

# ETD 007.01.44

ISOLADOR PILAR



Projeto: agosto de 2008  
Palavras Chave: Isolador; Rede de Distribuição

**Cooperativas Filiadas a FECOERGS:**



CELETRO  
– Cachoeira do Sul –



CERFOX  
– Fontoura Xavier –



CERILUZ  
– Ijuí –



CERMISSÕES  
– Caibaté –



CERTAJA  
– Taquari –



CERTEL  
– Teutônia –



CERTHIL  
– Três de Maio –



CERVALE  
– Santa Maria –



COOPERLUZ  
– Santa Rosa –



COOPERNORTE  
– Viamão –



COOPERSUL  
– Bagé –



COPREL  
– Ibirubá –



COSEL  
– Encruzilhada do Sul –



CRELUZ  
– Pinhal –



CREAL  
– Erechim –

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbanas e Rurais das regiões de atuação das Cooperativas filiadas ao Sistema FECOERGS.

Elaboração:

|                          |                               |                        |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Vilson Luiz Coelho       | Engenheiro, CREA-SC 010.932-1 | Power Engenharia Ltda. |
| Mílvio Rodrigues de Lima | Engenheiro, CREA-SC 6727      | Power Engenharia Ltda. |

Aprovação:

|                                 |                             |          |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|
| Herton Azzolin                  | Engenheiro, CREA-RS 124.865 | COPREL   |
| Marcos Luiz Eidt                | Engenheiro, CREA-RS 050.703 | COPREL   |
| Francisco Carlos S. de Oliveira | Engenheiro, CREA-RS 048.270 | CERTEL   |
| Ederson P. Madruga              | Engenheiro, CREA-RS 096.167 | CERTAJA  |
| Eleandro Luis M. da Silva       | Técnico, CREA-RS 127.488    | CERTAJA  |
| Luis Osório M. Dornelles        | Engenheiro, CREA-RS 128.117 | FECOERGS |
| Marcos Vizzotto                 | Engenheiro, CREA-RS 147.577 | FECOERGS |
| Leandro André Hoerlle           | Economista                  | FECOERGS |

## Sumário

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Objetivo .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>2. Âmbito de Aplicação.....</b>                                      | <b>1</b> |
| <b>3. Documentos de Referência .....</b>                                | <b>1</b> |
| <b>4. Condições Gerais .....</b>  | <b>2</b> |
| 4.1. Definições.....  | 2        |
| 4.2. Inovação Tecnológica .....   | 2        |
| 4.3. Meio Ambiente .....  | 2        |
| 4.4. Condições de Operação.....   | 2        |
| 4.5. Identificação .....  | 2        |
| 4.6. Acabamento .....   | 3        |
| 4.6.1. Corpo Isolante de Porcelana.....                                 | 3        |
| 4.6.2. Corpo Isolante em Material Polimérico .....                      | 3        |
| 4.6.3. Base Metálica.....   | 3        |
| 4.6.4. Roscas.....  | 3        |
| <b>5. Condições Específicas .....</b>                                   | <b>3</b> |
| 5.1. Características Construtivas .....                                 | 3        |
| 5.1.1. Geral.....   | 3        |
| 5.1.2. Dimensões .....  | 3        |
| 5.1.3. Material.....  | 3        |
| 5.2. Características Mecânicas .....                                    | 4        |
| 5.3. Características Elétricas.....                                     | 4        |
| 5.3.1. Tensões Nominais.....  | 4        |
| 5.3.2. Níveis de Isolamento.....  | 4        |
| 5.3.3. Rádio-Interferência.....   | 4        |
| <b>6. Condições de Fornecimento .....</b>                               | <b>4</b> |
| 6.1. Homologação .....  | 4        |
| 6.2. Acondicionamento.....  | 5        |
| 6.3. Garantia.....  | 5        |
| <b>7. Inspeção e Ensaios .....</b>                                      | <b>6</b> |
| 7.1. Generalidades .....  | 6        |
| 7.2. Classificação dos ensaios.....                                     | 6        |
| 7.2.1. Ensaios de Tipo.....   | 6        |
| 7.2.2. Ensaios de Recebimento .....                                     | 7        |
| 7.2.3. Ensaios Complementares .....                                     | 7        |
| 7.3. Metodologia dos Ensaios .....                                      | 7        |
| 7.3.1. Inspeção Geral .....   | 7        |
| 7.3.2. Verificação Dimensional.....                                     | 8        |
| 7.3.3. Ciclo Térmico .....  | 8        |
| 7.3.4. Tensão Suportável Nominal a Freqüência Industrial Sob Chuva..... | 8        |
| 7.3.5. Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico .....           | 8        |
| 7.3.6. Rádio-Interferência.....   | 8        |
| 7.3.7. Ruptura Mecânica a Flexão .....                                  | 8        |
| 7.3.8. Porosidade .....   | 9        |
| 7.3.9. Zincagem.....  | 9        |
| 7.3.10. Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes.....            | 9        |
| 7.3.11. Dureza.....   | 9        |
| 7.3.12. Envelhecimento Acelerado.....                                   | 9        |
| 7.3.13. Trilhamento e Erosão.....                                       | 9        |
| 7.3.14. Flamabilidade .....   | 10       |
| 7.3.15. Líquido Penetrante .....  | 10       |

|  |           |
|--|-----------|
| 7.3.16. Penetração de Água.....  | 10        |
| 7.4. Relatórios de Ensaio .....  | 10        |
| 7.5. Planos de Amostragem.....   | 11        |
| 7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição .....   | 13        |
| 7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares ..... | 13        |
| 7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento.....            | 13        |
| <b>8. Desenhos .....</b>   | <b>14</b> |
| 8.1. Padrão I-05: Isolador Pilar.....  | 14        |

## 1. Objetivo

Esta especificação fixa as exigências mínimas para fabricação, aquisição e recebimento de isoladores do tipo pilar, fabricados em porcelana ou material polimérico, para redes aéreas de distribuição de energia com tensão máxima de operação até 36,2 kV, inclusive.

## 2. Âmbito de Aplicação

Aplica-se às cooperativas de eletrificação pertencentes ao Sistema FECOERGS e respectivos fabricantes e fornecedores.

## 3. Documentos de Referência

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, acondicionamento e utilização de isoladores tipo pilar, esta especificação adota as normas abaixo relacionadas:

NBR 5032 – Isoladores de porcelana ou vidro para linhas aéreas e subestações de alta tensão – Especificação.

NBR 5472 – Isoladores e Buchas para Eletrotécnica – Terminologia.

NBR 6936 – Técnicas de Ensaio Elétricos de Alta Tensão – Procedimento.

NBR 7875 – Instrumentos de Medição de Radio Interferência na Faixa de 0,15 a 30 MHz (Padrão CISPR) – Padronização.

NBR 10296 – Material Isolante Elétrico – Avaliação de sua Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão sob Severas Condições Ambientais – Método de Ensaio.

NBR 12459 – Isolador Pilar de Porcelana – Dimensões e Características – Padronização.

NBR 15121 – Isolador para Alta Tensão – Ensaio de Medição de Radiointerferência.

NBR 15232 – Isolador Pilar Composto para Linhas Aéreas de Corrente Alternada, com Tensões Acima de 1 000 V.

IEC – 1109 – Composite Insulators for AC Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1.000 V – Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria.

IEC – 1211 – Insulators of Ceramic Material or Glass for Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1000 V – Puncture Testing.

ASTM-D-2240 – Test Method Rubber Property – Durometer Hardness.

ASTM-G-26 – Operating Light-exposure Apparatus (Xenon-arc Type) with and without Water for Exposure of Nonmetallic Materials.

ASTM-G-53 – Recommended Practice for Operating Light-and-Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV – Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials.

REGD 007.01.01 – Regulamento para Fornecimento de Ferragens.

PTD 035.01.02 – Padrão de Estruturas.

As siglas acima referem-se a:

NBR: Norma Brasileira Registrada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ASTM: American Society for Testing and Materials.

IEC: International Electrotechnical Commission.

REGD: Regulamento – Distribuição, do Sistema FECOERGS

PTD: Padrão Técnico – Distribuição, do Sistema FECOERGS.

As normas aqui mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que assegurem qualidade igual ou superior. Em casos de dúvidas ou divergências prevalecerá o que está estabelecido nesta especificação em seguida nas normas recomendadas. Nos casos em que estas normas forem omissas poderão ser aceitas outras apresentadas pelos fabricantes desde que aprovadas pela FECOERGS.

#### 4. Condições Gerais

##### 4.1. Definições

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas mencionadas no item 3.

##### 4.2. Inovação Tecnológica

As inovações tecnológicas resultantes de desenvolvimentos técnico-científicos devem ser incorporadas ao projeto, matéria prima e mão-de-obra de fabricação deste material, desde que assegurem qualidade igual ou superior às exigidas por esta especificação.

##### 4.3. Meio Ambiente

Em todas as etapas de fabricação, transporte e recebimento devem ser cumpridas as legislações ambientais federais, estaduais e municipais, quando aplicáveis. O fabricante deverá apresentar descrição de alternativas para descarte deste material após o final de sua vida útil.

##### 4.4. Condições de Operação

Os isoladores abrangidos por esta especificação, quando instalados conforme o padrão de estruturas PTD 035.01.02, devem operar adequadamente nas seguintes condições:

- a. altitude não superior a 1000m;
- b. temperatura máxima do ar ambiente de 40 °C e o valor médio obtido num período de 24 horas, não superior a 35 °C;
- c. temperatura mínima do ar ambiente não inferior a - 10 °C;
- d. umidade do ar de até 100%;
- e. pressão do vento não superior a 700Pa (70daN/m<sup>2</sup>);
- f. frequência nominal do sistema elétrico igual a 60Hz.

##### 4.5. Identificação

No corpo de cada isolador deve ser marcado de modo legível, visível e indelével no mínimo:

- nome ou marca do fabricante;
- número do lote;
- ano de fabricação;
- tensão nominal.

As marcações sobre o corpo isolante não devem produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho dos isoladores em serviço, nem eliminar o vidrado da porcelana. Não são aceitas informações gravadas em etiquetas adesivas.

## 4.6. Acabamento

### 4.6.1. Corpo Isolante de Porcelana

Os isoladores de porcelana devem ser na cor cinza claro ou marron, cobertos com camada de esmalte liso vitrificado, impermeáveis e livres de rachaduras ou fissuras, bolhas ou inclusões conforme NBR 5032.

### 4.6.2. Corpo Isolante em Material Polimérico

Quando em material polimérico, o isolador de cor cinza claro deve ser homogêneo, isento de rebarbas, lascas, dobras, inclusões de materiais estranhos, bolhas e outros defeitos conforme NBR 15232.

### 4.6.3. Base Metálica

Deve ser isenta de saliências pontiagudas, arestas cortantes, cantos vivos ou qualquer outra imperfeição.

Quando em aço carbono, a base metálica deve ser zincada a quente, conforme especificado no REGD 007.01.01.

Quanto ao aspecto visual, as partes zincadas devem ser isentas de áreas não revestidas e irregularidades tais como inclusões de fluxo, borras ou qualquer outro defeito.

### 4.6.4. Roscas

A rosca da base do isolador deve ter óleo antigripante e ser protegida contra acúmulo de sujeira.

## 5. Condições Específicas

### 5.1. Características Construtivas

#### 5.1.1. Geral

Os isoladores não devem apresentar falhas na cimentação ou no engastamento das ferragens que possam prejudicar o seu desempenho em serviço.

A cabeça do isolador deve ser adequada para a amarração de condutores de cobre ou de alumínio de seção  $16 \text{ mm}^2$  até  $185 \text{ mm}^2$ , no leito superior ou no pescoço, fixados conforme indicado na norma PTD 035.01.02 – Padrão de Estruturas.

#### 5.1.2. Dimensões

Os isoladores devem apresentar dimensões em conformidade com o padrão I-05 apresentado no desenho 8.1.

A distância entre a cabeça ou terminal superior e a base metálica deve garantir a condição de isolador classe A (maciço, imperfurável) conforme a norma NBR 5032.

#### 5.1.3. Material

##### 5.1.3.1. Corpo Isolante

Pode ser de porcelana ou de material polimérico.

A porcelana deve ser não porosa e própria para uso elétrico.

O material polimérico deve ser formado por resina adequada reforçada com fibra de vidro, pó de quartzo ou similar, podendo ser ou não revestida externamente por camada aderente de elastômero orgânico adequado. Em qualquer caso, a superfície externa do corpo isolante deve ser resistente às intempéries e ao trilhamento elétrico.

### 5.1.3.2. Base

Ferro fundido maleável ou nodular, totalmente revestido com zinco pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323.

Aço inoxidável ou liga de alumínio poderão eventualmente ser aceitos, mediante prévia aprovação da FECOERGS.

### 5.1.3.3. Terminal Superior

Os isoladores com corpo isolante em material polimérico devem ser providos de terminal superior em liga de alumínio ou ferro nodular, neste caso, totalmente revestido com zinco pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323.

## 5.2. Características Mecânicas

Os isoladores devem apresentar resistência mecânica de ruptura à flexão maior ou igual ao valor apresentado na tabela 8.2 do desenho padrão I-05, quando ensaiados conforme item 7.3.7.

## 5.3. Características Elétricas

### 5.3.1. Tensões Nominais

Os isoladores serão utilizados em sistemas de distribuição, cujas tensões máximas de operação estão indicadas nas tabelas 8.1 e 8.2 do desenho padrão I-05.

### 5.3.2. Níveis de Isolamento

Os valores de tensões suportáveis que caracterizam os níveis de isolamento dos isoladores estão apresentados na tabela 8.2 do desenho padrão I-05.

### 5.3.3. Rádio-Interferência

Os isoladores devem ter um nível máximo de tensão de radio interferência de 250 $\mu$ V a 1000kHz, quando ensaiados conforme item 7.3.6.

Os valores limites para a tensão de ensaio, valor eficaz, estão indicados na tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Limites de Tensão para o Ensaio de Rádio-Interferência**

| Tensão Nominal do Isolador (kV <sub>ef</sub> ) | Tensão de Ensaio (V <sub>ef</sub> ) |
|--|-------------------------------------|
| 15   | 9.500                               |
| 24,2   | 15.400                              |
| 36,2   | 23.000                              |

## 6. Condições de Fornecimento

### 6.1. Homologação

Para a homologação de isoladores do tipo pilar junto às cooperativas pertencentes ao Sistema FECOERGS, devem ser apresentados todos os ensaios de tipo previstos nesta especificação. Os ensaios devem ter sido realizados a menos de 4 anos da data da entrega do pedido de homologação. Poderão ser aceitos ensaios realizados até 8 anos desde que acompanhados de uma declaração do responsável técnico de não alteração no produto (matéria-prima, processo de fabricação e projeto) desde a data do ensaio.

Os ensaios devem ser apresentados em português ou inglês. Quando apresentados em outro idioma deverão estar acompanhados de tradução para o português efetuada por tradutor juramentado.

Após a análise dos ensaios e verificação da conformidade do material com esta especificação, a FECOERGS emitirá o certificado técnico dos ensaios.

Os certificados técnicos deverão ser revalidados sempre que:

- a. o projeto for modificado pelo fabricante;
- b. o material apresentar problemas durante ou após o fornecimento;
- c. a FECOERGS proceder revisão nesta especificação e o material passe a não atender as novas exigências.

A homologação do produto pela FECOERGS não eximirá o contratado de sua responsabilidade de fornecê-lo em plena concordância com a ordem de compra ou contrato e esta especificação, assim como, não invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer, baseada na existência de material inadequado ou defeituoso. A homologação também não libera os materiais da necessidade de realização dos ensaios de recebimento.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios reconhecidos no setor elétrico, certificados pelo INMETRO ou com equipamentos devidamente calibrados por organismos competentes. A FECOERGS faculta o direito de não aceitar ensaios realizados nos laboratórios dos fabricantes.

## 6.2. Acondicionamento

O acondicionamento dos isoladores deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas.

A embalagem será considerada satisfatória se os isoladores forem encontrados em perfeito estado na chegada ao destino. A FECOERGS considera para efeito de garantia da embalagem, o mesmo período do material e quaisquer prejuízos, decorrentes do mau acondicionamento, serão ressarcidos através de desconto na fatura do mesmo.

A embalagem final, assim como o acondicionamento parcial devem ser feitos de modo que a massa e as dimensões permitam o fácil manuseio, transporte e armazenamento do material.

A FECOERGS se reserva o direito de solicitar ao fornecedor, para sua prévia aprovação, que apresente anexo à sua proposta, desenho detalhado da embalagem com todas as suas dimensões e com a especificação dos materiais utilizados na sua confecção, os quais devem ser reutilizáveis ou recicláveis.

Cada volume deve trazer, marcadas de forma legível e indelével, as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. identificação completa do conteúdo;
- c. números da nota fiscal e do pedido de compra;
- d. destinatário (FECOERGS/Cooperativa solicitante);
- e. massa bruta do volume, em kg;
- f. outras informações (solicitadas no pedido).

## 6.3. Garantia

Os isoladores deverão ser garantidos pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses a partir da data de

sua instalação ou de 24 (vinte e quatro) meses da data de entrega das unidades no almoxarifado da cooperativa, prevalecendo o prazo que vencer primeiro.

Caso necessário, o fornecedor será obrigado a reparar defeitos ou substituir o equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto, produção ou matéria prima, tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

No caso de substituição de unidades defeituosas, o prazo de garantia deverá ser estendido por mais 12 (doze) meses, abrangendo todo o lote.

## **7. Inspeção e Ensaios**

### **7.1. Generalidades**

A FECOERGS reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os isoladores quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário. Independentemente da realização da inspeção o fornecedor é responsável pela qualidade e desempenho do material durante o período de garantia.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção por parte da FECOERGS se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios e aos locais de fabricação, embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os instrumentos (com selo de aferição emitido por órgão devidamente credenciado, com data não superior a 12 meses,) e dispositivos necessários para realizá-los.

As datas em que os materiais estarão prontos para inspeção devem ser avisadas à FECOERGS com antecedência mínima de 15 (quinze) dias para fornecedor nacional e de 30 (trinta) dias para fornecedor estrangeiro.

Os custos dos ensaios de recebimento devem ser por conta do fornecedor.

Os custos da visita do inspetor da FECOERGS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

- a. se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- b. se o laboratório de ensaio não atender às exigências desta especificação;
- c. se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- d. devido à re-inspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

### **7.2. Classificação dos ensaios**

Os ensaios previstos nesta especificação são classificados em ensaios de tipo, ensaios de recebimento e ensaios complementares.

#### **7.2.1. Ensaios de Tipo**

São todos os ensaios relacionados na tabela 7.1, que são realizados em amostras do produto com o objetivo de verificar a conformidade do projeto com os requisitos da norma correspondente.

### 7.2.2. Ensaios de Recebimento

Conforme indicado em 7.1, referem-se a uma parcela dos ensaios de tipo, que são realizados em amostras do produto por ocasião do recebimento de cada lote, com o objetivo de verificar a conformidade com o projeto aprovado e homologado. Estes ensaios devem ser realizados nas instalações do fornecedor ou em laboratórios credenciados e reconhecidos pelo setor elétrico, na presença de inspetor da FECOERGS.

### 7.2.3. Ensaios Complementares

Com o objetivo de dirimir dúvidas e/ou melhor avaliar o produto, a FECOERGS reserva-se o direito de solicitar, sempre que julgar necessário, a realização de qualquer ensaio de tipo por ocasião do recebimento de cada lote.

**Tabela 7.1 – Relação dos Ensaios**

| Item   | Descrição dos Ensaios                                 | Tipo | Recebimento | Complementar |
|--------|---|------|-------------|--------------|
| 7.3.1  | Inspeção Geral  | X    | X           |              |
| 7.3.2  | Verificação das Dimensões                             | X    | X           |              |
| 7.3.3  | Ciclo Térmico   | X    | X           |              |
| 7.3.4  | Tensão Suportável em Freqüência Industrial, sob Chuva | X    |             | X            |
| 7.3.5  | Tensão Suportável de Impulso Atmosférico, a Seco      | X    |             | X            |
| 7.3.6  | Radiointerferência                                    | X    |             | X            |
| 7.3.7  | Ruptura Mecânica à Flexão                             | X    | X           |              |
| 7.3.8  | Porosidade  | X    | X           |              |
| 7.3.9  | Zincagem  | X    | X           |              |
| 7.3.10 | Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes       | X    |             | X            |
| 7.3.11 | Dureza  | X    |             | X            |
| 7.3.12 | Envelhecimento Acelerado                              | X    |             | X            |
| 7.3.13 | Trilhamento e Erosão                                  | X    |             | X            |
| 7.3.14 | Flamabilidade   | X    |             | X            |
| 7.3.15 | Líquido Penetrante                                    | X    |             | X            |
| 7.3.16 | Penetração de Água                                    | X    |             | X            |

### 7.3. Metodologia dos Ensaios

Os métodos de ensaio dos isoladores devem obedecer ao descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 3 desta especificação.

#### 7.3.1. Inspeção Geral

Antes dos ensaios, o inspetor deve fazer uma inspeção geral, comprovando se os isoladores estão de acordo com o projeto aprovado e em conformidade com as exigências desta especificação. Constitui falha a detecção de qualquer não conformidade, conforme orientações apresentadas em 7.3.1.1 a 7.3.1.4.

##### 7.3.1.1. Características Construtivas

Deve atender aos requisitos mencionados no item 5.1.

##### 7.3.1.2. Acabamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.6.

### 7.3.1.3. Identificação

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.5.

### 7.3.1.4. Acondicionamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 6.2.

### 7.3.2. Verificação Dimensional

Os isoladores devem ser submetidos a exame dimensional e devem ser considerados reprovados neste ensaio, caso seja detectada qualquer divergência em relação ao item 5.1.2 desta especificação.

### 7.3.3. Ciclo Térmico

Os isoladores de porcelana devem ser submetidos ao ensaio de ciclo térmico conforme NBR 5032.

Os isoladores devem ser considerados aprovados neste ensaio se nenhuma amostra apresentar trincas ou ruptura mecânica.

### 7.3.4. Tensão Suportável Nominal a Freqüência Industrial Sob Chuva

Os isoladores devem ser submetidos ao ensaio de tensão suportável nominal à freqüência industrial durante 1 (um) minuto, na condição sob chuva, conforme NBR 5032, NBR 15232 e NBR 6936.

O ensaio deve ser realizado com o isolador nas posições vertical e horizontal.

Constitui falha neste ensaio a ocorrência de qualquer ruptura em qualquer unidade ensaiada.

### 7.3.5. Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

Os isoladores devem ser submetidos aos ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico a seco, realizados com tensão de polaridade positiva e negativa, posições vertical e horizontal, utilizando-se o impulso padrão de 1,2/50 $\mu$ s, de acordo com a NBR 5032, NBR 15232 e NBR 6936.

Os isoladores devem ser considerados aprovados neste ensaio se a tensão disruptiva crítica ( $U_{50\%}$ ) média das unidades ensaiadas, não for inferior a 1,04 vezes o valor de tensão suportável nominal de impulso atmosférico previsto na tabela 8.2.

Os Isoladores não devem apresentar danos devido a estes ensaios, sendo admissíveis, entretanto, a ocorrência de leves marcas nas superfícies.

### 7.3.6. Rádio-Interferência

O ensaio deve ser realizado conforme as prescrições da NBR 15121.

Constitui falha a ocorrência de tensão de rádio-interferência superior ao valor indicado em 5.3.3, quando o isolador estiver submetido a uma tensão de ensaio igual à indicada na tabela 5.1.

### 7.3.7. Ruptura Mecânica a Flexão

A resistência mecânica de ruptura mínima deve ser confirmada através deste ensaio.

Ensaio em isoladores com corpo isolante em porcelana devem seguir a metodologia apresentada na NBR 5032, enquanto que isoladores poliméricos devem ser ensaios de acordo com a metodologia da NBR 15232.

Os isoladores serão considerados aprovados neste ensaio se nenhuma amostra apresentar valor de ruptura inferior ao apresentado na tabela 8.2 do padrão I-05.

### 7.3.8. Porosidade

Fragmentos de porcelana de isoladores ou, mediante acordo entre fornecedor e FECOERGS, de peças de porcelana representativas e queimadas adjacentes aos isoladores, devem ser imersos numa solução alcoólica de fucsina em 1% (1g de fucsina em 100g de álcool), sob uma pressão superior a 15MPa e por um período tal que o produto da pressão (em MPa) pelo tempo de duração do ensaio (em h) não seja inferior a 180.

Os fragmentos devem ser retirados da solução, lavados e secos, e novamente quebrados.

Os isoladores devem ser considerados aprovados no ensaio se o exame a olho nu dos fragmentos recentemente quebrados não revelar indícios de penetração do corante. A penetração em pequenas trincas surgidas durante a preparação das amostras deve ser desconsiderada.

### 7.3.9. Zincagem

A qualidade da camada de zinco obtida por imersão a quente deve ser avaliada através da execução dos seguintes ensaios:

- a. aderência, conforme a NBR 7398;
- b. espessura, conforme a NBR 7399;
- c. uniformidade, conforme a NBR 7400.

Constitui falha, o não atendimento aos requisitos prescritos no REGD 007.01.01.

### 7.3.10. Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes

Estes ensaios aplicam-se aos isoladores com corpo isolante polimérico e devem ser realizados conforme NBR 15232.

Qualquer falha apresentada em qualquer um dos testes de verificação implicará na reprovação do projeto do isolador.

### 7.3.11. Dureza

Amostras do material do revestimento dos isoladores com corpo polimérico, devem ser submetidas ao ensaio de dureza conforme NBR 15232.

O revestimento dos isoladores será considerado aprovado caso a dureza de cada amostra não sofrer alteração superior aos limites e condições estabelecidas pela NBR 15232.

### 7.3.12. Envelhecimento Acelerado

Amostras do material da saia e do revestimento dos isoladores poliméricos, com as marcações, devem ser submetidas a este ensaio conforme metodologia da NBR 15232.

Os isoladores devem ser considerados aprovados caso após este ensaio, as marcações no material da saia ou no revestimento ainda estejam legíveis. Degradações na superfície, como rachaduras e bolhas, também não são permitidas.

### 7.3.13. Trilhamento e Erosão

Amostras especiais de isoladores poliméricos, produzidas com as mesmas características, materiais e ferragens do projeto em análise, porém com uma distância de escoamento entre 480mm e 690mm, devem ser submetidas ao ensaio de trilhamento e erosão, nas condições estabelecidas na NBR 15232.

O isolador deve ser considerado aprovado neste ensaio se não ocorrer trilhamento, se a erosão não atingir o núcleo de fibra de vidro e se a saia não for perfurada. O núcleo não deverá estar visível.

#### 7.3.14. Flamabilidade

Este ensaio tem como objetivo a verificação do material de revestimento quanto às propriedades de ignição e auto-extinção, com amostras para ensaio e procedimento de acordo com a IEC 60695-11-10.

O isolador deve ser considerado aprovado se as amostras ensaiadas pertencerem à categoria V - O.

#### 7.3.15. Líquido Penetrante

Amostras do isolador polimérico devem ser submetidas ao ensaio de líquido penetrante. Os procedimentos para obtenção destas amostras e realização do ensaio estão descritos na NBR 15232.

O isolador deve ser considerado aprovado se o tempo para o corante subir através dos corpos-de-prova for superior a 15 min.

#### 7.3.16. Penetração de Água

Amostras do isolador polimérico devem ser submetidas ao ensaio de penetração de água. Os procedimentos para obtenção destas amostras e realização do ensaio estão descritos na NBR 15232.

O isolador deve ser considerado aprovado no ensaio se, durante o ensaio de verificação (sob tensão elétrica):

- a. não ocorrer nenhuma perfuração nem descarga superficial;
- b. durante todo o tempo de duração do ensaio, a intensidade de corrente não for superior a 1mA (valor eficaz).

#### 7.4. Relatórios de Ensaio

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- nome do ensaio;
- nome FECOERGS/nome da cooperativa do sistema;
- nome ou marca do fabricante;
- número e item da ordem de compra (se existente) da cooperativa e número da ordem de fabricação do fornecedor;
- identificação, modelo e quantidade dos equipamentos submetidos a ensaio;
- descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- valores obtidos no ensaio;
- resumo das características (garantidas x medidas);
- atestado com informação clara dos resultados do ensaio;
- nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- data e local dos ensaios.

Os isoladores somente serão liberados pelo inspetor após a entrega de três vias do relatório dos ensaios e da verificação da embalagem e sua respectiva marcação.

### 7.5. Planos de Amostragem

As quantidades de isoladores requeridas para a formação das amostras para os ensaios de tipo, recebimento ou complementares, de acordo com o tipo de corpo isolante, estão apresentadas na tabela 7.2.

**Tabela 7.2 – Ensaios Aplicáveis e Respectivas Amostragens**

| Item   | Corpo Isolante  | Porcelana            |             | Polimérico           |             |
|--------|---|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
|        | Tipo de Ensaio  | Tipo ou Complementar | Recebimento | Tipo ou Complementar | Recebimento |
|        | Ensaios Aplicáveis                                    | Amostragem           |             |                      |             |
| 7.3.1  | Inspecção Geral                                       | 5                    | Tabela 7.4  | 5                    | Tabela 7.4  |
| 7.3.2  | Verificação das Dimensões                             | 5                    | E1+E2       | 5                    | E1+E2       |
| 7.3.3  | Ciclo Térmico   | 3                    | E1+E2       | N/A                  | N/A         |
| 7.3.4  | Tensão Suportável em Freqüência Industrial, sob Chuva | 3                    | N/A         | 3                    | N/A         |
| 7.3.5  | Tensão Suportável de Impulso Atmosférico, a Seco      | 3                    | N/A         | 3                    | N/A         |
| 7.3.6  | Radiointerferência                                    | 3                    | N/A         | 3                    | N/A         |
| 7.3.7  | Ruptura Mecânica à Flexão                             | 3                    | E1          | 3                    | E1          |
| 7.3.8  | Porosidade  | 3                    | E1          | N/A                  | N/A         |
| 7.3.9  | Zincagem  | 3                    | E2          | 3                    | E1+E2       |
| 7.3.10 | Interfaces e Conexões das Ferragens Integrantes       | N/A                  | N/A         | 4                    | N/A         |
| 7.3.11 | Dureza  | N/A                  | N/A         | 2(nota 1)            | N/A         |
| 7.3.12 | Envelhecimento Acelerado                              | N/A                  | N/A         | 3(nota 1)            | N/A         |
| 7.3.13 | Trilhamento e Erosão                                  | N/A                  | N/A         | 2                    | N/A         |
| 7.3.14 | Flamabilidade   | N/A                  | N/A         | 2(nota 2)            | N/A         |
| 7.3.15 | Líquido Penetrante                                    | N/A                  | N/A         | 10(nota 1)           | N/A         |
| 7.3.16 | Penetração de Água                                    | N/A                  | N/A         | 6(nota 1)            | N/A         |

Notas relativas à tabela 7.2:

1. Alguns ensaios de tipo que objetivam a análise das características e desempenho dos isoladores necessitam ser realizados em corpos-de-prova, obtidos de isoladores prontos ou produzidos especificamente para os ensaios a partir de materiais idênticos aos utilizados na fabricação dos isoladores.
2. O tamanho da amostra para o ensaio de flamabilidade deve ser determinado de acordo com a IEC 60695-11-10.
3. Quando não aplicável em determinada condição, o ensaio é identificado na tabela com "N/A".
4. A quantidade de isoladores para compor a amostra para a inspeção geral no recebimento deve ser obtida a partir da tabela 7.4.

Nos ensaios de recebimento, duas amostragens devem ser usadas, E1 e E2. O tamanho destas amostragens está indicado na tabela 7.3. Se o lote for superior a 10.000 isoladores, estes devem ser divididos em um número ótimo de lotes, compreendidos entre 2.000 e 10.000 isoladores. O resultado dos ensaios deve ser avaliado separadamente para cada lote

Quando se tratar de ensaios de recebimento ou complementares, as amostras devem ser constituídas por isoladores retirados aleatoriamente do lote em fornecimento.

**Tabela 7.3 – Amostragem para Ensaios de Recebimento**

| Tamanho do lote<br>(N)    | Tamanho da amostra |    |
|---------------------------|--------------------|----|
|                           | E1                 | E2 |
| $N \leq 300$              | 2                  | 1  |
| $300 < N \leq 2\ 000$     | 4                  | 3  |
| $2\ 000 < N \leq 5\ 000$  | 8                  | 4  |
| $5\ 000 < N \leq 10\ 000$ | 12                 | 6  |

**Tabela 7.4 – Amostragem para Inspeção Geral no Recebimento**

| Tamanho do Lote | Amostra        |         | Ac | Re |
|-----------------|----------------|---------|----|----|
|                 | Seqüência      | Tamanho |    |    |
| até 150         | -              | 5       | 0  | 1  |
| 151 a 500       | 1 <sup>a</sup> | 13      | 0  | 2  |
|                 | 2 <sup>a</sup> | 13      | 1  | 2  |
| 501 a 1.200     | 1 <sup>a</sup> | 20      | 0  | 3  |
|                 | 2 <sup>a</sup> | 20      | 3  | 4  |
| 1201 a 3.200    | 1 <sup>a</sup> | 32      | 1  | 4  |
|                 | 2 <sup>a</sup> | 32      | 4  | 5  |
| 3.201 a 10.000  | 1 <sup>a</sup> | 50      | 2  | 5  |
|                 | 2 <sup>a</sup> | 50      | 6  | 7  |

Notas relativas à tabela 7.4:

1. "Ac" é o número de isoladores defeituosos que ainda permite aceitar o lote e "Re" é o número de isoladores defeituosos que implica na rejeição do lote.
2. Procedimento para amostragem dupla: ensaiar inicialmente um número de unidades igual ao da primeira amostra de acordo com a tabela. Se o número de unidades defeituosas resultante estiver compreendido entre "Ac" e "Re", excluídos estes valores, deve ser então ensaiada a segunda amostra. Para permitir a

aceitação do lote, o total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou menor do que “Ac” especificado.

## **7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição**

A aceitação pela FECOERGS, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar os isoladores em plena concordância com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer baseada na existência de materiais inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de isoladores em virtude de falhas constatadas nos ensaios ou discordância com esta especificação/ordem de compra, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade de cumprir o prazo de entrega. Se no entender da FECOERGS, a rejeição tornar impraticável a entrega na data previamente acertada, ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a FECOERGS reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os materiais em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

### **7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares**

O projeto deve ser aceito se todos os isoladores ensaiados apresentarem comportamento satisfatório. Se ocorrer alguma falha em qualquer ensaio, este pode ser repetido em uma nova amostra com o dobro de unidades da primeira. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o projeto será rejeitado.

Se duas ou mais unidades falharem em qualquer dos ensaios, o projeto será rejeitado.

### **7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento**

#### **7.6.2.1. Inspeção Geral**

A aceitação ou rejeição dos isoladores na inspeção geral deve ser efetuada de acordo com a tabela 7.4.

#### **7.6.2.2. Demais Ensaios**

Se apenas um isolador ou uma ferragem integrante falhar em qualquer ensaio de recebimento, uma nova amostragem igual ao dobro da quantidade original deve ser submetida à contraprova.

A contraprova deve compreender o ensaio no qual ocorreu a falha.

Se dois ou mais isoladores ou ferragens integrantes falharem em qualquer ensaio de recebimento ou se alguma falha ocorrer na contraprova, o lote completo será considerado como em desacordo com esta especificação e deverá ser retirado pelo fabricante.

Se o motivo da falha puder ser claramente identificado, o fabricante pode fazer uma triagem no lote, de forma a eliminar todos os isoladores com tal defeito. O lote, após a triagem, deverá ser novamente ensaiado e neste caso, o número de isoladores deve ser o triplo do número original. Se algum isolador falhar durante esta contraprova, todo o lote será considerado em desacordo e rejeitado pela FECOERGS.

No caso de um lote que tenha sido dividido em lotes menores, a investigação deve ser estendida aos demais lotes.

## 8. Desenhos

### 8.1. Padrão I-05: Isolador Pilar

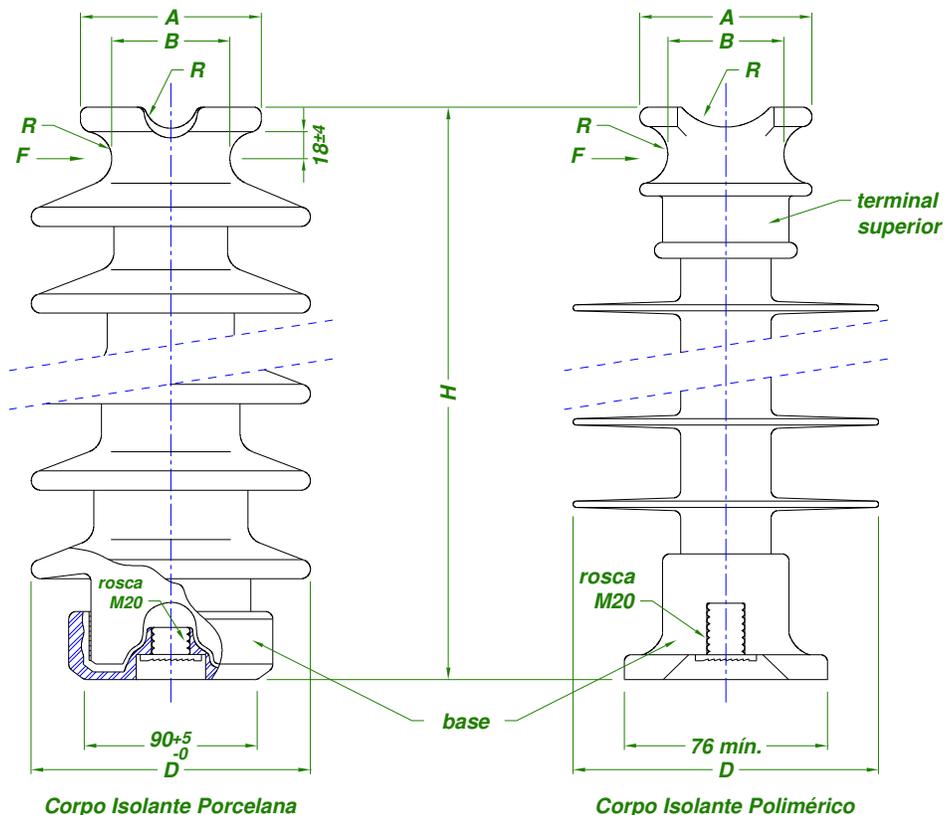


Tabela 8.1 – Dimensões

| Código | Tensão máxima (kV) | Dimensões (mm) |        |        |         |          |
|--------|--------------------|----------------|--------|--------|---------|----------|
|        |                    | A              | B      | R      | D       | H        |
| E-05/1 | 15                 | 80 ± 5         | 60 ± 3 | 14 ± 2 | 145 ± 7 | 225 ± 18 |
| E-05/2 | 24,2               | 124 máx.       | 73 ± 3 | 25 ± 3 | 150 ± 8 | 305 ± 24 |
| E-05/3 | 36,2               |                |        |        | 160 ± 8 | 370 ± 30 |

Tabela 8.2 – Características Gerais

| Código | Tensão máxima (kV) | Tensão Suportável Nominal (kV) |                                 | Distância de Escoamento Mínima (mm) | Carga Mínima de Ruptura "F" (daN) |
|--------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|        |                    | Impulso Atmosférico            | Frequência Industrial sob Chuva |                                     |                                   |
| E-05/1 | 15                 | 125                            | 34                              | 350                                 | 800                               |
| E-05/2 | 24,2               | 150                            | 50                              | 530                                 |                                   |
| E-05/3 | 36,2               | 170                            | 70                              | 720                                 |                                   |

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.1 e 8.2 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- As partes não cotadas são de caráter orientativo, outras formas são aceitas.
- Dimensões em milímetros.