 1,565 | 1,990 |
| 35 | 0,050 | 0,181 | 0,369 | 0,609 | 0,895 | 1,229 | 1,610 | 2,039 |
| 40 | 0,057 | 0,196 | 0,393 | 0,639 | 0,931 | 1,270 | 1,655 | 2,088 |
| 45 | 0,064 | 0,213 | 0,417 | 0,669 | 0,967 | 1,310 | 1,700 | 2,136 |
| 50 | 0,073 | 0,231 | 0,442 | 0,700 | 1,003 | 1,351 | 1,745 | 2,185 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 97 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x70+70mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3x1x70+70mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,027 | 0,110 | 0,249 | 0,445 | 0,699 | 1,012 | 1,385 | 1,816 |
| 0 | 0,029 | 0,116 | 0,262 | 0,466 | 0,727 | 1,048 | 1,426 | 1,862 |
| 5 | 0,031 | 0,124 | 0,276 | 0,488 | 0,757 | 1,083 | 1,467 | 1,908 |
| 10 | 0,033 | 0,132 | 0,292 | 0,511 | 0,787 | 1,120 | 1,509 | 1,954 |
| 15 | 0,036 | 0,141 | 0,308 | 0,535 | 0,818 | 1,157 | 1,551 | 2,001 |
| 20 | 0,039 | 0,150 | 0,326 | 0,560 | 0,850 | 1,194 | 1,593 | 2,047 |
| 25 | 0,042 | 0,161 | 0,345 | 0,586 | 0,882 | 1,232 | 1,635 | 2,093 |
| 30 | 0,046 | 0,173 | 0,365 | 0,613 | 0,915 | 1,270 | 1,677 | 2,139 |
| 35 | 0,051 | 0,186 | 0,386 | 0,641 | 0,948 | 1,308 | 1,720 | 2,185 |
| 40 | 0,057 | 0,201 | 0,408 | 0,669 | 0,981 | 1,346 | 1,762 | 2,231 |
| 45 | 0,063 | 0,216 | 0,430 | 0,697 | 1,015 | 1,384 | 1,804 | 2,276 |
| 50 | 0,071 | 0,232 | 0,453 | 0,726 | 1,049 | 1,422 | 1,846 | 2,321 |

Tabela 98 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 3x1x120+70mm² de alumínio isolado - Multiplexado

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 3x1x120+70mm ² DE ALUMÍNIO ISOLADO – MULTIPLEXADO | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,040 | 0,160 | 0,364 | 0,654 | 1,030 | 1,493 | 2,042 | 2,677 |
| 0 | 0,042 | 0,170 | 0,382 | 0,679 | 1,062 | 1,529 | 2,081 | 2,718 |
| 5 | 0,046 | 0,181 | 0,401 | 0,706 | 1,093 | 1,564 | 2,119 | 2,759 |
| 10 | 0,050 | 0,193 | 0,421 | 0,732 | 1,125 | 1,600 | 2,158 | 2,799 |
| 15 | 0,054 | 0,205 | 0,442 | 0,759 | 1,156 | 1,635 | 2,196 | 2,840 |
| 20 | 0,059 | 0,219 | 0,463 | 0,786 | 1,188 | 1,670 | 2,234 | 2,880 |
| 25 | 0,065 | 0,233 | 0,484 | 0,813 | 1,219 | 1,705 | 2,271 | 2,919 |
| 30 | 0,071 | 0,249 | 0,506 | 0,840 | 1,251 | 1,740 | 2,309 | 2,959 |
| 35 | 0,079 | 0,265 | 0,528 | 0,867 | 1,282 | 1,774 | 2,346 | 2,998 |
| 40 | 0,088 | 0,281 | 0,551 | 0,894 | 1,313 | 1,808 | 2,382 | 3,037 |
| 45 | 0,097 | 0,298 | 0,573 | 0,921 | 1,344 | 1,842 | 2,419 | 3,075 |
| 50 | 0,107 | 0,315 | 0,596 | 0,948 | 1,374 | 1,876 | 2,455 | 3,114 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 99 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/6,4mm AZ de alumínio protegido 15kV– Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /6,4mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,031 | 0,131 | 0,306 | 0,556 | 0,880 | 1,278 | 1,748 | 2,291 |
| 0 | 0,036 | 0,145 | 0,326 | 0,580 | 0,906 | 1,305 | 1,776 | 2,319 |
| 5 | 0,043 | 0,160 | 0,346 | 0,603 | 0,931 | 1,331 | 1,803 | 2,347 |
| 10 | 0,050 | 0,175 | 0,366 | 0,626 | 0,956 | 1,357 | 1,830 | 2,374 |
| 15 | 0,059 | 0,190 | 0,386 | 0,649 | 0,980 | 1,383 | 1,856 | 2,402 |
| 20 | 0,069 | 0,206 | 0,405 | 0,671 | 1,005 | 1,408 | 1,883 | 2,429 |
| 25 | 0,078 | 0,221 | 0,425 | 0,693 | 1,028 | 1,433 | 1,909 | 2,455 |
| 30 | 0,088 | 0,236 | 0,443 | 0,714 | 1,051 | 1,458 | 1,934 | 2,482 |
| 35 | 0,097 | 0,250 | 0,461 | 0,735 | 1,074 | 1,482 | 1,960 | 2,508 |
| 40 | 0,106 | 0,264 | 0,479 | 0,755 | 1,097 | 1,506 | 1,985 | 2,534 |
| 45 | 0,115 | 0,278 | 0,497 | 0,776 | 1,119 | 1,530 | 2,010 | 2,560 |
| 50 | 0,123 | 0,291 | 0,514 | 0,796 | 1,141 | 1,554 | 2,035 | 2,586 |

Tabela 100 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV– Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,015 | 0,061 | 0,138 | 0,247 | 0,388 | 0,561 | 0,768 | 1,008 |
| 0 | 0,016 | 0,065 | 0,147 | 0,261 | 0,407 | 0,587 | 0,799 | 1,043 |
| 5 | 0,018 | 0,070 | 0,156 | 0,276 | 0,429 | 0,613 | 0,830 | 1,079 |
| 10 | 0,019 | 0,075 | 0,167 | 0,293 | 0,451 | 0,641 | 0,862 | 1,115 |
| 15 | 0,021 | 0,081 | 0,179 | 0,310 | 0,474 | 0,669 | 0,894 | 1,151 |
| 20 | 0,023 | 0,088 | 0,192 | 0,329 | 0,498 | 0,697 | 0,927 | 1,188 |
| 25 | 0,025 | 0,096 | 0,206 | 0,349 | 0,523 | 0,727 | 0,960 | 1,224 |
| 30 | 0,028 | 0,105 | 0,221 | 0,369 | 0,548 | 0,756 | 0,994 | 1,261 |
| 35 | 0,032 | 0,115 | 0,237 | 0,391 | 0,574 | 0,786 | 1,027 | 1,298 |
| 40 | 0,036 | 0,126 | 0,254 | 0,413 | 0,600 | 0,816 | 1,061 | 1,334 |
| 45 | 0,042 | 0,139 | 0,272 | 0,435 | 0,627 | 0,847 | 1,094 | 1,371 |
| 50 | 0,048 | 0,152 | 0,290 | 0,458 | 0,654 | 0,877 | 1,128 | 1,407 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 101 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,011 | 0,044 | 0,100 | 0,178 | 0,278 | 0,400 | 0,545 | 0,713 |
| 0 | 0,011 | 0,046 | 0,103 | 0,184 | 0,287 | 0,413 | 0,562 | 0,735 |
| 5 | 0,012 | 0,048 | 0,107 | 0,190 | 0,297 | 0,427 | 0,581 | 0,758 |
| 10 | 0,012 | 0,049 | 0,111 | 0,197 | 0,307 | 0,442 | 0,600 | 0,782 |
| 15 | 0,013 | 0,051 | 0,115 | 0,204 | 0,318 | 0,457 | 0,620 | 0,808 |
| 20 | 0,013 | 0,053 | 0,120 | 0,212 | 0,330 | 0,474 | 0,642 | 0,835 |
| 25 | 0,014 | 0,055 | 0,124 | 0,220 | 0,343 | 0,491 | 0,665 | 0,863 |
| 30 | 0,015 | 0,058 | 0,130 | 0,230 | 0,356 | 0,510 | 0,689 | 0,893 |
| 35 | 0,015 | 0,061 | 0,135 | 0,239 | 0,371 | 0,530 | 0,714 | 0,924 |
| 40 | 0,016 | 0,063 | 0,142 | 0,250 | 0,386 | 0,551 | 0,741 | 0,956 |
| 45 | 0,017 | 0,066 | 0,148 | 0,261 | 0,403 | 0,573 | 0,769 | 0,990 |
| 50 | 0,018 | 0,070 | 0,156 | 0,273 | 0,421 | 0,597 | 0,799 | 1,026 |

Tabela 102 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,013 | 0,051 | 0,114 | 0,203 | 0,318 | 0,460 | 0,629 | 0,824 |
| 0 | 0,013 | 0,054 | 0,121 | 0,215 | 0,335 | 0,483 | 0,657 | 0,859 |
| 5 | 0,014 | 0,057 | 0,128 | 0,227 | 0,354 | 0,507 | 0,688 | 0,894 |
| 10 | 0,015 | 0,061 | 0,137 | 0,241 | 0,374 | 0,533 | 0,719 | 0,931 |
| 15 | 0,017 | 0,066 | 0,146 | 0,256 | 0,395 | 0,560 | 0,752 | 0,969 |
| 20 | 0,018 | 0,071 | 0,157 | 0,273 | 0,417 | 0,589 | 0,786 | 1,009 |
| 25 | 0,020 | 0,077 | 0,169 | 0,291 | 0,442 | 0,618 | 0,821 | 1,048 |
| 30 | 0,022 | 0,084 | 0,182 | 0,311 | 0,467 | 0,649 | 0,857 | 1,089 |
| 35 | 0,024 | 0,092 | 0,196 | 0,331 | 0,494 | 0,681 | 0,894 | 1,130 |
| 40 | 0,027 | 0,101 | 0,213 | 0,354 | 0,521 | 0,714 | 0,931 | 1,172 |
| 45 | 0,031 | 0,112 | 0,230 | 0,377 | 0,550 | 0,748 | 0,969 | 1,214 |
| 50 | 0,035 | 0,124 | 0,249 | 0,402 | 0,580 | 0,782 | 1,007 | 1,256 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 103 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,017 | 0,068 | 0,155 | 0,277 | 0,436 | 0,632 | 0,865 | 1,135 |
| 0 | 0,018 | 0,073 | 0,165 | 0,293 | 0,457 | 0,659 | 0,896 | 1,171 |
| 5 | 0,020 | 0,079 | 0,176 | 0,310 | 0,480 | 0,686 | 0,929 | 1,207 |
| 10 | 0,022 | 0,085 | 0,188 | 0,328 | 0,503 | 0,715 | 0,961 | 1,243 |
| 15 | 0,024 | 0,092 | 0,201 | 0,346 | 0,528 | 0,743 | 0,994 | 1,279 |
| 20 | 0,026 | 0,100 | 0,215 | 0,366 | 0,552 | 0,772 | 1,026 | 1,315 |
| 25 | 0,029 | 0,109 | 0,230 | 0,387 | 0,578 | 0,802 | 1,059 | 1,351 |
| 30 | 0,033 | 0,119 | 0,246 | 0,408 | 0,603 | 0,831 | 1,092 | 1,386 |
| 35 | 0,037 | 0,130 | 0,263 | 0,430 | 0,629 | 0,861 | 1,125 | 1,422 |
| 40 | 0,042 | 0,142 | 0,281 | 0,452 | 0,656 | 0,891 | 1,158 | 1,458 |
| 45 | 0,049 | 0,155 | 0,299 | 0,475 | 0,682 | 0,920 | 1,191 | 1,493 |
| 50 | 0,056 | 0,169 | 0,317 | 0,497 | 0,708 | 0,950 | 1,223 | 1,528 |

Tabela 104 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,012 | 0,050 | 0,112 | 0,200 | 0,312 | 0,450 | 0,613 | 0,802 |
| 0 | 0,013 | 0,052 | 0,116 | 0,207 | 0,323 | 0,465 | 0,633 | 0,827 |
| 5 | 0,013 | 0,054 | 0,121 | 0,214 | 0,335 | 0,481 | 0,655 | 0,854 |
| 10 | 0,014 | 0,056 | 0,125 | 0,223 | 0,347 | 0,498 | 0,677 | 0,882 |
| 15 | 0,015 | 0,058 | 0,130 | 0,231 | 0,360 | 0,517 | 0,700 | 0,911 |
| 20 | 0,015 | 0,061 | 0,136 | 0,241 | 0,374 | 0,536 | 0,725 | 0,941 |
| 25 | 0,016 | 0,063 | 0,142 | 0,251 | 0,389 | 0,556 | 0,751 | 0,973 |
| 30 | 0,017 | 0,066 | 0,148 | 0,261 | 0,405 | 0,578 | 0,778 | 1,007 |
| 35 | 0,017 | 0,069 | 0,155 | 0,273 | 0,422 | 0,600 | 0,807 | 1,041 |
| 40 | 0,018 | 0,073 | 0,163 | 0,286 | 0,440 | 0,625 | 0,838 | 1,078 |
| 45 | 0,019 | 0,077 | 0,171 | 0,299 | 0,460 | 0,650 | 0,869 | 1,115 |
| 50 | 0,020 | 0,081 | 0,180 | 0,314 | 0,480 | 0,677 | 0,902 | 1,155 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 105 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,014 | 0,057 | 0,129 | 0,230 | 0,361 | 0,523 | 0,715 | 0,937 |
| 0 | 0,015 | 0,061 | 0,137 | 0,244 | 0,380 | 0,548 | 0,746 | 0,974 |
| 5 | 0,016 | 0,065 | 0,146 | 0,258 | 0,401 | 0,575 | 0,778 | 1,012 |
| 10 | 0,018 | 0,070 | 0,156 | 0,274 | 0,423 | 0,602 | 0,812 | 1,050 |
| 15 | 0,019 | 0,075 | 0,167 | 0,291 | 0,446 | 0,632 | 0,846 | 1,090 |
| 20 | 0,021 | 0,082 | 0,179 | 0,310 | 0,471 | 0,662 | 0,882 | 1,130 |
| 25 | 0,023 | 0,089 | 0,193 | 0,329 | 0,497 | 0,693 | 0,918 | 1,170 |
| 30 | 0,025 | 0,097 | 0,207 | 0,351 | 0,524 | 0,725 | 0,954 | 1,211 |
| 35 | 0,028 | 0,107 | 0,224 | 0,373 | 0,551 | 0,758 | 0,991 | 1,252 |
| 40 | 0,032 | 0,117 | 0,241 | 0,396 | 0,580 | 0,791 | 1,029 | 1,293 |
| 45 | 0,037 | 0,130 | 0,260 | 0,421 | 0,609 | 0,825 | 1,066 | 1,335 |
| 50 | 0,043 | 0,143 | 0,279 | 0,446 | 0,639 | 0,859 | 1,104 | 1,376 |

Tabela 106 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,020 | 0,082 | 0,186 | 0,334 | 0,526 | 0,763 | 1,045 | 1,372 |
| 0 | 0,022 | 0,088 | 0,198 | 0,352 | 0,549 | 0,791 | 1,077 | 1,406 |
| 5 | 0,024 | 0,095 | 0,211 | 0,370 | 0,573 | 0,819 | 1,108 | 1,441 |
| 10 | 0,026 | 0,102 | 0,224 | 0,390 | 0,598 | 0,848 | 1,140 | 1,475 |
| 15 | 0,029 | 0,111 | 0,239 | 0,410 | 0,623 | 0,877 | 1,172 | 1,510 |
| 20 | 0,032 | 0,120 | 0,255 | 0,431 | 0,648 | 0,905 | 1,204 | 1,544 |
| 25 | 0,036 | 0,131 | 0,271 | 0,452 | 0,673 | 0,934 | 1,235 | 1,578 |
| 30 | 0,041 | 0,142 | 0,288 | 0,474 | 0,699 | 0,963 | 1,267 | 1,611 |
| 35 | 0,046 | 0,154 | 0,306 | 0,496 | 0,724 | 0,991 | 1,298 | 1,645 |
| 40 | 0,053 | 0,167 | 0,323 | 0,518 | 0,749 | 1,020 | 1,329 | 1,678 |
| 45 | 0,060 | 0,181 | 0,341 | 0,539 | 0,775 | 1,048 | 1,360 | 1,711 |
| 50 | 0,068 | 0,194 | 0,359 | 0,561 | 0,800 | 1,076 | 1,390 | 1,743 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 107 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,015 | 0,060 | 0,135 | 0,240 | 0,375 | 0,541 | 0,738 | 0,966 |
| 0 | 0,016 | 0,062 | 0,140 | 0,249 | 0,389 | 0,560 | 0,763 | 0,996 |
| 5 | 0,016 | 0,065 | 0,146 | 0,259 | 0,404 | 0,580 | 0,788 | 1,028 |
| 10 | 0,017 | 0,068 | 0,152 | 0,269 | 0,419 | 0,601 | 0,815 | 1,061 |
| 15 | 0,018 | 0,071 | 0,158 | 0,280 | 0,435 | 0,623 | 0,843 | 1,095 |
| 20 | 0,019 | 0,074 | 0,165 | 0,292 | 0,453 | 0,647 | 0,873 | 1,131 |
| 25 | 0,019 | 0,077 | 0,173 | 0,305 | 0,471 | 0,671 | 0,904 | 1,168 |
| 30 | 0,020 | 0,081 | 0,181 | 0,318 | 0,491 | 0,697 | 0,936 | 1,206 |
| 35 | 0,022 | 0,086 | 0,190 | 0,333 | 0,512 | 0,724 | 0,969 | 1,245 |
| 40 | 0,023 | 0,090 | 0,200 | 0,349 | 0,534 | 0,753 | 1,004 | 1,286 |
| 45 | 0,024 | 0,096 | 0,211 | 0,366 | 0,557 | 0,783 | 1,040 | 1,327 |
| 50 | 0,026 | 0,101 | 0,223 | 0,384 | 0,582 | 0,814 | 1,077 | 1,370 |

Tabela 108 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,017 | 0,069 | 0,157 | 0,280 | 0,441 | 0,638 | 0,874 | 1,147 |
| 0 | 0,019 | 0,074 | 0,167 | 0,296 | 0,463 | 0,667 | 0,907 | 1,185 |
| 5 | 0,020 | 0,080 | 0,178 | 0,314 | 0,487 | 0,696 | 0,942 | 1,224 |
| 10 | 0,022 | 0,086 | 0,190 | 0,332 | 0,511 | 0,726 | 0,977 | 1,264 |
| 15 | 0,024 | 0,093 | 0,203 | 0,352 | 0,537 | 0,757 | 1,013 | 1,303 |
| 20 | 0,026 | 0,101 | 0,218 | 0,373 | 0,563 | 0,789 | 1,048 | 1,343 |
| 25 | 0,029 | 0,110 | 0,233 | 0,395 | 0,591 | 0,821 | 1,085 | 1,382 |
| 30 | 0,032 | 0,120 | 0,250 | 0,417 | 0,618 | 0,853 | 1,121 | 1,422 |
| 35 | 0,036 | 0,131 | 0,268 | 0,441 | 0,647 | 0,886 | 1,157 | 1,462 |
| 40 | 0,042 | 0,144 | 0,287 | 0,465 | 0,675 | 0,918 | 1,194 | 1,501 |
| 45 | 0,048 | 0,157 | 0,307 | 0,489 | 0,704 | 0,951 | 1,230 | 1,541 |
| 50 | 0,055 | 0,172 | 0,327 | 0,514 | 0,733 | 0,984 | 1,266 | 1,580 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 109 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,027 | 0,111 | 0,253 | 0,455 | 0,719 | 1,042 | 1,427 | 1,871 |
| 0 | 0,030 | 0,119 | 0,267 | 0,475 | 0,743 | 1,069 | 1,455 | 1,901 |
| 5 | 0,033 | 0,128 | 0,283 | 0,496 | 0,767 | 1,096 | 1,484 | 1,931 |
| 10 | 0,036 | 0,138 | 0,298 | 0,516 | 0,791 | 1,123 | 1,513 | 1,961 |
| 15 | 0,040 | 0,148 | 0,315 | 0,537 | 0,814 | 1,149 | 1,541 | 1,991 |
| 20 | 0,045 | 0,160 | 0,331 | 0,557 | 0,838 | 1,175 | 1,569 | 2,020 |
| 25 | 0,050 | 0,172 | 0,348 | 0,578 | 0,862 | 1,201 | 1,596 | 2,049 |
| 30 | 0,056 | 0,184 | 0,365 | 0,599 | 0,885 | 1,227 | 1,624 | 2,078 |
| 35 | 0,063 | 0,197 | 0,382 | 0,619 | 0,909 | 1,252 | 1,651 | 2,107 |
| 40 | 0,071 | 0,210 | 0,399 | 0,639 | 0,932 | 1,277 | 1,678 | 2,135 |
| 45 | 0,079 | 0,223 | 0,416 | 0,660 | 0,954 | 1,302 | 1,705 | 2,163 |
| 50 | 0,087 | 0,236 | 0,433 | 0,680 | 0,977 | 1,327 | 1,732 | 2,191 |

Tabela 110 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,020 | 0,081 | 0,184 | 0,327 | 0,513 | 0,740 | 1,010 | 1,323 |
| 0 | 0,021 | 0,085 | 0,191 | 0,340 | 0,532 | 0,766 | 1,042 | 1,361 |
| 5 | 0,022 | 0,089 | 0,200 | 0,354 | 0,552 | 0,792 | 1,075 | 1,400 |
| 10 | 0,023 | 0,093 | 0,209 | 0,369 | 0,573 | 0,820 | 1,109 | 1,440 |
| 15 | 0,025 | 0,098 | 0,219 | 0,385 | 0,595 | 0,849 | 1,144 | 1,481 |
| 20 | 0,026 | 0,103 | 0,229 | 0,402 | 0,619 | 0,879 | 1,180 | 1,523 |
| 25 | 0,027 | 0,109 | 0,241 | 0,420 | 0,643 | 0,910 | 1,217 | 1,565 |
| 30 | 0,029 | 0,115 | 0,253 | 0,439 | 0,669 | 0,941 | 1,255 | 1,608 |
| 35 | 0,031 | 0,122 | 0,266 | 0,459 | 0,696 | 0,974 | 1,293 | 1,651 |
| 40 | 0,033 | 0,129 | 0,280 | 0,480 | 0,723 | 1,008 | 1,332 | 1,695 |
| 45 | 0,036 | 0,138 | 0,296 | 0,502 | 0,752 | 1,042 | 1,372 | 1,740 |
| 50 | 0,039 | 0,147 | 0,312 | 0,525 | 0,781 | 1,077 | 1,412 | 1,785 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 111 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,024 | 0,095 | 0,216 | 0,389 | 0,613 | 0,889 | 1,218 | 1,598 |
| 0 | 0,026 | 0,102 | 0,230 | 0,409 | 0,639 | 0,920 | 1,252 | 1,635 |
| 5 | 0,028 | 0,110 | 0,244 | 0,430 | 0,665 | 0,950 | 1,286 | 1,672 |
| 10 | 0,030 | 0,119 | 0,260 | 0,451 | 0,692 | 0,981 | 1,320 | 1,709 |
| 15 | 0,034 | 0,128 | 0,276 | 0,473 | 0,719 | 1,012 | 1,354 | 1,745 |
| 20 | 0,037 | 0,139 | 0,294 | 0,496 | 0,746 | 1,043 | 1,388 | 1,781 |
| 25 | 0,042 | 0,151 | 0,311 | 0,519 | 0,773 | 1,073 | 1,421 | 1,817 |
| 30 | 0,047 | 0,163 | 0,330 | 0,542 | 0,800 | 1,104 | 1,455 | 1,853 |
| 35 | 0,053 | 0,177 | 0,349 | 0,566 | 0,827 | 1,134 | 1,488 | 1,888 |
| 40 | 0,061 | 0,191 | 0,368 | 0,589 | 0,854 | 1,165 | 1,520 | 1,923 |
| 45 | 0,069 | 0,205 | 0,387 | 0,613 | 0,881 | 1,195 | 1,553 | 1,958 |
| 50 | 0,077 | 0,220 | 0,407 | 0,636 | 0,908 | 1,224 | 1,585 | 1,992 |

Tabela 112 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,035 | 0,141 | 0,324 | 0,585 | 0,922 | 1,336 | 1,826 | 2,393 |
| 0 | 0,038 | 0,151 | 0,340 | 0,605 | 0,945 | 1,360 | 1,852 | 2,418 |
| 5 | 0,042 | 0,162 | 0,356 | 0,624 | 0,967 | 1,384 | 1,876 | 2,444 |
| 10 | 0,046 | 0,173 | 0,372 | 0,644 | 0,989 | 1,408 | 1,901 | 2,469 |
| 15 | 0,051 | 0,185 | 0,389 | 0,664 | 1,011 | 1,431 | 1,925 | 2,495 |
| 20 | 0,057 | 0,197 | 0,405 | 0,683 | 1,032 | 1,454 | 1,950 | 2,520 |
| 25 | 0,064 | 0,209 | 0,421 | 0,702 | 1,053 | 1,477 | 1,974 | 2,544 |
| 30 | 0,071 | 0,221 | 0,438 | 0,721 | 1,075 | 1,500 | 1,997 | 2,569 |
| 35 | 0,078 | 0,234 | 0,454 | 0,740 | 1,096 | 1,522 | 2,021 | 2,594 |
| 40 | 0,086 | 0,246 | 0,470 | 0,759 | 1,116 | 1,544 | 2,045 | 2,618 |
| 45 | 0,094 | 0,259 | 0,486 | 0,777 | 1,137 | 1,566 | 2,068 | 2,642 |
| 50 | 0,102 | 0,271 | 0,501 | 0,796 | 1,157 | 1,588 | 2,091 | 2,666 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 113 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,026 | 0,104 | 0,235 | 0,419 | 0,657 | 0,950 | 1,298 | 1,701 |
| 0 | 0,027 | 0,109 | 0,245 | 0,436 | 0,681 | 0,981 | 1,335 | 1,743 |
| 5 | 0,029 | 0,114 | 0,256 | 0,454 | 0,706 | 1,012 | 1,372 | 1,786 |
| 10 | 0,030 | 0,120 | 0,269 | 0,473 | 0,732 | 1,044 | 1,410 | 1,828 |
| 15 | 0,032 | 0,127 | 0,282 | 0,493 | 0,758 | 1,077 | 1,448 | 1,871 |
| 20 | 0,034 | 0,134 | 0,296 | 0,514 | 0,786 | 1,110 | 1,487 | 1,915 |
| 25 | 0,036 | 0,142 | 0,310 | 0,535 | 0,814 | 1,144 | 1,526 | 1,958 |
| 30 | 0,039 | 0,151 | 0,326 | 0,558 | 0,843 | 1,179 | 1,565 | 2,002 |
| 35 | 0,042 | 0,160 | 0,343 | 0,582 | 0,872 | 1,213 | 1,604 | 2,045 |
| 40 | 0,045 | 0,171 | 0,361 | 0,606 | 0,903 | 1,249 | 1,644 | 2,089 |
| 45 | 0,049 | 0,182 | 0,379 | 0,631 | 0,933 | 1,284 | 1,684 | 2,133 |
| 50 | 0,054 | 0,194 | 0,399 | 0,657 | 0,964 | 1,320 | 1,724 | 2,177 |

Tabela 114 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 15kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 15kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,030 | 0,123 | 0,280 | 0,505 | 0,796 | 1,155 | 1,581 | 2,073 |
| 0 | 0,033 | 0,132 | 0,296 | 0,526 | 0,822 | 1,184 | 1,612 | 2,106 |
| 5 | 0,036 | 0,142 | 0,313 | 0,548 | 0,849 | 1,213 | 1,643 | 2,138 |
| 10 | 0,040 | 0,152 | 0,330 | 0,571 | 0,874 | 1,242 | 1,674 | 2,170 |
| 15 | 0,044 | 0,164 | 0,348 | 0,593 | 0,900 | 1,271 | 1,704 | 2,202 |
| 20 | 0,049 | 0,176 | 0,366 | 0,616 | 0,926 | 1,299 | 1,735 | 2,234 |
| 25 | 0,055 | 0,189 | 0,384 | 0,638 | 0,952 | 1,327 | 1,765 | 2,266 |
| 30 | 0,062 | 0,203 | 0,403 | 0,660 | 0,977 | 1,355 | 1,794 | 2,297 |
| 35 | 0,070 | 0,216 | 0,421 | 0,683 | 1,002 | 1,382 | 1,824 | 2,328 |
| 40 | 0,078 | 0,231 | 0,440 | 0,705 | 1,027 | 1,410 | 1,853 | 2,359 |
| 45 | 0,086 | 0,245 | 0,458 | 0,727 | 1,052 | 1,437 | 1,882 | 2,389 |
| 50 | 0,095 | 0,259 | 0,476 | 0,748 | 1,077 | 1,464 | 1,911 | 2,419 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 115 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV– Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,018 | 0,074 | 0,168 | 0,300 | 0,473 | 0,685 | 0,938 | 1,231 |
| 0 | 0,020 | 0,079 | 0,178 | 0,316 | 0,494 | 0,712 | 0,968 | 1,265 |
| 5 | 0,021 | 0,085 | 0,189 | 0,333 | 0,516 | 0,738 | 0,999 | 1,299 |
| 10 | 0,023 | 0,091 | 0,201 | 0,351 | 0,539 | 0,766 | 1,031 | 1,334 |
| 15 | 0,025 | 0,098 | 0,214 | 0,369 | 0,563 | 0,794 | 1,062 | 1,368 |
| 20 | 0,028 | 0,106 | 0,227 | 0,388 | 0,587 | 0,822 | 1,094 | 1,403 |
| 25 | 0,030 | 0,114 | 0,242 | 0,408 | 0,611 | 0,850 | 1,125 | 1,437 |
| 30 | 0,034 | 0,124 | 0,258 | 0,429 | 0,636 | 0,878 | 1,157 | 1,471 |
| 35 | 0,038 | 0,135 | 0,274 | 0,450 | 0,661 | 0,907 | 1,188 | 1,505 |
| 40 | 0,043 | 0,146 | 0,291 | 0,471 | 0,686 | 0,935 | 1,219 | 1,539 |
| 45 | 0,049 | 0,158 | 0,308 | 0,492 | 0,711 | 0,964 | 1,251 | 1,573 |
| 50 | 0,055 | 0,171 | 0,325 | 0,514 | 0,736 | 0,992 | 1,282 | 1,606 |

Tabela 116 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,013 | 0,054 | 0,121 | 0,216 | 0,338 | 0,487 | 0,663 | 0,868 |
| 0 | 0,014 | 0,056 | 0,126 | 0,224 | 0,350 | 0,504 | 0,686 | 0,896 |
| 5 | 0,015 | 0,058 | 0,131 | 0,233 | 0,363 | 0,522 | 0,710 | 0,926 |
| 10 | 0,015 | 0,061 | 0,137 | 0,242 | 0,377 | 0,542 | 0,735 | 0,957 |
| 15 | 0,016 | 0,064 | 0,142 | 0,252 | 0,393 | 0,563 | 0,762 | 0,990 |
| 20 | 0,017 | 0,066 | 0,149 | 0,263 | 0,409 | 0,584 | 0,790 | 1,024 |
| 25 | 0,017 | 0,070 | 0,156 | 0,275 | 0,426 | 0,608 | 0,819 | 1,059 |
| 30 | 0,018 | 0,073 | 0,163 | 0,288 | 0,444 | 0,632 | 0,850 | 1,096 |
| 35 | 0,019 | 0,077 | 0,172 | 0,301 | 0,464 | 0,658 | 0,882 | 1,134 |
| 40 | 0,021 | 0,081 | 0,181 | 0,316 | 0,485 | 0,685 | 0,916 | 1,174 |
| 45 | 0,022 | 0,086 | 0,191 | 0,332 | 0,507 | 0,714 | 0,951 | 1,215 |
| 50 | 0,023 | 0,092 | 0,202 | 0,349 | 0,531 | 0,744 | 0,987 | 1,258 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 117 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 35mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 35mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,014 | 0,057 | 0,128 | 0,229 | 0,359 | 0,520 | 0,711 | 0,933 |
| 0 | 0,015 | 0,061 | 0,137 | 0,243 | 0,380 | 0,547 | 0,744 | 0,972 |
| 5 | 0,016 | 0,065 | 0,146 | 0,258 | 0,401 | 0,575 | 0,778 | 1,011 |
| 10 | 0,018 | 0,071 | 0,157 | 0,275 | 0,425 | 0,604 | 0,813 | 1,051 |
| 15 | 0,019 | 0,077 | 0,169 | 0,294 | 0,449 | 0,635 | 0,849 | 1,092 |
| 20 | 0,021 | 0,083 | 0,182 | 0,314 | 0,475 | 0,666 | 0,886 | 1,134 |
| 25 | 0,024 | 0,092 | 0,197 | 0,335 | 0,503 | 0,699 | 0,923 | 1,175 |
| 30 | 0,027 | 0,101 | 0,213 | 0,357 | 0,531 | 0,733 | 0,961 | 1,218 |
| 35 | 0,030 | 0,111 | 0,231 | 0,381 | 0,560 | 0,767 | 1,000 | 1,260 |
| 40 | 0,035 | 0,124 | 0,250 | 0,406 | 0,590 | 0,801 | 1,039 | 1,302 |
| 45 | 0,041 | 0,137 | 0,270 | 0,432 | 0,621 | 0,836 | 1,077 | 1,345 |
| 50 | 0,048 | 0,152 | 0,291 | 0,458 | 0,651 | 0,871 | 1,116 | 1,387 |

Tabela 118 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,020 | 0,082 | 0,187 | 0,334 | 0,526 | 0,763 | 1,044 | 1,369 |
| 0 | 0,022 | 0,088 | 0,197 | 0,351 | 0,548 | 0,789 | 1,074 | 1,403 |
| 5 | 0,024 | 0,094 | 0,209 | 0,368 | 0,570 | 0,816 | 1,104 | 1,436 |
| 10 | 0,025 | 0,100 | 0,221 | 0,386 | 0,593 | 0,843 | 1,135 | 1,469 |
| 15 | 0,028 | 0,108 | 0,234 | 0,405 | 0,616 | 0,870 | 1,165 | 1,502 |
| 20 | 0,030 | 0,116 | 0,248 | 0,424 | 0,640 | 0,897 | 1,195 | 1,535 |
| 25 | 0,033 | 0,125 | 0,263 | 0,443 | 0,664 | 0,925 | 1,226 | 1,568 |
| 30 | 0,037 | 0,135 | 0,279 | 0,464 | 0,688 | 0,952 | 1,256 | 1,601 |
| 35 | 0,041 | 0,145 | 0,295 | 0,484 | 0,712 | 0,979 | 1,286 | 1,633 |
| 40 | 0,046 | 0,157 | 0,311 | 0,505 | 0,737 | 1,007 | 1,316 | 1,665 |
| 45 | 0,052 | 0,169 | 0,328 | 0,526 | 0,761 | 1,034 | 1,346 | 1,697 |
| 50 | 0,059 | 0,181 | 0,345 | 0,547 | 0,785 | 1,061 | 1,376 | 1,729 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 119 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,015 | 0,060 | 0,135 | 0,240 | 0,376 | 0,542 | 0,739 | 0,967 |
| 0 | 0,016 | 0,062 | 0,140 | 0,249 | 0,389 | 0,561 | 0,763 | 0,997 |
| 5 | 0,016 | 0,065 | 0,146 | 0,259 | 0,404 | 0,581 | 0,789 | 1,028 |
| 10 | 0,017 | 0,068 | 0,152 | 0,269 | 0,419 | 0,601 | 0,816 | 1,061 |
| 15 | 0,018 | 0,071 | 0,158 | 0,280 | 0,435 | 0,623 | 0,844 | 1,095 |
| 20 | 0,019 | 0,074 | 0,165 | 0,292 | 0,453 | 0,647 | 0,873 | 1,131 |
| 25 | 0,019 | 0,077 | 0,173 | 0,305 | 0,471 | 0,671 | 0,903 | 1,167 |
| 30 | 0,020 | 0,081 | 0,181 | 0,318 | 0,491 | 0,697 | 0,935 | 1,205 |
| 35 | 0,022 | 0,085 | 0,190 | 0,333 | 0,511 | 0,724 | 0,969 | 1,244 |
| 40 | 0,023 | 0,090 | 0,200 | 0,348 | 0,533 | 0,752 | 1,003 | 1,285 |
| 45 | 0,024 | 0,095 | 0,210 | 0,365 | 0,557 | 0,782 | 1,039 | 1,326 |
| 50 | 0,026 | 0,101 | 0,222 | 0,383 | 0,581 | 0,812 | 1,075 | 1,369 |

Tabela 120 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 50mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 50mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,017 | 0,069 | 0,069 | 0,280 | 0,440 | 0,638 | 0,873 | 1,146 |
| 0 | 0,019 | 0,074 | 0,074 | 0,296 | 0,463 | 0,666 | 0,907 | 1,184 |
| 5 | 0,020 | 0,079 | 0,079 | 0,313 | 0,486 | 0,695 | 0,941 | 1,223 |
| 10 | 0,022 | 0,085 | 0,085 | 0,332 | 0,511 | 0,725 | 0,976 | 1,262 |
| 15 | 0,024 | 0,092 | 0,092 | 0,351 | 0,536 | 0,756 | 1,011 | 1,302 |
| 20 | 0,026 | 0,100 | 0,100 | 0,372 | 0,562 | 0,787 | 1,047 | 1,341 |
| 25 | 0,029 | 0,109 | 0,109 | 0,394 | 0,589 | 0,819 | 1,083 | 1,381 |
| 30 | 0,032 | 0,119 | 0,119 | 0,416 | 0,617 | 0,852 | 1,119 | 1,420 |
| 35 | 0,036 | 0,130 | 0,130 | 0,440 | 0,645 | 0,884 | 1,155 | 1,460 |
| 40 | 0,041 | 0,143 | 0,143 | 0,463 | 0,674 | 0,917 | 1,192 | 1,499 |
| 45 | 0,047 | 0,156 | 0,156 | 0,488 | 0,703 | 0,949 | 1,228 | 1,539 |
| 50 | 0,055 | 0,171 | 0,171 | 0,513 | 0,732 | 0,982 | 1,264 | 1,578 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 121 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,024 | 0,095 | 0,215 | 0,385 | 0,607 | 0,879 | 1,203 | 1,577 |
| 0 | 0,025 | 0,101 | 0,226 | 0,402 | 0,628 | 0,905 | 1,231 | 1,608 |
| 5 | 0,027 | 0,107 | 0,238 | 0,420 | 0,650 | 0,931 | 1,260 | 1,640 |
| 10 | 0,029 | 0,114 | 0,251 | 0,438 | 0,673 | 0,956 | 1,289 | 1,671 |
| 15 | 0,031 | 0,122 | 0,264 | 0,456 | 0,695 | 0,982 | 1,318 | 1,702 |
| 20 | 0,034 | 0,130 | 0,279 | 0,475 | 0,718 | 1,008 | 1,346 | 1,732 |
| 25 | 0,038 | 0,139 | 0,293 | 0,494 | 0,741 | 1,034 | 1,375 | 1,763 |
| 30 | 0,041 | 0,149 | 0,308 | 0,513 | 0,764 | 1,060 | 1,403 | 1,793 |
| 35 | 0,046 | 0,160 | 0,324 | 0,533 | 0,787 | 1,086 | 1,431 | 1,823 |
| 40 | 0,051 | 0,171 | 0,340 | 0,553 | 0,810 | 1,112 | 1,459 | 1,853 |
| 45 | 0,057 | 0,183 | 0,356 | 0,573 | 0,833 | 1,138 | 1,487 | 1,883 |
| 50 | 0,063 | 0,195 | 0,372 | 0,592 | 0,856 | 1,163 | 1,515 | 1,913 |

Tabela 122 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,017 | 0,069 | 0,156 | 0,278 | 0,436 | 0,628 | 0,857 | 1,121 |
| 0 | 0,018 | 0,072 | 0,162 | 0,288 | 0,451 | 0,649 | 0,883 | 1,153 |
| 5 | 0,019 | 0,075 | 0,168 | 0,299 | 0,466 | 0,670 | 0,910 | 1,187 |
| 10 | 0,020 | 0,078 | 0,175 | 0,310 | 0,483 | 0,693 | 0,939 | 1,221 |
| 15 | 0,020 | 0,081 | 0,182 | 0,322 | 0,501 | 0,716 | 0,968 | 1,257 |
| 20 | 0,021 | 0,085 | 0,190 | 0,335 | 0,519 | 0,741 | 0,999 | 1,293 |
| 25 | 0,022 | 0,089 | 0,198 | 0,349 | 0,539 | 0,767 | 1,031 | 1,331 |
| 30 | 0,023 | 0,093 | 0,207 | 0,364 | 0,560 | 0,793 | 1,064 | 1,369 |
| 35 | 0,025 | 0,098 | 0,217 | 0,379 | 0,581 | 0,821 | 1,097 | 1,409 |
| 40 | 0,026 | 0,103 | 0,228 | 0,396 | 0,604 | 0,850 | 1,132 | 1,449 |
| 45 | 0,028 | 0,109 | 0,239 | 0,413 | 0,628 | 0,880 | 1,168 | 1,490 |
| 50 | 0,029 | 0,115 | 0,251 | 0,432 | 0,653 | 0,911 | 1,205 | 1,532 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 123 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,020 | 0,081 | 0,182 | 0,327 | 0,514 | 0,745 | 1,019 | 1,337 |
| 0 | 0,021 | 0,086 | 0,193 | 0,344 | 0,537 | 0,773 | 1,052 | 1,375 |
| 5 | 0,023 | 0,092 | 0,205 | 0,362 | 0,561 | 0,802 | 1,086 | 1,412 |
| 10 | 0,025 | 0,098 | 0,218 | 0,381 | 0,585 | 0,832 | 1,120 | 1,449 |
| 15 | 0,027 | 0,106 | 0,232 | 0,400 | 0,611 | 0,862 | 1,154 | 1,487 |
| 20 | 0,030 | 0,114 | 0,246 | 0,421 | 0,637 | 0,892 | 1,188 | 1,524 |
| 25 | 0,033 | 0,124 | 0,262 | 0,443 | 0,663 | 0,923 | 1,222 | 1,561 |
| 30 | 0,036 | 0,134 | 0,279 | 0,465 | 0,690 | 0,954 | 1,256 | 1,599 |
| 35 | 0,041 | 0,145 | 0,296 | 0,487 | 0,717 | 0,985 | 1,291 | 1,636 |
| 40 | 0,046 | 0,157 | 0,314 | 0,510 | 0,744 | 1,015 | 1,325 | 1,673 |
| 45 | 0,052 | 0,170 | 0,333 | 0,534 | 0,771 | 1,046 | 1,359 | 1,709 |
| 50 | 0,059 | 0,184 | 0,352 | 0,557 | 0,799 | 1,077 | 1,392 | 1,746 |

Tabela 124 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,031 | 0,127 | 0,289 | 0,519 | 0,818 | 1,184 | 1,619 | 2,120 |
| 0 | 0,034 | 0,134 | 0,302 | 0,537 | 0,839 | 1,208 | 1,644 | 2,147 |
| 5 | 0,036 | 0,142 | 0,315 | 0,554 | 0,860 | 1,231 | 1,669 | 2,174 |
| 10 | 0,039 | 0,150 | 0,329 | 0,572 | 0,881 | 1,254 | 1,694 | 2,200 |
| 15 | 0,042 | 0,159 | 0,342 | 0,590 | 0,901 | 1,278 | 1,719 | 2,226 |
| 20 | 0,045 | 0,168 | 0,356 | 0,608 | 0,922 | 1,301 | 1,744 | 2,252 |
| 25 | 0,049 | 0,178 | 0,371 | 0,626 | 0,943 | 1,323 | 1,768 | 2,278 |
| 30 | 0,053 | 0,188 | 0,385 | 0,644 | 0,964 | 1,346 | 1,793 | 2,304 |
| 35 | 0,058 | 0,198 | 0,400 | 0,662 | 0,984 | 1,369 | 1,817 | 2,329 |
| 40 | 0,064 | 0,209 | 0,415 | 0,680 | 1,005 | 1,391 | 1,841 | 2,354 |
| 45 | 0,070 | 0,220 | 0,430 | 0,698 | 1,025 | 1,414 | 1,865 | 2,380 |
| 50 | 0,076 | 0,231 | 0,445 | 0,716 | 1,045 | 1,436 | 1,889 | 2,405 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 125 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,023 | 0,093 | 0,210 | 0,373 | 0,585 | 0,844 | 1,152 | 1,508 |
| 0 | 0,024 | 0,096 | 0,217 | 0,386 | 0,603 | 0,868 | 1,182 | 1,544 |
| 5 | 0,025 | 0,100 | 0,225 | 0,399 | 0,622 | 0,893 | 1,213 | 1,580 |
| 10 | 0,026 | 0,104 | 0,234 | 0,413 | 0,642 | 0,919 | 1,245 | 1,617 |
| 15 | 0,027 | 0,109 | 0,243 | 0,428 | 0,663 | 0,946 | 1,277 | 1,655 |
| 20 | 0,029 | 0,113 | 0,252 | 0,443 | 0,684 | 0,973 | 1,310 | 1,693 |
| 25 | 0,030 | 0,118 | 0,263 | 0,460 | 0,707 | 1,002 | 1,343 | 1,732 |
| 30 | 0,031 | 0,124 | 0,274 | 0,477 | 0,730 | 1,030 | 1,378 | 1,771 |
| 35 | 0,033 | 0,130 | 0,285 | 0,495 | 0,754 | 1,060 | 1,413 | 1,810 |
| 40 | 0,035 | 0,136 | 0,298 | 0,513 | 0,778 | 1,090 | 1,448 | 1,850 |
| 45 | 0,037 | 0,143 | 0,311 | 0,533 | 0,804 | 1,121 | 1,484 | 1,891 |
| 50 | 0,039 | 0,151 | 0,325 | 0,553 | 0,830 | 1,153 | 1,520 | 1,931 |

Tabela 126 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,027 | 0,110 | 0,249 | 0,446 | 0,703 | 1,018 | 1,393 | 1,826 |
| 0 | 0,029 | 0,116 | 0,262 | 0,465 | 0,726 | 1,046 | 1,424 | 1,860 |
| 5 | 0,031 | 0,124 | 0,275 | 0,484 | 0,751 | 1,074 | 1,455 | 1,893 |
| 10 | 0,034 | 0,132 | 0,289 | 0,504 | 0,775 | 1,102 | 1,485 | 1,926 |
| 15 | 0,036 | 0,140 | 0,304 | 0,524 | 0,799 | 1,130 | 1,516 | 1,959 |
| 20 | 0,040 | 0,150 | 0,320 | 0,545 | 0,824 | 1,158 | 1,547 | 1,991 |
| 25 | 0,043 | 0,160 | 0,336 | 0,566 | 0,849 | 1,186 | 1,577 | 2,024 |
| 30 | 0,048 | 0,171 | 0,352 | 0,587 | 0,873 | 1,213 | 1,607 | 2,056 |
| 35 | 0,053 | 0,183 | 0,369 | 0,608 | 0,898 | 1,241 | 1,637 | 2,088 |
| 40 | 0,059 | 0,195 | 0,387 | 0,629 | 0,923 | 1,268 | 1,667 | 2,120 |
| 45 | 0,065 | 0,208 | 0,404 | 0,650 | 0,947 | 1,296 | 1,697 | 2,151 |
| 50 | 0,072 | 0,221 | 0,421 | 0,672 | 0,972 | 1,323 | 1,726 | 2,183 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 127 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,040 | 0,161 | 0,366 | 0,657 | 1,034 | 1,495 | 2,042 | 2,672 |
| 0 | 0,042 | 0,168 | 0,379 | 0,674 | 1,053 | 1,516 | 2,063 | 2,695 |
| 5 | 0,045 | 0,177 | 0,392 | 0,690 | 1,072 | 1,537 | 2,085 | 2,717 |
| 10 | 0,048 | 0,185 | 0,405 | 0,707 | 1,091 | 1,557 | 2,107 | 2,740 |
| 15 | 0,051 | 0,194 | 0,419 | 0,724 | 1,109 | 1,577 | 2,128 | 2,762 |
| 20 | 0,055 | 0,204 | 0,432 | 0,740 | 1,128 | 1,597 | 2,149 | 2,784 |
| 25 | 0,060 | 0,213 | 0,446 | 0,757 | 1,147 | 1,618 | 2,171 | 2,806 |
| 30 | 0,064 | 0,223 | 0,460 | 0,773 | 1,165 | 1,638 | 2,192 | 2,828 |
| 35 | 0,069 | 0,233 | 0,473 | 0,789 | 1,183 | 1,657 | 2,213 | 2,850 |
| 40 | 0,075 | 0,244 | 0,487 | 0,806 | 1,202 | 1,677 | 2,233 | 2,872 |
| 45 | 0,081 | 0,254 | 0,501 | 0,822 | 1,220 | 1,697 | 2,254 | 2,893 |
| 50 | 0,087 | 0,264 | 0,514 | 0,838 | 1,238 | 1,716 | 2,275 | 2,915 |

Tabela 128 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,029 | 0,118 | 0,265 | 0,473 | 0,741 | 1,071 | 1,462 | 1,914 |
| 0 | 0,030 | 0,122 | 0,274 | 0,488 | 0,762 | 1,097 | 1,493 | 1,950 |
| 5 | 0,032 | 0,126 | 0,284 | 0,503 | 0,783 | 1,124 | 1,525 | 1,987 |
| 10 | 0,033 | 0,131 | 0,294 | 0,519 | 0,805 | 1,151 | 1,558 | 2,024 |
| 15 | 0,034 | 0,137 | 0,304 | 0,535 | 0,827 | 1,179 | 1,591 | 2,061 |
| 20 | 0,036 | 0,142 | 0,315 | 0,552 | 0,850 | 1,207 | 1,624 | 2,099 |
| 25 | 0,038 | 0,148 | 0,327 | 0,570 | 0,874 | 1,236 | 1,657 | 2,136 |
| 30 | 0,039 | 0,155 | 0,339 | 0,588 | 0,898 | 1,265 | 1,691 | 2,174 |
| 35 | 0,041 | 0,162 | 0,352 | 0,607 | 0,922 | 1,295 | 1,725 | 2,212 |
| 40 | 0,044 | 0,169 | 0,366 | 0,627 | 0,947 | 1,325 | 1,759 | 2,250 |
| 45 | 0,046 | 0,177 | 0,380 | 0,647 | 0,973 | 1,355 | 1,793 | 2,288 |
| 50 | 0,049 | 0,185 | 0,395 | 0,668 | 0,999 | 1,386 | 1,828 | 2,326 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 129 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 25kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 25kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,035 | 0,140 | 0,318 | 0,571 | 0,899 | 1,301 | 1,778 | 2,329 |
| 0 | 0,037 | 0,147 | 0,332 | 0,590 | 0,921 | 1,327 | 1,806 | 2,358 |
| 5 | 0,039 | 0,156 | 0,346 | 0,609 | 0,944 | 1,352 | 1,833 | 2,387 |
| 10 | 0,042 | 0,165 | 0,361 | 0,628 | 0,967 | 1,377 | 1,860 | 2,416 |
| 15 | 0,046 | 0,174 | 0,376 | 0,647 | 0,989 | 1,402 | 1,887 | 2,444 |
| 20 | 0,049 | 0,184 | 0,391 | 0,667 | 1,012 | 1,427 | 1,914 | 2,472 |
| 25 | 0,054 | 0,195 | 0,407 | 0,686 | 1,035 | 1,452 | 1,941 | 2,500 |
| 30 | 0,058 | 0,206 | 0,423 | 0,706 | 1,057 | 1,477 | 1,967 | 2,528 |
| 35 | 0,064 | 0,217 | 0,439 | 0,726 | 1,080 | 1,502 | 1,994 | 2,556 |
| 40 | 0,070 | 0,229 | 0,455 | 0,745 | 1,102 | 1,526 | 2,020 | 2,584 |
| 45 | 0,076 | 0,241 | 0,471 | 0,765 | 1,124 | 1,550 | 2,046 | 2,611 |
| 50 | 0,083 | 0,253 | 0,487 | 0,784 | 1,146 | 1,575 | 2,071 | 2,638 |

Tabela 130 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,024 | 0,095 | 0,215 | 0,385 | 0,607 | 0,879 | 1,203 | 1,577 |
| 0 | 0,025 | 0,101 | 0,226 | 0,402 | 0,628 | 0,905 | 1,231 | 1,608 |
| 5 | 0,027 | 0,107 | 0,238 | 0,420 | 0,650 | 0,931 | 1,260 | 1,640 |
| 10 | 0,029 | 0,114 | 0,251 | 0,438 | 0,673 | 0,956 | 1,289 | 1,671 |
| 15 | 0,031 | 0,122 | 0,264 | 0,456 | 0,695 | 0,982 | 1,318 | 1,702 |
| 20 | 0,034 | 0,130 | 0,279 | 0,475 | 0,718 | 1,008 | 1,346 | 1,732 |
| 25 | 0,038 | 0,139 | 0,293 | 0,494 | 0,741 | 1,034 | 1,375 | 1,763 |
| 30 | 0,041 | 0,149 | 0,308 | 0,513 | 0,764 | 1,060 | 1,403 | 1,793 |
| 35 | 0,046 | 0,160 | 0,324 | 0,533 | 0,787 | 1,086 | 1,431 | 1,823 |
| 40 | 0,051 | 0,171 | 0,340 | 0,553 | 0,810 | 1,112 | 1,459 | 1,853 |
| 45 | 0,057 | 0,183 | 0,356 | 0,573 | 0,833 | 1,138 | 1,487 | 1,883 |
| 50 | 0,063 | 0,195 | 0,372 | 0,592 | 0,856 | 1,163 | 1,515 | 1,913 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 131 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,017 | 0,069 | 0,156 | 0,278 | 0,436 | 0,628 | 0,857 | 1,121 |
| 0 | 0,018 | 0,072 | 0,162 | 0,288 | 0,451 | 0,649 | 0,883 | 1,153 |
| 5 | 0,019 | 0,075 | 0,168 | 0,299 | 0,466 | 0,670 | 0,910 | 1,187 |
| 10 | 0,020 | 0,078 | 0,175 | 0,310 | 0,483 | 0,693 | 0,939 | 1,221 |
| 15 | 0,020 | 0,081 | 0,182 | 0,322 | 0,501 | 0,716 | 0,968 | 1,257 |
| 20 | 0,021 | 0,085 | 0,190 | 0,335 | 0,519 | 0,741 | 0,999 | 1,293 |
| 25 | 0,022 | 0,089 | 0,198 | 0,349 | 0,539 | 0,767 | 1,031 | 1,331 |
| 30 | 0,023 | 0,093 | 0,207 | 0,364 | 0,560 | 0,793 | 1,064 | 1,369 |
| 35 | 0,025 | 0,098 | 0,217 | 0,379 | 0,581 | 0,821 | 1,097 | 1,409 |
| 40 | 0,026 | 0,103 | 0,228 | 0,396 | 0,604 | 0,850 | 1,132 | 1,449 |
| 45 | 0,028 | 0,109 | 0,239 | 0,413 | 0,628 | 0,880 | 1,168 | 1,490 |
| 50 | 0,029 | 0,115 | 0,251 | 0,432 | 0,653 | 0,911 | 1,205 | 1,532 |

Tabela 132 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 70mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 70mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,020 | 0,081 | 0,182 | 0,327 | 0,514 | 0,745 | 1,019 | 1,337 |
| 0 | 0,021 | 0,086 | 0,193 | 0,344 | 0,537 | 0,773 | 1,052 | 1,375 |
| 5 | 0,023 | 0,092 | 0,205 | 0,362 | 0,561 | 0,802 | 1,086 | 1,412 |
| 10 | 0,025 | 0,098 | 0,218 | 0,381 | 0,585 | 0,832 | 1,120 | 1,449 |
| 15 | 0,027 | 0,106 | 0,232 | 0,400 | 0,611 | 0,862 | 1,154 | 1,487 |
| 20 | 0,030 | 0,114 | 0,246 | 0,421 | 0,637 | 0,892 | 1,188 | 1,524 |
| 25 | 0,033 | 0,124 | 0,262 | 0,443 | 0,663 | 0,923 | 1,222 | 1,561 |
| 30 | 0,036 | 0,134 | 0,279 | 0,465 | 0,690 | 0,954 | 1,256 | 1,599 |
| 35 | 0,041 | 0,145 | 0,296 | 0,487 | 0,717 | 0,985 | 1,291 | 1,636 |
| 40 | 0,046 | 0,157 | 0,314 | 0,510 | 0,744 | 1,015 | 1,325 | 1,673 |
| 45 | 0,052 | 0,170 | 0,333 | 0,534 | 0,771 | 1,046 | 1,359 | 1,709 |
| 50 | 0,059 | 0,184 | 0,352 | 0,557 | 0,799 | 1,077 | 1,392 | 1,746 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 133 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,031 | 0,127 | 0,289 | 0,519 | 0,818 | 1,184 | 1,619 | 2,120 |
| 0 | 0,034 | 0,134 | 0,302 | 0,537 | 0,839 | 1,208 | 1,644 | 2,147 |
| 5 | 0,036 | 0,142 | 0,315 | 0,554 | 0,860 | 1,231 | 1,669 | 2,174 |
| 10 | 0,039 | 0,150 | 0,329 | 0,572 | 0,881 | 1,254 | 1,694 | 2,200 |
| 15 | 0,042 | 0,159 | 0,342 | 0,590 | 0,901 | 1,278 | 1,719 | 2,226 |
| 20 | 0,045 | 0,168 | 0,356 | 0,608 | 0,922 | 1,301 | 1,744 | 2,252 |
| 25 | 0,049 | 0,178 | 0,371 | 0,626 | 0,943 | 1,323 | 1,768 | 2,278 |
| 30 | 0,053 | 0,188 | 0,385 | 0,644 | 0,964 | 1,346 | 1,793 | 2,304 |
| 35 | 0,058 | 0,198 | 0,400 | 0,662 | 0,984 | 1,369 | 1,817 | 2,329 |
| 40 | 0,064 | 0,209 | 0,415 | 0,680 | 1,005 | 1,391 | 1,841 | 2,354 |
| 45 | 0,070 | 0,220 | 0,430 | 0,698 | 1,025 | 1,414 | 1,865 | 2,380 |
| 50 | 0,076 | 0,231 | 0,445 | 0,716 | 1,045 | 1,436 | 1,889 | 2,405 |

Tabela 134 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,023 | 0,093 | 0,210 | 0,373 | 0,585 | 0,844 | 1,152 | 1,508 |
| 0 | 0,024 | 0,096 | 0,217 | 0,386 | 0,603 | 0,868 | 1,182 | 1,544 |
| 5 | 0,025 | 0,100 | 0,225 | 0,399 | 0,622 | 0,893 | 1,213 | 1,580 |
| 10 | 0,026 | 0,104 | 0,234 | 0,413 | 0,642 | 0,919 | 1,245 | 1,617 |
| 15 | 0,027 | 0,109 | 0,243 | 0,428 | 0,663 | 0,946 | 1,277 | 1,655 |
| 20 | 0,029 | 0,113 | 0,252 | 0,443 | 0,684 | 0,973 | 1,310 | 1,693 |
| 25 | 0,030 | 0,118 | 0,263 | 0,460 | 0,707 | 1,002 | 1,343 | 1,732 |
| 30 | 0,031 | 0,124 | 0,274 | 0,477 | 0,730 | 1,030 | 1,378 | 1,771 |
| 35 | 0,033 | 0,130 | 0,285 | 0,495 | 0,754 | 1,060 | 1,413 | 1,810 |
| 40 | 0,035 | 0,136 | 0,298 | 0,513 | 0,778 | 1,090 | 1,448 | 1,850 |
| 45 | 0,037 | 0,143 | 0,311 | 0,533 | 0,804 | 1,121 | 1,484 | 1,891 |
| 50 | 0,039 | 0,151 | 0,325 | 0,553 | 0,830 | 1,153 | 1,520 | 1,931 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 135 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 120mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 120mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,027 | 0,110 | 0,249 | 0,446 | 0,703 | 1,018 | 1,393 | 1,826 |
| 0 | 0,029 | 0,116 | 0,262 | 0,465 | 0,726 | 1,046 | 1,424 | 1,860 |
| 5 | 0,031 | 0,124 | 0,275 | 0,484 | 0,751 | 1,074 | 1,455 | 1,893 |
| 10 | 0,034 | 0,132 | 0,289 | 0,504 | 0,775 | 1,102 | 1,485 | 1,926 |
| 15 | 0,036 | 0,140 | 0,304 | 0,524 | 0,799 | 1,130 | 1,516 | 1,959 |
| 20 | 0,040 | 0,150 | 0,320 | 0,545 | 0,824 | 1,158 | 1,547 | 1,991 |
| 25 | 0,043 | 0,160 | 0,336 | 0,566 | 0,849 | 1,186 | 1,577 | 2,024 |
| 30 | 0,048 | 0,171 | 0,352 | 0,587 | 0,873 | 1,213 | 1,607 | 2,056 |
| 35 | 0,053 | 0,183 | 0,369 | 0,608 | 0,898 | 1,241 | 1,637 | 2,088 |
| 40 | 0,059 | 0,195 | 0,387 | 0,629 | 0,923 | 1,268 | 1,667 | 2,120 |
| 45 | 0,065 | 0,208 | 0,404 | 0,650 | 0,947 | 1,296 | 1,697 | 2,151 |
| 50 | 0,072 | 0,221 | 0,421 | 0,672 | 0,972 | 1,323 | 1,726 | 2,183 |

Tabela 136 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,5mm AZ de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,5mm AZ DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,040 | 0,161 | 0,366 | 0,657 | 1,034 | 1,495 | 2,042 | 2,672 |
| 0 | 0,042 | 0,168 | 0,379 | 0,674 | 1,053 | 1,516 | 2,063 | 2,695 |
| 5 | 0,045 | 0,177 | 0,392 | 0,690 | 1,072 | 1,537 | 2,085 | 2,717 |
| 10 | 0,048 | 0,185 | 0,405 | 0,707 | 1,091 | 1,557 | 2,107 | 2,740 |
| 15 | 0,051 | 0,194 | 0,419 | 0,724 | 1,109 | 1,577 | 2,128 | 2,762 |
| 20 | 0,055 | 0,204 | 0,432 | 0,740 | 1,128 | 1,597 | 2,149 | 2,784 |
| 25 | 0,060 | 0,213 | 0,446 | 0,757 | 1,147 | 1,618 | 2,171 | 2,806 |
| 30 | 0,064 | 0,223 | 0,460 | 0,773 | 1,165 | 1,638 | 2,192 | 2,828 |
| 35 | 0,069 | 0,233 | 0,473 | 0,789 | 1,183 | 1,657 | 2,213 | 2,850 |
| 40 | 0,075 | 0,244 | 0,487 | 0,806 | 1,202 | 1,677 | 2,233 | 2,872 |
| 45 | 0,081 | 0,254 | 0,501 | 0,822 | 1,220 | 1,697 | 2,254 | 2,893 |
| 50 | 0,087 | 0,264 | 0,514 | 0,838 | 1,238 | 1,716 | 2,275 | 2,915 |



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 137 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AL de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AL DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,029 | 0,118 | 0,265 | 0,473 | 0,741 | 1,071 | 1,462 | 1,914 |
| 0 | 0,030 | 0,122 | 0,274 | 0,488 | 0,762 | 1,097 | 1,493 | 1,950 |
| 5 | 0,032 | 0,126 | 0,284 | 0,503 | 0,783 | 1,124 | 1,525 | 1,987 |
| 10 | 0,033 | 0,131 | 0,294 | 0,519 | 0,805 | 1,151 | 1,558 | 2,024 |
| 15 | 0,034 | 0,137 | 0,304 | 0,535 | 0,827 | 1,179 | 1,591 | 2,061 |
| 20 | 0,036 | 0,142 | 0,315 | 0,552 | 0,850 | 1,207 | 1,624 | 2,099 |
| 25 | 0,038 | 0,148 | 0,327 | 0,570 | 0,874 | 1,236 | 1,657 | 2,136 |
| 30 | 0,039 | 0,155 | 0,339 | 0,588 | 0,898 | 1,265 | 1,691 | 2,174 |
| 35 | 0,041 | 0,162 | 0,352 | 0,607 | 0,922 | 1,295 | 1,725 | 2,212 |
| 40 | 0,044 | 0,169 | 0,366 | 0,627 | 0,947 | 1,325 | 1,759 | 2,250 |
| 45 | 0,046 | 0,177 | 0,380 | 0,647 | 0,973 | 1,355 | 1,793 | 2,288 |
| 50 | 0,049 | 0,185 | 0,395 | 0,668 | 0,999 | 1,386 | 1,828 | 2,326 |

Tabela 138 – Flecha de projeto e montagem – Cabo 185mm²/9,78mm AA de alumínio protegido 36,2kV – Compacta

| TABELA DE FLECHA DE PROJETO E MONTAGEM CABO 185mm ² /9,78mm AA DE ALUMÍNIO PROTEGIDO 35kV – COMPACTA | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | Vão (m) | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| -5 | 0,035 | 0,140 | 0,318 | 0,571 | 0,899 | 1,301 | 1,778 | 2,329 |
| 0 | 0,037 | 0,147 | 0,332 | 0,590 | 0,921 | 1,327 | 1,806 | 2,358 |
| 5 | 0,039 | 0,156 | 0,346 | 0,609 | 0,944 | 1,352 | 1,833 | 2,387 |
| 10 | 0,042 | 0,165 | 0,361 | 0,628 | 0,967 | 1,377 | 1,860 | 2,416 |
| 15 | 0,046 | 0,174 | 0,376 | 0,647 | 0,989 | 1,402 | 1,887 | 2,444 |
| 20 | 0,049 | 0,184 | 0,391 | 0,667 | 1,012 | 1,427 | 1,914 | 2,472 |
| 25 | 0,054 | 0,195 | 0,407 | 0,686 | 1,035 | 1,452 | 1,941 | 2,500 |
| 30 | 0,058 | 0,206 | 0,423 | 0,706 | 1,057 | 1,477 | 1,967 | 2,528 |
| 35 | 0,064 | 0,217 | 0,439 | 0,726 | 1,080 | 1,502 | 1,994 | 2,556 |
| 40 | 0,070 | 0,229 | 0,455 | 0,745 | 1,102 | 1,526 | 2,020 | 2,584 |
| 45 | 0,076 | 0,241 | 0,471 | 0,765 | 1,124 | 1,550 | 2,046 | 2,611 |
| 50 | 0,083 | 0,253 | 0,487 | 0,784 | 1,146 | 1,575 | 2,071 | 2,638 |

Tabela 139 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede nua (convencional)

| Bitola do condutor | N1/ M1/B1 | N2/M2/B2 | N3-N3/M3-M3/B3-B3 | N4/M4/B4 |
|--------------------|-----------|-----------|-------------------|----------|
| | U1 | U2 | U3-U3 | U4 |
| 4 AWG | ≤ a 60° | ----- | > a 90° | ≤ a 90° |
| 2 AWG | ≤ a 60° | ----- | > a 90° | ≤ a 90° |
| 1/0 AWG | ≤ a 45° | 46° a 60° | > a 90° | ≤ a 90° |
| 2/0 AWG | ≤ a 30° | 31° a 50° | > a 90° | ≤ a 90° |
| 3/0 AWG | ≤ a 30° | 31° a 50° | > a 90° | ≤ a 90° |
| 4/0 AWG | ≤ a 20° | 21° a 40° | > a 90° | ≤ a 90° |
| 266,8 | ≤ a 20° | 21° a 40° | > a 90° | ≤ a 90° |
| 336,4 | ≤ a 15° | 16° a 25° | > a 90° | ≤ a 90° |

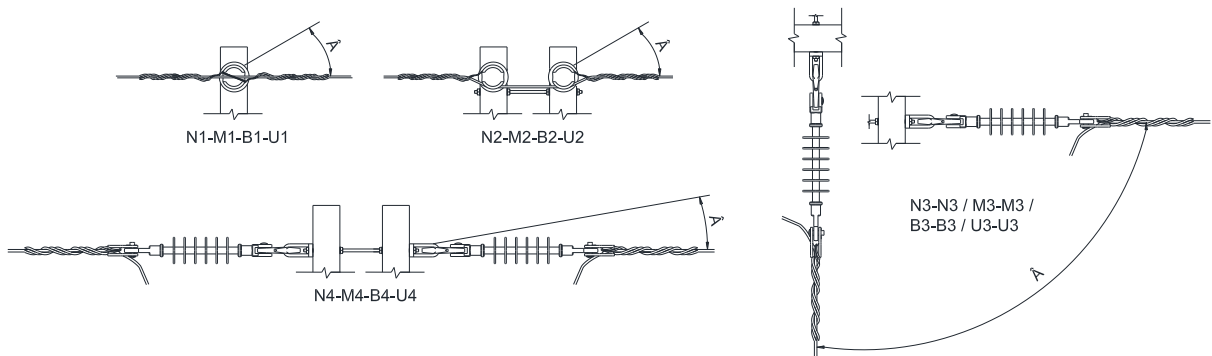


Figura 4 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede nua (convencional)

Tabela 140 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede nua (convencional)

| Bitola do condutor | S1 | | S3 | S4 |
|--------------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | P/ dentro | P/ fora | Enc. topo | Enc. Topo |
| 4 AWG | ≤ a 60° | ≤ a 60° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 2 AWG | ≤ a 60° | ≤ a 60° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 1/0 AWG | ≤ a 60° | ≤ a 60° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 2/0 AWG | ≤ a 45° | ≤ a 60° | ≤ a 30° | ≤ a 30° |
| 3/0 AWG | ≤ a 45° | ≤ a 60° | ≤ a 30° | ≤ a 30° |
| 4/0 AWG | ≤ a 35° | ≤ a 60° | ≤ a 20° | ≤ a 20° |

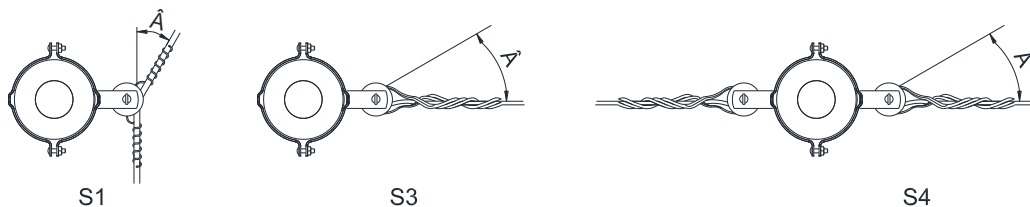


Figura 5 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede nua (convencional)

Tabela 141 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede protegida (compacta)

| Classe de tensão (kV) | Bitola do condutor | C1 – CU1 | C1H | C2 | C3-C3 – CU3-CU3 | C4 – CU4 |
|-----------------------|--------------------|------------|----------|----------|-----------------|----------|
| | | C1A – CU1A | | C2A | C3A-C3A | C4A |
| 15kV | 35mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 50mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 70mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 120mm ² | ≤ a 6º | 7º a 45º | 7º a 45º | > a 90º | ≤ a 90º |
| 25kV | 35mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 50mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 70mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 120mm ² | ≤ a 6º | 7º a 45º | 7º a 45º | > a 90º | ≤ a 90º |
| 36,2kV | 185mm ² | ≤ a 6º | 7º a 45º | 7º a 45º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 70mm ² | ≤ a 6º | 7º a 60º | 7º a 60º | > a 90º | ≤ a 90º |
| | 120mm ² | ≤ a 6º | 7º a 45º | 7º a 45º | > a 90º | ≤ a 90º |

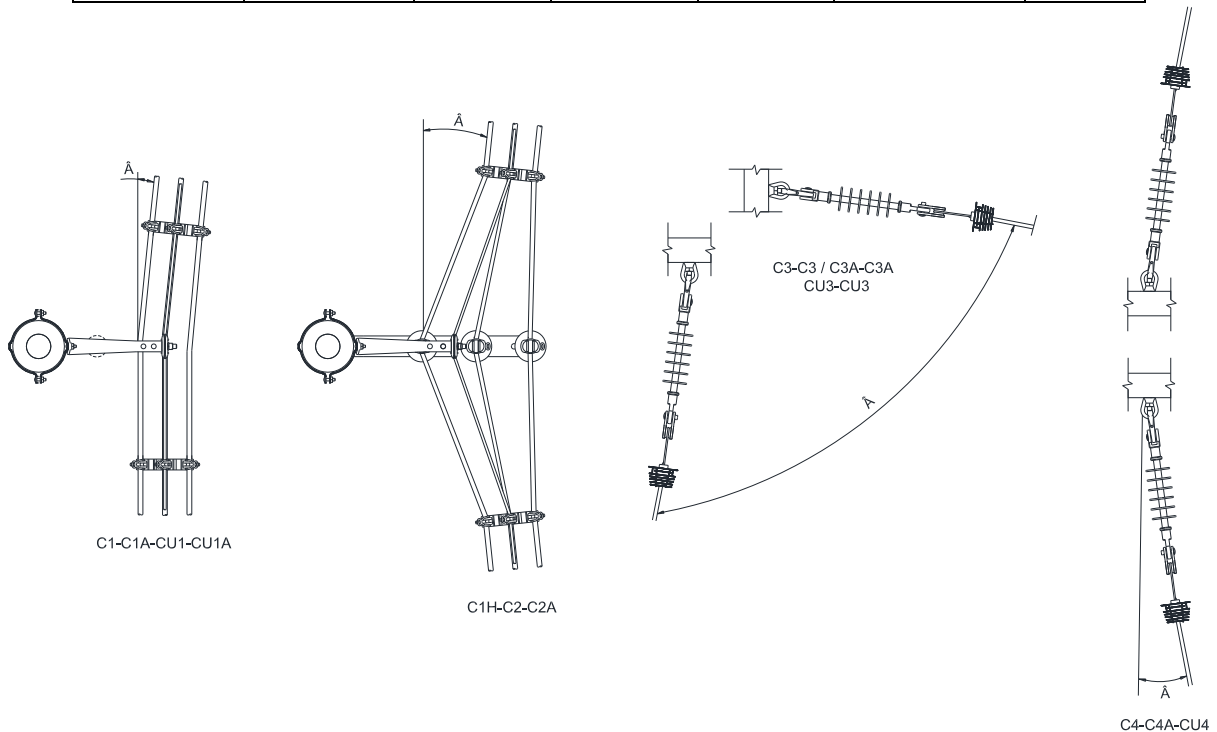


Figura 6 – Ângulo de deflexão horizontal do primário rede protegida (compacta)



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Tabela 142 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede isolada (multiplexada)

| Bitola do condutor | SI1 | | SI1 - Alternativa | | SI3 | SI3 - Alternativa | SI4 | SI4 - Alternativa |
|--------------------|-----------|---------|-------------------|---------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | P/ dentro | P/ fora | P/ dentro | P/ fora | Enc. topo | Enc. topo | Enc. topo | Enc. topo |
| 1x1x35 + 35 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 2x1x35 + 35 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 2x1x70 + 70 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 30° | ≤ a 30° | ≤ a 30° |
| 3x1x35 + 35 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 3x1x50 + 50 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° | ≤ a 40° |
| 3x1x70 + 70 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 30° | ≤ a 30° | ≤ a 30° |
| 3x1x120 + 70 | ≤ a 45° | ≤ a 30° | ≤ a 45° | ≤ a 45° | ≤ a 20° | ≤ a 20° | ≤ a 20° | ≤ a 20° |

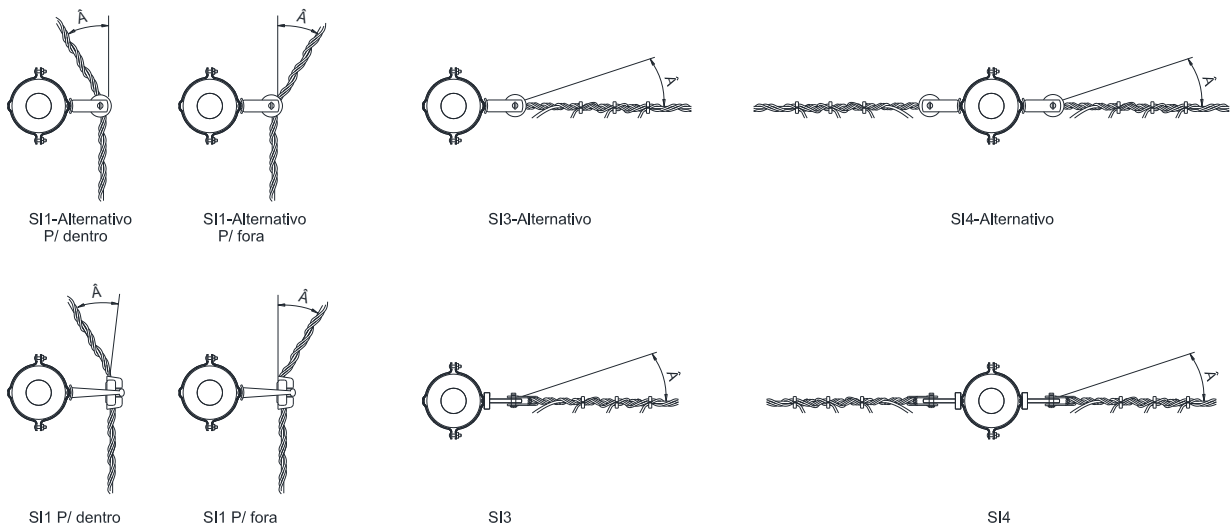


Figura 7 – Ângulo de deflexão horizontal do secundário rede isolada (multiplexada)

Tabela 143 – Ângulo de deflexão vertical do primário rede nua (convencional)

| Bitola do condutor | Arrancamento e compressão | |
|--------------------|---------------------------|---------|
| | 1 Pino | 2 Pinos |
| 4 AWG | ≤ a 35° | ≤ a 35° |
| 2 AWG | ≤ a 35° | ≤ a 35° |
| 1/0 AWG | ≤ a 30° | ≤ a 35° |
| 2/0 AWG | ≤ a 25° | ≤ a 35° |
| 3/0 AWG | ≤ a 20° | ≤ a 35° |
| 4/0 AWG | ≤ a 15° | ≤ a 30° |
| 266,8 | ≤ a 15° | ≤ a 30° |
| 336,4 | ≤ a 10° | ≤ a 20° |

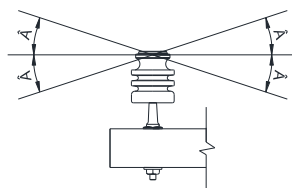




Figura 8 – Ângulo de deflexão vertical do primário rede nua (convencional)

| | | | |
|------------------------------------|---|--|------------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 149 de 165 |
|------------------------------------|---|--|------------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Solicitação de viabilidade para ligação de loteamento

CARTA Nº:

LOCAL:

À FECOERESP

ASSUNTO: Viabilidade para Ligação do Empreendimento com Rede de Distribuição Aérea

Venho através desta, solicitar a V.S.^ª, em caráter excepcional, a viabilização do fornecimento de energia elétrica no padrão rede de distribuição aérea, do Loteamento, situado na localidade de....., no município de - UF, bem como nos fornecer o ponto de entrega na rede primária e/ou secundária.

Por oportuno, informamos as características do empreendimento:

- a) demanda estimada em (kVA): _____
- b) número de lotes: _____
- c) característica das ligações no empreendimento: _____
- Residencial de alta/média/baixa renda;
 - Comercial;
 - Industrial.



Segue, anexo, a planta do projeto do loteamento e sua localização, para ser eletrificado.

Sem mais para o momento,

Responsável Técnico pelo Projeto
Nº do CREA:

De acordo: (proprietário/empreendedor)
CPF ou CNPJ:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 150 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ANEXO 2 – Carta resposta

CARTA Nº

LOCAL:

ASSUNTO: Viabilidade Técnica de Atendimento do Empreendimento

1. SOLICITAÇÃO

- a) pedido: nº da solicitação (protocolo), data;
- b) local: desenho nº;
- c) sumário dos serviços.

2. OUTROS

Depende de terceiros (cias. telefônicas, TV a cabo, travessias de estradas ou linhas de terceiros com baixas, média ou alta tensão, etc.):



() SIM () NÃO

Terceiros: (se a alternativa escolhida for sim, favor indicar)

CONDIÇÕES GERAIS:

1. Os serviços devem ser executados por Empreiteira diretamente contratada por V.S.^a, legalmente constituídas do ponto de vista técnico, comercial, econômico-financeiro e jurídico-fiscal.
2. Após a construção da obra, devidamente inspecionada e liberada pela CETRIL, deverá ser encaminhado à cooperativa as Planilhas de Custos (elétrico e civil) emitida pela empreiteira, que fará parte do Contrato de Incorporação de Rede. Esse contrato estabelecerá, também, que a rede passa a ser de propriedade da CETRIL, imediatamente após a sua energização, passando a responsabilidade da operação para a cooperativa.
3. Deverá ser pago, ainda, o valor relativo às modificações em rede de propriedade de terceiros (telefonia, TV a cabo, etc.), eventualmente existente no local.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 151 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ANEXO 3 - Pedido de aprovação de projeto

Pedido de Aprovação de Projeto

_____, ____ de _____ de _____.

Ao Sr.: _____

Setor: _____

Ass. Pedido de Aprovação de Projeto

Prezado Senhor:

Vimos pelo presente solicitar a V.S.^a. a aprovação do projeto referente
 _____ para atender ao(s) consumidor(es)

Ramal Urbano Trifásico () Monofásico ()
 Ramal Rural Trifásico () Monofásico ()
 Projeto n.º _____
 Obra da Distribuidora () Obra de Terceiros ()
 Nº da ART _____

Localidade: _____



Endereço: _____

Atenciosamente,

 Responsável Técnico

CREA Nº _____

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 152 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ANEXO 4 - Solicitação de fiscalização da obra

Carta de Pedido de Fiscalização da Rede de Distribuição Aérea

CARTA Nº _____ Data: _____

À CETRIL.

ASSUNTO: Fiscalização para Ligação de Rede Elétrica Aérea

Nº _____

LOCALIDADE:

TELEFONE DE INFORMAÇÕES E CONTATOS:

E-MAIL:

Venho pela presente solicitar a fiscalização dos serviços executados na rede elétrica aérea do Loteamento _____, localizado no município de _____ - UF, construído conforme o projeto aprovado.

Declaro que as instalações, executadas sob a responsabilidade técnica constante da ART nº _____, encontram-se totalmente concluídas e desenergizadas, desde o poste de transição até as entradas dos consumidores.

Seguem, anexos, os documentos solicitados.

Responsável Técnico pelo Execução

Nome:

Nº do CREA:



Cliente

Nome:

CPF:

RG:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 153 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ANEXO 5 - Memorial descritivo (Modelo)

Memorial Descritivo (modelo)

Título do Projeto: _____

1 – DADOS DA OBRA:

Endereço da obra:

Número de Lotes (loteamentos):

Área de Utilidade Pública: 1 (uma)

Área Verde: 1 (uma)

Demanda Provável: em kVA

2 – DADOS DO PROPRIETÁRIO

Nome:

CNPJ/CPF:

Endereço:

Telefone:

E-mail:

3 – DADOS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nome:

Formação:

CREA:

Telefone:

E-mail:

4 – FINALIDADE:

Expansão ou Melhoria ou Renovação

5 – INTRODUÇÃO:

(Descrição sucinta do projeto)

6 – CIRCUITO PRIMÁRIO:

Extensão total da rede, em km:

Extensões parciais da rede por sistema, tipo e bitolas dos condutores.

(Indicar as extensões de rede a serem removidas ou deslocadas, quando for o caso)



7 – CIRCUITO SECUNDÁRIO:

Extensão total da rede, em km:

Extensões parciais da rede por sistema, tipo e bitolas dos condutores.

(Indicar as extensões de rede a serem removidas ou deslocadas, quando for o caso)

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 154 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

8 – TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO:

Quantidade: _____ nº de fases: _____ Potência: _____ kVA

Potência Total instalada, em kVA: _____

(indicar os transformadores removidos ou deslocados, quando for o caso).

9 – PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE:

Instalação de chaves fusíveis, de ___ kV – ___ A, nas saídas dos ramais e na alimentação de transformadores.

10 – PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO:

Para-raios de ___ kV, encapsulados em material polimérico ou porcelana, nos locais indicados no projeto.

11 – EQUIPAMENTOS ESPECIAIS:

Serão instalados religadores, seccionalizadores, banco de capacitores, etc., nos locais previstos no projeto.

(descrever as características dos equipamentos)

12 – POSTES:

Discriminar de acordo com o tipo, altura e esforço indicando a quantidade de cada.

Quantidade total.

13 – ESTRUTURAS:

Discriminar primárias e/ou secundárias, conforme o tipo, indicando a quantidade de cada.

Quantidade total.

14 – ILUMINAÇÃO PÚBLICA



Discriminar os tipos das luminárias, potência e tipo das lâmpadas, indicando a quantidade de cada.

15 – NÚMERO DE CONSUMIDORES

Quantidade de Unidades Consumidoras prontas para ligação.

Quantidade de Unidades Consumidoras potenciais (lotes vagos).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 155 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

ANEXO 6 – Autorização de Passagem

Autorização de Passagem

Pelo presente instrumento de AUTORIZAÇÃO DE PASSAGEM, Eu, _____, proprietário do imóvel denominado _____, localizado no _____, no município de _____, autorizo de forma irrevogável e irretroatável e irrevogável que a CETRIL, ou através da firma empreiteira autorizada para execução de tal serviço, venha a utilizar o terreno de minha propriedade para a passagem de rede elétrica, renunciando a qualquer forma de indenização financeira ou material, comprometendo – me ainda a não plantar qualquer forma de vegetação cuja cultura venha a atingir os condutores elétricos, e não utilizar o método de queimada de vegetação dentro da faixa de 7,5 metros de cada lado do eixo da rede de distribuição elétrica destinado a passagem da mesma, bem como, na hipótese de alienação da propriedade, comunicar ao eventual comprador, sobre a presente transação, de forma tal a mantê-la de forma boa, firme e valiosa qualquer tempo, inclusive com herdeiros.

_____, _____ de _____ de _____.

Assinatura

NÚMERO DA CARTEIRA DE IDENTIDADE E ÓRGÃO EMISSOR: _____

C.P.F.: _____



ENDEREÇO PARA CONTATO: _____

TESTEMUNHAS:

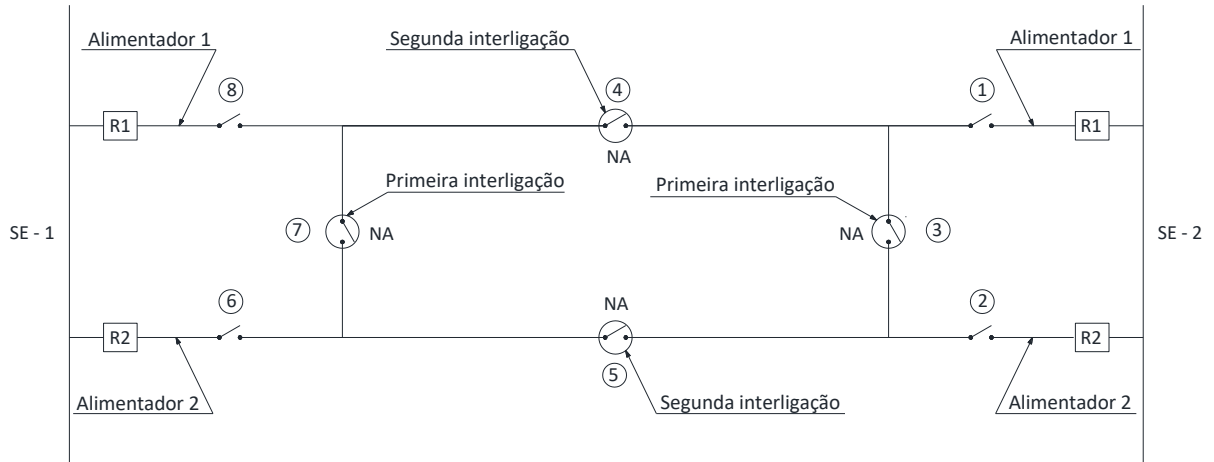
C.P.F.

C.P.F.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 156 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea | |
| | |  |


ANEXO 7 – Diagrama unifilar - Alimentadores



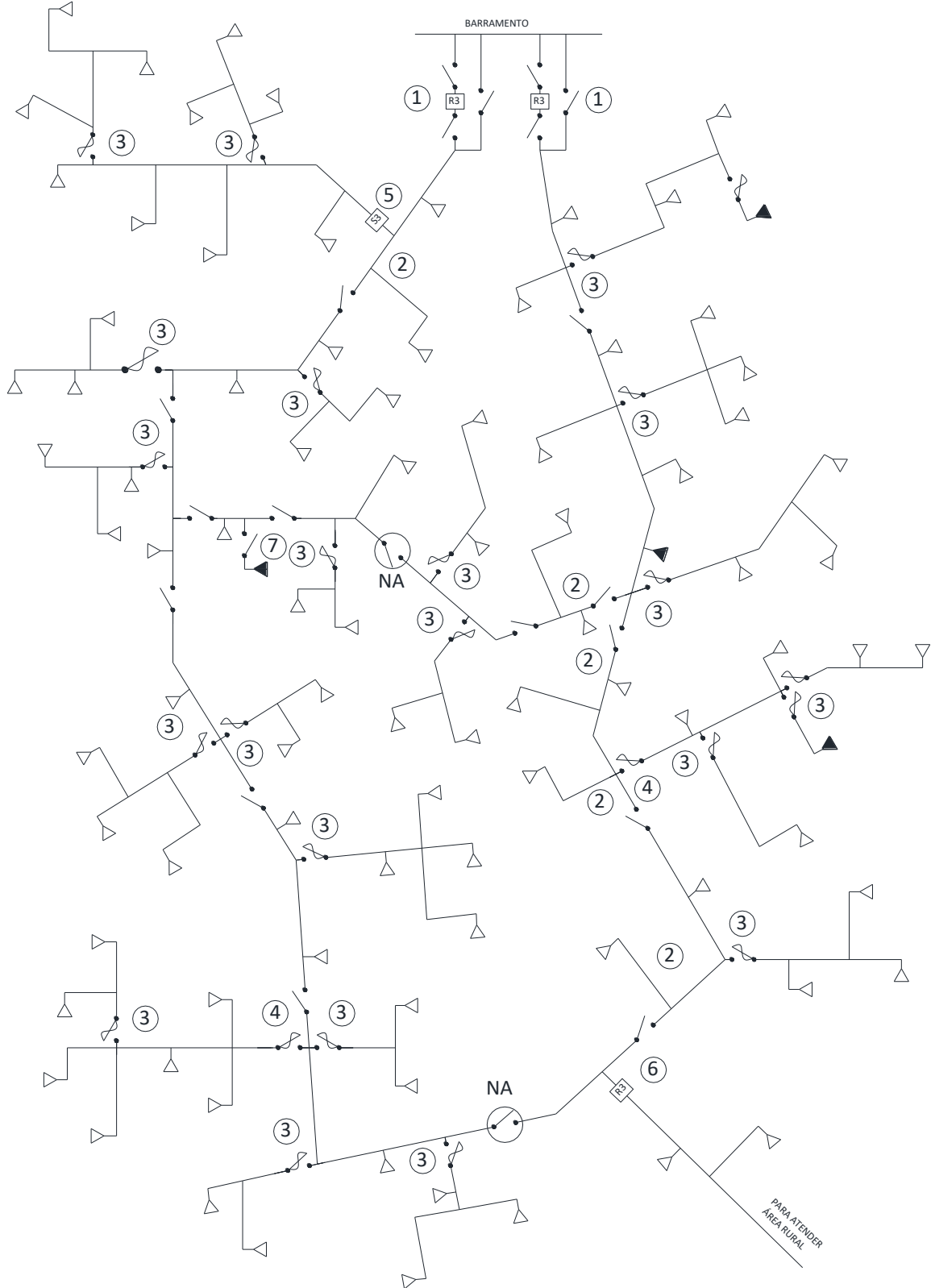
Legenda:

- 1 – Seccionamento na saída do Alimentador 1 da SE-2;
- 2 – Seccionamento na saída do Alimentador 2 da SE-2;
- 3 – Interligação do Alimentador 1 com o Alimentador 2 da SE-2, normalmente aberta;
- 4 – Interligação do Alimentador 1 da SE-1 com o Alimentador 1 da SE-2, normalmente aberta;
- 5 – Interligação do Alimentador 2 da SE-1 com o Alimentador 2 da SE-2, normalmente aberta;
- 6 – Seccionamento na saída do Alimentador 2 da SE-1;
- 7 – Interligação do Alimentador 1 com o Alimentador 2 da SE-1, normalmente aberta;
- 8 – Seccionamento na saída do Alimentador 1 da SE-1.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 157 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|------------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea | |

ANEXO 8 – Diagrama unifilar - Transformadores




| | | | |
|------------------------------------|---|--|------------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 158 de 165 |
|------------------------------------|---|--|------------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

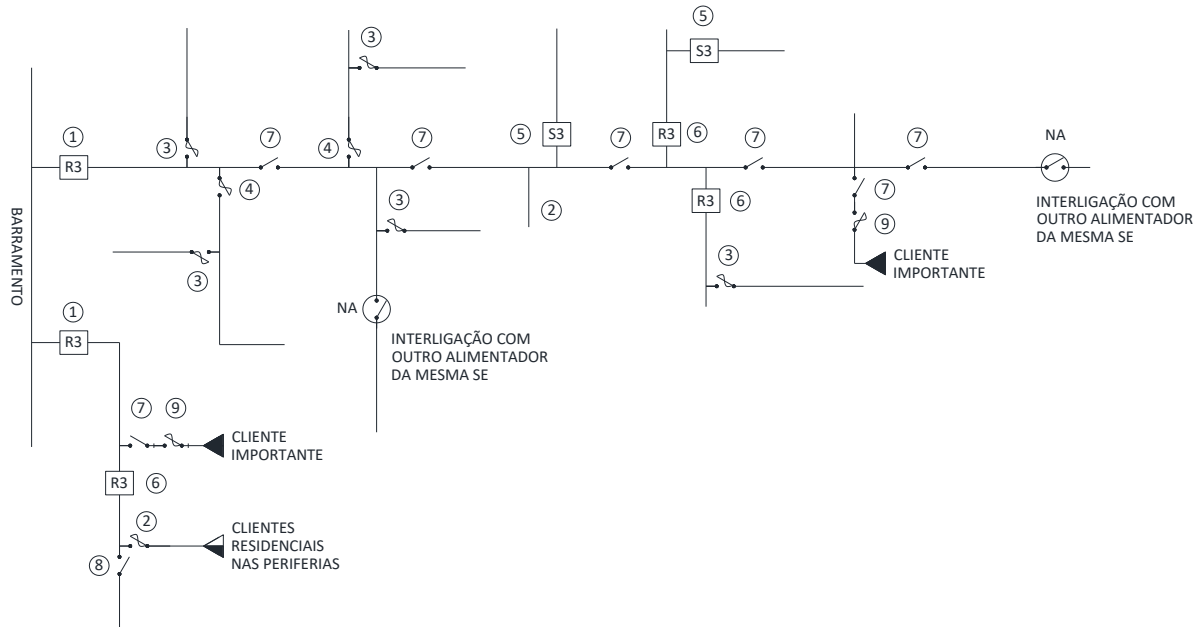
Legenda:

- 1 – Proteção na saída dos alimentadores;
- 2 – Ramal com extensão inferior à 300m;
- 3 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1500kVA x km;
- 4 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, com chave fusível coordenada com proteção de retaguarda;
- 5 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, sem a possibilidade de coordenação de chaves fusíveis com proteção de retaguarda onde justifica o emprego de seccionadores.
- 6 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, sem a possibilidade de coordenação de chaves fusíveis com proteção de retaguarda onde justifica o emprego de religadores.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 159 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|------------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea | |



ANEXO 9 – Diagrama unifilar – Sistema de proteção



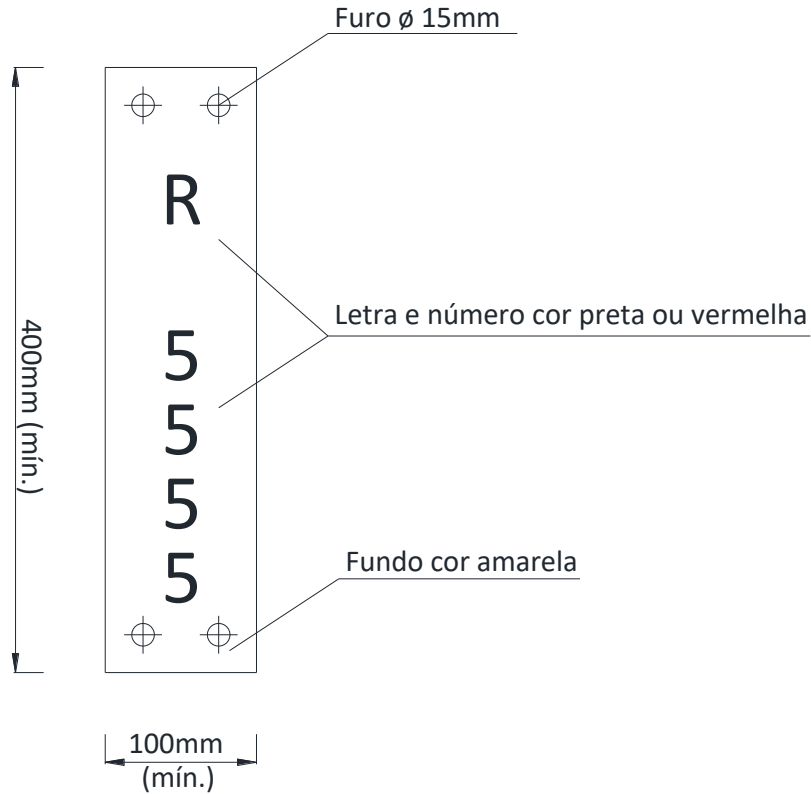
Legenda:

- 1 – Proteção na saída dos alimentadores;
- 2 – Ramal com extensão inferior à 300m;
- 3 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1500kVA x km;
- 4 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, com chave fusível coordenada com proteção de retaguarda;
- 5 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, sem a possibilidade de coordenação de chaves fusíveis com proteção de retaguarda onde justifica o emprego de seccionadores;
- 6 – Ramal com extensão superior à 300m. Produto da extensão pela demanda superior à 1600kVA x Km, sem a possibilidade de coordenação de chaves fusíveis com proteção de retaguarda onde justifica o emprego de religadores;
- 7 – Ramal que atende consumidor com carga importante e que exige elevada confiabilidade;
- 8 – Alimentador que atende localidade ou onde não existe eletricista designado;
- 9 – Proteção de transformador ou consumidor atendido em rede primária.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 160 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |



ANEXO 10 – Placa de identificação de equipamentos




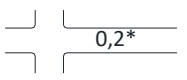

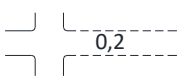

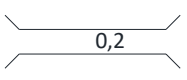
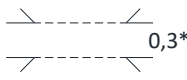






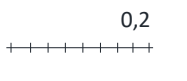
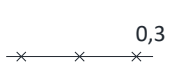
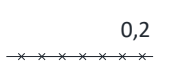

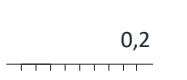
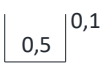

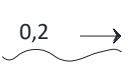




NOTAS:

- 1 – R = Letra do equipamento;
- 2 – 5555 = Número do equipamento conforme sistema de gestão da distribuição georreferenciado;
- 3 – A placa deverá ser confeccionada em alumínio ou zinco, espessura de 2mm;
- 4 – Quantidade mínima 1 (uma) letra do equipamento na placa de identificação;
- 5 – Quantidade mínima 4 (quatro) números do equipamento na placa de identificação.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 161 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

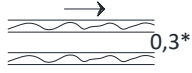

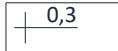


ANEXO 11 – Símbolos para mapas

| DESCRIÇÃO | 1:1000 | 1:5000 |
|--|--|---|
| Rua |  |  |
| Rua projetada |  |  |
| Ponte |  |  |
| Túnel |  |  |
| Viaduto |  |  |
| Estrada - faixa de servidão |  |  |
| Estrada de ferro |  |  |
| Cerca de arame |  |  |
| Muro |  |  |
| Fachada de prédio |  | |
| Rio (sentido da correnteza) |  |  |
| Lago |  |  |
| Terreno alagadiço |  |  |
| * Traço utilizado para desenhos e símbolos | | |







































| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 162 de 165 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|



| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação do ANEXO 11













































| DESCRIÇÃO | 1:1000 | 1:5000 |
|--|--|---|
| Canal |  |  |
| Jardim |  |  |
| Igreja |  |  |
| Cemitério |  |  |
| Praia ou areia |  |  |
| Erosão |  |  |
| Barranco, corte e aterro |  |  |
| Valetas |  |  |
| Ponto de controle horizontal |  |  |
| Fachada de prédio |  |  |
| Telefone |  |  |
| Reticulado de coordenadas | 0,1mm | 0,1mm |
| Reticulado de posição de folhas | 0,2mm | 0,2mm |
| * Traço utilizado para desenhos e símbolos | | |

ANEXO 12 – Símbolos para cadastro e projetos

| MATERIAL | DESCRIÇÃO | CADASTRO | PROJETO |
|-------------------------|--|--|--|
| Poste | Madeira |  9/MT |  9/MT |
| | Concreto Circular |  9/300 |  9/300 |
| | Concreto Dupla T - DT |  9/300 |  9/300 |
| | Aço (Iluminação Pública) |  |  |
| | Concreto Ornamental (Iluminação Pública) |  |  |
| Seccionamento e manobra | Chave seccionadora unipolar |  400A |  400A |
| | Chave seccionadora tripolar |  400A |  400A |
| Transformador | Subestação particular | 112,5 kVA  | 112,5 kVA  |
| | Subestação da distribuidora | 112,5 kVA  | 112,5 kVA  |
| | Subestação em cabine particular | 112,5 kVA  | 112,5 kVA  |
| | Subestação em cabine da distribuidora | 112,5 kVA  | 112,5 kVA  |
| Estai | Âncora |  |  |
| | Cruzeta a poste |  |  |
| | Cruzeta a cruzeta |  |  |
| | Contra poste |  |  |
| Subestação | Subestação | CARAC.  | CARAC.  |
| Iluminação pública | Luminária |  |  |
| | Relé fotoelétrico |  |  |
| | Caixa de comando |  |  |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-02 |
| | Área de Aplicação: Distribuição de Energia Elétrica | Versão: 02/2023 |
| | Título do Documento: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea |  |

Continuação do ANEXO 12

| MATERIAL | DESCRIÇÃO | CADASTRO | PROJETO |
|-----------------------|---|---|---|
| Proteção | Chave fusível |  |  |
| | Chave fusível religadora | CARAC.  | CARAC.  |
| | Religador trifásico | CARAC.  | CARAC.  |
| | Disjuntor | CARAC.  | CARAC.  |
| | Seccionador | CARAC.  | CARAC.  |
| | Aterramento |  |  |
| | Para-raios |  |  |
| Condutor | Rede primária | 3#336,4 |  |
| | Rede secundária | 3#1/0(1/0) |  |
| | Cruzamento com ligação |  |  |
| | Cruzamento sem ligação |  |  |
| | Encabeçamento ou mudança de bitola da rede primária | CARAC.  CARAC.  | CARAC.  CARAC.  |
| | Encabeçamento ou mudança de bitola da rede secundária | CARAC.  CARAC.  | CARAC.  CARAC.  |
| | Seccionamento da rede primária | CARAC.  CARAC.  | CARAC.  CARAC.  |
| | Seccionamento da rede secundária | CARAC.  CARAC.  | CARAC.  CARAC.  |
| | Seccionamento no meio do vão | CARAC.  CARAC.  | CARAC.  CARAC.  |
| Regulador e capacitor | Regulador de tensão | CARAC.  | CARAC.  |
| | Capacitor fixo | CARAC.  | CARAC.  |