

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão  
72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**CONTEÚDO**

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO .....	2
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	2
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO .....	2
4.	REFERÊNCIAS .....	2
4.1	Normas Brasileiras - ABNT.....	2
4.2	Normas Regulamentadoras.....	2
4.3	Documentos Técnicos da Enel Distribuição Ceará .....	3
5.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	3
6.	DESCRIÇÃO.....	4
6.1	Estruturas Padronizadas .....	4
6.2	Padrão de Estrutura PE-044 - Convencional sem Cabo Para-Raios.....	4
6.3	Padrão de Estrutura PE-045 - Convencional com Cabo Para-raios .....	4
6.4	Padrão de Estrutura PE-046 - Compacta sem Cabo Para-raios.....	5
6.5	Padrão de Estrutura PE-047 - Compacta com Cabo Para-raios.....	6
6.6	Padrão de Estrutura PE-048 - Estruturas Especiais de LDAT e Detalhes de Instalação .....	6
6.7	Estruturas Não-Convencionais .....	7
6.8	Disposições Gerais .....	8
6.9	Elaboração de Projeto .....	8
6.10	Condutores .....	8
6.11	Emendas de Condutores .....	10
6.12	Postes .....	10
6.13	Distanciamento dos Condutores .....	10
6.14	Ferragens.....	11
6.15	Isoladores da Suspensão .....	12
6.16	Estaiamento .....	12
6.17	Aterramento .....	13
6.18	Indicador de Falha .....	13
6.19	Travessias e Distâncias de Segurança .....	13
7.	ANEXOS .....	17

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO**

Esta padronização tem por objetivo estabelecer e definir os tipos de estruturas para aplicação nos projetos de Linhas de Distribuição Aéreas de Alta Tensão - LDAT, convencional e compacta, circuito simples, com e sem cabo para-raios, classe de tensão 72,5 kV.

**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;

**4. REFERÊNCIAS****4.1 Normas Brasileiras - ABNT**

- NBR 5422, Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica;
- NBR13133, Execução de Levantamento Topográfico;
- NBR15749, Medição de Resistência de Aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- ABNT IEC/TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais;
- ABNT IEC/TS 60815-2, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 2: Isoladores de porcelana e de vidro para sistemas de corrente alternada;
- ABNT IEC/TS 60815-3, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 3: Isoladores poliméricos para sistemas de corrente alternada.

**4.2 Normas Regulamentadoras**

- NR 10, Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 15, Atividades e Operações Insalubres;
- NR 19, Explosivos;

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- NR 21, Trabalho à céu aberto;
- NR 35, Trabalho em altura.

**4.3 Documentos Técnicos da Enel Distribuição Ceará**

- WKI-OMBR-MAT-18-0057-EDRJ Serviços de Topografia;
- WKI-OMBR-MAT-18-0062-EDCE Linha de Distribuição de Alta Tensão – LDAT Classe de Tensão 72,5kV;
- WKI-OMBR-MAT-18-0248-INBR Utilização de Materiais em Linhas e Redes de Distribuição Aéreas de AT, MT e BT;
- WKI-OMBR-MAT-18-0070-EDCE Uso de Emendas em Condutores Elétricos Nus;
- E-LT-001, Condutores Desnudos para Linhas Aéreas de Alta Tensão;
- E-LT-002, Aisladores para Redes de Alta Tensão;
- MAT-OMBR-MAT-18-0115-EDCE Postes de Concreto Armado e Protendido;
- MAT-OMBR-MAT-18-0116-EDCE Postes de Fibra de Vidro;
- MAT-OMBR-MAT-18-0117-EDCE Cruzeta de Concreto Armado e Protendido para Rede de Distribuição e Linha de Distribuição de Alta Tensão;
- MAT-OMBR-MAT-18-0119-EDCE Conectores para Redes, Linhas e Subestações;
- GSC 003, Concentric-Lay-Stranded Bare Conductors;
- GSH 003, HV Disconnectors And Earthing Switches With Rated Voltage From 72,5 kV To 245 kV;
- GSS 002, Concrete Poles for Distribution Networks;

Para os itens não contemplados nas normas supracitadas e por esta Especificação o Proponente pode adotar outras Normas, sob prévia autorização da Enel Distribuição Ceará, devendo detalhar explicitamente a documentação das normas utilizadas. Caso o Proponente utilize outras normas, estas devem ser citadas em sua Proposta Técnica e a Enel Distribuição Ceará pode exigir do Proponente cópia das mesmas.

**5. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE**

PalavrasChaves	Descrição
Redes de Linhas de Distribuição	Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média e, ou alta tensão de distribuição. Geralmente, as linhas são circuitos radiais e as redes são circuitos malhados ou interligados.

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

## 6. DESCRIÇÃO

### 6.1 Estruturas Padronizadas

Nos itens 4.2 a 4.6 são apresentadas as estruturas padronizadas de LDATs que devem ser projetadas, para circuito simples, com ou sem cabos para-raios, considerando a localização geográfica (urbano ou rural) e o comprimento dos vãos.

As estruturas estão divididas em: Convencional e Compacta.

Onde:

- a estrutura convencional normalmente é utilizada em zonas rurais;
- a estrutura compacta é utilizada em zona urbana.

Em casos excepcionais, em que o estudo técnico permitir, o projetista pode utilizar estruturas com ângulos diferentes dos indicados neste Padrão. Neste caso, o projetista deve apresentar um memorial de cálculo para ser submetido à aprovação da Área de Projetos da Enel Distribuição Ceará.

### 6.2 Padrão de Estrutura PE-044 - Convencional sem Cabo Para-Raios

Deve ser utilizado como referência na elaboração de projetos de LDATs convencionais, sempre que estas estejam localizadas em áreas rurais, sem a utilização de cabo para-raios.

Na Tabela 1 estão apresentados os tipos de estruturas e no item 6 deste documento encontram-se os desenhos com as respectivas estruturas e relação de materiais.

**Tabela 1:** Estruturas de LDAT Convencional sem Cabo Para-raios - PE-044

Tipos de Estruturas do PE-044	Tipo de Circuito	Ângulos Recomendados ( $\alpha$ )
TAR	Simples	$\alpha = 0^\circ$
HAR		
HAL		$0^\circ \leq \alpha \leq 2^\circ$
HAB		$2^\circ < \alpha \leq 25^\circ$
HALA		$25^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

**NOTA 1:** Significado das nomenclaturas das estruturas do PE-044:

- TAR - Triangular em Ângulo Raso (zero grau);
- HAR - Horizontal em Ângulo Raso (zero grau);
- HAL - Horizontal Amarração em Alinhamento;
- HAB - Horizontal Amarração em Bissetriz;
- HALA - Horizontal Amarração Alinhamento em Ângulo.

### 6.3 Padrão de Estrutura PE-045 - Convencional com Cabo Para-raios

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Deve ser utilizado como referência na elaboração de projetos de LDATs convencionais, sempre que estas estejam localizadas em áreas rurais. Este padrão deve ser aplicado em áreas de nível elevado de descargas atmosféricas onde se dá a necessidade de utilização de cabo para-raios.

Na Tabela 2 estão apresentados os tipos de estruturas e no item 6 deste documento encontram-se os desenhos com as respectivas estruturas e relação de materiais.

**Tabela 2: Estruturas de LDAT Convencional com Cabo Para-raios - PE-045**

Tipos de Estruturas do PE-045	Tipo de Circuito	Ângulos Recomendados ( $\alpha$ )
TAR-PR	Simples	$\alpha = 0^\circ$
HAR-PR		
HAL-PR		$0^\circ \leq \alpha \leq 2^\circ$
HAB-PR		$2^\circ < \alpha \leq 25^\circ$
HALA-PR		$25^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

**NOTA 1:** Significado das nomenclaturas das estruturas do PE-045:

- TAR-PR - Triangular em Ângulo Raso (zero grau) com cabo para-raios;
- HAR-PR - Horizontal em Ângulo Raso (zero grau) com cabo para-raios;
- HAL-PR - Horizontal Amarração em Alinhamento com cabo para-raios;
- HAB-PR - Horizontal Amarração em Bissetriz com cabo para-raios;
- HALA-PR - Horizontal Amarração Alinhamento em Ângulo com cabo para-raios.

**6.4 Padrão de Estrutura PE-046 - Compacta sem Cabo Para-raios**

Deve ser utilizado como referência na elaboração de projetos de LDATs compactas, sempre que estas estejam localizadas em áreas urbanas e rurais (quando aplicável) e sem a utilização de cabo para-raios.

Na Tabela 3 estão apresentados os tipos de estruturas e no item 6 deste documento encontram-se os desenhos com as respectivas estruturas e relação de materiais.

**Tabela 3: Estruturas de LDAT Compacta sem Cabo Para-raios - PE-046**

Tipos de Estruturas do PE-046	Tipo de Circuito	Ângulos Recomendados ( $\alpha$ )
CVAR	Simples	$\alpha = 0^\circ$
CVAL		$0^\circ < \alpha \leq 25^\circ$
CVALA		$25^\circ < \alpha \leq 80^\circ$
CVAG		
CVAB		$80^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**NOTA 1:** Significado das nomenclaturas das estruturas do PE-046:

- CVAR - Compacto Vertical Ângulo Raso;
- CVAL - Compacta Vertical Amarração em Alinhamento;
- CVALA - Compacta Vertical Amarração Alinhamento em Ângulo;
- CVAG - Compacta Vertical Amarração Ângulo Grande;
- CVAB - Compacta Vertical Amarração Poste em Bissetriz.

### 6.5 Padrão de Estrutura PE-047 - Compacta com Cabo Para-raios

Deve ser utilizado como referência na elaboração de projetos de LDATs compactas, sempre que estas estejam localizadas em áreas urbanas e rurais (quando aplicável). Este padrão deve ser aplicado em áreas de nível elevado de descargas atmosféricas onde se dá a necessidade de utilização de cabo para-raios.

Na Tabela 4 estão apresentados os tipos de estruturas e no item 6 deste documento encontram-se os desenhos com as respectivas estruturas e relação de materiais.

**Tabela 4:** Estruturas de LDAT Compacta com Cabo Para-raios - PE-047

Tipos de Estruturas do PE-047	Tipo de Circuito	Ângulos Recomendados ( $\alpha$ )
CVAR-PR	Simples	$\alpha = 0^\circ$
CVAL-PR		$0^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$
CVALA-PR		$25^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$
CVAG-PR		$80^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
CVAB-PR		

**NOTA 1:** Significado das nomenclaturas das estruturas do PE-047:

- CVAR-PR - Compacto Vertical Ângulo Raso com cabo para-raios;
- CVAL-PR - Compacta Vertical Amarração em Alinhamento com cabo para-raios;
- CVALA-PR - Compacta Vertical Amarração Alinhamento em Ângulo com cabo para-raios;
- CVAG-PR - Compacta Vertical Amarração Ângulo Grande com cabo para-raios;
- CVAB-PR - Compacta Vertical Amarração Bissetriz com cabo para-raios.

### 6.6 Padrão de Estrutura PE-048 - Estruturas Especiais de LDAT e Detalhes de Instalação

Na Tabela 5 e no item 6 são apresentadas as estruturas contempladas no PE-048, para chave seccionadora e derivações em LDAT, sem cabo para-raios, conforme a estrutura de referência.

**Tabela 5:** Estruturas Especiais de LDAT - PE-048

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Tipos de Estruturas do PE-048	Tipo de Circuito	Estrutura de Referência
CVALDR	Simples	CVAL
CVALADR		CVALA
CVAGDR		CVAG
CVABDR		CVAB
ESTV		-
ESTVDR		-

**NOTA 1:** Significado das nomenclaturas das estruturas do PE-048:

- CVALDR - Compacta Vertical Amarração em Alinhamento com Derivação;
- CVALADR - Compacta Vertical Amarração Alinhamento em Ângulo com Derivação;
- CVAGDR - Compacta Vertical Amarração Ângulo Grande com Derivação;
- CVABDR - Compacta Vertical Amarração Bisettriz com Derivação;
- ESTV - Estrutura Seccionadora Tripolar Vertical;
- ESTVDR - Estrutura Seccionadora Tripolar Vertical com Derivação.

**NOTA 2:** Nas estruturas ESTV e ESTVDR as chaves seccionadoras devem estar instaladas no alinhamento da LDAT, permitindo a utilização de ângulos apenas na estrutura de derivação, e em hipótese alguma nas chaves;

**NOTA 3:** Para maiores detalhes da chave seccionadora, deve ser consultada a especificação corporativa GSH003;

**NOTA 4:** O Padrão PE-048 também deve ser utilizado como referência na elaboração dos projetos de todos os tipos de estruturas de LDATs. Neste padrão constam os detalhes de instalação das estruturas e a relação completa dos materiais e equipamentos utilizados;

**NOTA 5:** Quando utilizadas para atender clientes, as estruturas de derivação devem possuir uma estrutura de seccionamento conforme NT.

## 6.7 Estruturas Não-Convencionais

- 6.7.1** Considera-se como estrutura não convencional qualquer estrutura cujos materiais utilizados não estejam nas listas de materiais padronizadas neste documento, todavia mantendo a disposição das linhas e as distâncias mínimas exigidas.
- 6.7.2** A Enel Distribuição Ceará entende que diversos fatores podem originar em alterações nas estruturas padronizadas por este documento, sejam fatores como: ângulos não previstos, acesso ao local de implantação do poste, condições topográficas do relevo, vãos muito curtos ou muito longos, vãos desiguais, postes implantados em taludes íngremes, áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos, lençol freático raso, zona de agressividade ambiental elevada, etc. Todas estas condições podem implicar em alteração dos materiais utilizados como o tipo de poste (fibra ou encaixe), o esforço do poste, ferragens adicionais, estais extras, amortecedores de vibração, fundações especiais, etc.
- 6.7.3** Para as estruturas não-convencionais, deve haver um memorial de cálculo detalhado da referida estrutura, com sua devida justificativa para utilização. Não devem ser utilizados materiais que não estejam padronizados pela Enel Distribuição Ceará.
- 6.7.4** Em condições de manutenção, estruturas do padrão rural (convencional) podem ser substituídas por estruturas equivalentes do padrão compacto, desde que mantendo a disposição das linhas, como por exemplo, modificar uma estrutura TAR para uma estrutura triangular com um isolador pilar instalado que passará a ser denominada CTAR.

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**6.7.5** Outras estruturas podem ser substituídas pelo equivalente com isolador pilar, desde que atendam aos espaçamentos e esforços mecânicos, ficando determinado que as bases dos isoladores do tipo pilar sejam instaladas com parafusos independentes.

**6.8 Disposições Gerais****6.9 Elaboração de Projeto**

**6.9.1** Na definição dos projetos de Linhas de Distribuição Aéreas de Alta Tensão, embora exista uma predominância de aplicação dos padrões de LDAT convencionais para linhas áreas rurais e dos padrões LDAT compactos para linhas áreas urbanas, isto não deve ser adotado como uma regra geral, podendo de acordo com os estudos de viabilidade técnica e econômica uma mesma LDAT ser projetada com estruturas convencionais e compactas.

**6.9.2** O projetista, devidamente embasado através dos cálculos dos esforços da estrutura, pode utilizar uma estrutura diferente para o intervalo de ângulo padronizado, desde que se justifique tecnicamente e seja aprovado pela Enel Distribuição Ceará. Na maioria dos casos essa mudança ocorre para viabilizar a implantação de um poste em uma determinada situação, diminuir o impacto sócio-ambiental, ou vislumbrar uma redução do custo da linha.

**6.9.3** No projeto deve ser informado o sentido da Carga e da Fonte para que a convenção estabelecida pela Transmissora em relação à seqüência de fases seja única durante as etapas de projeto, construção e manutenção. Essa convenção foi definida considerando-se um observador posicionado de costas para fonte e olhando de frente para a estrutura:

- a) para disposição horizontal, identificar as fases da esquerda para direita na sequencia ABC;
- b) para disposição triangular, identificar as fases da esquerda para a direita na sequencia ABC, iniciando da fase mais inferior e no sentido horário;
- c) para disposição vertical, identificar as fases de cima para baixo na sequencia ABC.

**6.10 Condutores****6.10.1** Condutores para LDATs Novas

Os condutores a serem utilizados nas LDATs são definidos a partir dos estudos realizados pela Área de Planejamento. As LDATs novas devem ser projetadas com condutores em liga de alumínio CAL ou em situações especiais, como em áreas densamente povoadas, em alumínio CA Termorresistente, conforme apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6:** Condutores Aplicados em LDATs Novas

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Tipo (mm <sup>2</sup> )	Bitola (MCM)	Nº de Fios	Seção (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro do Condutor (mm)	Massa (kg/km)	Carga de Ruptura Máxima (daN)	Capacidade e Nominal (A)	Condutores com Diâmetros Equivalentes (AWG ou MCM)		Código
								CAA	CA	
160 CAL	321,8 A6201	19	158,5	16,35	441	4.762	460	266,8	-	4565750
315 CAL	652,5 A6201	37	330,6	23,03	866	9.198	730	-	556,5	4565771
500 CAL	927,2 A6201	37	469,80	29,05	1.397	14.583	1.018	-	954	6801532
T-Dahlia	556,5 CA	19	282,37	21,75	779,09	4.333	1.080	-	556,5	4644951

**NOTA 1:** Para fins de aquisição no mercado nacional, são considerados os cabos de liga de alumínio (CAL) 160, 315 e 500, respectivamente, os denominados como BUTTE, ELGIN e GREELEY;

**NOTA 2:** Os condutores devem atender a especificação da Enel Distribuição Ceará GSC-003 e E-LT-001;

**NOTA 3:** Em caso de reforma de LDATs, outros condutores podem ser aplicados, conforme estabelecido no CP-010.

Nas estruturas de ancoragem, os condutores podem ser seccionados, sendo instalados conectores no *jump*, de tal forma que permaneçam distanciados, no mínimo, 200 mm da alça preformada, ou grampo, do lado do cabo ancorado. Admite-se a utilização de *jump* passante em estruturas conforme a necessidade da execução. Admite-se ainda a utilização de grampos de ancoragem como opção à alça preformada.

Para maior proteção dos condutores contra danos devidos à vibração ocasionada pelos ventos, podem ser utilizados dispositivos especiais ou amortecedores de vibração conforme definido no CP-010 e padronizado nos Desenhos 730.45 e 730.46 do PM-01 da Enel Distribuição Ceará. A necessidade da utilização desses dispositivos deve ser definida pela Área de Projetos através dos dados históricos da região e/ou informações do levantamento realizado.

#### 6.10.2 Cabo Para-raios

Deve ser utilizado o cabo para-raios 7,9 mm, em cordoalha de aço, da Tabela 7 abaixo, conforme definido no Desenho 212.03 do PM-01 da Enel Distribuição Ceará.

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 7: Cabo Para-raio**

Categoria	Formação		Seção (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro (mm)	Massa (kg/km)	Resistencia a Ruptura (daN)	Código
	Nº de Fios	Diâmetro do Fio (mm)					
AR (HS)	7	2,64	38,32	7,9	305	3.630	6810750

**6.11 Emendas de Condutores**

A utilização de emenda em condutores na fase de projeto e construção é terminantemente proibida. O seu uso está autorizado somente na manutenção, em caráter provisório, conforme o que determina a Decisão Técnica DT-097 da Enel Distribuição Ceará.

**6.12 Postes**

- 6.12.1** 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.
- 6.12.2** Outras informações sobre a especificação, fincamento e engastamento dos postes estão definidos no Critério de Projeto CP-010. Já a especificação com as características dos postes de concreto podem ser encontrada nas especificações técnicas: ET-300 e GSS-002.
- 6.12.3** Como alternativa para as LDATs onde a instalação dos postes seja em local de difícil acesso, como becos, barrancos, morros, etc, ou em áreas de corrosão elevadas, o uso do poste polimérico (fibra de vidro) ou qualquer outra estrutura metálica não padronizada pode ser utilizada, desde que possuam estudo de viabilidade econômica, ou comprovada a impossibilidade de execução dos serviços com o poste de concreto.
- 6.12.4** Toda e qualquer alternativa não contemplada neste padrão de estrutura e no CP-010, deve ser previamente informada para avaliação da Área de Desenho da Rede, responsável pela avaliação de homologação de materiais utilizados nas redes da Enel Distribuição Ceará, principalmente quando do desenvolvimento de estruturas e postes metálicos, nos quais devem ser projetadas por engenheiro mecânico calculista e com apresentação de ART.
- 6.12.5** As características dos postes de fibra devem ser conforme padronizado na Especificação Técnica ET-301. Na tecnologia atual padronizada, os postes de fibra acima de 12 metros devem ser bipartidos, circulares e com topo quadrado atendendo a furação padrão.
- 6.12.6** Para os postes de concreto projetados especialmente acima de 23 metros, os mesmos podem ser fabricados de encaixe, bipartidos, para facilitar o transporte e a implantação em áreas urbanas, conforme padronização definida pela ET-300.

**6.13 Distanciamento dos Condutores**
**6.13.1 Cruzeta de Concreto**

As cruzetas das estruturas devem ser instaladas com o eixo vertical perfeitamente nivelado em posição horizontal. A especificação com as características das cruzetas de concreto pode ser encontrada na Especificação Técnica ET-314.

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

O condutor de qualquer uma das fases deve manter uma distância mínima de 400 mm para qualquer um dos elementos de suporte, como cruzetas e ferragens, conforme NBR 5422.

Os detalhes de instalação dos anéis e das cruzetas de concreto podem ser verificados no Desenho 048.08.

**6.13.2 Isolador como Cruzeta**

O isolador pilar, padronizado pela E-LT-002, funciona como cruzeta, para tanto deve ser instalado de tal forma que permaneça perfeitamente nivelado em posição horizontal com o ângulo de inclinação máximo de 12 graus em relação à horizontal.

**6.13.3 Vigas Metálicas**

Quando da instalação de cruzetas metálicas, no caso da estrutura HALA, devem ser utilizadas cantoneiras, chapas e perfis conforme padrão Enel Distribuição Ceará.

No caso de ser desenvolvida alguma alternativa metálica não contemplada neste padrão de estrutura e no CP-010, em substituição a viga de concreto, a Área de Desenho da Rede deve ser comunicada para avaliação da estrutura desenvolvida, devendo ser projetado por engenheiro mecânico calculista e com apresentação de ART. O mesmo vale para algum desenvolvimento em material polimérico ou em fibra de vidro.

**6.13.4 Cabo para-raios**

Os condutores devem manter uma distância mínima de 950 mm para o cabo para-raios na condição mais desfavorável, conforme NBR 5422.

As fases devem estar abaixo de um plano de 30 graus que o cabo para-raios faz em relação à vertical.

**6.13.5 Jumps**

Em estruturas de ângulo, principalmente no padrão compacto, os *jumps* devem ficar, preferencialmente, voltados para o lado da via. Caso os *jumps* fiquem para o lado do passeio, devem se manter as distâncias de segurança descritas no CP-010.

**6.14 Ferragens****6.14.1 Critérios para Aplicação de Ferragens nas LDATs**

Na elaboração dos projetos, o projetista deve seguir os critérios citados nos itens 5.6.2 a 5.6.6 para aplicação de ferragens nas estruturas de Linhas de Distribuição Aéreas de Alta Tensão – LDATs.

**6.14.2 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 ou da fibra. A arruela não deve ser instalada com suas laterais paralelas ao solo para se evitar o acúmulo de água da chuva.

**6.14.3 Arruela Redonda**

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

A arruela redonda deve ser utilizada sempre que forem utilizados parafusos para fixação de peças metálicas com o fim de evitar o contato direto da porca ou da cabeça do parafuso com as superfícies metálicas.

**6.14.4 Arruela de Pressão**

A arruela de pressão deve ser utilizada em substituição a contra-porca para evitar afrouxamento da porca e folgas provenientes de vibrações normais das linhas.

**6.14.5 Materiais de Estaiamento e Aterramento**

Os materiais de estaiamento e aterramento foram relacionados para todas as estruturas, nas quais são aplicáveis.

**6.14.6 Ferragem para o Cabo Termorresistente (T-Dahlia)**

Quando da aplicação deste condutor com grampo de ancoragem passante aparafusado, deve ser utilizada a ferragem concha-olhal em substituição da conchilha.

No caso da aplicação deste condutor for com o grampo de ancoragem a compressão, deve ser utilizada a ferragem concha-garfo em substituição da conchilha. Essa aplicação não consta nesta padronização, devendo sua aplicação ser em caráter especial e possuir o aval da Área de Desenho da Rede da Enel Distribuição Ceará.

Em virtude de atualmente no mercado não existir preformados compatíveis para trabalharem com temperaturas na ordem de 150°C, a utilização de preformados em condutor Termorresistente não é aceita pela Enel Distribuição Ceará.

**6.15 Isoladores da Suspensão****6.15.1 Área de Aplicação dos Isoladores**

Os isoladores apresentados nos padrões dos itens 5.7.2 e 5.7.3 devem atender o que rege a Decisão Técnica DT-042 da Enel Distribuição Ceará quanto a sua área de aplicação.

**6.15.2 Padrão de Isoladores para LDAT Convencional**

As LDATs convencionais, dependendo do estudo técnico-econômico, devem ser projetadas com os seguintes tipos de isoladores:

- a) cadeia mista, composta de isoladores de disco convencionais concha-bola de vidro e/ou de porcelana;
- b) isolador de suspensão composto (polimérico) concha-bola.

**6.15.3 Padrão de Isoladores para LDAT Compacta**

As LDATs compactas devem ser projetadas com os seguintes tipos de isoladores:

- a) isoladores tipo Pilar (Line Post) polimérico;
- b) isolador de suspensão composto polimérico.

**6.16 Estaiamento**

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Em todos os casos onde forem utilizados estais, deve ser obrigatório que os estais sejam sinalizados com cobertura sinalizadora que faça o recobrimento do cabo de aço do estai na cor auto retro-reflexiva, até no mínimo, 3 (três) metros de altura, conforme padronizado no Desenho 220.35 do PM-01 da Enel Distribuição Ceará.

Os detalhes de instalação do estaiamento podem ser verificados no Desenho 048.09.

A alternativa de fundação especial nas estruturas de amarrações em substituição aos estais deve ser avaliada pela Enel Distribuição Ceará.

**6.17 Aterramento**
**6.15.4** Aterramento das Estruturas

O aterramento das estruturas deve ser projetado, executado e medido, conforme definido no desenho correspondente da mesma e no Critério de Projeto CP-010.

**6.15.5** Aterramento e Seccionamento de Cercas

O aterramento de cercas deve ser projetado e executado, conforme definido no Critério de Projeto CP-010 e apresentado no desenho 048.10.

**6.18 Indicador de Falha**

O indicador de falha, monofásico, utilizado nas LDATs deve conter as características técnicas especificadas no Desenho 141.01 do PM-01 da Enel Distribuição Ceará. Este dispositivo deve ser instalado em áreas rurais, conforme determinado no Critério de Projeto CP-010.

**6.19 Travessias e Distâncias de Segurança**
**6.19.1** Distâncias Mínimas de Segurança

As LDATs devem ser projetadas e construídas obedecendo às distâncias mínimas de segurança apresentadas na Tabela 8 e observando-se os itens 5.11.2 a 5.11.8.

**Tabela 8:** Espaçamentos Elétricos e Distâncias de Segurança para LDAT de 72,5 kV

Natureza da Região ou Obstáculo Próximo ou Atravessado pela LDAT de 72,5 kV	Distância "D" Mínima do Condutor (m)	Ângulo de Deflexão Mínimo
Locais acessíveis apenas a pedestres	6,00	-
Locais onde circulam máquinas agrícolas	6,50	-
Rodovias, ruas e avenidas	8,00	$\geq 15^\circ$
Ferrovias não eletrificadas	9,00	$\geq 60^\circ$
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	12,00	

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Suporte de linha pertencente à ferrovia	4,00 <small>NOTA 1</small>
---	----------------------------

**Tabela 8: Espaçamentos Elétricos e Distâncias de Segurança para LDAT de 72,5 kV (Conclusão)**

Natureza da Região ou Obstáculo Próximo ou Atravessado pela LDAT de 72,5 kV	Distância "D" Mínima do Condutor (m)	Ângulo de Deflexão Mínimo
Águas navegáveis	$H + 2,00$ <small>NOTA 2</small>	≥ 15°
Águas não navegáveis	6,00	
LDATs de 550 kV	6,00	≥ 15°
LDATs de 242 kV	3,00	
LDATs de 72,5 kV	1,70	
Redes de Distribuição de 38 kV	1,70	
Redes de Distribuição ≤ 15 kV	1,70	
Redes de Telecomunicações	2,00	-
Paredes	3,00	
Telhados, terraços ou sacadas (não acessíveis a pedestres)	4,00	
Telhados, terraços ou sacadas (acessíveis a pedestres)	6,00	
Instalações transportadoras (Ex.: teleféricos)	3,00	
Veículos rodoviários e ferroviários	3,00	-

**NOTA 1:** Demais informações, consultar o CP-010;

**NOTA 2:** O valor H corresponde à altura, em metros, entre a superfície da água e o topo do maior mastro. Este valor deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada, levando-se em conta o nível máximo de cheia ocorrida nos últimos 10 anos.

**6.19.2** Travessia sobre Locais Acessíveis Apenas a Pedestres ou Onde Circulam Máquinas Agrícolas  
A distância de segurança que corresponde à altura do condutor da LDAT ao solo, conforme apresentado no CP-010.

**6.19.3** Travessias sobre Rodovias, Ruas e Avenidas

A distância de segurança dos condutores à superfície do solo na condição de flecha máxima nos trechos da LDAT sobre rodovias, ruas e avenidas deve ser, conforme apresentado no CP-010. Além da distância de segurança, a LDAT deve atender aos seguintes requisitos:

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- a) o projeto de LDAT deve evitar, ao máximo possível, as travessias;
- b) as estruturas de travessia sobre rodovias e avenidas devem ser obrigatoriamente de amarrações;
- c) a execução de travessia deve ser mediante autorização prévia do órgão responsável;
- d) o ângulo mínimo entre os eixos da LDAT e da rodovia deve ser 15°, conforme norma NBR 5422;
- e) as estruturas devem ser colocadas fora da faixa de domínio das rodovias, sempre que possível em posição tal que a distância medida sobre a superfície do terreno, da estrutura à borda exterior do acostamento, seja maior que a altura da estrutura.

Em casos excepcionais, mediante acordo com a entidade responsável pela rodovia, as estruturas podem ser colocadas à distância inferiores às apresentadas na alínea “e” e até mesmo dentro da faixa de domínio das rodovias ou nos canteiros centrais de rodovias com pistas múltiplas.

**6.19.4 Travessias Sobre Ferrovias**

A distância de segurança que corresponde à altura mínima do condutor da LDAT, sobre ferrovias não eletrificadas deve ser conforme apresentado no CP-010. Além da distância de segurança, a LDAT deve atender aos seguintes requisitos:

- a) para a execução da obra de travessia, deve ser previamente solicitado um Termo de Permissão ao órgão responsável;
- b) a travessia deve ser projetada conforme o modelo apresentado no CP-010 e norma NBR 5422;
- c) as estruturas de travessia sobre vias férreas devem ser obrigatoriamente de amarrações;
- d) as estruturas devem ser colocadas fora da faixa de domínio das ferrovias e em posição tal que a menor distância medida sobre a superfície do terreno, do suporte ao trilho mais próximo, seja maior que a altura da estrutura;
- e) sempre que possível às travessias sobre áreas das estações ferroviárias não devem ser projetadas. Em casos excepcionais, mediante acordo com o órgão responsável pela ferrovia a LDAT pode ser projetada.

Em travessia de LDAT quando a ferrovia for existente, deve ser previsto uma malha sobre a ferrovia exatamente no trecho da travessia, isso para proteger a ferrovia de um eventual rompimento do condutor sobre a linha férrea. O projeto da malha, assim como os custos envolvidos, deve ser acordado entre a Enel Distribuição Ceará e o órgão responsável pela ferrovia antes do projeto e construção da travessia da LDAT.

**6.19.5 Travessias Sobre as Águas Navegáveis ou Não Navegáveis**

A distância de segurança, que corresponde à altura do condutor da LDAT na condição de flecha máxima sobre águas navegáveis deve ser conforme apresentado no CP-010. Além da distância de segurança, a LDAT deve atender aos seguintes requisitos:

- a) as estruturas de travessia sobre águas devem ser obrigatoriamente de amarração;
- b) o ângulo mínimo entre o eixo da LDAT e o curso de água deve ser de 15°, conforme CP-010 e norma NBR 5422.

**6.19.6 Travessia sobre Linhas e Redes**

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão 72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

A distância de segurança que corresponde à altura mínima do condutor da LDAT, sobre linhas de distribuição aéreas de alta tensão e redes de distribuição de média tensão, ou redes de telecomunicações deve ser calculada conforme especificado na norma NBR 5422.

Na Tabela 8 são apresentados os valores das distâncias de segurança, e os demais detalhes no CP-010. Além da distância de segurança, a LDAT deve atender aos seguintes requisitos:

- a) o ângulo mínimo entre os eixos das redes de telecomunicações, rede de distribuição de média tensão ou LDATs deve ser de  $15^\circ$ , conforme especificado neste Padrão de Estruturas, no CP-010 e na NBR 5422;
- b) a LDAT de mais elevada tensão deve sempre ser projetada em nível superior;
- c) sempre que uma LDAT projetada estiver em nível superior a uma LDAT, rede de distribuição ou redes de telecomunicações, o projeto deve atender aos requerimentos da norma NBR 5422;
- d) travessias sobre redes de distribuição de até 34,5 kV e redes de telecomunicações não necessitam de apresentação de projetos de travessias, devendo, caso seja solicitado pelos proprietários dessas redes ou linhas, ser apresentado projeto plotado (perfil e planta) da LDAT, com indicação das alturas dos cabos das instalações atravessadas no eixo de cruzamento.

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão  
72,5 kV****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**6.19.7** Distância de LDAT para Paredes, Telhados, Terraços ou Sacadas

A distância de segurança que o projetista deve prever entre o condutor da LDAT e uma edificação deve ser conforme apresentado no CP-010.

**6.19.8** Distância de LDAT para Instalações Transportadoras, Veículos Rodoviários e Ferroviários

A distância mínima de segurança que o projetista deve prever entre o condutor da LDAT e instalações transportadoras (teleféricos, bondinhos, etc.), veículos rodoviários e ferroviários deve ser conforme CP-010.

**7. ANEXOS**

044.01 - Simbologia Básica Padrão Convencional sem Cabo Para-Raios;

044.02 - TAR - Estrutura de Suspensão;

044.03 - HAR - Estrutura de Suspensão;

044.04 - HAL - Estrutura de Ancoragem;

044.05 - HAB - Estrutura de Ancoragem;

044.06 - HALA - Estrutura de Ancoragem;

045.01 - Simbologia Básica Padrão Convencional com Cabo Para-Raios;

045.02 - TAR-PR - Estrutura de Suspensão;

045.03 - HAR-PR - Estrutura de Suspensão;

045.04 - HAL-PR - Estrutura de Ancoragem;

045.05 - HAB-PR - Estrutura de Ancoragem;

045.06 - HALA-PR - Estrutura de Ancoragem;

046.01 - Simbologia Básica Padrão Compacto sem Cabo Para-Raios;

046.02 - CVAR - Estrutura Tangente;

046.03 - CVAL - Estrutura de Ancoragem;

046.04 - CVALA - Estrutura de Ancoragem;

046.05 - CVAG - Estrutura de Ancoragem;

046.06 - CVAB - Estrutura de Ancoragem;

**Assunto: Linha de Distribuição de Alta Tensão - LDAT Classe de Tensão  
72,5 kV**

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

---

- 047.01 - Simbologia Básica Padrão Compacto com Cabo Para-Raios;
- 047.02 – CVAR-PR - Estrutura Tangente;
- 047.03 - CVAL-PR - Estrutura de Ancoragem;
- 047.04 - CVALA-PR - Estrutura de Ancoragem;
- 047.05 - CVAG-PR - Estrutura de Ancoragem;
- 047.06 - CVAB-PR - Estrutura de Ancoragem;
- 048.01 - Simbologia Básica Padrão Especial;
- 048.02 - CVALDR - Estrutura de Derivação;
- 048.03 - CVALADR - Estrutura de Derivação;
- 048.04 - CVAGDR - Estrutura de Derivação;
- 048.05 - CVABDR - Estrutura de Derivação;
- 048.06 - ESTV - Estrutura de Seccionamento;
- 048.07 - ESTVDR - Estrutura de Seccionamento com Derivação;
- 048.08 - Instalação de Anéis e Cruzetas - Detalhes de Instalação;
- 048.09 - Estaiamento - Cotas de Localização - Terreno Plano - Detalhes de Instalação;
- 048.10 - Cancela, Colchete e Seccionamento/aterramento de Mourões e Cercas - Detalhes de Instalação.