

# SUMÁRIO

	Pág
1.Objetivo	2
2.Referências	2
3.Definições	6
4.Condições Gerais	6
5.Condições Específicas	11
6.Inspeção	15
7.Planos de Amostragem	24

Antes de utilizar este documento impresso, verificar se esta é a versão vigente disponível no GEDOC

DISTR.	QTE	ÓRGÃO
	1	ND-2.6

PÚBLICO	<table border="1"> <tr> <td>TSO 609671 ADRF 43020</td> <td>WAS 55547</td> <td>08/10/19</td> <td>MAAL 44579</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Revisão geral</td> </tr> </table>				TSO 609671 ADRF 43020	WAS 55547	08/10/19	MAAL 44579	Revisão geral				 <b>Companhia Energética de Minas Gerais</b> Gerência de Desenvolvimento e Engenharia de Ativos da Distribuição	<b>Especificação Técnica</b> <b>POSTE DE PRFV</b> <b>(POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO)</b>	Nº 02.111 TD/AT 24c	GEDOC
	TSO 609671 ADRF 43020	WAS 55547	08/10/19	MAAL 44579												
	Revisão geral															
	<table border="1"> <tr> <td>ADRF 43020</td> <td>IMFDB 42861</td> <td>22/03/12</td> <td>ANC 41833</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Revisão geral</td> </tr> </table>				ADRF 43020	IMFDB 42861	22/03/12	ANC 41833	Revisão geral							
ADRF 43020	IMFDB 42861	22/03/12	ANC 41833													
Revisão geral																
Gedoc																
FEITO	VISTO	DATA	APROV													
CLASSIFICAÇÃO	<table border="1"> <tr> <td>PROJ: SMC 52456</td> <td>CONF: ADRF 43020</td> <td>APROV. ANC 41833</td> </tr> <tr> <td>DES.: DGS e0323y0</td> <td>VISTO: SMC 52456</td> <td>DATA 28/09/2010</td> </tr> </table>			PROJ: SMC 52456	CONF: ADRF 43020	APROV. ANC 41833	DES.: DGS e0323y0	VISTO: SMC 52456	DATA 28/09/2010	FOLHA	ARQ					
PROJ: SMC 52456	CONF: ADRF 43020	APROV. ANC 41833														
DES.: DGS e0323y0	VISTO: SMC 52456	DATA 28/09/2010														
				1/31												

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### POSTE DE PRFV

#### (POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO)

#### 1. Objetivo

**1.1** Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de postes de poliéster reforçados com fibra de vidro de seção circular da base ao topo ou de seção circular da base até uma altura especificada e quadrada deste ponto ao topo, destinados ao sistema elétrico da CEMIG.

**1.2** Para fins desta Especificação, os postes de poliéster reforçados com fibra de vidro serão designados simplesmente como “postes”, desde que não haja prejuízo para o entendimento do texto nos pontos onde for utilizada essa designação.

#### 2. Referências

ABNT-NBR 5310<sup>1</sup> – Materiais plásticos para fins elétricos – Determinação da absorção de água.

ABNT-NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.

ABNT-NBR 5427 – Guia para utilização da NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.

ABNT-NBR 5456 – Eletricidade geral - Terminologia

ABNT-NBR 6936 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Procedimentos.

ABNT-NBR 7356 – Plásticos – Determinação da Flamabilidade.

ABNT-NBR 8451 – Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação.

ABNT-NBR 10296 – Material isolante elétrico – Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais – Método de ensaio.

ABNT-NBR 15956:2011 – Cruzetas poliméricas - Especificação, métodos de ensaio, padronização e critérios de aceitação

ASTM D 149<sup>2</sup> - Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies.

ASTM D 570 – Standard tests methods for water absorptions of plastics.

ASTM D 638 – Standard test method tensile properties of plastics.

ASTM D 790 - Standard test method for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials.

---

<sup>1</sup> ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

<sup>2</sup> ASTM - American Society for Testing and Materials

ASTM D 2303 - Standard test methods for liquid-contaminant, inclined-plane tracking and erosion of insulating materials.

ASTM D 4923 – Standard specification for reinforced thermosetting plastic poles.

ASTM E 843 – Standard test method for surface burning characteristics of building materials.

ASTM E 1321 – Standard test method for determining material ignition and flame spread properties.

ASTM G 155 – Standard practice for operating xenon-arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

IEC 60060-1<sup>3</sup> - High voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements.

IEC 60060-2 - High voltage test techniques. Part 2: Measuring systems.

IEC 60093 - Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials.

IEC 60587 - Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

IEC 60811-1-1 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétrico – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para determinação das propriedades mecânicas

ISO 2859-1 - Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1 – Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.

AS 1824.1<sup>4</sup> - Insulation co-ordination. Part-1: Definitions, principles and rules.

UL 94<sup>5</sup> Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances

NR 10<sup>6</sup> – Segurança em instalações e serviços em eletricidade

02.118-CEMIG-311 - Fornecimento de documentação técnica para a Cemig e requisitos de inspeção – Procedimento

02.118-CEMIG-760 - Requisitos para cumprimento da legislação ambiental e de segurança de pessoal - Procedimento

02.111-TD/AT – 27 – Poste PRFV – Topo Quadrado (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro).

02.111-TD/AT – 28 – Poste PRFV – Seção Circular (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro).

NOTAS:

1) Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões dos documentos listados anteriormente, na data da abertura da Licitação.

---

<sup>3</sup> IEC - International Electrotechnical Commission

<sup>4</sup> AS - Australian Standard

<sup>5</sup> UL - Underwriters Laboratories

<sup>6</sup> NR - Normas Regulamentadoras

2) É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas apresentadas anteriormente e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a CEMIG julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.

3) Todos os documentos técnicos citados como referência devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da CEMIG no local da inspeção.

### **3. Definições**

#### **3.1 Geral**

Para os efeitos desta Especificação, são adotadas as definições da ABNT-NBR 8451, complementadas pelas definições apresentadas em 3.2 a 3.20.

Nos aspectos não cobertos por esta Especificação, prevalecem as exigências das normas técnicas citadas no item 2.

#### **3.2 Altura útil do poste (H)**

Comprimento nominal (L) menos o comprimento de engastamento (e).

$$H = L - e$$

L = Comprimento nominal (m).

e = Comprimento do engastamento (m).

#### **3.3 Carga de ruptura (Cr)**

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

#### **3.4 Carga mínima de ruptura (Cr<sub>min.</sub>)**

Corresponde a duas vezes o valor da carga nominal (2 x Cn).

#### **3.5 Carga nominal (Cn)**

Valor da carga que o poste suporta continuamente, na direção e sentido indicados, sem apresentar fissuras acima dos limites admissíveis estabelecidos nesta especificação, ou flecha superior à especificada.

#### **3.6 Comprimento de engastamento (e)**

Comprimento calculado para realizar o engastamento do poste no solo.

$$e = 0,1 L + 0,60$$

e = comprimento do engastamento (m);

L = Comprimento nominal (m).

Considera-se um engastamento mínimo de 1,60 m.

Conforme indicado nos desenhos 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28, a Cemig faz o engastamento com a profundidade aumentada. Portanto, os fornecedores devem considerar esse fato em seu projeto.

### **3.7 Comprimento nominal (L)**

Distância entre o topo e a base.

### **3.8 Curvatura**

Desvio de direção do poste.

### **3.9 Flecha**

Medida do deslocamento do topo em relação ao ponto de referência quando submetido à carga nominal (Cn) sob condições de ensaio especificados.

### **3.10 Flecha residual**

Medida do deslocamento que permanece após a remoção do esforço da carga excepcional (1,4 x Cn) sob condições de ensaio especificados.

### **3.11 Fissura ou trinca**

Fratura superficial visível a olho nu.

### **3.12 Gel Coat:**

São dispersões de pigmentos, cargas e aditivos em resinas poliéster ou éster-vinílicas aplicados nas camadas externas dos postes com objetivo de proteção contra-ataques do raio ultravioleta e da umidade (intemperismo), assim como de substâncias químicas. Permitem excelente acabamento superficial ao produto moldado, copiando fielmente a textura do molde, e garantem adequada adesão de pintura posterior.

### **3.13 Limite de carregamento excepcional (1,4 x Cn)**

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

### **3.14 Lote**

Conjunto de postes com os mesmos elementos característicos, apresentado de uma só vez para o seu recebimento.

### **3.15 Período de Cura**

Prazo necessário ao poste para estabilizar suas características físico-químicas após processo de fabricação. Considera-se para o Poste de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro um prazo máximo de 5 (cinco) dias para a cura definitiva.

### **3.16 Poste de PRFV**

Poste constituído de poliéster reforçado com fibra de vidro – PRFV, com eixo retilíneo, destinado a suportar os esforços mecânicos provenientes das redes de distribuição, equipamentos e acessórios.

### **3.17 Poste de PRFV seccionado**

Poste de PRFV composto por mais de uma seção que montadas integrarão o poste inteiro em comprimento nominal.

### **3.18 Processo de fabricação**

#### **3.18.1 Enrolamento por filamento contínuo**

É um processo de molde aberto automatizado que utiliza um mandril rotativo como molde. A fibra passa pela banheira com resina e é puxado pela força rotacional do mandril.

O enrolamento filamentar é usado para fabricar produtos compósitos ocas, geralmente cilíndricos, de alta resistência, tais como postes.

#### **3.18.2 Centrifugação**

Este processo molda formas cilíndricas e ocas. Consiste em um molde giratório, onde o Roving é cortado e depositado diretamente sobre as paredes internas do molde, juntamente com a resina e/ou com cargas em camadas sucessivas, que variam de acordo com o projeto.

### **3.19 Trilhamento elétrico (tracking)**

Fenômeno produzido na superfície externa do material, devido à circulação de corrente elétrica de fuga, originada pelo surgimento de uma diferença de potencial entre dois pontos dessa superfície. Esse fenômeno resulta na degradação irreversível da camada externa do poste provocando a formação de caminhos que se iniciam e desenvolvem na superfície do material isolante, sendo condutivos mesmo quando secos.

### **3.20 Véu poliéster**

É um véu de superfície formado por fibras de poliéster dispersas aleatoriamente, ligadas por pressão. Tem por objetivo melhorar o acabamento do poste e aumentar sua durabilidade. Está localizado entre as fibras e o gel coat.

## **4. Condições Gerais**

### **4.1 Geral**

Nos aspectos não cobertos por esta Especificação, prevalecem as exigências das normas técnicas citadas no Capítulo 2.

### **4.2 Apresentação de propostas e aprovação de documentos**

**4.2.1** O proponente deve atender às exigências do procedimento 02.118-CEMIG-311 e apresentar, juntamente com a sua proposta, os dados técnicos e as características garantidas dos postes, conforme modelo do Anexo A, além das seguintes informações mínimas:

- a) Referência a esta Especificação;
- b) Relação de subfornecedores de qualquer natureza;

- c) Cópia da Licença de Operação das unidades de fabricação, concedida pelo órgão de controle ambiental competente;
- d) Relação de locais e previsão de realização dos ensaios de tipo.

### **4.3 Condição de serviço**

Os postes devem ser projetados para trabalhar sob as seguintes condições normais de uso:

- a) Devem ser adequadas para operar a uma altitude de até 1500 m;
- b) Clima tropical e subtropical com temperatura ambiente de -10°C até 45°C, com média diária não superior a 35°C;
- c) Umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1.500 mm a 3.000 mm;
- d) Nível de radiação solar 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alto componente de radiação ultravioleta;
- e) Pressão de vento não superior a 1,03 kPa;
- f) Expostos ao sol, à chuva e à poluição, como emissões industriais, poeira, areia, salinidade etc., desde que utilizados com isolador adequado para o nível de agressividade presente no local de instalação. O dimensionamento do isolador deve ser realizado conforme previsto na ABNT IEC/TR 60815.

NOTA:

Recomenda-se que condições de utilização diferentes das descritas nesse item sejam negociadas previamente entre as partes.

### **4.4 Garantia**

**4.4.1** A vida útil do poste de fibra deve ser de no mínimo 28 (vinte e oito) anos e o prazo mínimo de garantia aceito é de 15 (quinze) anos a contar da data de fabricação, admitindo-se um percentual de falhas de até 1% nos primeiros 8 anos e de até 1% a cada 4 anos subsequentes, totalizando uma taxa máxima de falhas de 6% no fim do período de 28 anos.

**4.4.2** Em caso de devolução dos postes dentro do período de garantia, todo o custo de material, inspeção, entrega e, se for o caso, substituição dos postes que já estiverem instalados na rede serão de responsabilidade exclusiva do fornecedor.

**4.4.3** Se a devolução dos postes for motivada por mau funcionamento devido à deficiência de projeto, todos os custos envolvidos serão de responsabilidade do fornecedor, independentemente do prazo de garantia estar vencido ou não.

**4.4.4** O recebimento dos postes fornecidos em substituição aos defeituosos ficará condicionado à aprovação dessas novas unidades em todos os ensaios de rotina previstos nesta Especificação.

**4.4.5** Quaisquer postes substituídos ou reparados dentro do prazo de garantia devem ter tal garantia renovada de acordo com 4.4.1 após essa data de entrega, sem implicar em ônus para a CEMIG.

**NOTAS:**

- 1) A garantia contra defeitos de projeto deve prevalecer por prazo indeterminado.
- 2) O tempo decorrido entre as datas da fabricação e de entrega não deve ser superior a três meses.

**4.5 Durabilidade****4.5.1** São cinco os parâmetros de durabilidade, que devem ser considerados:

- a) Resistência ao ataque de agentes naturais – físicos e biológicos;
- b) Resistência mecânica;
- c) Resistência à descarga atmosférica, ao campo elétrico e arco de potência;
- d) Resistência à corrosão;
- e) Resistência ao fogo.

**4.5.2 Resistência ao ataque de agentes naturais – físicos e biológicos:** os postes devem apresentar 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 temperatura (máximas e mínimas anuais). Entende-se como agentes biológicos a ação de insetos, roedores, fungos, etc.

**4.5.3 Resistência mecânica:** os postes devem atender às exigências de flechas máximas admissíveis e de carga mínima de ruptura, devendo esses valores ser mantidos ao longo do período de vida útil do material.

**4.5.4 Resistência à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência:** os postes devem ser resistentes à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência de forma a manter as propriedades elétricas e mecânicas do material.

**4.5.5 Resistência à corrosão:** os postes devem ser resistentes a atmosferas poluídas.

**4.5.6 Resistência ao fogo:** os postes devem apresentar resistência ao ataque do fogo, a partir do solo e ao longo de toda sua extensão. Dessa forma os postes devem apresentar aditivo antichama em sua constituição física (fibra, resina e na camada externa), de modo a diminuir o risco e/ou evitar a propagação da chama no material, após curto período de exposição.

**4.5.7 Resistência da proteção superficial:** os postes deverão manter a proteção superficial de modo a não provocar irritações na pele e respiratórias nas pessoas que manusearem os mesmos e população em geral.

**4.6 Características principais**

4.6.1 Um poste é definido pelas seguintes características principais:

- a) Comprimento nominal, em metros (m);
- b) Formato;
- c) Resistência nominal, em deca newtons (daN).

4.6.1 Os postes devem ser cônicos, ocós, de conicidade uniforme e retilíneo da base ao topo e ter seção transversal limitada conforme indicada nos desenhos 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28.

#### **4.7 Identificação**

**4.7.1** A placa de identificação legível, indelével e resistente a corrosão deve ser incorporada ao corpo do poste através de uma cobertura de resina com proteção UV que garanta a vida útil da mesma.

##### **4.7.2 A identificação deve satisfazer às seguintes condições:**

- a) A placa poderá ser de aço inox, alumínio anodizado ou PVC. No caso de etiquetas incorporadas ao poste a camada de resina aplicada deve ser resistente a intempéries e radiação ultravioleta (UV). A gravação do valor das grandezas nas placas metálicas ou PVC podem ser pintadas ou em alto ou relevo.
- b) A borda inferior da placa deve estar a uma distância de  $(4,00 \pm 0,05)$  m da base do poste, conforme indicado nas padronizações Cemig: 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28.
- c) A fixação da placa deve ser com materiais não ferrosos ou aço inoxidável.
- d) A gravação dos dados na placa deve ser feita utilizando-se algarismos com altura mínima de  $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ .
- e) As informações contidas na placa de identificação devem garantir a rastreabilidade do produto.
- f) A placa deve conter as seguintes informações:
  - 1 – Nome ou marca comercial do fabricante;
  - 2 – Mês e ano de fabricação;
  - 3 – Comprimento nominal (m);
  - 4 – Carga nominal (daN);
  - 5 – Número de série de fabricação e/ou código de rastreabilidade;
  - 6 – Massa aproximada do poste (kg)
  - 7 – Marca Cemig;
  - 8 – Meio ambiente: conforme item 4.11 desta especificação técnica;

**4.7.3** Além da placa de identificação, devem ser pintados o valor da resistência nominal na seção do topo ou da base do poste, em deca newtons, e o valor da massa aproximada do poste, em quilogramas.

**4.7.4** Os postes devem ter marcação indelével (traço) e a indicação “CG” na posição correspondente ao centro de gravidade para facilitar o içamento. Deve conter, também, indicação “E” na posição do engastamento e a indicação “R” na posição de referência do engastamento.

Quando o poste for seccionado, o sinal para o centro de gravidade deve ser referente ao poste montado. A critério da Cemig, padrões especiais de engastamento poderão ser adotados de acordo com a necessidade do projeto.

**4.7.5** Os postes devem ter uma marcação indelével (traço) de referência de engastamento a  $(3,00 \pm 0,05)$  m a partir da base;

**4.7.6** Para os postes seccionados, as partes que não contiverem a placa de identificação completa, deverão ser identificadas com uma placa com as alíneas 1, 3, 4 e 5, adicionado da sequência de montagem, e identificação do alinhamento das seções - ver item 4.6.2.

#### **4.8 Período de cura**

A inspeção, ensaios e transporte dos postes somente poderão ser realizadas 5 (cinco) dias após a data de fabricação para permitir a eficácia do processo de cura.

#### **4.9 Manuseio e armazenamento**

**4.9.1** Após pintura com o gel coat, os postes não devem ser arrastados pelo chão e nem devem ser utilizadas ferramentas que danifiquem a pintura.

**4.9.2** Os postes devem ser apoiados no mínimo a 400 mm acima do solo sobre apoios de metal, concreto ou madeira preservada, de maneira que não apresentem flechas perceptíveis devidas ao peso próprio.

**4.9.3** A estocagem deve ser feita de modo a permitir a ventilação entre as peças e em local livre de vegetação e detritos.

**4.9.4** Devem ser colocados berços a cada  $\pm 3$  (três) metros e em cada camada, sendo no máximo 5 (cinco) camadas.

**4.9.5** Semestralmente, os postes armazenados devem ser remanejados nas áreas de armazenamento, de maneira que as unidades mais próximas do solo passem para o lugar das de cima e essas passem para baixo, além de serem rotacionadas em  $180^\circ$  (a face voltada para cima passe a ser voltada para baixo).

#### **4.10 Acondicionamento**

O material empregado na confecção de qualquer embalagem (fitas, paletes, etc.) deve ser reutilizável ou reciclável. Qualquer recomendação do fabricante pertinente ao procedimento necessário ao acondicionamento deve ser fixada no produto e informada à Cemig.

#### **4.11 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 Cemig.

#### **4.12 Meio ambiente**

O fornecedor deve atender, onde aplicável, as exigências do procedimento 02.118-CEMIG-760.

## **4.13 Fabricação**

**4.13.1** Os processos de fabricação devem garantir a obtenção da máxima qualidade do produto final.

**4.13.2** Os materiais utilizados na fabricação dos postes devem ser verificados segundo as normas técnicas citadas no item 2.

**4.13.3** No processo de fabricação, as fibras devem ser aplicadas corretamente e a resina deve estar completamente saturada em todas as camadas de fibra do produto.

**4.13.4** Os postes podem ser divididos em seções, sendo que a quantidade de seções deve estar discriminada no pedido. Quando a quantidade não for discriminada, considerar-se-á que o poste é composto por uma única peça. As instruções de montagem devem ser anexadas ao poste.

## **5. Condições Específicas**

### **5.1 Material**

#### **5.1.1 Resina Poliéster**

Deve ser utilizada resina de poliéster adequada, de modo a atender os requisitos dessa Especificação. A resina polimérica empregada na fabricação dos postes deve possuir proteção contra radiação UV em sua composição.

A resina poliéster deve atender as características abaixo:

- Elongação em tração  $\geq 3,5 \%$
- Temperatura de Termodistorção do polímero  $\geq 90^{\circ}\text{C}$ .

#### **5.1.2 Fibra de vidro**

Deve ser utilizada fibra de vidro não-condutiva eletricamente e o processo de fabricação deve garantir sua disposição no poste na orientação adequada (ângulo) de modo a atender ou requisitos desta Especificação.

#### **5.1.3 Véu poliéster**

A aplicação do véu poliéster com gramatura mínima de  $35\text{g/m}^2$  deve ser feito antes da aplicação do gel coat.

#### **5.1.4 Gel Coat**

A aplicação da pintura externa com o Gel Coat deve garantir a proteção do poste contra-ataques do raio ultravioleta, intempéries e substâncias químicas. O Gel Coat deverá manter sua integridade sob processos rotineiros de intervenções de equipes de montagem e manutenção no sistema elétrico.

O Gelcoat deve atender as características abaixo:

- Gelcoat Isoftálico cinza aditivo anti UV.

### **5.1.5 Proteção contra ultravioleta (UV)**

Os postes devem possuir inibidores de UV na resina e na camada externa (Gel Coat) de forma que o material seja capaz de permanecer intacto por um período mínimo de 28 (vinte e oito) anos sob as condições estabelecidas no item 4.3.

### **5.2 Reforço mecânico**

Somente serão permitidos reforços mecânicos por meio do posicionamento das fibras no processo de fabricação. Não poderá ser utilizado qualquer material metálico para reforço mecânico da estrutura dos postes.

### **5.3 Cor**

Preferencialmente a cor dos postes deve ser cinza, referência RAL 7038. A critério da Cemig, poderá ser especificada outra cor no pedido de compra e/ou edital de licitação.

### **5.4 Dimensional e forma**

Os postes devem apresentar as dimensões e forma conforme especificados nos desenhos – Cemig: 02.111-TD/AT- 27 e 02.111-TD/AT-28.

### **5.5 Furos**

Os furos devem ser cilíndricos ou ligeiramente tronco-cônicos, permitindo o arremate na saída dos furos para garantir a obtenção de uma superfície tal que não dificulte a colocação de parafusos e a passagem do cabo de aterramento. Os furos devem atender ainda às seguintes exigências:

- a) Ser totalmente desobstruídos e protegidos por tampas resistentes UV, intempéries e substâncias químicas.
- b) Quando destinados à fixação de equipamentos, devem ter o eixo perpendicular ao eixo longitudinal do poste;
- c) Todas as características dos furos devem estar em conformidade com as padronizações Cemig: 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28.
- d) O furo para condutor de aterramento deve ter o diâmetro de 19 mm.

### **5.6 Acabamento**

**5.6.1** Os postes devem apresentar superfícies externas uniformes com a rugosidade exclusiva do processo de fabricação. Devem ser isentos de defeitos como fendas ou rachaduras, bolhas, lascas, orifícios, fraturas, cantos vivos, reentrâncias, arestas cortantes ou rebarbas, avarias de transporte ou armazenamento, e sinuosidade em qualquer trecho. Não é permitida marcações, exceto aquelas para identificar a condição de liberação das peças pela inspeção.

Todos os furos devem ser cilíndricos, permitindo-se o arremate na saída dos furos para garantir a obtenção de uma superfície tal que não dificulte a colocação dos parafusos e a passagem do condutor de aterramento.

**5.6.2** Acabamento externo com véu de poliéster com gramatura mínima de 35g/m<sup>2</sup> e posterior pintura com gelcoat.

**5.6.3** O topo e a base dos postes devem ser fechados, sendo que o fechamento da base deve ser de fácil retirada.

**5.6.4** Na base deve haver a seguinte identificação: “romper/retirar antes da instalação”.

## **5.7 Tolerâncias dimensionais**

**5.7.1** As tolerâncias dimensionais indicadas nas padronizações da CEMIG aplicáveis aos postes devem ser consideradas para fins de fabricação e de inspeção de recebimento desses produtos.

**5.7.2** Se a padronização da CEMIG não indicar as tolerâncias para uma determinada dimensão, devem ser adotadas a tolerância superior de + 2 mm e a tolerância inferior de -1 mm.

5.7.3 As tolerâncias não são acumulativas.

## **5.8 Resistência à flexão**

Os postes devem ser projetados para suportar os ensaios de flexão, conforme abaixo:

- a) da elasticidade do poste com carga nominal;
- b) da elasticidade do poste no limite de carregamento excepcional que corresponde a (1,4 Cn).
- c) da carga mínima de ruptura que corresponde a (2 Cn).

Os postes serão considerados aprovados se as amostras forem ensaiadas conforme descrito nas alíneas 6.2.5.3, 6.2.5.4 e 6.2.5.5 e atenderem os requisitos estabelecidos nestas alíneas.

## **5.9 Resistência à torção**

O poste será considerado aprovado se as amostras forem ensaiadas conforme descrito no item 6.2.6 e não apresentar deformação permanente, fissuras, rachaduras, bolhas no caso de poste seccionável a ruptura ou deslocamento do elemento de junção.

## **5.10 Resistência ao toque**

O poste será considerado aprovado se as amostras forem ensaiadas conforme descrito no item 6.2.6 e não apresentar fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam seu desempenho.

## **5.11 Momento fletor e cargas verticais**

Os postes serão considerados aprovados se as amostras forem ensaiadas conforme descrito no item 6.2.8 e atender os requisitos abaixo:

As seções próximas ao topo devem ser projetadas de maneira a suportar o momento fletor nominal (MA) e a carga vertical de acordo com os valores apresentados nos desenhos 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28.

As fissuras que surgirem durante a aplicação das cargas no ensaio de cargas verticais e do momento fletor, conforme desenhos 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28, não podem ser superiores a 0,3 mm e, ao retirar os esforços devem fechar-se ou tornar-se capilares.

### **5.12 Sistema de encaixe das seções do poste seccionado**

O sistema de encaixe do poste seccionado deve ser de tal forma que não comprometa as características definidas nesta Especificação e seja de fácil execução pelas equipes de montagem e manutenção. Devem ser anexadas as instruções de montagem ao poste.

Os postes serão considerados aprovados se as amostras forem realizadas conforme instruções anexas aos postes, ensaiadas conforme descrito no item 6.2.9 e o inspetor avaliar que o sistema de encaixe foi satisfatório e resistiu aos esforços sem qualquer degradação.

### **5.13 Dureza barcol**

Os postes serão considerados aprovados se forem ensaiados conforme descrito no item 6.2.9 e se todos os pontos de medição apresentarem valores  $\geq 30$  barcol.

### **5.14 Resistência à propagação da chama**

Os postes serão considerados aprovados se forem ensaiados conforme descrito no item 6.2.10 e após a retirada da fonte de calor, a chama não se propagar e se extinguir em até 30 segundos.

### **5.15 Resistência ao intemperismo artificial**

Os postes devem ser considerados aprovados no ensaio se os valores mínimo e máximo obtidos após o envelhecimento não variarem em mais do que 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos-de-prova ensaiados sem envelhecimento, quando ensaiados conforme descrito no item 6.3.1.

### **5.16 Absorção de água**

O teor de absorção de água do material do poste, quando ensaiado conforme descrito no item 6.3.2 e norma ABNT NBR 5310 ou ASTM 570, não pode exceder a 3%.

### **5.17 Flamabilidade**

Os corpos de prova devem apresentar classificação mínima de V-2 da UL 94, quando ensaiados conforme 6.3.3

### **5.18 Resistência ao trilhamento elétrico e erosão**

Os materiais dos postes serão considerados aprovados se não apresentarem falha no ensaio de resistência ao trilhamento elétrico com tensão de até 1,75 kV, quando ensaiados conforme descrito no item 6.3.4 e normas ABNT- NBR 10296 ou ASTM D 2303.

Portanto, constitui falha no ensaio a ocorrência de qualquer uma das seguintes situações, com tensão de trilhamento de até 1,75kV:

- a) Interrupção do circuito de ensaio de algum corpo de prova, por atuação automática de seu dispositivo de proteção (disjuntor);
- b) Erosão do material de algum corpo de prova que descaracterize o circuito de ensaio;
- c) Acendimento de chama no material de algum dos corpos de prova;

### **5.19 Rigidez Dielétrica**

Os corpos de prova devem apresentar rigidez dielétrica mínima de 20 kV/mm, quando ensaiados conforme item 6.3.5.

### **5.20 Retilidade**

O poste será considerado retilíneo se ensaiado, conforme item 6.2.12 e o desvio de eixo inferior a 0,3% do comprimento nominal.

## **6. Inspeção**

### **6.1 Geral**

O Fornecedor deve atender aos requisitos de inspeção conforme o Procedimento 02.118 CEMIG311.

### **6.2 Ensaios de rotina**

#### **6.2.1 Geral**

**6.2.1.1** Antes de serem efetuados os ensaios de rotina descritos em 6.2.5 a 6.2.8, os postes devem ser inspecionados e verificados quanto aos seguintes aspectos:

- a) Visual, conforme 6.2.2;
- b) Dimensional, conforme 6.2.3;
- c) De controle de qualidade, conforme 6.2.4.

#### **6.2.2 Inspeção visual**

**6.2.2.1** Deve ser efetuada antes das verificações dimensional e de controle de qualidade, citadas em 6.2.1.1.

**6.2.2.2** O inspetor da CEMIG deve verificar visualmente as seguintes características dos postes:

- a) Identificação, conforme 4.6;
- b) Furação (posição, vedação e desobstrução), conforme 5.5;
- c) Acabamento, conforme 5.6;

**6.2.2.3** A não conformidade de qualquer poste inspecionado visualmente com qualquer um dos requisitos anteriores, implicará a rejeição do poste.

#### **6.2.3 Verificação dimensional**

O inspetor deve verificar a conformidade das dimensões do poste com a padronização CEMIG (desenhos 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28) correspondente, devendo ser rejeitadas as unidades em desacordo com os requisitos desta Especificação e da respectiva padronização CEMIG.

Para os postes de PRFV topo quadrado fabricados por centrifugação considerar os dimensionais abaixo. Demais requisitos, conforme desenho 02.111-TD/AT-27:

Item	L (m)	Seção Inferior (m)	Seção Central (m)	Seção Superior (m)	Carga nominal (daN)	Dimensões (mm)	
						Topo (T)	Base (ØB)
1	10	3,4	-	3,6	150	170	370
2	10	4	-	6	300	170	370
3	10	4	-	6	600	170	370
4	11	5	-	6	300	170	350
5	11	5	-	6	600	170	350
6	12	6	-	6	300	190	406
7	12	6	-	6	600	190	406
8	12	6	-	6	1000	-	-
9	13	6	-	7	600	-	-
10	13	6	-	7	1000	-	-
11	15	4	6	5	600	-	-
12	17	5	6	6	600	-	-
13	18	6	6	6	600	-	-
14	20	7	6	7	600	-	-

Para os postes de PRFV seção circular fabricados por centrifugação considerar os dimensionais abaixo. Demais requisitos, conforme desenho 02.111-TD/AT-28:

Item	L (m)	Seção Inferior (m)	Seção Central (m)	Seção Superior (m)	Carga nominal (daN)	Dimensões (mm)	
						Topo (T)	Base (ØB)
1	7	3,4	-	3,6	300	149	250
2	9	4,2	-	4,8	150	170	350
3	9	4,2	-	4,8	300	170	350
4	9	4,2	-	4,8	600	170	350
5	10	3,4	-	3,6	150	170	370
6	10	4	-	6	300	170	370
7	10	4	-	6	600	170	370
8	11	5	-	6	300	170	350
9	11	5	-	6	600	170	350
10	12	6	-	6	300	190	406
11	12	6	-	6	600	190	406
12	12	6	-	6	1000	-	-
13	13	6	-	7	600	-	-
14	13	6	-	7	1000	-	-
15	15	4	6	5	600	-	-
16	17	5	6	6	600	-	-
17	18	6	6	6	600	-	-
18	20	7	6	7	600	-	-

## **6.2.4 Verificação do controle de qualidade**

**6.2.4.1** O fornecedor deve apresentar ao inspetor os relatórios dos ensaios de controle de qualidade. O fornecedor deve assegurar ao inspetor o direito de presenciar a realização dos ensaios de controle de qualidade e acompanhar todas as fases de fabricação.

**6.2.4.2** Adicionalmente, o fornecedor deve apresentar ao inspetor laudo de controle de qualidade das matérias-primas.

## **6.2.5 Resistência à flexão**

### **6.2.5.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo deve ser avaliado um para cada modelo (tamanho/carregamento). Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

### **6.2.5.2 Procedimento**

Os ensaios de flexão são para verificação:

- a) da elasticidade do poste com carga nominal;
- b) da elasticidade do poste no limite de carregamento excepcional que corresponde a (1,4 Cn).
- c) da carga mínima de ruptura que corresponde a (2 Cn).

### **6.2.5.3 Ensaio para verificação da elasticidade do poste com carga nominal**

A carga nominal Cn deve ser aplicada no poste a uma distância “d” do topo de 100 mm (plano de aplicação dos carregamentos reais) através de uma cinta (topo circular) ou parafuso M16 com arruela quadrada de 38 x 38 mm (topo quadrado), e olhal para parafuso ou parafuso olhal, preso.

Com o poste engastado, aplicar a carga nominal Cn, durante 1 minuto, no mínimo, para permitir a acomodação do engastamento. Retirar a carga aplicada e verificar se são necessários ajustes no engastamento.

Com o engastamento já acomodado, aplicar novamente a carga nominal durante 5 minutos, no mínimo, nesta condição:

- a) Todos os postes submetidos a uma tração igual à carga nominal não devem apresentar trincas ou fissuras, exceto as capilares.
- b) Os postes não devem apresentar flechas com valores superiores a 5% do comprimento nominal quando submetidos a um esforço igual à carga nominal no plano de aplicação dos esforços reais.

Nota: Pode ser utilizado dispositivo externo no comprimento do engastamento a fim de simular a ação do solo ao redor do poste na condição de aplicação real.

### **6.2.5.4 Ensaio para verificação da elasticidade do poste com 140% da carga nominal**

Mantendo a condição anterior de engastamento, aplicar uma carga igual a 1,4 Cn, correspondente ao carregamento máximo excepcional.

Manter a carga excepcional aplicada durante um período de 10 minutos, o poste:

- a) não deve apresentar fissuras;
- b) a flecha residual, medida depois que se anula a aplicação de um esforço correspondente a 140% da resistência nominal, não deve apresentar valores superiores a 0,5% do comprimento nominal no plano de aplicação dos esforços reais.
- c) as trincas que aparecerem durante a aplicação de esforços correspondentes a até 140% da resistência nominal devem fechar-se ou tornar-se capilares, após a retirada desses esforços.

#### **6.2.5.5 Ensaio para verificação de elasticidade do poste com 200% da carga nominal**

Manter a condição anterior de engastamento, assim o poste deve, obrigatoriamente, ter sofrido o ensaio de elasticidade, aplicar a carga igual a 200% da carga nominal, e nesta condição o poste não pode romper.

#### **6.2.5.6 Critério de aprovação**

Os postes são considerados aprovados se as amostras atenderem aos critérios descritos nas alíneas 6.2.5.3, 6.2.5.4 e 6.2.5.5, conforme estabelecido no item 5.8.

### **6.2.6 Resistência à torção**

#### **6.2.6.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo devem ser avaliados um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a com a tabela 2.

#### **6.2.6.2 Procedimento**

Com o poste engastado deverá ser instalado no poste, a 200 mm do topo, um dispositivo braço construído com material metálico, resistente às cargas solicitadas em ensaio, com comprimento de 1 m (medindo do eixo do poste ao ponto de aplicação da carga). A instalação pode ser com sistema de braçadeira com largura de 100 mm, ou com dois parafusos afastados 100 mm entre si, compatível com os tipos de postes a serem ensaiados.

Em seguida deve ser aplicada a força de torção (momento de torção), que é igual a carga nominal  $C_n$ .

#### **6.2.6.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.9.

### **6.2.7 Resistência ao torque**

#### **6.2.7.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo deve ser avaliado um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

#### **6.2.7.2 Procedimento**

Fixar um parafuso com arruelas quadradas 38 x 38 mm nas duas faces do poste com porca quadrada e porca M 16. Aplicar um torque de 8 daN.m nas porcas.

### **6.2.7.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.10.

## **6.2.8 Momento fletor no plano de aplicação dos esforços reais (MA) e cargas verticais**

### **6.2.8.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo devem ser avaliados um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

### **6.2.8.2 Procedimento**

Com o poste engastado deverá ser instalado no poste, a 200 mm do topo um dispositivo braço construído com material metálico, resistente às cargas solicitadas em ensaio, com comprimento de 1 m (medindo do eixo do poste ao ponto de aplicação da carga). A instalação pode ser com sistema de braçadeira com largura de 100 mm, ou com dois parafusos afastados 100 mm entre si, compatível com os tipos de postes a serem ensaiados.

Aplicar uma carga (MA) na ponta do braço, no sentido longitudinal ao eixo do poste, simultaneamente a outra carga (FA) no sentido perpendicular ao eixo do poste. Os valores de MA e FA devem ser conforme 02.111-TD/AT-27 e 02.111-TD/AT-28.

O equipamento de medição de cargas deve ser instalado entre o braço rígido e as máquinas de ensaio (tração). Devem ser mantidas as duas cargas por 3 min. Verificar a existência de fissuras, retirar as cargas lentamente até que nenhuma carga esteja registrada nos equipamentos de medição de carga.

Para os postes topo quadrado (02.111-TD/AT-27) deve considerar os valores indicados na tabela 3 para os ensaios de cargas verticais.

### **6.2.8.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.11.

## **6.2.9 Sistema de encaixe das seções do poste seccionado**

### **6.2.9.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo devem ser avaliados um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

### **6.2.9.2 Procedimento de ensaio**

Os postes devem ser montados em conformidade às instruções anexas ao poste.

Após montagem deve ser feito ensaio de tração de 1350 daN no sentido longitudinal ao comprimento do poste a fim de verificar a condição do sistema de encaixe entre as partes do poste.

### **6.2.9.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.12.

### **6.2.10 Dureza barcol**

#### **6.2.10.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo deve ser avaliado um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

#### **6.2.10.2 Procedimento**

Posicionar o durômetro em 5 pontos diversos ao longo do poste e pressioná-lo para medir a dureza. O equipamento deve estar completamente apoiado para medição correta.

#### **6.2.10.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.13.

### **6.2.11 Resistência à propagação de chama**

#### **6.2.11.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo deve ser avaliado um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

#### **6.2.11.2 Procedimento**

Equipamento para ensaio: dispositivo lança chama, tipo longo, alimentado por GLP, diâmetro do bico de saída de 50 mm.

Posicionar o poste em ambiente livre de correntes de ar, acender o dispositivo lança chama e regular a chama para um comprimento de 200 mm contados a partir da ponta do bico de saída. Em seguida aplicar a chama ao poste por 60 segundos, em três pontos distintos (próximo à base, próximo ao topo e ao longo do poste). O bico de saída deve ficar a uma distância de aproximadamente 100 mm do corpo de prova.

#### **6.2.11.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.14.

### **6.2.12 Verificação se o poste é retilíneo**

#### **6.2.12.1 Amostragem**

Para ensaio de tipo deve ser avaliado um para cada modelo (tamanho/carregamento).

Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a tabela 2.

### **6.2.12.2 Procedimento**

Realizar a inspeção de retilineidade esticando a linha de náilon em toda a extensão do poste em ensaio, no sentido base/topo, e medindo, com auxílio de uma trena métrica com resolução de 1,0 mm, em cinco pontos, o desvio correspondente à distância máxima entre a face externa do poste e a linha estendida, na face considerada (item 4.1 alínea c da NBR:8451 – 3 de 2011)

### **6.2.12.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.20.

## **6.3 Ensaio de tipo**

### **6.3.1 Resistência ao intemperismo artificial**

#### **6.3.1.1 Preparação dos corpos de prova**

Devem ser confeccionados dez corpos de prova uniformes, retirados de partes do poste, com dimensões de acordo com a respectiva norma de ensaio e separados em dois grupos com cinco unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após envelhecimento em câmara de intemperismo artificial.

#### **6.3.1.2 Procedimento de ensaio**

O ensaio de envelhecimento deve ser realizado conforme ASTM G 155, ciclo 1, durante 2000 h.

O ensaio de tração antes e após o envelhecimento deve ser realizado conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

#### **6.3.1.3 Critério de aprovação**

O poste deve ser considerado aprovado se atender as condições estabelecida no item 5.15.

### **6.3.2 Absorção de água**

#### **6.3.2.1 Amostragem**

Deve ser conforme indicado na ABNT NBR 5310 ou ASTM 570.

Para verificação do teor médio de absorção de água, devem ser retirados três corpos de prova de cada poste que tenha sido submetido ao ensaio de ruptura.

#### **6.3.2.2 Procedimento**

O ensaio deve ser realizado pelo método gravimétrico, conforme ABNT NBR 5310 ou ASTM 570.

#### **6.3.2.3 Critério de aprovação**

Os postes devem ser considerados aprovados no ensaio se os valores satisfizerem as exigências de absorção de água apresentadas no item 5.16.

### **6.3.3 Flamabilidade**

#### **6.3.3.1 Amostragem**

Devem ser confeccionadas cinco amostras conforme a UL 94. As amostras devem ser retiradas de diferentes partes do poste, de forma a verificar a homogeneidade do poste.

#### **6.3.3.2 Procedimento de ensaio**

Deve ser realizado de acordo com a UL 94.

#### **6.3.3.3 Critério de aprovação**

Os corpos de prova devem ser considerados aprovados no ensaio se os valores apresentar a classificação indicada no item 5.17

### **6.3.4 Resistência à tensão de trilhamento elétrico**

#### **6.3.4.1 Preparação dos corpos de prova**

A preparação deve atender aos seguintes requisitos:

- a) devem ser preparados cinco corpos de prova, com dimensões padronizadas na ABNT-NBR 10296, a partir do mesmo equipamento empregado na confecção do produto final;
- b) deve ser feito o lixamento de cada corpo de prova conforme ABNT-NBR 10296

#### **6.3.4.2 Procedimento de ensaio**

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT-NBR 10296, método 2 critério A, complementado pelas seguintes instruções:

- a) Após a preparação da solução do líquido contaminante e após ser alcançado o equilíbrio térmico num ambiente à temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ , deve-se medir a sua resistividade.

NOTA: Para fins deste ensaio, considera-se que a solução alcançou o equilíbrio térmico se ela permanecer por, no mínimo, duas horas na temperatura especificada. Havendo necessidade de ajuste no valor encontrado para atender a ABNT-NBR 10296, deve-se fazê-lo e, em seguida, realizar nova medição de resistividade, sempre respeitando a temperatura especificada;

- b) Os eletrodos devem atender os desenhos da ABNT-NBR 10296, bem como a preparação e montagem do circuito de ensaio;
- c) A (s) fonte (s) de alimentação do (s) circuito (s) de ensaio deve (m) ter potência suficiente, ou ter regulagem de resposta rápida, para manter constante a tensão aplicada quando ocorrerem cintilações ou centelhamentos nos corpos-de-prova;
- d) O fluxo de líquido contaminante deve estar de acordo com a ABNT-NBR 10296;
- e) A calibração do fluxo deve ser feita antes de cada ensaio e para cada um dos grupos de cinco corpos-de-prova.

### **6.3.4.3 Critério de aprovação**

Os corpos de prova devem ser considerados aprovados no ensaio se os valores atenderem o especificado em 5.18.

### **6.3.5 Rigidez Dielétrica**

#### **6.3.5.1 Preparação dos corpos de prova**

Devem ser fornecidos pelo fabricante 10 Corpos de prova 200 x 200 x 1 mm, devidamente identificados para serem ensaiados conforme norma ASTM D149.

#### **6.3.5.2 Procedimento de ensaio**

Antes da realização dos testes as amostras devem ser condicionadas por 24 horas a uma temperatura de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $50 \pm 5\%$ ;

Após o tempo de condicionamento as amostras devem ser inseridas em recipiente fechado;

Em uma cuba de acrílico as amostras sob teste devem ser inseridas entre eletrodos, conforme norma ASTM D149. As amostras devem ser imersas em óleo de transformador para evitar a ocorrência de descarga disruptiva pela superfície das amostras durante o teste.

#### **6.3.5.3 Critério de aprovação**

Os corpos de prova devem ser considerados aprovados no ensaio se rigidez dielétrica mínima atender o indicado no item 5.19.

## **6.4 Relatórios dos ensaios**

**6.4.1** O relatório dos ensaios de rotina deve ser providenciado pelo fornecedor e conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Identificação do laboratório de ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Número do Pedido de Compra;
- d) Tamanho do lote, número e identificação das unidades amostradas e ensaiadas;
- e) Identificação, comprimentos, cargas nominais e formatos;
- f) Mês e ano de fabricação dos postes
- g) Descrição sucinta dos ensaios;
- h) Indicação de normas técnicas, dispositivos e esquemas dos ensaios adotados;
- i) Memórias de cálculo, com os resultados obtidos e eventuais observações;
- j) Datas de início e término dos ensaios e data de emissão do relatório;
- k) Nomes legíveis e assinaturas do inspetor da CEMIG e do responsável pelos ensaios;

- l) Certificados atualizados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 12 meses, o outro à critério da Cemig;

**6.4.2** Devem ser fornecidos relatórios separados para postes de características diferentes, mesmo quando fornecidos para o mesmo Pedido de Compra.

**6.4.3** O inspetor da CEMIG deve liberar o material somente após receber três vias do relatório dos ensaios.

## **7. Planos de Amostragem**

### **7.1 Geral**

**7.1.1** Os planos de amostragem para os ensaios de rotina foram elaborados de acordo com a ABNT-NBR 5426 e a ISO 2859-1, para o regime de inspeção normal, e são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**7.1.2** A comutação do regime de inspeção, ou qualquer outra consideração adicional, devem atender às recomendações da ABNT-NBR 5426 ou da ISO 2859-1.

**7.1.3** Os resultados dos ensaios devem ser considerados satisfatórios se não ocorrer nenhuma falha nas unidades ensaiadas. Caso um dos ensaios realizados não seja satisfatório, o fornecedor deve repetir esse ensaio em uma amostragem equivalente ao dobro da primeira, sem qualquer ônus para a CEMIG e, no caso de qualquer outra falha ocorrer, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

### **7.2 Amostragem para os ensaios de inspeção visual, verificação dimensional e verificação se o poste é retilíneo**

Os planos de amostragem para a realização desses ensaios, aplicados aos postes seção circular e seção quadrada no topo, devem estar de acordo com a Tabela 1.

### **7.3 Amostragem para os ensaios de resistência ao torque, momento fletor, sistema de encaixe das seções do poste seccionado, dureza barcol e resistência à propagação da chama**

**7.3.1** Os planos de amostragem para realização desses ensaios, aplicados aos postes seção circular e seção quadrada no topo, devem estar de acordo com a Tabela 2.

**7.3.2** Os resultados dos ensaios devem ser considerados satisfatórios se não ocorrer nenhuma falha nas unidades ensaiadas. Caso um dos ensaios realizados não seja satisfatório, o fornecedor deve repetir esse ensaio em uma amostragem equivalente ao dobro da primeira, sem qualquer ônus para a CEMIG e, no caso de qualquer outra falha ocorrer, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

### **7.4 Amostragem para os ensaios de resistência à flexão, resistência à torção, absorção de água e verificação do fechamento dos furos**

**7.4.1** Para lotes até 1200 unidades, inclusive, estas devem ser agrupadas em sublotes contendo 300 unidades cada um. Deve ser retirada uma peça de cada um desses sublotes para ser submetida aos ensaios citados nesta seção.

**7.4.2** Se o número de unidades do lote apresentado para inspeção não for múltiplo exato de 300, haverá um sublote com quantidade inferior a 300 postes. Esse sublote, ou qualquer lote

inferior a 300 unidades, pode ser dispensado dos ensaios citados, desde que acertado entre o fornecedor e a CEMIG.

**7.4.3** Para lotes acima de 1200 unidades, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 2.

**7.4.4** Os resultados dos ensaios devem ser considerados satisfatórios se não ocorrer nenhuma falha nas unidades ensaiadas. Caso um dos ensaios realizados não seja satisfatório, o fornecedor deve repetir esse ensaio em uma amostragem equivalente ao dobro da primeira, sem qualquer ônus para a CEMIG e, no caso de qualquer outra falha ocorrer, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

---

/Tabela 1

**Tabela 1 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina de inspeção visual e verificação dimensional**

Tamanho do lote	Inspeção visual			Verificação dimensional Verificação se o poste é retilíneo		
	Amostragem Dupla Nível inspeção I NQA 10%			Amostragem Dupla Nível inspeção I NQA 4%		
	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re
Até 90	3	0	2	3	0	1
	3	1	2			
91 a 150	5	0	3	8	0	2
	5	3	4			
151 a 280	8	1	4	8	0	2
	8	4	5			
281 a 500	13	2	5	13	0	3
	13	6	7			
501 a 1.200	20	3	7	20	1	4
	20	8	9			
1.201 a 3.200	32	5	9	32	2	5
	32	12	13			
3.201 a 10.000	50	7	11	50	3	7
	50	18	19			

**NOTAS:**

- 1) Especificação do plano de amostragem em conformidade com a ABNT-NBR 5426 ou a ISO 2859-1, considerando inspeção por atributos e regime de inspeção normal.
- 2) Ac - número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que permite a aceitação do lote;  
Re - número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.
- 3) Procedimento para a amostragem dupla: ensaiar a primeira amostragem; se o número de unidades defeituosas estiver entre Ac e Re (excluindo esses dois valores), ensaiar a segunda amostragem. O número total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado, para permitir a aceitação do lote.

/Tabela 2

**Tabela 2 - Planos de amostragem para demais ensaios de rotina (não citados na Tabela 1)**

Tamanho do lote	Resistência ao torque Momento fletor Sistema de encaixe das seções do poste seccionado Dureza barcol Resistência à propagação da chama			Resistência à flexão Resistência à torção Absorção de água Verificação do fechamento dos furos		
	Amostragem dupla Nível de Inspeção S3 NQA 2,5%			Amostragem simples Nível de Inspeção S1 NQA 2,5 %		
	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re
Até 150	(Nota 4)			(Nota 4)		
151 a 280	5	0	1	Nota 5	0	1
281 a 500	5	0	1	Nota 5	0	1
501 a 1.200	13 13	0 1	2 2	Nota 5	0	1
1.201 a 3.200	13 13	0 1	2 2	5	0	1
3.201 a 10.000	13 13	0 1	2 2	5	0	1

**NOTAS:**

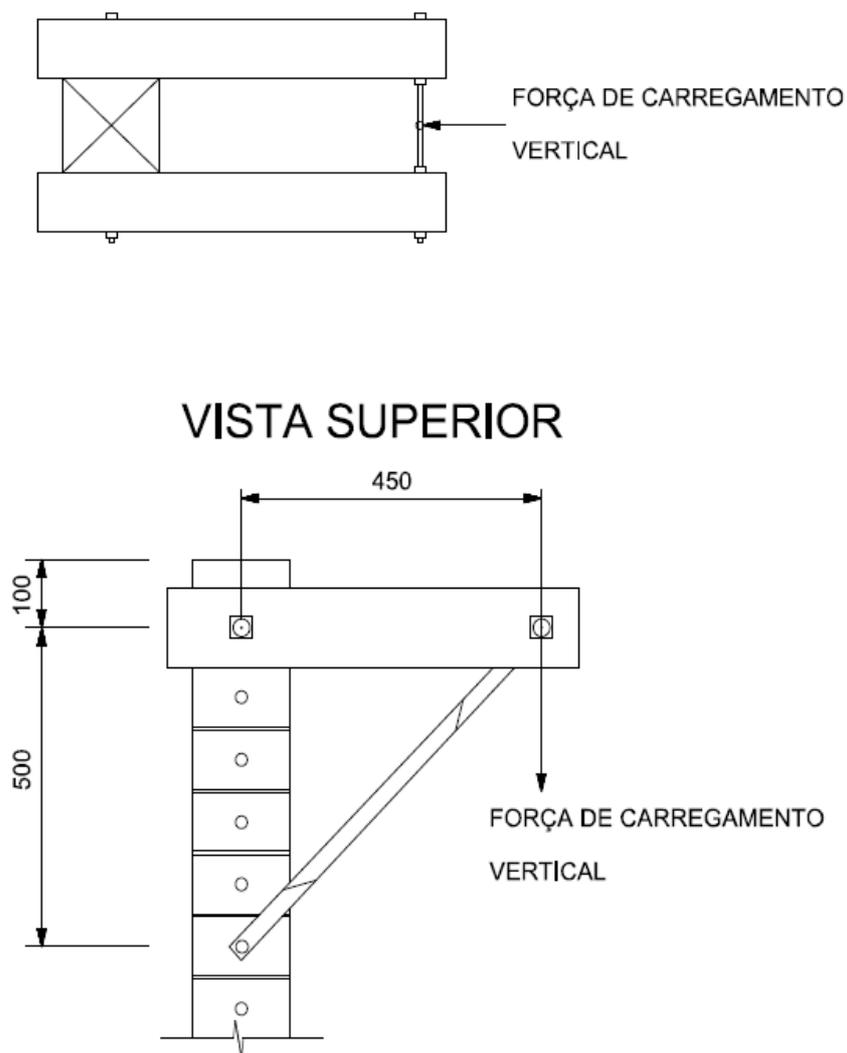
- 1) Especificação do plano de amostragem em conformidade com a ABNT-NBR 5426 ou a ISO 2859-1, considerando inspeção por atributos e regime de inspeção normal.
- 2) Ac - número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que permite a aceitação do lote;  
Re - número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.
- 3) Procedimento para a amostragem dupla: ensaiar a primeira amostragem; se o número de unidades defeituosas estiver entre Ac e Re (excluindo esses dois valores), ensaiar a segunda amostragem. O número total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado, para permitir a aceitação do lote.
- 4) Para lotes até 150 unidades, inclusive, a amostragem e o critério de aceitação devem ser definidos mediante acordo entre a CEMIG e o fornecedor.
- 5) Para lotes até 1200 unidades, inclusive, a amostragem deve ser de acordo com 7.4.1. Os valores de Ac e Re devem ser iguais a zero e 1, respectivamente.

/ Tabela 3

Tabela 3 – Ensaio de carga vertical

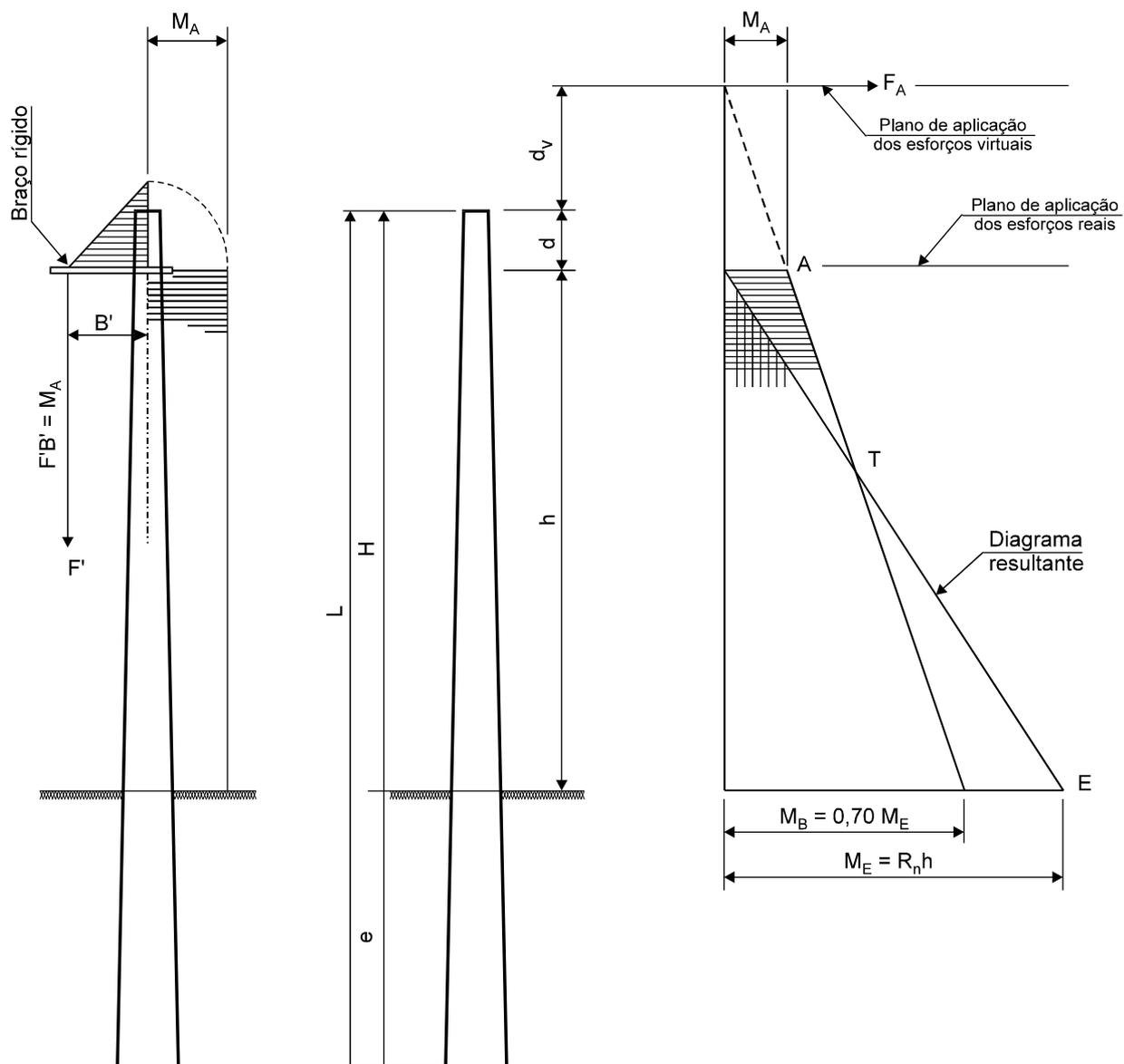
Carga nominal (daN)	Força F Carregamento Vertical (daN)			Momento para carga nominal daN.m
	Nominal	Excepcional	Ruptura	
300	875	1225	1750	394
600	1375	1925	2750	619

Figura 1 – Ensaio de carregamento vertical



/ Figura 2

Figura 2 - Esquema do ensaio para verificação do superdimensionamento das seções próximas ao topo do poste



NOTA:  $F' = \frac{F_A (d + d_v)}{B'}$  ;

$B' = 1 \text{ metro}$

$M_A = F' \cdot B' = F_A (d + d_v)$  ;

adotar  $|F'| = |M_A|$

/ Anexo A

**Anexo A - Quadro de dados técnicos e características garantidas****Poste de PRFV**

Especificação aplicável: 02.111-TD/AT-24

Nome do fornecedor: ..... Nº da Proposta:.....

Nome do fabricante: ..... Item: .....

Número do Edital de Licitação: ..... Item: .....

Número da Concorrência: .....

Número de unidades: ..... Data: ...../...../.....

Tipo do poste: .....

**A-1 Dados Técnicos**

Item	Descrição	Característica ou unidade
<b>1</b>	<b>Material</b>	-
1.1	Identificação da Resina de poliéster	
1.2	Identificação da Fibra de Vidro	
1.3	Identificação do Véu de Poliéster	
1.4	Identificação do Gel coat	
1.5	Cor do Poste	
1.6	Processo de Fabricação	
<b>2</b>	<b>Dimensional</b>	-
2.1	Comprimento do poste	m
2.2	Formato (topo quadrado ou seção circular)	
2.3	Diâmetro de base	mm
2.4	Diâmetro de topo	mm
2.5	Número de seções	un
<b>3</b>	<b>Condições gerais e específicas</b>	-
3.1	Carga nominal (Cn)	daN
3.2	Carga de ruptura (Cr)	daN
3.3	Flecha nominal	mm
3.4	Flecha residual	mm

Item	Descrição	Característica ou unidade
3.5	Resistência à torção	daN.m
3.6	Resistência ao torque	daN.m
3.7	Momento fletor	daN.m
3.8	Cargas verticais	daN
3.9	Sistema de encaixe das seções do poste seccionado	
3.10	Dureza barcol	Barcol
3.11	Resistência à propagação da chama	Seg.
3.12	Resistência ao intemperismo artificial	%
3.13	Absorção de água	%
3.14	Flamabilidade	Categoria
3.15	Resistência à tensão de trilhamento elétrico	kV
3.16	Rigidez dielétrica	KV/mm
3.17	Retilidade	%
5	<b>Garantia</b>	-
5.1	Prazo mínimo de garantia	anos
5.2	Vida média útil	anos

Item	Descrição	Característica ou unidade
6	<p><b>Ensaio de Rotina</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeção Visual;</li> <li>- Verificação Dimensional;</li> <li>- Verificação do Controle de Qualidade;</li> <li>- Resistência à flexão;</li> <li>- Elasticidade do poste com carga nominal;</li> <li>- Elasticidade do poste com 140% da carga nominal;</li> <li>- Elasticidade do poste com 200% da carga nominal;</li> <li>- Resistência à torção;</li> <li>- Resistência ao torque;</li> <li>- Momento fletor no plano de aplicação dos esforços reais (MA) e cargas verticais;</li> <li>- Sistema de encaixe das seções do poste seccionado;</li> <li>- Dureza barcol;</li> <li>- Resistência à propagação da chama;</li> <li>- Verificação se o poste é retilíneo.</li> </ul>	
7	<p><b>Ensaio de Tipo</b></p> <p>O fornecedor deve anexar à proposta cópia dos relatórios dos seguintes ensaios de tipo realizados por entidade qualificada e/ou credenciada, aplicados em materiais idênticos aos ofertados e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da CEMIG:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistência ao intemperismo artificial;</li> <li>- Absorção de água;</li> <li>- Flamabilidade;</li> <li>- Resistência à tensão de trilhamento elétrico;</li> <li>- Rigidez Dielétrica;</li> <li>- Outros que se fizerem necessários, de comum acordo entre a CEMIG e o fornecedor.</li> </ul>	

### A.1 Subfornecedores

Relacionar todos os subfornecedores e seus respectivos produtos, para aprovação prévia da CEMIG, no modelo abaixo:

Nome do Subfornecedor	Endereço	Produto

**A.2 Legislação ambiental**

**A.2.1** Anexar cópia da Licença de Operação da unidade de fabricação dos postes, expedida pelo órgão ambiental competente e outros documentos comprobatórios do cumprimento da legislação ambiental aplicáveis.

**A.2.2** Anexar cópia dos mesmos documentos relativos aos subfornecedores, se aplicável.

**A.3 Reciclagem**

O proponente deve declarar a sua disponibilidade e as condições para receber de volta os postes de sua fabricação (e de outros fabricantes), quando inutilizados ou com a vida útil terminada.

Disponibilidade: SIM  NÃO

Condições: