

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 1/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	2
2. RESPONSABILIDADES.....	2
3. DEFINIÇÕES	2
4. ESPECIFICAÇÕES	4
5. REFERÊNCIAS.....	25
6. CONTROLE DE ALTERAÇÕES.....	25
7. ANEXOS	25

Cópia não controlada - 03/02/2022

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 2/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

1. OBJETIVO

Especificar, padronizar e estabelecer os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos a características, projeto, fabricação, ensaios e outras condições específicas de cruzetas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), destinados à montagem de redes aéreas urbanas e rurais de distribuição das Distribuidoras do Grupo Neoenergia – Celpe, Coelba e Cosern e Elektro e Neoenergia Distribuição Brasília.

2. RESPONSABILIDADES

Cabe aos órgãos de suprimento, planejamento, engenharia, construção, expansão, operação e manutenção o cumprimento das disposições desta especificação.

3. DEFINIÇÕES

3.1 Distribuidora

Denominação dada à empresa fornecedora dos serviços de distribuição de energia elétrica dos Estados de Pernambuco (Celpe), Bahia (Coelba), Rio Grande do Norte (Cosern), Elektro (São Paulo) e Brasília (Neoenergia Distribuição Brasília), pertencentes ao Grupo Neoenergia, doravante denominada Distribuidora.

3.2 Cruzeta de Fibra de Vidro

Peça constituída de resina poliéster reforçada por filamentos contínuos de fibra de vidro (PRFV), com eixo sensivelmente retilíneo, sem emendas, destinada a suportar os esforços mecânicos de sustentação dos isoladores, condutores e/ou equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

3.3 Resistência Nominal (R_n)

Valor da carga que a cruzeta deve suportar continuamente, na direção e sentido indicados no plano de aplicação e passando pelo eixo da cruzeta, de grandeza tal que não produza em nenhum plano transversal momento fletor que prejudique a qualidade dos materiais, trincas e flechas superiores às especificadas.

3.4 Limite de Carregamento excepcional ($1,4R_n$)

Corresponde a uma sobrecarga de 40% sobre o valor da carga nominal.

3.5 Carga de Ruptura (C_r)

Carga que provoca o rompimento ou a fluência da cruzeta em uma seção transversal. A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos esforços, carregando-se a cruzeta de modo contínuo e crescente. A fluência pode ser caracterizada como um ponto onde o material não suporta mais a carga aplicada, mesmo sem apresentar ruptura em função de propriedades elásticas do material.

3.6 Curvatura

Desvio de direção da cruzeta.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 3/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

3.7 Face A

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixar a cruzeta ao poste.

3.8 Face B

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixação dos isoladores.

3.9 Flecha

Medida do deslocamento de um ponto em um determinado plano, provocado pela ação de uma carga.

3.10 Flecha Residual

Flecha que permanece após a remoção dos esforços, determinada pelas condições especificadas.

3.11 Fissura ou Trinca

Fratura ou abertura superficial visível a olho nu.

3.12 Suporte de Fixação

Acessório confeccionado em resina termofixa reforçada com eixo retilíneo destinado a servir de apoio para à cruzeta de fibra de vidro.

3.13 Geo Coat para Proteção da Superfície Externa

São dispersões de pigmentos, cargas e aditivos em resina de poliéster ou éster-vinílicas aplicados nas camadas externas das cruzetas com objetivo de proteção contra radiação ultravioleta e umidade (intemperismo), assim como de substâncias químicas. Permite excelente acabamento superficial ao produto moldado, proporcionando à peça uma superfície lisa e brilhante. Deve ter resistência à propagação de chamas e manter sua integridade sob processos rotineiros de intervenções de equipes de montagem e manutenção.

3.14 Poliuretano (PU)

Polímero que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas por ligações uretânicas. São aplicados nas camadas externas dos padrões de entrada com objetivo de proteção contra radiação ultravioleta e umidade (intemperismo), assim como de substâncias químicas. Permite excelente acabamento superficial ao produto moldado, proporcionando à peça uma superfície lisa e brilhante. Deve ter resistência à propagação de chamas e manter sua integridade sob processos rotineiros de intervenções de equipes de montagem e manutenção.

3.15 Pultrusão

Processo de fabricação contínua de perfis de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) que utiliza resinas poliéster e reforços de fibra de vidro. O processo consiste em puxar as fibras molhadas com resina mais aditivos através de um molde metálico aquecido utilizando dispositivos de tracionamento contínuo. A polimerização ocorre no momento em que a fibra impregnada com resina passa pelo molde aquecido.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 4/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

3.16 Enrolamento Filamentar

Este processo utiliza uma máquina de enrolamento filamentar que envolve, no mandril, as fibras impregnadas com resina termofixas, na quantidade e orientação necessárias para construir a estrutura reforçada necessária. O enrolamento filamentar produz itens ocós.

3.17 Véu de Poliéster

Camada de tecido a base de poliéster adicionado na camada externa da cruzeta com a finalidade de melhorar a proteção superficial e impedir a exposição das fibras durante a vida útil da cruzeta.

4. ESPECIFICAÇÕES

4.1 Escopo do Fornecimento

4.1.1 Compreende o fornecimento das cruzetas de fibra de vidro, para instalação exterior, conforme características e exigências detalhadas a seguir, inclusive a realização de ensaios de aceitação e tipo, além dos relatórios dos ensaios.

4.1.2 É parte integrante desta especificação o documento NOR.DISTRIBU-ENGE-0001, onde estão definidas as exigências básicas das Distribuidoras relativas à inspeção, desenhos, embalagens, garantias e outras condições de fornecimento.

4.1.3 Para efeito de garantia, prevalecem os prazos definidos e condições estabelecidas nesta especificação, mantendo-se as demais condições da norma citada no parágrafo anterior somente nas condições que não contrariem esta especificação.

4.2 Cruzetas Padronizadas

As cruzetas padronizadas estão citadas na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Cruzetas de Fibra de Vidro Padronizadas

Item	Código SAP			Descrição Sucinta	Referência
	NE	SE	Brasília		
1	3340009	59880	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M	Desenho 1
2	3340007	59891	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M	Desenho 2
3	3340008	100920	22015019	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M	Desenho 3
4	3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORCADA	Desenho 1
5	3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORCADA	Desenho 2

4.3 Características Gerais

4.3.1 Material

4.3.1.1 As cruzetas devem ser fabricadas em resina termoestável (poliéster), reforçada por filamentos contínuos de fibra de vidro ou fibra compósito. Uma vez conformada, a estrutura é submetida a um processo de cura de modo que o material adquira melhores propriedades.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 5/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA	DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021		

4.3.1.2 A resina deve conter aditivos, como agente de antipropagação de chama, protetor contra raios UV e outros que se fizerem necessários para garantia da durabilidade da cruzeta.

4.3.1.3 Devem ser de boa qualidade, resistente à umidade, variações de temperatura, impactos mecânicos, contendo agentes químicos antidegradantes de modo que assegure total resistência à ação de agentes corrosivos e biológicos como insetos, roedores, aves e fungos.

4.3.1.4 Não são aceitas cruzetas que tenham reforços metálicos em seu interior. Na necessidade da utilização de vergalhões para reforço mecânico, estes devem ser em fibra de vidro.

4.3.2 Acabamento

4.3.2.1 Para o processo de pultrusão deve ter a proteção adicional do véu de poliéster e acabamento final com Gel Coat isofitálico ou Poliuretano (PU) na cor Cinza Munsell 6.5 ou RAL 7038.

4.3.2.2. Para o processo de enrolamento contínuo não é necessária à aplicação do véu de poliéster, somente acabamento final com Gel Coat isofitálico na cor Cinza Munsell 6.5 ou RAL 7038.

4.3.2.3 As cruzetas devem ser ocas, apresentar superfície lisa e uniforme, sem cantos vivos, arestas cortantes ou rebarbas, isenta de defeitos como trincas ou fissuras, bolhas, rebarbas, avarias de transporte ou armazenagem. Não são permitidas asperezas, rugosidades ou imperfeições que dificultem suas condições de utilização ou que possam colocar em risco a integridade física do instalador.

4.3.2.4 Suas extremidades devem ser fechadas garantindo a integridade da cavidade com dispositivo que impeça a mesma de se soltar e assim permanecer durante toda sua vida útil.

4.3.2.5 Devem apresentar acabamento externo resistente ao impacto, protetor permanente contra raios ultravioletas e que não sofra degradação durante o período de vida útil do material.

4.3.3 Furos

4.3.3.1 Os furos de passagem dos parafusos devem ser passantes e perpendiculares ao eixo da cruzeta.

4.3.3.2 Devem ser cilíndricos, permitindo-se o arremate na sua saída para garantir uma superfície tal que não dificulte a montagem de ferragens, acessórios e equipamentos.

4.3.3.3 Devem ser totalmente desobstruídos e protegidos por tubetes resistentes aos ataques dos raios ultravioletas, intempéries e substâncias químicas, evitando também a entrada de água, insetos ou corpos estranhos em seu interior.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 6/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.3.4 Condições de Serviço

As cruzetas devem ser projetadas para trabalhar sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) Qualquer altitude e relevo;
- b) Temperatura ambiente entre 5 °C e 55 °C, com média diária de 35 °C;
- c) Radiação solar máxima de 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta;
- d) Umidade relativa média de até 80%;
- e) Velocidade máxima do vento de 110 km/h;
- f) Nível de salinidade superior a 0,3502 mg/cm² dia.

4.3.5 Durabilidade

As cruzetas devem ser duráveis o suficiente de modo a ter uma vida útil mínima de 20 anos quando instaladas segundo as condições descritas no item 4.3.4 desta especificação. Devem ser considerados os seguintes parâmetros:

4.3.5.1 Resistência ao ataque de agentes naturais físicos e biológicos: como agentes físicos naturais incluem-se radiação ultravioleta, tempestades, umidade baixa ou elevada e variações extremas de temperaturas. Quanto a agentes biológicos incluem-se a ação de insetos, roedores, aves e fungos.

4.3.5.2 Resistência mecânica: as cruzetas devem atender às exigências de flechas máximas admissíveis e de carga mínima de ruptura, mantendo esses valores ao longo do período de vida útil média do material.

4.3.5.3 Resistência à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência: as cruzetas devem ser resistentes à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência de forma a manter as propriedades elétricas de isolamento e mecânicas do material.

4.3.5.4 Resistência à corrosão: as cruzetas e suas partes componentes devem ser resistentes às atmosferas poluídas.

4.3.5.5 Resistência ao fogo: as cruzetas devem apresentar resistência ao ataque do fogo, a partir do solo e mesmo no topo do poste. Assim, as cruzetas devem apresentar aditivo antichama em sua constituição física, de forma a diminuir o risco e/ou evitar a propagação da chama no material, após curto período de exposição.

	TITULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 7/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.4 Características Elétricas

- a) Nível básico de isolamento mínimo: 250 kV/m conforme NBRIEC 60060-1;
- b) Rigidez dielétrica: >5 kV/mm conforme ASTM D-149;
- c) Tensão de trilhamento elétrico: > 1,75 kV conforme NBR 10296;
- d) Resistência elétrica: 105 Ω/m conforme IEC 60093;
- e) Resistência aos raios ultravioleta: teste 1 com duração de 2000 horas conforme ASTM G 155.

4.5 Características Mecânicas

- a) A cruzeta de fibra de vidro deve ser projetada para atender aos requisitos da Tabela 2, sem apresentar fissuras, trincas ou ruptura.
- b) Deve suportar, sem sofrer deformação ou trincas, a aplicação do torque máximo (8,0 daN.m) especificado para o parafuso.

Tabela 2 - Características Técnicas das Cruzetas

Comprimento (mm)	Carregamento	Resistência (daN)	Flecha para ensaio de resistência à flexão (mm)	
			Máxima	Residual máxima
2000	Nominal	400	50	-
	Máximo excepcional	560	-	10
	Mínimo de ruptura	800	-	-
2400	Nominal	400	60	-
	Máximo excepcional	560	-	12
	Mínimo de ruptura	800	-	-

4.6 Fabricação

4.6.1 A fabricação das cruzetas deve respeitar as mais modernas técnicas e processos empregados neste tipo de manufatura, mesmo quando não mencionados nesta especificação.

4.6.2 As cruzetas podem ser fabricadas por um dos seguintes processos:

- a) Pultrusão;
- b) Enrolamento filamentar.

4.7 Identificação

4.7.1 As cruzetas devem ser identificadas de forma legível e indelével, através de uma placa metálica resistente à corrosão.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 8/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.7.2 A placa deve estar fixada em uma de suas extremidades laterais e conter as seguintes informações:

- a) Nome da Distribuidora;
- b) Nº do Pedido de Compra;
- c) Nome ou marca comercial do fabricante;
- d) Nº de série ou lote de fabricação;
- e) Data de fabricação (mês e ano);
- f) Dimensões em milímetros (faces e comprimento);
- g) Resistência nominal em decanewtons (daN);
- h) Massa aproximada da cruzeta.

Nota: A cruzeta reforçada deve ainda ser identificada com uma faixa pintada na cor preta, com largura de 5 cm, a partir de suas extremidades, em ambos os lados, nas suas quatro faces, permitindo fácil identificação após instalada.

4.8 Inspeção e Ensaios

4.8.1 Geral

A Tabela 3 apresenta a classificação dos ensaios e amostragem para os ensaios de tipo e as Tabelas 4 e 5 apresentam a amostragem e critério de aprovação para os ensaios de recebimento.

Tabela 3 - Relação de Ensaios

Descrição do ensaio	Classificação	Nº de amostras p/ ensaios de tipo e complementar de recebimento
Inspeção geral	T/R	3
Verificação dimensional	T/R	3
Resistência à flexão	T/R	3
Resistência à torção	T/R	3
Resistência à tração lateral	T/R	3
Resistência ao torque	T/R	3
Resistência da tampa da cruzeta – ensaio de queda	T/R	3
Resistência da tampa da cruzeta – ensaio de arrastamento	T/R	3
Ensaio mecânico de longa duração	T	2
Ensaio mecânicos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de UV	T	Corpos de prova de uma cruzeta ASTM G 155
Verificação da resistência ao trilhamento e erosão	T	Corpos de prova de uma cruzeta NBR 10296
Flamabilidade	T	Corpos de prova de uma cruzeta UL 94
Absorção de água	T	Corpos de prova de uma cruzeta NBR 5310
Tensão suportável à frequência industrial sob chuva	T	3
Resistência à propagação de chama	T/R	3
Seccionamento para verificação da estrutura interna	T/R	3

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 9/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

Tabela 4 - Amostragem Normal e Dupla e Critério de Aceitação para de Inspeção Geral e Dimensional

Tamanho do lote	Código das amostras	Sequência de amostragem	Inspeção geral e dimensional		
			Nível 2 – NQA 4%		
			AM	AC	RE
Até 150	-	1ª	13	0	3
		2ª	13	3	4
151 a 280	G	1ª	20	1	4
		2ª	20	4	5
281 a 500	H	1ª	32	2	5
		2ª	32	6	7
501 a 1200	I	1ª	50	3	7
		2ª	50	8	9
1201 a 3200	J	1ª	80	5	9
		2ª	80	12	13
3201 a 10000	K	1ª	125	7	11
		2ª	125	8	19
10001 a 35000	L	1ª	200	11	16
		2ª	200	26	27

Notas:

1. Na inspeção geral verificar:

- a) Forma e acabamento;
- b) Dimensões;
- c) Identificação;
- d) Desobstrução dos furos.

2. Amostragem dupla – Regime de inspeção:

- AM = tamanho da amostra;
- AC = nº de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
- RE = nº de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

3. Procedimento para amostragem dupla:

Inicialmente é ensaiado um nº de unidades igual ao da 1ª amostra obtida na Tabela. Se o nº de unidades defeituosas estiver compreendido entre AC e RE (excluídos estes valores) deve ser ensaiada a 2ª amostra.

4. NQA = Níveis de qualidade aceitável (NBR 5426):

O total de unidades defeituosas encontradas depois de ensaiadas as duas amostras deve ser igual ou inferior ao maior AC especificado.

	TITULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 10/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

Tabela 5 - Amostragem Normal e Simples e Critério de Aceitação para Ensaio Mecânico e de Resistência à Propagação de Chama

Tamanho do lote	Código das amostras	Ensaio de torção, tração lateral, resistência ao torque e verificação da resistência da tampa da cruzeta			Ensaio de flexão e resistência à propagação de chama		
		AM	AC	RE	Nível S3 – NQA 4%		
					AM	AC	RE
Até 150	-	2	0	1	8	1	2
151 a 280	D						
281 a 500	D						
501 a 1200	E				13	2	3
1201 a 3200	E						
3201 a 10000	F						
10001 a 35000	F				20	2	3

Notas:

1. Amostragem simples – Nível especial de inspeção:

- AM = tamanho da amostra;
- AC = nº de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
- RE = nº de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

2. Procedimento para amostragem simples:

Inicialmente é ensaiado um nº de unidades do produto inspecionado igual ao tamanho da amostra obtida na Tabela. Se o nº de unidades defeituosas encontrado na amostra for igual ou menor do que o nº de aceitação (AC), o lote é considerado aceito. Sendo o nº de unidades defeituosas igual ou maior do que o nº de rejeição (RE), o lote é rejeitado.

3. NQA = Níveis de qualidade aceitável (NBR 5426):

4. O tamanho da amostra para efetuar os ensaios de ruptura deve ser uma cruzeta em cada sublote de até 150 unidades, convenientemente agrupadas. Os ensaios são considerados satisfatórios se não houver nenhuma falha.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 11/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2 Descrição dos Ensaios

4.8.2.1 Inspeção geral

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 4.

b) Procedimento

Deve ser verificado se as amostras atendem às características de identificação, acabamento e desobstrução dos furos.

c) Critério de aprovação

A cruzeta é considerada aprovada se atender aos seguintes requisitos:

- Identificação;
- Acabamento e características físicas;
- Desobstrução dos furos;
- Acondicionamento.

4.8.2.2 Verificação Dimensional

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 4.

b) Critério de aprovação

A cruzeta deve ser considerada aprovada no ensaio se as dimensões medidas atenderem às condições especificadas, incluindo as tolerâncias permitidas.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 12/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.3 Resistência à flexão

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

b) Procedimento

- Resistência nominal (R_n)

Com a cruzeta instalada conforme Figura 1 (Cruzeta Reforçada) e Figura 2 (Cruzeta Normal), aplicar o carregamento gradativamente até atingir a carga nominal e permanecer com esta aplicada por 1 min, para permitir a acomodação da instalação. Retirar a carga e realizar os ajustes da instalação.

Com os ajustes realizados, aplicar novamente a carga nominal de forma gradativa e permanecer com esta durante 5 min.

Após os 5 min com a carga ainda aplicada a cruzeta não pode apresentar trincas e a flecha medida em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, não pode exceder o valor estabelecido na Tabela 5.

- Limite de carregamento excepcional

Mantendo a condição anterior, utilizar uma carga de $1,4 \times R_n$, conforme Tabela 5.

- Carga de ruptura da cruzeta

Mantendo a condição anterior, aplicar de forma gradativa até atingir $2 \times R_n$, conforme nota 4 da Tabela 5, sem que ocorra a ruptura.

Assim que o valor apresentado no dinamômetro apresentar duas vezes a carga nominal sem a ruptura da cruzeta, o ensaio pode ser interrompido e a cruzeta é considerada aprovada neste ensaio.

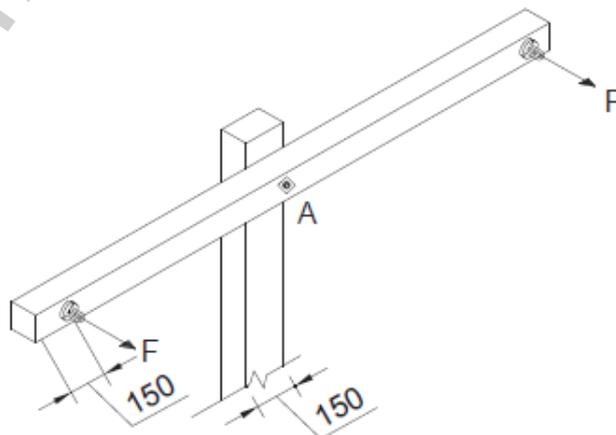


Figura 1 - Esquema para Ensaio de Resistência à Flexão - Cruzetas Reforçadas

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 13/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

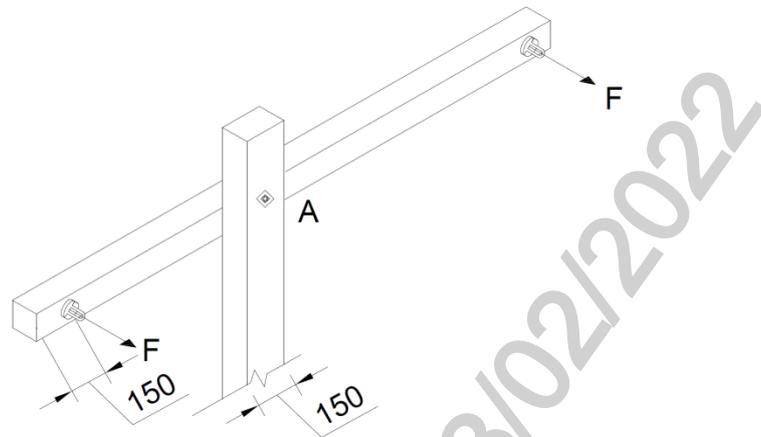


Figura 2 - Esquema para Ensaio de Resistência à Flexão - Cruzetas Normais

c) Critério de aprovação

A cruzeta deve ser considerada aprovada se atender aos valores da Tabela 6.

Tabela 6 - Valores de ensaios de resistência à flexão

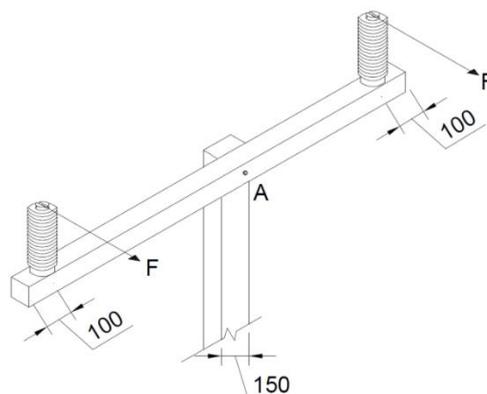
Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços	Flecha (mm)	
		Máxima	Residual
400	Simultâneos	50	-
560			10
800		Sem ruptura	

4.8.2.4 Resistência à torção

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.
- Para a realização deste ensaio, devem ser ensaiadas cruzetas que ainda não foram utilizadas para os ensaios mecânicos.

b) Procedimento



	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 14/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

Com a cruzeta montada, conforme Figura 3 (Cruzeta Reforçada) e Figura 4 (Cruzeta Normal), instalar a 100 mm de cada extremidade um isolador pilar PL8CC170 (classe 36,2 kV), padronizado na ABNT NBR 12459, para que seja realizada a fixação do sistema de tracionamento nos pescoços dos isoladores. Devem ser aplicados esforços simultâneos gradativos nos isoladores conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de ensaios de resistência à torção

Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços
50	Simultâneos
70	
100	

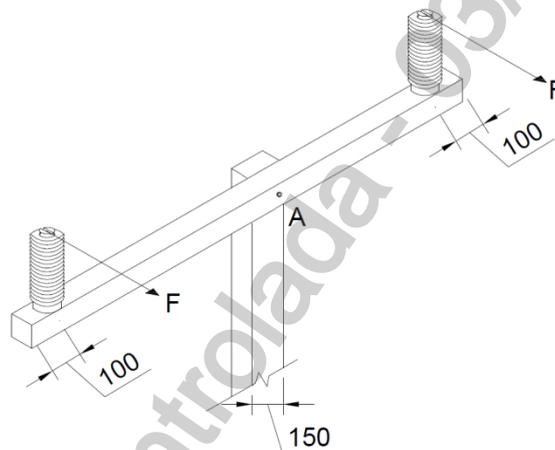


Figura 3 - Esquema para Ensaio de Resistência à Torção - Cruzetas Reforçadas

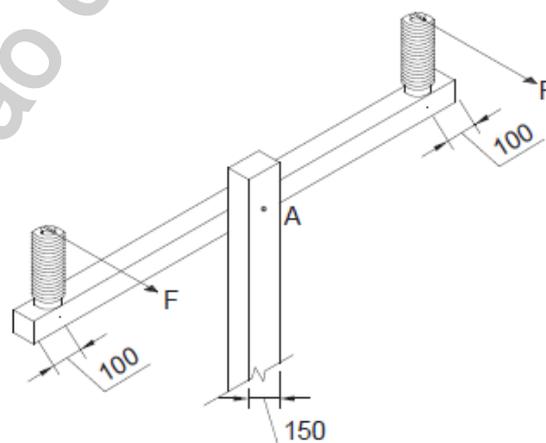


Figura 4 - Esquema para Ensaio de Resistência à Torção - Cruzetas Normais

c) Critério de aprovação

Após decorrido o tempo mínimo 5 min da aplicação da carga final, a cruzeta não pode apresentar trincas de qualquer espécie.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 15/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.5 Ensaio de tração lateral

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5;
- Para a realização deste ensaio, ensaiar cruzetas que ainda não foram utilizadas para os ensaios mecânicos.

b) Procedimento

Com a cruzeta instalada conforme Figura 5, aplicar o carregamento no pescoço do isolador pilar PL8CC170 (classe 36,2 kV), padronizado na NBR 12459, gradativamente até atingir 50 daN e permanecer com esta carga aplicada durante 1 min, para permitir a acomodação da instalação. Retirar a carga e realizar os ajustes da instalação.

Com os ajustes realizados, aplicar 80 daN de forma gradativa e permanecer com esta carga por 5 min.

Retirar a carga e avaliar as condições da peça. A cruzeta é considerada aprovada se não ocorrer deslocamento no topo, no plano horizontal conforme Tabela 8.

Após avaliação acima, aumentar gradativamente a carga até 160 daN. A cruzeta deve suportar essa carga sem que ocorra a ruptura.

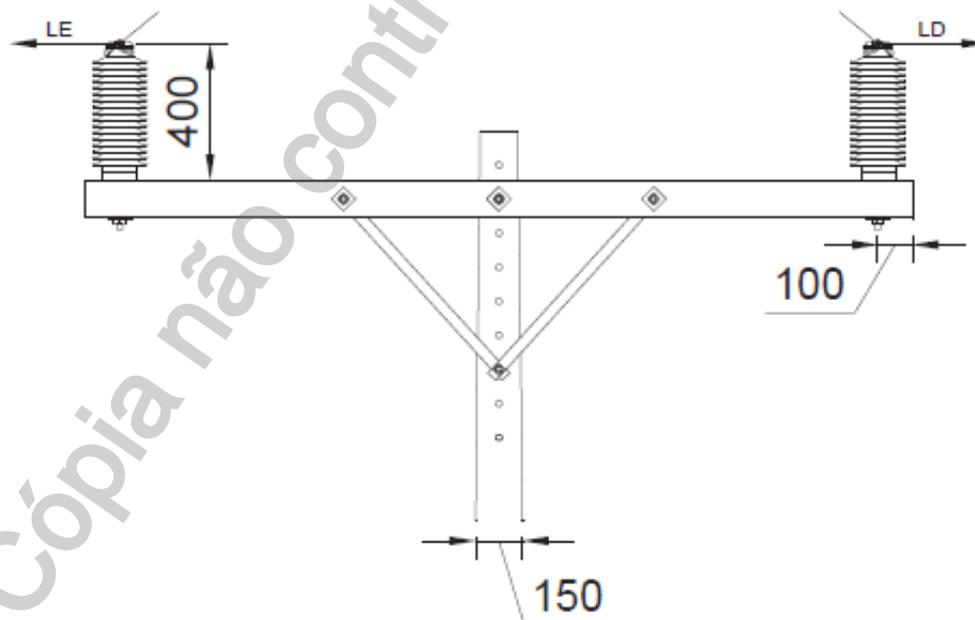


Figura 5 - Esquema para Ensaio de Tração Lateral

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 16/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

c) Critério de aprovação

A cruzeta deve atender as condições da Tabela 8.

Tabela 8 - Valores de Ensaio de Tração Lateral e Critério de Aprovação

Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços	Critério de aprovação
80	Não simultâneos	Deslocamento máximo do topo do isolador de 50 mm
160		Não pode ocorrer ruptura

4.8.2.6 Resistência ao torque

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

b) Procedimento

- Fixar parafuso M16 com arruelas quadradas de 38 mm x 38 mm nas duas faces da cruzeta e porca quadrada M16.
- Aplicar um torque nominal de 8 daN.m nas porcas.

c) Critério de aprovação

A cruzeta não pode apresentar fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam seu desempenho.

4.8.2.7 Verificação da resistência da tampa da cruzeta

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

b) Procedimento

A cruzeta deve ser solta de uma altura de 1,0 m na posição horizontal.

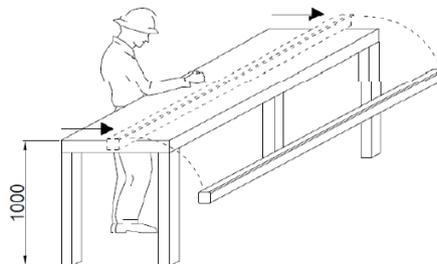


Figura 6 – Esquema para Ensaio da Verificação da Resistência da Tampa da Cruzeta

c) Critério de aprovação

A cruzeta não pode ter suas tampas desprendidas ou danificadas.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 17/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.8 Verificação da Fixação da Tampa da Cruzeta – Arrastamento

a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

b) Procedimento

Erguer a cruzeta por uma das extremidades até um ângulo de aproximadamente 30° graus em relação ao solo e arrastá-la por uma distância mínima de 2 metros em um piso áspero, concreto ou asfalto.

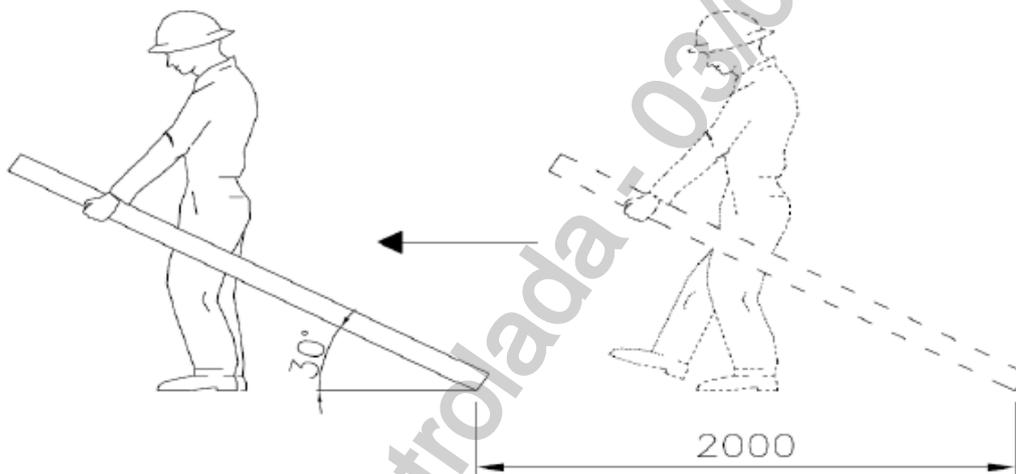


Figura 7 – Esquema para Verificação da Fixação da Tampa da Cruzeta – Arrastamento

c) Critério de aprovação

A cruzeta não pode ter suas tampas desprendidas ou danificadas.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 18/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.9 Ensaio Mecânico de Longa Duração

a) Amostragem

A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.

b) Procedimento

Com a cruzeta corretamente instalada, deve ser aplicada a carga nominal no ponto de fixação dos isoladores laterais (100 mm das extremidades da cruzeta), conforme Figura 8.

A resistência F , descrita na Tabela 8, deve ser mantida pelo período de 216 h.

Deve ser verificada a flecha durante o ensaio e após a retirada da carga.

Tabela 9 - Valores de Ensaio Mecânico de Longa Duração

Carga F (daN)	Aplicação dos esforços	Flecha (mm)	
		Máxima	Residual
400	Simultâneos	-	20

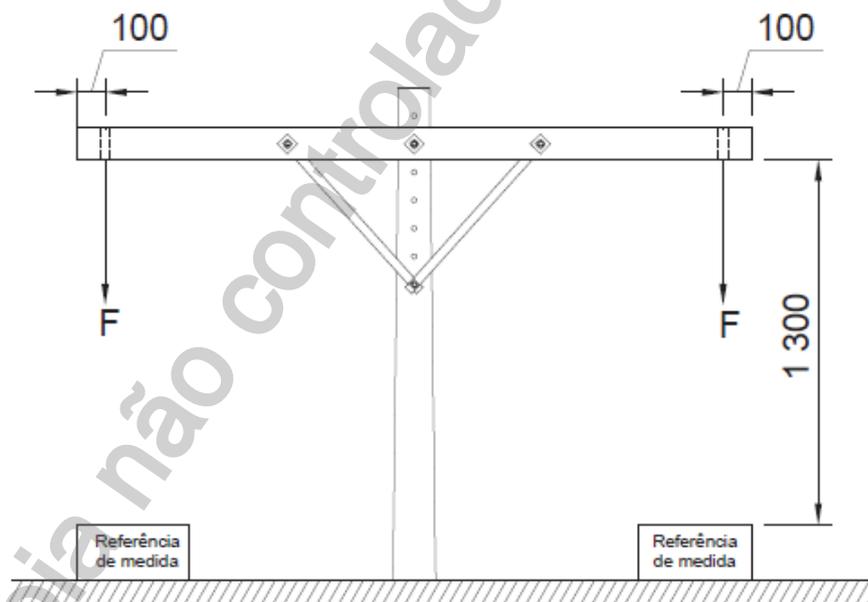


Figura 8 - Esquema para Ensaio Mecânico de Longa Duração

c) Critério de aprovação

Retirando o esforço, a leitura do valor da flecha deve ser realizada no intervalo de 5 a 10 minutos no máximo. A cruzeta é considerada aprovada se:

1. Não apresentar trincas;
2. Atender a flecha nominal especificada na tabela 2;
3. A flecha residual máxima medida em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, não for superior a 20 mm.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 19/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.10 Ensaio mecânicos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de UV

a) Amostragem

Devem ser confeccionados dez corpos de prova uniformes, preparados de forma que representem o processamento da cruzeta, com dimensões de acordo com a respectiva norma de ensaios e separados em dois grupos com cinco unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após o envelhecimento em câmara de intemperismo artificial.

b) Procedimento

- O ensaio de envelhecimento deve ser realizado conforme ASTM G155, ciclo 1, durante 2000 h.
- O ensaio de tração antes e após o envelhecimento deve ser realizado conforme NBR NM IEC 60811-1-1.

c) Critério de aprovação

O corpo de prova é considerado aprovado neste ensaio se os valores mínimos e máximos de resistência obtidos após o envelhecimento não variarem em mais de 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos de prova ensaiados sem envelhecimento.

4.8.2.11 Verificação da resistência ao trilhamento e erosão.

a) Amostragem

Conforme NBR 10296.

b) Procedimento

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 10296, método 2, critério A.

c) Critério de aprovação

O material é considerado aprovado se atender à classe 2 A1,75 da NBR 10296.

Nota: Tensões superiores a 1,75 kV também constituem aprovação, desde que o ensaio seja realizado conforme método 2, critério A, da NBR 10296.

4.8.2.12 Flamabilidade

a) Princípio

Esse ensaio é destinado à verificação do material quanto às propriedades de ignição e auto extinção.

b) Amostragem

Devem ser confeccionadas cinco amostras de acordo com a UL 94. As amostras devem ser retiradas de diferentes partes da cruzeta de forma a avaliar a homogeneidade do produto.

c) Procedimento

Deve ser realizado de acordo com a UL 94.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 20/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

d) Critério de aprovação

Os corpos de prova devem apresentar classificação mínima de V-0.

4.8.2.13 Absorção de água

a) Amostragem

Deve ser conforme NBR 5310.

b) Procedimento

O ensaio deve ser realizado pelo método gravimétrico, conforme NBR 5310.

c) Critério de aprovação

O teor de absorção de água do composto da cruzeta não pode exceder 3%.

4.8.2.14 Tensão suportável à frequência industrial sob chuva

a) Amostragem

A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 2.

b) Procedimento

A tensão deve ser aplicada diretamente na cruzeta, no ponto de fixação da fase central. A cruzeta deve ser montada fixada diretamente ao poste, com mão-francesa polimérica, ou quando montada com mão-francesa metálica, esta deve ser montada em apenas um dos lados da cruzeta e a tensão deve ser aplicada do lado oposto, entre o ponto de fixação do isolador e o ponto de fixação da cruzeta ao poste (terra).

A tensão de ensaio a ser aplicada ao material deve ser 1,05 vezes a maior tensão fase-terra do sistema para o qual a cruzeta é utilizada, sob chuva, devidamente corrigido para as condições atmosféricas no momento de execução do ensaio, conforme a NBR 6936.

A tensão de ensaio deve ser mantida neste valor durante 1 min.

Os parâmetros de chuva são definidos pela NBR 6936.

Nota: Convém que durante a realização do ensaio seja medida a corrente de fuga da cruzeta e informado, apenas para referência, seu valor máximo no relatório de ensaios.

c) Critério de aprovação

A cruzeta é considerada aprovada se não ocorrer nenhuma descarga disruptiva ou qualquer dano ao material durante o ensaio.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 21/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.15 Ensaios de resistência à propagação de chama

a) Amostragem

- A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento a amostragem deve ser conforme Tabela 5.

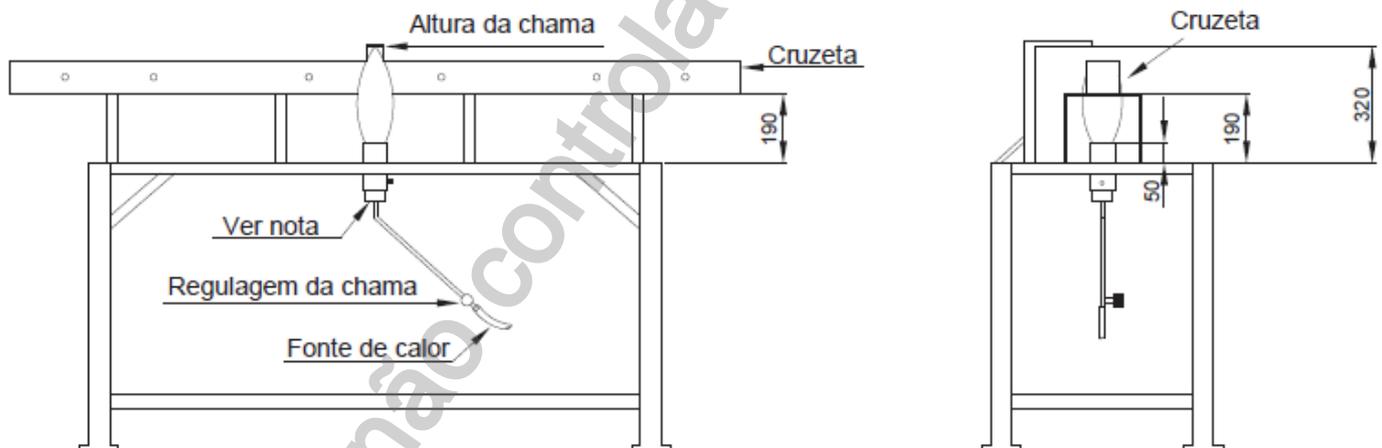
b) Procedimento

A cruzeta deve ser montada conforme Figura 9. Para cada amostra devem ser escolhidos três pontos para aplicação da chama durante 2 min.

O dispositivo deve ser ligado a uma fonte de calor e a altura da chama regulada até o ponto indicado na Figura 5, sem a presença da cruzeta.

Com a chama na altura indicada, deve-se posicionar a cruzeta no primeiro ponto de ensaio e retirá-la após 2 min.

Após a verificação, deve ser repetido o ensaio em mais dois pontos da mesma cruzeta, distantes pelo menos 400 mm do ponto de aplicação anterior.



Nota: Dispositivo lança chamas tipo longo, bico de saída com diâmetro de 50 mm e gás GLP.

Figura 9 - Esquema para ensaio de resistência à propagação de chama

c) Critério de aprovação

Após a retirada da fonte de calor, a chama não pode se propagar pela amostra, devendo extinguir-se em até 30 s.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 22/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.2.1 Seccionamento para verificação da estrutura interna

a) Amostragem

- A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento a amostragem deve ser conforme Tabela 5.

b) Procedimento

Seccionar a cruzeta em 5 (cinco) partes em cortes perpendiculares ao comprimento com tamanhos mínimo por parte de 300 mm.

c) Critérios de aprovação

- As cruzetas devem ser homogêneas, sem falhas e ter a espessura das paredes uniforme;
- Para as cruzetas reforçadas, deve ser verificada a integridade do reforço junto ao corpo da cruzeta, verificando se esta condição de cruzeta reforçada está indicada na placa de identificação da mesma;
- Os reforços deverão ser verificados quanto ao material, sua integridade e aderência junto ao corpo da cruzeta e conferidos com a placa de identificação.

4.8.3 Aceitação e Rejeição

Todos os materiais rejeitados nos ensaios de recebimento, quando executados, integrantes de lotes aceitos devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas pelo fabricante, sem qualquer ônus para a Distribuidora.

A aceitação de um determinado lote pelo comprador não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer os materiais em conformidade com as exigências desta especificação nem invalida as reclamações que a Distribuidora possa fazer a respeito da qualidade dos materiais empregados na fabricação das peças.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 23/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.8.4 Relatórios de Ensaios

Devem constar nos relatórios de ensaio, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Nome e marca comercial do fornecedor;
- b) Identificação do laboratório de ensaios;
- c) Número do contrato/pedido de compra e nome da Distribuidora;
- d) Quantidade de material do lote e quantidade ensaiada;
- e) Identificação completa do material sob ensaio;
- f) Relação e descrição detalhada dos esquemas de montagem e resultado dos ensaios;
- g) Relação das normas utilizadas na execução dos ensaios;
- h) Certificados atualizados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 meses;
- i) Data e horário de início e término de cada ensaio;
- j) Nomes legíveis e assinaturas dos representantes do fornecedor e do inspetor (quando inspecionado em fábrica) e data de emissão do relatório.

Os relatórios devem ser disponibilizados em duas vias, sendo uma delas entregue ao inspetor responsável pelo acompanhamento dos ensaios.

4.7 Exigências Adicionais

Além das exigências contidas na norma NOR.DISTRIBU-ENGE-0001, devem ser consideradas como complementares às apresentadas no item 6 desta norma.

4.8 Garantia

4.8.1 O fornecedor deve dar garantia mínima de 20 anos, a partir da data de entrega, no local indicado no pedido de compra, contra qualquer defeito de material ou fabricação.

4.8.2 Em caso de devolução das cruzetas para substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de material e transporte, bem como os custos de retirada do material já instalado são de responsabilidade exclusiva do fornecedor.

4.8.3 Caso se constate falha devido à deficiência do projeto, todos os custos devem ser assumidos pelo fornecedor, independente do prazo de garantia estar vencido ou não.

Nota: a garantia contra defeitos de projeto deve permanecer por prazo indeterminado.

4.8.4 Quaisquer cruzetas substituídas ou reparadas dentro do prazo de garantia devem ter sua garantia renovada.

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 24/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

4.9 Manuseio e Armazenamento

As cruzetas devem ser empilhadas, pelo menos, a 90 mm acima do solo sobre apoios de metal, concreto, material reciclado ou madeira preservada, de maneira que não apresentem flechas perceptíveis devidas ao próprio peso.

4.10 Transporte

No transporte dos postes devem ser atendidas as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos ambientais competentes, especialmente as relativas à segurança e sinalização da carga. Qualquer recomendação do fabricante pertinente ao procedimento necessário ao transporte deve ser fixada no produto e informada à Distribuidora.

Cópia não controlada - 03/10/2021

	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 25/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

5. REFERÊNCIAS

O projeto, a fabricação e os ensaios dos postes devem satisfazer às exigências desta especificação, e no que não a contrariem, às seguintes normas nas suas últimas revisões:

- NBR 5310 Materiais plásticos para fins elétricos – Determinação da absorção de água.
NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
NBR 5427 Guia de utilização da norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.
NBR 8451-3 Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – parte 3 – Ensaios mecânicos e inspeção.
NBR 10296 Material isolante elétrico – Avaliação da resistência ao trilhamento e erosão sob condições ambientais severas.
NBR 15956 Cruzetas poliméricas – Especificação, métodos de ensaios, padronização e critérios de aceitação.
ASTM D149 Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulation materials at commercial power frequencies.
ASTM D570 Standard test method for water absorption of plastic.
ASTM D638 Standard test method tensile properties of plastics.
ASTM D790 Standard test method for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials.
ASTM G155 Standard Practice for operating xenon-arc light apparatus for exposure of nonmetallic materials.
UL 94 Standard for safety tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances.

O projeto, a matéria prima, a mão-de-obra e a fabricação devem incorporar, tanto quanto possível, os melhoramentos tecnológicos mais recentes, mesmo quando não mencionadas nesta especificação.

6. CONTROLE DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Alterações em relação à versão anterior
00	06/02/2019	Emissão do documento.
01	11/06/2019	Adequação do desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
02	12/05/2020	Adequação do desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
03	14/05/2020	Adequação do diâmetro do furo de 21 mm para 18 mm no desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
04	30/04/2021	Inserção da Neoenergia Distribuição Brasília.
05	20/10/2021	Inserção do código Elektro 100920 na tabela 1, anexo I e Desenho 3.

	TITULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 26/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

7. ANEXOS

ANEXO I – CRUZETAS DE FIBRA PADRONIZADAS

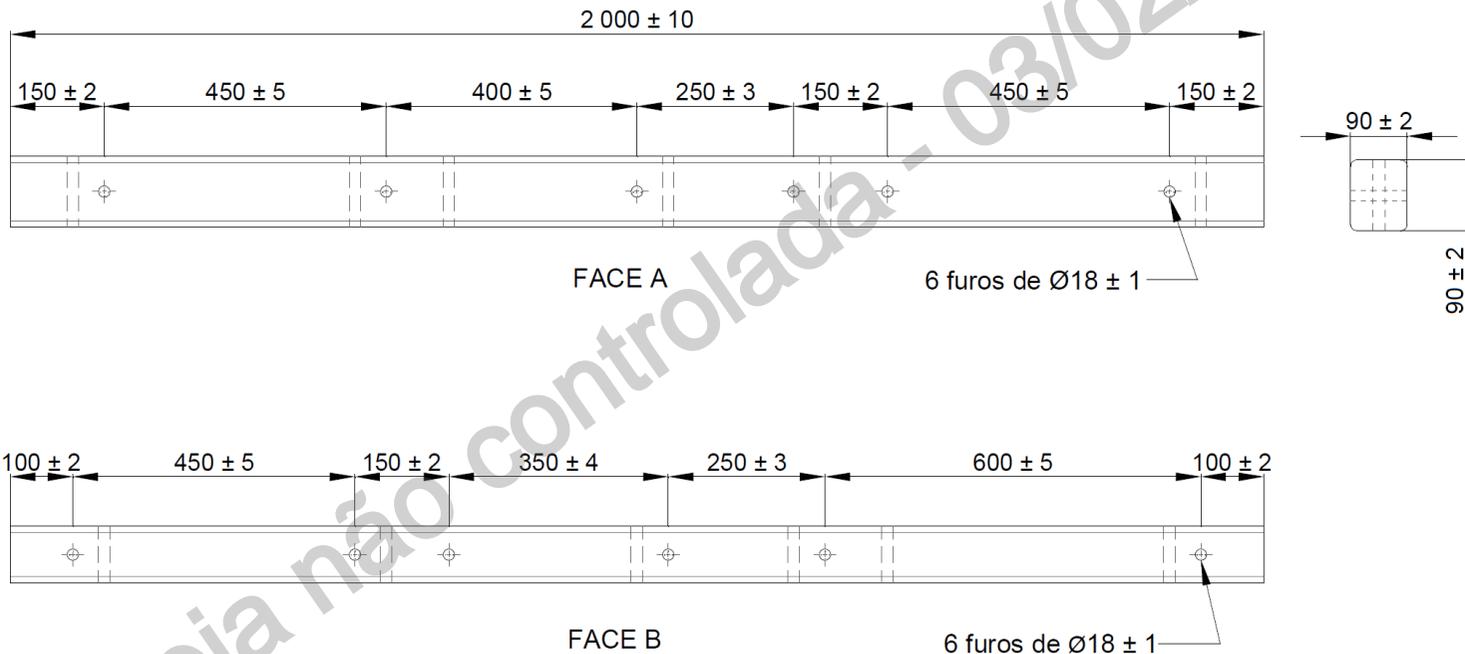
Item	Código SAP			Descrição Sucinta
	NE	SE	Brasília	
1	3340009	59880	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M
2	3340007	59891	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M
3	3340008	100920	22015019	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M
4	3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORCADA
5	3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORCADA

Cópia não controlada - 03/10/2021

 NEOENERGIA	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 27/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

ANEXO II – DESENHOS

Desenho 1 - CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M



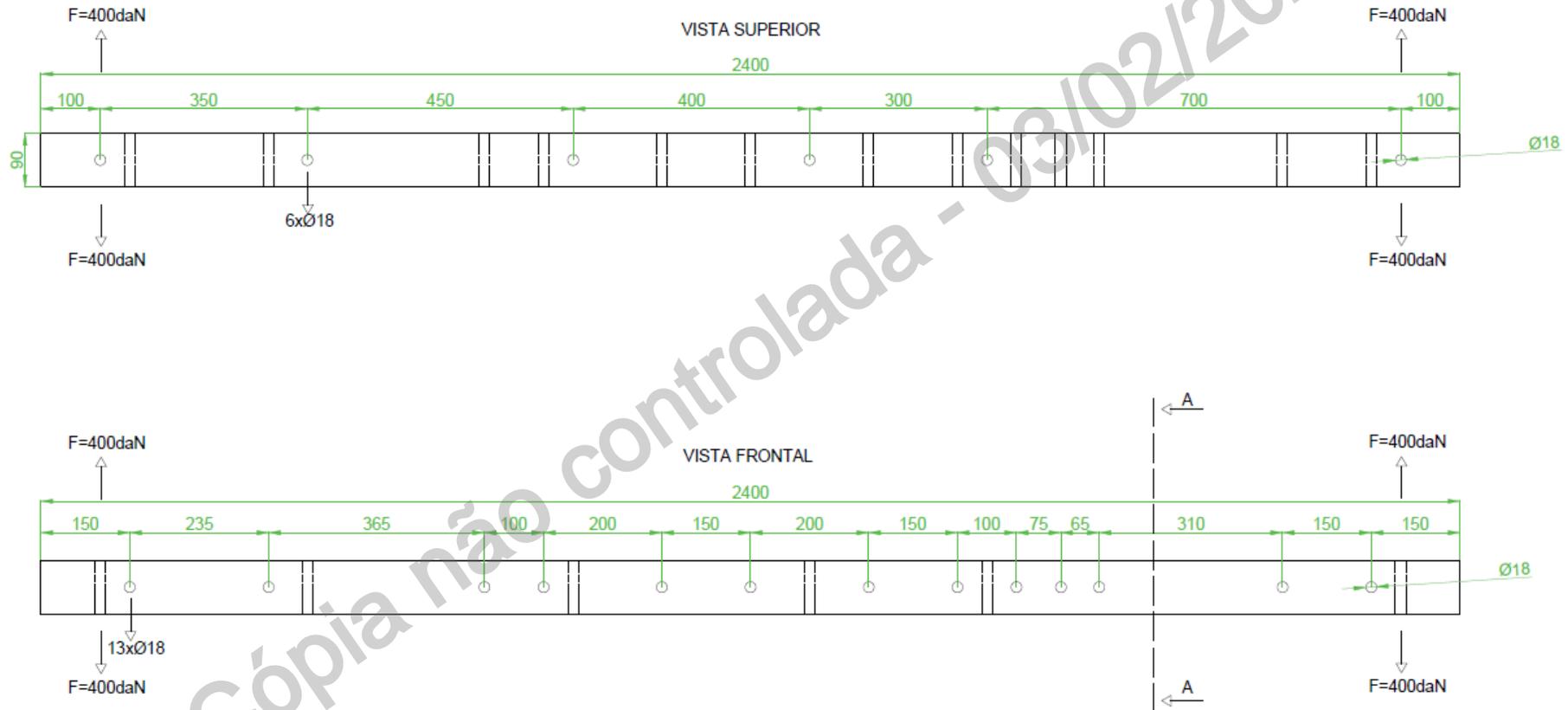
NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340009	59880	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M
3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORCADA

Notas:

1. Cota em milímetros;
2. A cruzeta reforçada deve ser identificada com uma faixa preta com largura 5 cm localizada na extremidade de todas as faces.

 NEOENERGIA	TÍTULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 28/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

Desenho 2 - CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M



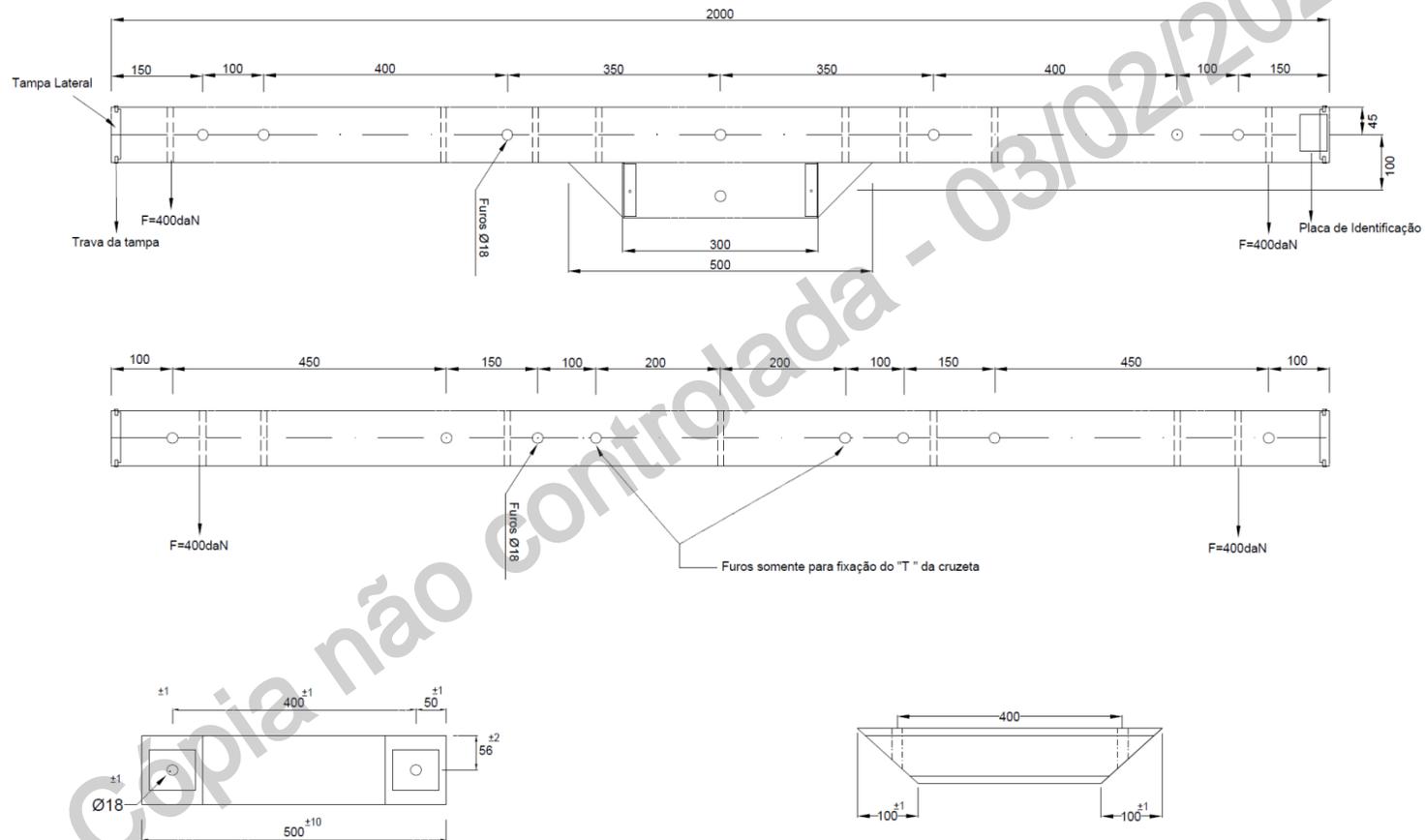
NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340007	59891	-	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M
3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORCADA

Notas:

1. Cota em milímetros;
2. A cruzeta reforçada deve ser identificada com uma faixa preta com largura 5 cm localizada na extremidade de todas as faces.

	TITULO: Cruzeta de Fibra de Vidro	CODIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 05	Nº PAG.: 29/29
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 20/10/2021	

Desenho 3 - CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M



NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340008	100920	22015019	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M

Nota: Cota em milímetros.