

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

CONTEÚDO

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	3
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	3
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO	3
4.	REFERÊNCIAS	3
4.1	Normas Brasileiras - ABNT.....	3
4.2	Norma Regulamentadora	3
4.3	Documentos Técnicos da Enel Distribuição Rio.....	4
5.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	4
6.	DESCRIÇÃO.....	4
6.1	DISPOSIÇÕES GERAIS	4
6.1.1.	Geral	4
6.1.2.	Elaboração de Projeto	4
6.1.3.	Área de Aplicação.....	5
6.1.4.	Materiais Utilizados.....	5
6.1.4.1.	Condutores Cobertos.....	5
6.1.4.2.	Cabo Mensageiro	6
6.1.4.3.	Preformados	7
6.1.4.4.	Espaçadores Poliméricos	7
6.1.4.5.	Braços de Fixação	8
6.1.4.6.	Postes	8
6.1.4.7.	Isoladores	9
6.1.4.8.	Ferragens.....	9
6.1.4.9.	Diversos	9
6.1.5.	Aterramento	10
6.1.5.1.	Haste de Aterramento.....	10
6.1.5.2.	Profundidade da Haste de Aterramento	10
6.1.5.3.	Condutor de Aterramento	10
6.1.5.4.	Configuração do Aterramento.....	10
6.1.5.5.	Aterramento Temporário.....	11
6.1.6.	Conexões e Emendas de Condutores.....	12
6.1.7.	Aspectos de Segurança.....	13
6.1.8.	Recomendações de Construção	13
6.2	ESTRUTURAS	14
6.2.1.	Nomenclaturas.....	14
6.2.2.	Espaçadores.....	15



Assunto: Rede Aérea Compacta

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.3.	Disposição das Estruturas	18
6.2.4.	Afastamentos Mínimos	18
7.	ANEXOS.....	22

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO BRASIL
Victor Balbontin Artus

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

O documento define os tipos de estruturas e as características básicas para aplicação nos projetos e construção das Redes de Distribuição Aéreas de Média Tensão, classe de tensão 15kV e 36,2kV, com cabos cobertos fixados em espaçadores sustentados por cabo mensageiro (Rede Compacta).

Este documento se aplica a Infraestruturas e Redes Brasil na Operação de Distribuição.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	02/03/2018	Emissão da especificação técnica

3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Operação e Manutenção Brasil.

Responsável pela autorização do documento:

- Qualidade de Processos Brasil;
- Planejamento da Rede Brasil.

4. REFERÊNCIAS

4.1 Normas Brasileiras - ABNT

- ABNT IEC/TR 60815, Guia para seleção de isoladores sob condições de poluição;
- NBR 5422, Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica;
- NBR 11873, Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8kV a 34,5kV;
- NBR 14165, Via férrea - Travessia elétrica - Requisitos;
- NBR 15992, Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2kV;
- NBR 8159, Ferragens para rede de distribuição aérea.

4.2 Norma Regulamentadora

- NR-10, Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR-35, Trabalhos em altura.

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

4.3 Documentos Técnicos da Enel Distribuição Rio

- WKI-OMBR-MAT-18-0251-INBR Rede de Distribuição Aérea de Média e Baixa Tensão
- WKI-OMBR-MAT-18-0248-INBR Utilização de Materiais em Linhas e Redes de Distribuição Aéreas de AT, MT e BT
- E-MT-010, Cables Protegidos para Redes Aéreas Compactas de MT;
- E-MT-011, Aisladores de Porcelana, Vidrio y Poliméricos para Redes de Media Tensión;
- CNS-OMBR-MAT-18-0140-EDCE Rede Secundária de Distribuição Aérea 380 / 220 V

5. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
MT	Média Tensão
BT	Baixa Tensão
XLPE	Polietileno Reticulado
HDPE	Polietileno de Alta Densidade

6. DESCRIÇÃO**6.1 DISPOSIÇÕES GERAIS**

Os projetos de uma rede de distribuição área compacta devem ser realizados, aplicando de forma integrada, critérios gerais relacionados a funcionalidade das instalações, tecnologia, meio ambiente, condições de trabalho, confiabilidade e custos, e cumprimento das Normas e Regulamentações existentes.

A rede compacta deve ser tratada como rede primária nua para todos os aspectos de segurança. Inclusive com o condutor neutro acompanhando toda a extensão de rede com objetivo de melhorar a proteção do sistema reduzindo a impedância de retorno ao longo da rede. A cordoalha de aço não deverá ser considerada como condutor neutro, pelas suas características elétricas de condutibilidade.

6.1.1.Geral

Os projetistas devem sempre consultar a Área de Normas de Distribuição da Enel Distribuição Rio sobre a aplicação desta padronização e outros documentos relacionados à construção de redes de distribuição aérea, assim consultar sobre a existência de qualquer outro procedimento vigente que seja complementar a esse documento.

Os materiais e equipamentos a serem utilizados devem ser somente de fabricantes qualificados e com modelo homologado pela Enel Distribuição Rio. Os modelos e fabricantes devem ser os aprovados pela Área de Normas da Enel Distribuição Rio, para que quando de uma fiscalização ou Comissionamento não tenhamos problemas na entrega da rede para energização.

6.1.2.Elaboração de Projeto

Este documento estabelece as estruturas básicas da rede primária compacta de 11,4 e 13,8kV e da linha de distribuição de 34,5kV da Enel Distribuição Rio, onde o projetista, devidamente embasado através dos cálculos dos esforços da estrutura e atendendo os critérios de segurança e afastamentos mínimos exigidos,

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

pode utilizar uma estrutura ou arranjo diferente desta padronização, desde que se justifique tecnicamente e seja aprovado pelas Áreas de Projetos e de Normas da Enel Distribuição Rio. Na maioria dos casos essa exceção pode ocorrer para viabilizar a implantação de um poste em uma determinada situação; atender as distâncias mínimas de segurança; diminuir o impacto sócio-ambiental; permitir a saída de alimentadores em uma subestação da Enel Distribuição Rio; ou para atendimento de outras situações especiais.

As estruturas de rede secundária estão estabelecidas no padrão de estrutura CNS-OMBR-MAT-18-0140-EDCE.

6.1.3.Área de Aplicação

6.1.3.1. A rede de distribuição aérea compacta deverá ser utilizada como padrão de rede de MT, a critério da Enel Distribuição Rio, principalmente nas seguintes situações:

- a) Áreas densamente arborizadas;
- b) Áreas de preservação ambiental;
- c) Áreas de centros comerciais onde o espaço para instalação da rede seja reduzido, principalmente devido a marquises, janelas, sacadas, etc.;
- d) Áreas com espaço reduzido para construção de novos alimentadores;
- e) Instalação de circuitos múltiplos na mesma estrutura;
- f) Saída de subestações com múltiplos alimentadores
- g) Outras áreas que por conveniência técnica seja exigido este tipo de padrão.

6.1.3.2. A rede compacta não deve ser utilizada nas áreas de corrosão severa (tipo B2) e muito severa (tipo C), conforme definido na WKI-OMBR-MAT-18-0248-INBR da Enel Distribuição Rio e ABNT IEC/TR 60815.

6.1.4.Materiais Utilizados

Todos os materiais e equipamentos utilizados nas redes de distribuição aérea compacta devem atender aos desenhos e as especificações da Enel Distribuição Rio. Também não é recomendada sua utilização em áreas com elevado nível de poluição industrial.

Na lista de materiais de cada estrutura não são indicadas as quantidades de espaçadores, estes materiais devem ser contabilizados pelo projetista em função do vão, juntamente com os cabos cobertos e mensageiro.

6.1.4.1. Condutores Cobertos

Nas redes de distribuição aérea compacta devem ser utilizadas as seções de condutores de alumínio coberto, dupla camada (XLPE+HDPE) com tensão nominal de 15kV e 36,2kV, conforme Tabela 1.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Tabela 1: Condutores Cobertos 15kV e 35kV

Bitola (mm ²)	Nível de Tensão (kV)	Nº de Fios (mín.)	Diâmetro do condutor (mm)	Características do cabo					Resistência Elétrica Máxima em CC a 20 °C (Ω/km)	Código
				Espessura semicondutora	Espessura 1º Cobertura (XLPE)	Espessura 2º Cobertura (HDPE)	Corrente Máxima	Peso Nominal		
				(mm ²)	(mm)	(mm)	(A)	(kg/km)		
35	15	6	6,6 a 7,5	0,40	1,50	1,50	187	215	0,868	6808985
50	15	6	7,7 a 8,6	0,40	1,50	1,50	225	265	0,641	6808986
185	15	30	15,5 a 16,8	0,40	1,50	1,50	525	710	0,164	6808987
70	35	12	9,3 a 10,2	0,40	3,80	3,80	270	660	0,443	6808988
185	35	30	15,5 a 16,8	0,40	3,80	3,80	497	1.150	0,164	6808989

Na Tabela 1 são apresentados os valores de resistência elétrica e ampacidade em relação à temperatura de operação do condutor em 90°C, considerando a temperatura ambiente de 40°C, velocidade do vento de 2,2km/h, e radiação solar de 1.000W/m².

6.1.4.2. Cabo Mensageiro

O esforço mecânico dos condutores e espaçadores da Rede Compacta são transmitidos aos postes através do cabo mensageiro. O cabo mensageiro deve ser constituído de uma cordoalha de aço com diâmetro nominal de 9,5 mm para condutor de 185mm² e com diâmetro nominal de 7,9mm para condutores de 35mm² e 50mm² de diâmetro, conforme Padrão de Material da Enel Distribuição Rio.

Tabela 2: Cabo Mensageiro

Categoria	Formação		Diâmetro Nominal	Massa	Carga de Ruptura Mínima	Código
	Nº de Fios	Diâmetro Nominal do Fio				
		(mm)	(mm)	(kg/km)	(daN)	
MR (SM)	7	2,64	7,9	305	2430	6774159
MR (SM)	7	3,05	9,5	407	3.160	6772186

NOTA: O cabo mensageiro não deve ser utilizado como condutor neutro pelas suas características elétricas, nas extensões novas de MT ou recondutoramento em rede compacta onde não existe rede de BT, deve-se projetar o condutor neutro em cabo de alumínio nu seguindo as estruturas do CNS-OMBR-MAT-18-0140-EDCE.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.1.4.3. Preformados

Nas estruturas de ancoragem e encabeçamento dos condutores fase e das cordoalhas devem ser utilizadas as alças preformadas para sustentação, conforme definido no **PM2276 do PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

Tabela 3: Códigos das Alças Preformadas

Cabo Coberto (mm ²)	Classe de tensão (kV)	Código
35	15	6783981
50	15	6772142
185	15	6772145
70	36,2	4673306
185	36,2	4673307
Cabo Mensageiro (mm)	Classe de tensão (kV)	Código
7,9	15 ou 36,2kV	6772242
9,5	15 ou 36,2kV	6772243

6.1.4.4. Espaçadores Poliméricos

Os espaçadores losangulares e verticais devem ser constituídos de polietileno de alta densidade e atender, respectivamente, ao **PMA-01** da Enel Distribuição Rio, servindo para fixar os cabos cobertos e permitir os distanciamentos normatizados.

Tabela 4: Códigos dos Espaçadores

Item	Tipo	Tensão Nominal	Diâmetro do mensageiro	Cabo coberto de alumínio	Aplicação	Código
		(kV)	(mm)	(mm ²)		
1	Losangular	15	7,9 a 9,5	35 a 185	Somente com cesta aérea	6783972
2	Losangular	15	7,9 a 9,5	35 a 185	Com ferramenta/bastão e operador no solo	4673304
3	Losangular	34,5	9,5	70 a 185	Somente com cesta aérea	6802946
4	Vertical trifásico	15	7,9 a 9,5	35 a 185	Somente com cesta aérea	6802689
5	Vertical monofásico	15	7,9 a 9,5	35 a 185	Somente com cesta aérea	4673305

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.1.4.5. Braços de Fixação

6.1.4.5.1. O braço tipo L deve ser em aço carbono galvanizado ou ferro nodular ou liga de alumínio conforme PMA-01 da Enel Distribuição Rio, utilizado para sustentação do cabo mensageiro.

6.1.4.5.2. O braço tipo C deve ser em aço carbono galvanizado conforme PMA-01 da Enel Distribuição Rio, utilizado nas estruturas de ancoragem/encabeçamento e derivações.

6.1.4.5.3. Nas estruturas de ancoragem e derivação com braço C deve ser utilizada a cantoneira perfil L para ancorar as fases superiores, conforme PMA-01 da Enel Distribuição Rio.

6.1.4.5.4. O braço antibalanco deve ser constituído de polietileno de alta densidade conforme o PMA-01 da Enel Distribuição Rio, servindo para fixar o espaçador losangular em alinhamento com o poste.

Tabela 5: Códigos dos Braços de Fixação

Tipo de Braço	Classe de Tensão (kV)	Código
L	15	6772125
C	15	6772127
Antibalanco	15	6773203
L	36,2	4857782
C	36,2	6800635
Antibalanco	36,2	6802945

NOTA: Cantoneira perfil L para utilização com braço C – Código: 6772128.

6.1.4.6. Postes

Os postes das estruturas devem ser instalados com o eixo vertical perfeitamente nivelado em posição vertical, e o critério de utilização deve ser em função da estrutura, afastamentos e flecha dos condutores, sendo definido pelo projetista na etapa de projeto.

Os postes utilizados devem atender a PMA-01 da Enel Distribuição Rio e o engastamento e fincamento deve ser conforme o Desenho 032.02.

6.1.4.6.1. O engastamento simples com escavação retangular é feito manualmente. Já o engastamento simples com escavação circular normalmente é utilizado quando a escavação é feita mecanicamente por perfuratriz, ficando a cava em formato arredondado.

6.1.4.6.2. O engastamento com base reforçada é utilizado em situações de ancoragem onde o terreno tenha certa estabilidade, evitando assim que o poste venha a desaprumar com o tempo.

6.1.4.6.3. Os engastamentos com manilha e com fundação especial são utilizados em terrenos arenosos ou que sofram alagamento constante, ou seja, com baixa estabilidade. Podendo serem utilizados também em outros tipos de terrenos desde que a estrutura ou angulação da rede obrigue sua utilização.

Mediante a necessidade de cada projeto, postes especiais, de maior comprimento e esforço, podem ser solicitados, devendo estarem de acordo com o especificado no PMA-01 da Enel Distribuição Rio.

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.1.4.7. Isoladores

Deve ser utilizado o isolador pino polimérico de 15kV e 35kV, conforme padronizado na **PMA-01** da Enel Distribuição Rio, juntamente com o pino de aço galvanizado.

Na ancoragem deve ser utilizado o isolador de ancoragem polimérico de 15kV e 35kV, garfo-olhal, conforme padronizado **no PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

Tabela 6: Códigos dos Isoladores

Isolador Polimérico 25kV	Classe de Tensão	Código
Pino	15	6772264
Ancoragem	15	6772263
Pino	35	6800637
Ancoragem	35	6794539

NOTA: Pino para isolador pino polimérico – Código: 6772141.

6.1.4.8. Ferragens

Na elaboração dos projetos e construção, deve ser seguido o seguinte critério para aplicação de ferragens nas estruturas:

a) Arruela Quadrada:

A arruela quadrada deve ser utilizada sempre que for necessário evitar o contato direto da porca ou da cabeça do parafuso com as superfícies de concreto. A arruela não deve ser instalada com suas laterais paralelas ao solo para se evitar o acúmulo de água da chuva.

b) Arruela de Pressão:

A arruela de pressão, quando necessário, deve ser utilizada em substituição a contra-porca para evitar afrouxamento da porca e folgas provenientes de vibrações.

6.1.4.9. Diversos

6.1.4.9.1. Nas derivações, devem ser utilizados os conectores tipo cunha padronizados no **PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

6.1.4.9.2. Quando da estrutura com o braço antibalanço, deve ser utilizado o estribo para braço L, conforme **PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

6.1.4.9.3. Para amarração dos cabos cobertos nos isoladores de pino e nos espaçadores, deve ser utilizado o fio isolado de amarração, conforme **PMA-01** nos pontos onde a corrente de curto circuito seja maior que 2kA. Os anéis de amarração em silicone padronizados no **PMA 01** podem ser usados nos pontos onde a corrente de curto circuito for igual ou menor que 2kA, geralmente pontos localizados afastados das subestações.

6.1.4.9.4. Para amarração do cabo mensageiro no espaçador, deve ser utilizado o laço metálico conforme definido **PMA-01**.

6.1.4.9.5. Por definição, deve ser utilizada uma capa protetora ou manta, para cobertura dos conectores, no caso de utilização dos conectores tipo cunha nas derivações, e também para cobertura da conexão do

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

seccionamento dos jumpers (conectores tipo cunha ou emendas torquimétricas/compressão), visando a recomposição do cabo coberto e evitar o trilhamento elétrico. A manta deve ser usada em locais de densa arborização com incidência de toques de galhos no condutor e a capa em locais fora de arborização.

Tabela 7: Códigos Diversos

Padronizado no “CNS-OMBR-MAT-18-0136-EDBR Rede Aérea Compacta”	Código	Classe de Tensão (kV)	Opcional	
			Descrição	Código
Conector Cunha Spacer 35-35DR	6783984	15	Conector Perfurante Spacer 35-70TR/DR	4673308
Conector Cunha Spacer 50TR-50DR	6783983	15		
Conector Cunha Spacer 50TR-35DR	6783983	15		
Conector Cunha Spacer 185TR-35DR	6782006	15		
Conector Cunha Spacer 185TR-50DR	6782006	15		
Conector Cunha Spacer 185TR-185DR	6772206	15		
Conector Cunha Spacer 185TR-70DR	6772205	35	Conector Perfurante Spacer 70-185TR/DR	4673309
Conector Cunha Spacer 185TR-185DR	6772206	35		

6.1.5. Aterramento

O projetista deve utilizar no aterramento das estruturas os materiais e critérios definidos abaixo e no CP-R 001 da Enel Distribuição Rio.

6.1.5.1. Haste de Aterramento

A haste de aterramento deve ser de aço cobreado, circular, 5/8"x3000mm, conforme **PMA-01** da Enel Distribuição Rio e instalada com o conector cunha de aterramento, conforme **PMA-01**.

6.1.5.2. Profundidade da Haste de Aterramento

A haste de terra deve ser fincada no solo de maneira que a sua extremidade superior fique a uma profundidade mínima de 50cm da superfície do solo.

6.1.5.3. Condutor de Aterramento

O aterramento deve ser feito com cabo de aço cobreado 35mm², conforme **PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

6.1.5.4. Configuração do Aterramento

A configuração da malha deve atender aos seguintes critérios:

- A malha de aterramento deve ser em linha reta e disposta linearmente ao longo da estrutura, com distância entre hastes de 3,0 metros, ficando a haste mais próxima do poste a uma distância de no mínimo 1,0 metro da base do poste;
- Em estruturas de transformação e de para-raios devem ser utilizadas 3 (três) hastes de aterramento;
- Em estruturas de regulação, religamento e seccionamento deve ser utilizado um número de hastes de forma que a resistência de aterramento não ultrapasse 25Ω (ohms) em áreas rurais e periferia e 30Ω (ohms) em áreas urbanas.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Tabela 8: Códigos dos Materiais de Aterramento

Material	Código
Haste de Aterramento 5/8x3000mm	6795954
Conector Cunha de Aterramento p/ Cabo 35mm ²	6796315
Cabo de Aço Cobreado 35mm ²	6782554

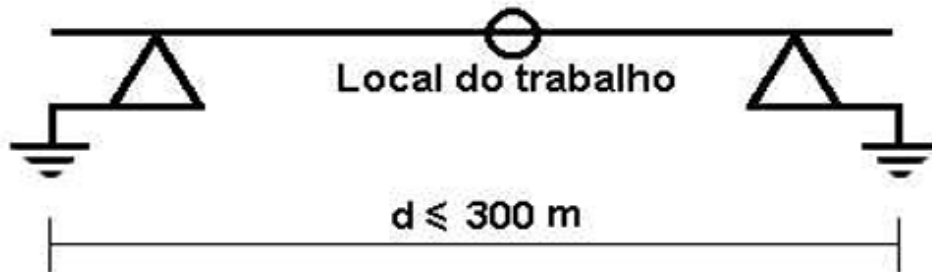
6.1.5.5. Aterramento Temporário

Para aterramento temporário, os pontos para instalação do aterramento serão, preferencialmente, as partes expostas das redes (terminais de equipamentos, grampo de linha viva, e outros) de tal forma que o local de trabalho esteja confinado a distâncias máximas de 300m entre dois pontos aterrados.

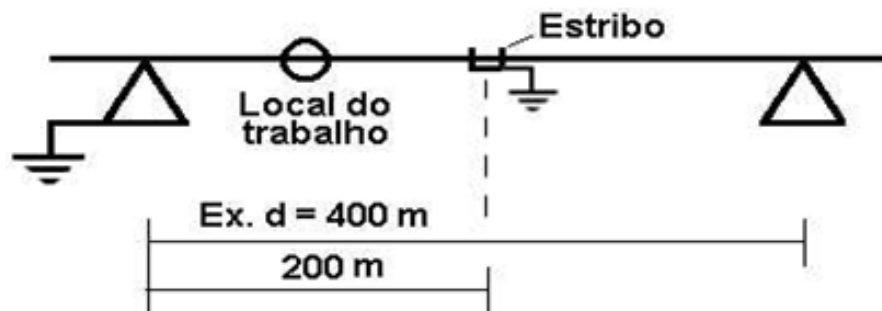
Nos trechos onde isto não seja possível, deverão ser previstos em projeto, estribos de espera para os testes de ausência de tensão e instalação do conjunto de aterramento temporário.

Desta forma, deve-se:

- Onde existam transformadores, chaves de faca ou fusíveis e outros equipamentos, cuja distância entre os mesmos seja inferior a 300m, utilizar os estribos ou outros pontos vivos para aterrar as extremidades do local de trabalho.


Figura 1

- Onde a distância acima esteja entre 300 e 600m, deve-se prever em projeto estribos de espera como na figura a seguir, exatamente no ponto médio entre os equipamentos.


Figura 2

- Para distâncias entre equipamentos superior a 600m, dividir o trecho em partes iguais e sempre inferiores a 300m e projetar os estribos de espera.

Assunto: Rede Aérea Compacta

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

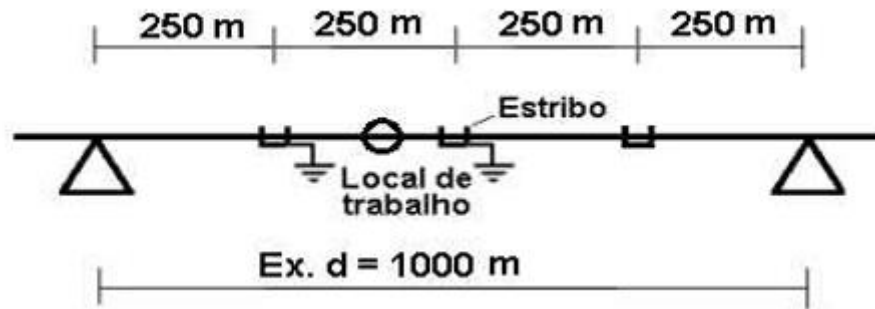


Figura 3

- d) Na existência de um ou mais ramais de derivação de MT em rede compactar entre os pontos de aterramento citados acima, deverão ser previstos também estribos de espera quando não houver estribos existentes para conexão de equipamentos ou na própria derivação do ramal a menos de 300 metros do local do serviço.

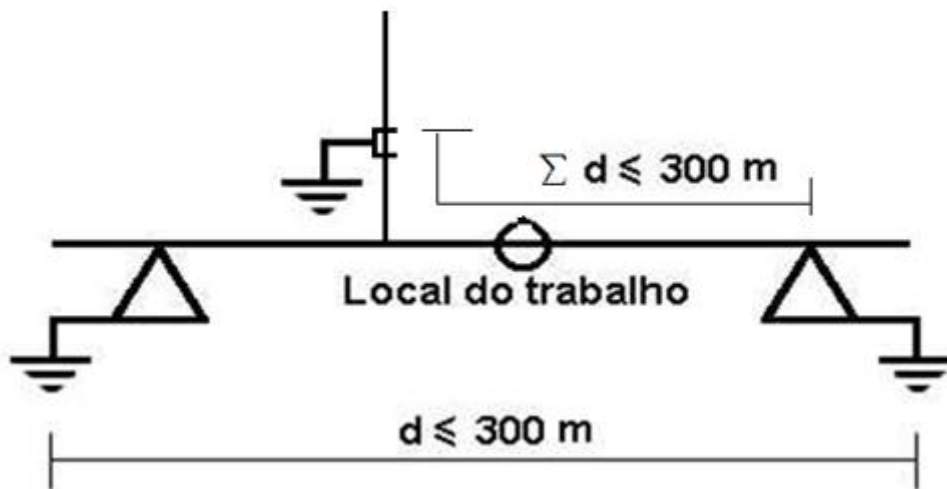


Figura 4

NOTA: Em redes existentes onde não existam os estribos de espera previstos nas condições acima, estes deverão ser instalados antes por equipes de linha viva quando necessário um desligamento para a intervenção.

6.1.6. Conexões e Emendas de Condutores

Nas estruturas de encabeçamento, devem ser evitados que os condutores sejam seccionados, exigido apenas nas mudanças de bitolas e transição para outra rede. Quando do seccionamento, devem ser utilizados conectores tipo cunha ou emendas torquimétricas no “*jumper*”, de tal forma que permaneçam distanciados, no mínimo, 200mm da alça preformada.

Não é permitida a utilização de emendas em condutores, no meio do vão, durante a construção de redes novas. Admite-se a utilização de emendas pela manutenção, em caráter provisório, onde recomendamos a utilização da emenda torquimétricas ou à compressão com tensão mecânica.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

A recomposição da cobertura do condutor em emendas e conexões é obrigatória, bem como nas extremidades dos condutores, devendo ser utilizada a capa protetora (manta) padronizada no **PMA-01** da Enel Distribuição Rio.

Os pontos de emendas e conexões devem ficar em locais livres de contato com os acessórios poliméricos. O cabo mensageiro, em hipótese alguma, deve possuir emenda.

Tabela 9: Códigos das Conexões e Emendas

Cabo Coberto	Aplicação	
	Conector Cunha	Emenda Torquimétricas
	Código	Código
Spacer 35mm ²	6783984	4673310
Spacer 50mm ²	6783983	4673321
Spacer 70mm ²	6783985	4673322
Spacer 185mm ²	6772206	4673323

6.1.7.Aspectos de Segurança

6.1.7.1. A rede de distribuição aérea compacta deve ser tratada como rede de distribuição de média tensão nua para todos os aspectos de segurança que envolva construção, operação e manutenção. Portanto, seus condutores e acessórios não devem ser tocados enquanto a rede não estiver desligada e devidamente aterrada, exceto na condição de linha viva, sob pena de colocar em risco a segurança dos envolvidos nas atividades e terceiros.

6.1.7.2. O cabo mensageiro deve ser aterrado nas estruturas de final de rede e a cada 300m (no máximo) ao longo da rede compacta e em estruturas com equipamentos, conforme Desenho 032.03. Em áreas com elevado nível isocerâunico, é recomendado o aterramento em intervalos menores. O cabo mensageiro não deve ser seccionado eletricamente. Este não deve ser utilizado como condutor neutro.

6.1.7.3. Devem ser instalados para-raios nas estruturas de transformação, início e final de linha, e quando houver mudanças de seção nominal. Deve ser mantida a distância máxima de 500 metros entre estruturas de para-raios.

6.1.7.4. Quando da utilização do estai haste âncora, o mesmo deve ser interligado com o cabo mensageiro, ao neutro da rede e aterrado.

6.1.7.5. Não deve ser utilizado estai haste âncora em redes urbanas. Os tipos de estai devem atender as exigências do **CP-R 001** da Enel Distribuição Rio.

6.1.7.6. Todos os trabalhos executados em redes de distribuição aérea de média tensão compacta devem obedecer aos requisitos da norma regulamentadora NR-10 e NR-35.

6.1.8.Recomendações de Construção

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O cabo coberto deve estar sempre em perfeitas condições para instalação, logo, durante sua instalação devem ser tomados cuidados para evitar danos ao mesmo. Deve-se ter cuidado especial no carregamento e descarregamento, acondicionamento e transporte das bobinas para as obras.

Cuidados adicionais devem ser tomados no lançamento dos cabos. Deve ser verificada a cobertura dos cabos para constatação de alguma falha, dobra, ranhura, perfuração e outros, antes do lançamento. Os cabos não devem em hipótese alguma serem arrastados no solo ou sobre elementos que venham a danificar sua cobertura, e veículos não devem passar sobre o cabo.

Para evitar cortes desnecessários, recomenda-se que os cabos sejam lançados de uma única vez entre as duas amarrações.

O cabo não deve ser curvado com raio de curvatura inferior ao especificado pelo fabricante.

Os fabricantes de condutores protegidos recomendam que os cabos não devem sofrer tração para não danificar a cobertura do condutor (módulo de elasticidade da cobertura do cabo), ou seja, a tração deve ser dada somente no cabo mensageiro, onde os cabos ficam fixados e distanciados por espaçadores.

6.2 ESTRUTURAS

As nomenclaturas e estruturas básicas podem ser verificadas no Desenho 032.04.

6.2.1.Nomenclaturas

6.2.1.1. Devem ser adotadas as seguintes nomenclaturas básicas:

- a) Estrutura tangente com braço L: **CE1**
- b) Estrutura de pequena angulação com braço L, estribo, espaçador e braço antibalanço: **CE1A**
- c) Estrutura de grande angulação: **CE2**
Com braço C e isolador de pino: **CE2.C**
- d) Estrutura de ancoragem simples: **CE3**
Com braço C, cantoneira L e isolador de ancoragem: **CE3.C**
- e) Estrutura de ancoragem dupla: **CE4**
Com braço C e isolador de ancoragem e de pino: **CE4.C**

6.2.1.2. Devem ser adotadas as seguintes nomenclaturas para equipamentos:

- a) Estrutura com chave fusível: **CF**
- b) Estrutura com para-raios: **PR**
- c) Estrutura com seccionador unipolar: **CS**
- d) Estrutura com transformador: **TR**

6.2.1.3. As estruturas com equipamentos CF, PR, CS e TR devem ser indicadas após a nomenclatura da estrutura básica. Ex.: CE2.TR

6.2.1.4. Estruturas montadas no mesmo nível e do mesmo lado do poste, deve ser indicada somente a primeira estrutura básica e o número da segunda estrutura básica separadas por um ponto, pois o braço C é comum. Ex.: CE2.3

Assunto: Rede Aérea Compacta

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil
 Função Apoio: -
 Função Serviço: -
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.1.5. Estruturas montadas no mesmo nível e em lados opostos do poste, devem ser indicadas as duas estruturas básicas separando com um ponto. Ex.: CE2.C.CE3.C, CE3.N3 PR

6.2.1.6. Quando de estruturas montadas em níveis diferentes, indicar a estrutura básica e separar por um traço na seguinte ordem, 1º, 2º e 3º nível. Ex.: CE3-CE3.C, CE2.C-N3 CF

6.2.1.7. Quando de estruturas em até 4 circuitos, está sendo convencionado, para maior facilidade do projetista no GOM, as descrições N1, N2 e C ao final da estrutura básica, de modo a ser criada a estrutura múltipla a partir das básicas.

6.2.1.8. Poderão ser construídas redes monofásicas quando esta for continuação de uma rede nua monofásica já existente, onde estas seguiram os mesmos conceitos da rede trifásica, utilizando o espaçador monofásico. Apenas nos pontos de encabeçamento a fase deverá ser encabeçada como a cordoalha diretamente no poste sem o uso das estruturas de encabeçamento usadas na rede trifásica.

6.2.2. Espaçadores

As fases devem ser dispostas nos espaçadores conforme Figura 5, onde a fase mais próxima do poste deve ser mantida ao longo de todo alimentador.

Em casos de travessia de rua é necessário realizar a transposição de fases, visando manter sempre a mesma fase próxima ao poste, conforme apresentado na Figura 6.

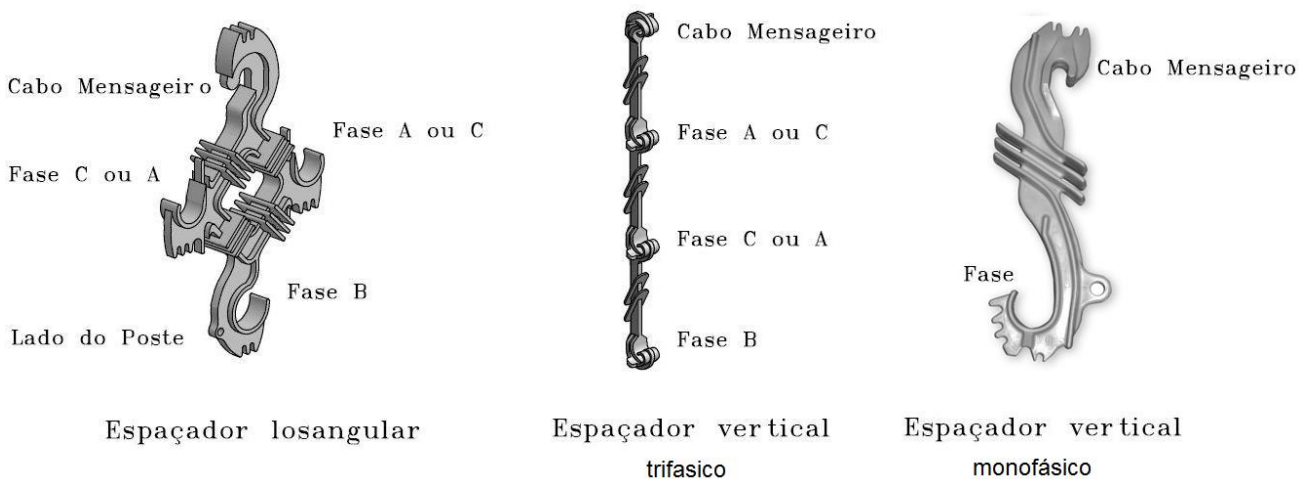


Figura 5: Disposição das fases no espaçador

Assunto: Rede Aérea Compacta

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

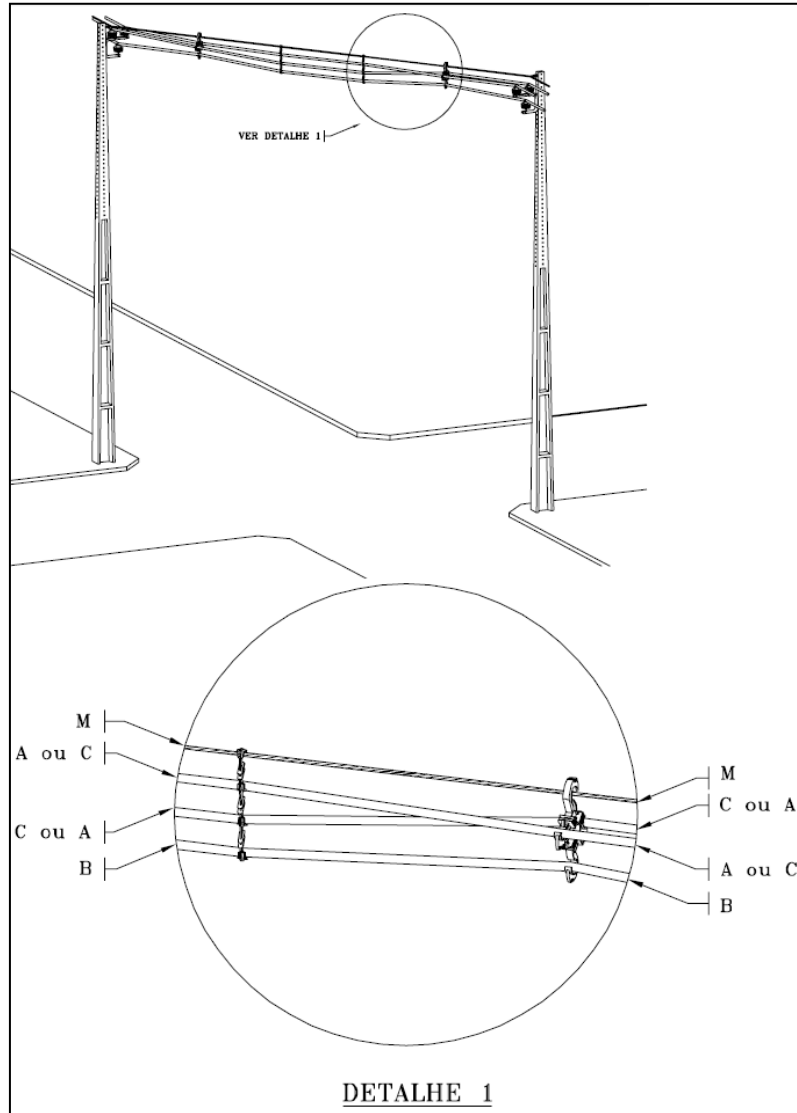


Figura 6: Transposição de fases

O afastamento entre o primeiro espaçador e a estrutura deve obedecer aos valores estabelecidos na Tabela 10.

Tabela 10: Afastamento do Primeiro Espaçador

Estrutura	Afastamento (m)
CE1	1,0
CE1A	7,0 a 10,0
Demais estruturas	12,0 (máx.)

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

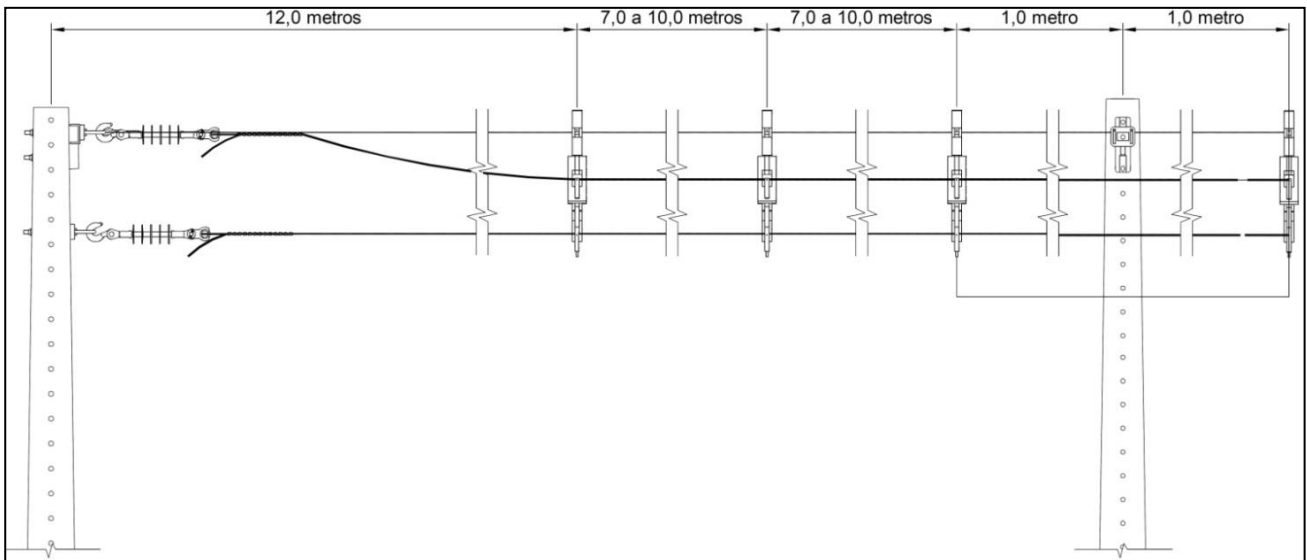
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O afastamento entre os espaçadores ao longo do vão deve ser de no mínimo 7,0 metros e de no máximo 10,0 metros, conforme Figura 7.


Figura 7: Espaçamento entre espaçadores

Na Tabela é apresentada a quantidade de espaçadores considerando o afastamento máximo de 10,0 metros entre espaçadores.

Tabela 11: Quantidade de Espaçadores

Vão (m)	Espaçadores		Vão (m)	Espaçadores
	Entre CE1 e CE1	Entre CE1A e qualquer outra estrutura		Entre CE1A e CE1A
Até 22	3	1	Até 21	2
23 a 32	4	2	22 a 31	3
33 a 42	5	3	32 a 41	4
Vão (m)	Espaçadores		Vão (m)	Espaçadores
	Entre CE1 e qualquer outra estrutura (CE2, CE3, CE4, equipamentos, etc.)			Entre duas estruturas quaisquer (CE2/CE2, CE3/CE3, etc.)
Até 24	2		Até 24	1
24 a 34	3		24 a 34	2
34 a 44	4		34 a 44	3

NOTA: Para vãos superiores aos indicados, a quantidade de espaçadores deve ser calculada utilizando-se a regra definida na Tabela 11.

Em saídas de subestações com elevados níveis de curto-circuito, recomenda-se que sejam utilizadas amarrações mais reforçadas no cabo com o espaçador para se ter um melhor desempenho mecânico para suportar os esforços eletrodinâmicos ou que sejam instalados espaçadores em intervalos menores que o estabelecido.

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

A quantidade de espaçadores e de estruturas CE1A pode ser superior ao especificado nas Tabelas 10 e 11 acima, principalmente em áreas com grande incidência de ventos e desde que justificado pelo projetista nos projetos.

6.2.3. Disposição das Estruturas

6.2.3.1. Em áreas urbanas devem ser utilizados vãos máximos de 40 metros. Vãos maiores podem ser utilizados mediante análise criteriosa dos esforços pelo projetista.

6.2.3.2. Podem ser utilizados circuitos múltiplos, preferencialmente dispostos em lados diferentes da estrutura, obedecendo sempre os afastamentos mínimos. Quando não for possível manter a distância mínima de segurança para edificações, os circuitos podem ser instalados no mesmo lado do poste (um sobre o outro), atendendo a distância de 1,40 metros entre os circuitos.

6.2.3.3. A estrutura CE1 é utilizada na tangente, podendo ser utilizada com um ângulo de deflexão externo máximo de até 6°.

6.2.3.4. A estrutura CE1A é utilizada em ângulo de deflexão máximo de 6°. Deve-se utilizar a estrutura CE1A a cada 200 metros em vãos tangentes, visando evitar desgaste das estruturas e dos materiais por vibração dos condutores, e no meio do tramo, para tramos menores.

6.2.3.5. Na estrutura CE2, recomenda-se que seja utilizada deflexão de até 90° para os cabos cobertos de seção até 70mm² e deflexão de até 60° para seções de 185mm².

6.2.3.6. A estrutura CE3 é utilizada em fim de rede.

6.2.3.7. A estrutura CE4 é utilizada nos casos de deflexão da rede em até 90°, quando ocorrer mudança de seção do condutor e nas instalações de chaves fusíveis e unipolar. É recomendada a utilização da estrutura CE4, no máximo a cada 500 metros.

6.2.3.8. Devem ser utilizados cabos cobertos na ligação dos equipamentos.

6.2.4. Afastamentos Mínimos

Como a rede de distribuição aérea compacta é considerada como rede de distribuição de média tensão nua para todos os aspectos de segurança, devemos levar em consideração os seguintes itens abaixo:

6.2.4.1. Devem ser adotados os afastamentos mínimos definidos nas tabelas 12, 13 e 14 e no Desenho 032.01, sempre adotando o ponto energizado mais próximo como referência.

6.2.4.2. Os afastamentos mínimos definidos no item anterior podem ser aumentados visando facilitar os serviços de manutenção e operação da rede.

6.2.4.3. A largura da faixa de servidão para redes de distribuição rural é de no mínimo 12 metros, sendo 6 metros para cada lado do eixo da rede, conforme definido no **CP-R 001** da Enel Distribuição Rio. Somente é permitida a plantação de culturas rasteiras e não é permitida a construção de edificações na referida faixa.

6.2.4.4. Não são permitidas construções sob as redes de distribuição. Em área rural, devem ser obedecidos os valores da faixa de servidão informada no item anterior, e na área urbana, os afastamentos mínimos para as edificações apresentados no Desenho 032.01.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.4.5. Não deve haver contato permanente da vegetação com os condutores cobertos. Os cabos protegidos permitem apenas eventuais toques de galhos de árvores.

6.2.4.6. No caso de circuitos múltiplos, devem ser observados os afastamentos mínimos definidos para um mesmo circuito e entre circuitos diferentes. Por convenção, no caso de circuito duplo vertical (no mesmo lado do poste), o projetista deve procurar manter o distanciamento de 1,40 metros entre os circuitos para que a linha viva possa trabalhar sem comprometer a segurança dos eletricitistas.

Tabela 12: Distância entre Condutores de Circuitos Diferentes

Afastamento Mínimo (mm)				
Tensão U (kV) (Circuito Inferior)	Tensão U (kV) (Circuito Superior)			
	$U \leq 1$	$1 < U \leq 15$	$15 < U \leq 36,2$	72,5 (VER NOTA 2)
Comunicação	600	1.500	1.800	2.000
$U \leq 1$	600	800	1.000	1.700
$1 < U \leq 15$	-	Nota 1	Nota 1	
$15 < U \leq 36,2$	-	-	Nota 1	

NOTAS:

1: Os afastamentos mínimos horizontais e verticais entre circuitos são apresentados na folha 2 do Desenho 032.01.

2: Distância mínima entre circuitos conforme na NBR 5422.

Assunto: Rede Aérea Compacta
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.4.7. As distâncias dos condutores ao solo estão estabelecidas na Tabela 13 e Figura 8, onde são referenciadas as alturas mínimas nas condições de flecha máxima.

Tabela 13: Distância entre Condutores e o Solo

Natureza do Logradouro	Afastamento Mínimo (mm)		
	Tensão U (kV)		
	Comunicação e Cabos Aterrados	$U \leq 1$	$1 < U \leq 36,2$
Vias exclusivas de pedestres em áreas rurais	3.000	4.500	5.500
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas	3.000	3.500	5.500
Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	4.500	4.500	6.000
Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais	6.000	6.000	6.000
Ruas e Avenidas	5.000	5.500	6.000
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículo	4.500	4.500	6.000
Rodovias federais	7.000	7.000	7.000
Ferrovias não eletrificada e não eletrificáveis	6.000	6.000	9.000

NOTAS:

- 1: Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor aos trilhos é de 12 metros para tensões até 36,2kV, conforme NBR 14165;
- 2: Em rodovias estaduais, recomenda-se que a distância mínima do condutor ao solo atenda à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, devem ser obedecidos os afastamentos mínimos das rodovias federais, conforme Tabela 13.

Assunto: Rede Aérea Compacta

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

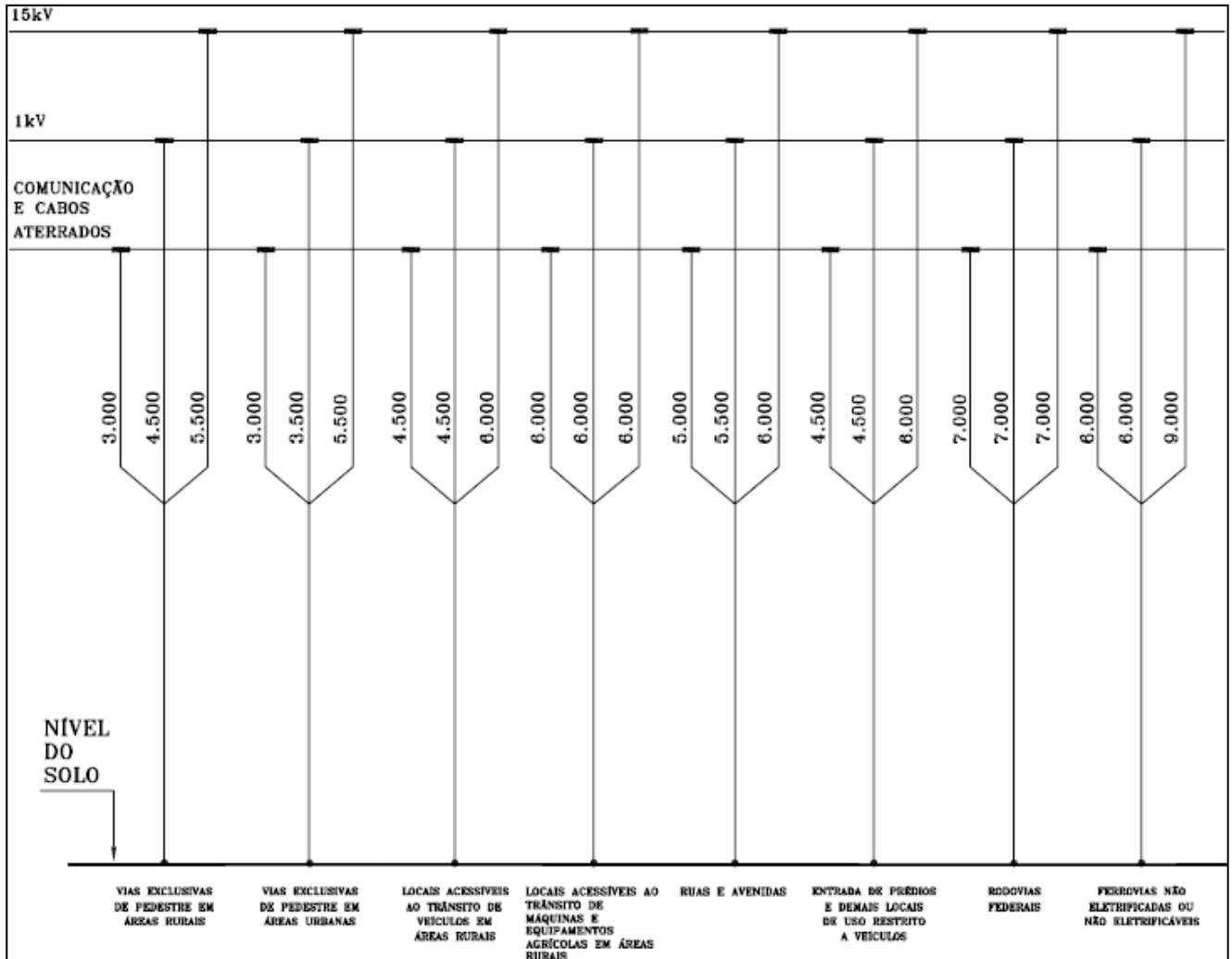


Figura 8: Distância entre Condutores e o Solo

6.2.4.8. No dimensionamento das ferragens e demais acessórios da rede compacta devem ser verificadas e atendidas as distâncias mínimas apresentadas na Tabela 14 entre fases e para terra.

A Enel Distribuição Rio deve procurar sempre atender os valores normatizados para o NBI de 110kV, mesmo sendo nossa rede de distribuição com NBI de 95kV. Isso para evitarmos problemas no caso de alimentadores com cabos protegidos na saída das subestações.

Tabela 14: Distâncias Mínimas das Partes energizadas à Fase ou à Terra em Pontos Fixos

Tensão U (kV)	Tensão Suportável Nominal sob Impulso Atmosférico (kV)	Afastamento Mínimo (mm)	
		Fase-Fase (Valor x)	Fase-Terra (Valor y)
15	95	140	130
	110	170	150

NOTA: Os valores apresentados para x e y são melhor visualizados na folha 2 do Desenho 032.01.

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7. ANEXOS

- D032.01 – Afastamentos Mínimos - Condutores e Edificações;
- D032.01 – Afastamentos Mínimos - Estrutura;
- D032.02 – Engastamento de Postes - Definição;
- D032.02 – Engastamento de Postes - Tipos;
- D032.02 – Engastamento de Postes - Aplicação;
- D032.03 – Amarrações e Ancoragens - Isolador Tipo Pino;
- D032.03 – Amarrações e Ancoragens - Espaçador;
- D032.04 – Aterramento - Cabo Mensageiro e Estruturas;
- D032.04 – Aterramento - Detalhamento;
- D032.05 – Estruturas Básicas - Simbologia;
- D032.06 – Estrutura CE1 - Compacta com Espaçadores - Deflexão<6°;
- D032.06 – Estrutura CE1 - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.07 – Estrutura CE1A - Compacta com Antibalanco - Deflexão<6°;
- D032.07 – Estrutura CE1A - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.08 – Estrutura CE2.C - Deflexões entre 6° e 90° - Braço Tipo C;
- D032.08 – Estrutura CE2.H - Deflexões entre 6° e 90° - Suporte Horizontal;
- D032.08 – Estrutura CE2 - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.09 – Estrutura CE3.C - Compacta com Espaçadores - Ancoragem - Braço Tipo C;
- D032.09 – Estrutura CE3.U - Compacta com Espaçadores - Ancoragem - Perfil Tipo U;
- D032.09 – Estrutura CE3.C e CE3.U - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.09 – Estrutura CE3.C e CE3.U - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.10 – Estrutura CE4.C - Compacta com Espaçadores - Encabeçamento - Braço Tipo C;
- D032.10 – Estrutura CE4.U - Compacta com Espaçadores – Encabeçamento - Perfil Tipo U;
- D032.10 – Estrutura CE4 - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.10 – Estrutura CE4 - Relação de Materiais e Estruturas;

Assunto: Rede Aérea Compacta**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- D032.11 – Estrutura CE3-CE3.C - Compacta com Espaçadores - Com uma Ancoragem - Com Braço Tipo C;
- D032.11 – Estrutura CE3-CE3.U - Compacta com Espaçadores - Com uma Ancoragem - Com Perfil Tipo U;
- D032.11 – Estrutura CE3-CE3 - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.12 – Estrutura CE2-CE3.C - Compacta com Espaçadores - Derivação Oposta - Braço Tipo C;
- D032.12 – Estrutura CE2.3 - Compacta com Espaçadores - Derivação Unilateral - Braço Tipo C;
- D032.12 – Estrutura CE2-CE3.C - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.13 – Estrutura CE4.U CF - Derivação com Chave Fusível;
- D032.13 – Estrutura CE4.U CF - Relação de Materiais;
- D032.14 – Estrutura CE2-N3 CF - Compacta com Espaçadores - Derivação em CE2.C - Rede Nua N3;
- D032.14 – Estrutura CE2-N2 CF - Compacta com Espaçadores - Derivação em CE2.C - Rede Nua N2;
- D032.14 – Estrutura CE2 e CE2.C - Relação de Materiais;
- D032.15 – Estrutura CE2 PR - Proteção da Rede Para Raios;
- D032.15 – Estrutura CE3 PR - Proteção da Rede Para Raios;
- D032.15 – Estrutura CE2 PR e CE3 PR - Relação de Materiais e Estruturas;
- D032.16 – Estrutura CE4.U CS - Seccionamento de Rede - Seccionadora Unipolar;
- D032.16 – Estrutura CE4.U CS - 1º Nível - Seccionamento de Rede - Seccionadora Unipolar;
- D032.16 – Estrutura CE4.U CS - Relação de Materiais;
- D032.17 – Estrutura CE2 TR - Compacta com Espaçadores - Estrutura de Transformação;
- D032.17 – Estrutura CE2 TR - Relação de Materiais;
- D032.18 – Estrutura CE3 TR - Rede Compacta - Estrutura de Transformação;
- D032.19 – Estrutura CE2 BAH - Compacta com Espaçadores - Deflexão até 6° - Estrutura de Afastamento.