COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA COPEL

NORMA TÉCNICA COPEL - NTC

MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPECIFICAÇÃO

PÁRA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO

NTC 810033

NOVEMBRO/2008

ÓRGÃO EMISSOR:

SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO

NORMALIZAÇÃO DA ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO

APRESENTAÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento de pára-raios de resistor não linear, sem centelhadores e à óxido metálico a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbana e Rural na área de concessão da Companhia Paranaense de Energia - COPEL.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, particularizando-os para as Normas Técnicas COPEL - NTC, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais na COPEL.

Em caso de divergência esta Norma deve prevalecer sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

VLADEMIR SANTO DALEFFE

SED – Superintendência de Engenharia de Distribuição

1. OBJETIVO: 1
2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES:- 1
3. DEFINIÇÕES: 2
4. CONDIÇÕES GERAIS: 2
4.1 Condições de Serviço 2
4.2 Identificação dos pára-raios 2
4.3 Acabamento 2
4.3.1 Do invólucro e da braçadeira de fixação. 3
4.3.2 Dos conectores de linha e aterramento 3
4.4 Embalagem 3
4.5 Demais condições 3
4.5.1 Braçadeira de fixação 3
4.5.2 dimensões gerais 3
4.5.3 Desligador automático 3
5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS: 3
5.1 Material 3
5.1.1 Do invólucro 3
5.1.2 Da braçadeira de fixação 4
5.1.3 Dos terminais e conectores 4
5.2 Construção do pára-raios 4
5.2.1 Vedação 4
5.2.2 Componentes internos 4
5.3 Características mecânicas 4
5.3.1 Da braçadeira de fixação 4
5.3.2 Dos terminais e conectores 4
5.3.3 Do desligador automático 5
5.4 Características Elétricas 5
6. ENSAIOS: 5
6.1 Relação dos Ensaios 5
6.2 Classificação dos Ensaios 5
6.2.1 Ensaios de tipo 5
6.2.2 Ensaios de recebimento 6
6.2.3 Ensaios complementares de recebimento 6
6.3 Execução dos ensaios 6
6.3.1 Inspeção geral 6
6.3.2 Verificação dimensional 6
6.3.3 Ensaio de tensão suportável a 60 Hz do invólucro 6
6.3.4 Ensaio de tensão suportável sob impulso atmosférico do invólucro: 6
6.3.5 Ensaio de tensão residual sob corrente de descarga nominal: 6
6.3.6 Ensaio de tensão residual sob corrente de descarga com frente íngreme 7
6.3.7 Ensaio de corrente suportável de descarga de baixa intensidade e longa duração: 7
6.3.8 Ensaio de ciclo de operação 7
6.3.9 Ensaio de radiointerferência e ionização interna: 7
6.3.10 O ensaio do desligador automático 7
6.3.11 Ensaio de comportamento sob condições de falha 7
6.3.12 Ensaio mecânico: 8
6.3.12.1 Da braçadeira de fixação: 8
6.3.12.2 Dos terminais, conectores e desligador automático: 8
6.3.13 Ensaio de estanqueidade 8
6.3.14 Ensaio de envelhecimento acelerado sob tensão e contaminação 9
6.3.15 Qualificação do material polimérico do invólucro e da braçadeira 10
6.15.2 Ensaio de roda de trilhamento 10
6.3 16 Ensaios de tensão suportável da braçadeira de fixação 10
6.3.16.1 Tensão suportável a freqüência industrial sob chuva 10
6.3.16.1 Tensão suportável sob impulso atmosférico 11
6.3.17 Ensaio de tensão de referência à freqüência industrial: 11
6.3.18 Levantamento da característica "sobretensão x tempo": 11
6.3.19 Verificação da estanhagem de peças de liga de cobre 11
7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO: 11
7.1 Generalidades 11

7.2 Formação da amostra....11
7.2.1 Para os ensaios de recebimento:....11
7.2.2 Para os ensaios complementares de recebimento:....11
7.2.2.1 Ensaio do desligador automático:....12
7.2.2.2 Demais ensaios complementares de recebimento:....12
7.3 Aceitação ou rejeição:....12
7.3.1 Critérios para aceitação ou rejeição:....12
7.3.1.1 Ensaios de Tipo:....12
7.3.1.2 Ensaios de recebimento:....12
7.3.1.3 Ensaios complementares de recebimento:....12
7.4 Ficha Técnica....12
8 - ANEXOS:....13
8.1 ANEXO A – Características do Sistema Elétrico da COPEL....13
8.2 ANEXO B - Características Elétricas dos Pára-raios....14
8.3 ANEXO C – Relação dos ensaios de Tipo, Recebimento e Complementares de Recebimento....15
8.4 ANEXO D – Plano de amostragem para os ensaios de recebimento....16
8.5 ANEXO E – Sistemas 13,8kV e 34,5kV da COPEL....17
8.6 A N E X O F – Desenho do pára-raios....18
8.7 A N E X O G – Exemplo de ciclo de envelhecimento acelerado....19

1. OBJETIVO:

Esta NTC fixa as condições exigíveis que devem ser atendidas no fornecimento de pára-raios de distribuição com resistor não linear e sem centelhadores em série ou em paralelo, destinados às Redes de Distribuição da **COPEL**, conforme itens discriminados no quadro a seguir:

NTC PADRÃO	CÓDIGO COPEL	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS PADRONIZADAS		
			TENSÃO NOMINAL (kV)	CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL (kA)	PROTEÇÃO DO PÁRA-RAIOS
811258	301330-8	PÁRA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE 15kV	15	5	COM DESLIGADOR AUTOMATICO
811261	301340-5	PÁRA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE 27kV	27	5	
811258	811258-4	PÁRA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE 15kV	15	10	
811261	811261-4	PÁRA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE 27kV	27	10	
1	2	3	4	5	6

NOTA: Os valores das colunas 4 e 5 devem ser interpretados como mínimos.

2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES:-

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, utilização e acondicionamento dos pára-raios de distribuição a serem fornecidos, esta NTC adota as normas abaixo relacionadas, bem como as normas nelas citadas:

ABNT - NBR - 5309/91 - Pára-raios de resistor não linear para sistemas de potência - Método de Ensaio.
ABNT - NBR - 5359/89 - Elos fusíveis de distribuição - Especificação.
ABNT - NBR - 5424/81 - Guia de aplicação de pára-raios de resistor não linear em sistema de potência - Procedimento.
ABNT - NBR - 5426/77 - Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos - Procedimento.
ABNT - NBR - 5456/87 - Eletricidade geral - Terminologia.
ABNT - NBR - 5470/86 - Pára-raios de resistor não linear a carbureto de silício (SiC) para sistemas de potência - Terminologia.
ABNT - NBR - 6241/79 - Materiais isolantes e coberturas protetoras extrudadas para fios e cabos elétricos - Ensaio de tração a ruptura - Método de Ensaio.
ABNT - NBR - 6936/92 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Procedimentos.
ABNT - NBR - 6939/87 - Coordenação de isolamento - Procedi mento.
ABNT - NBR -10.296/88- Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais - Método de Ensaio.
ASTM-B-545/92 - Specification for electrodeposited coating of tim.
ASTM-D-2240/86 - Test method rubber property- Durometer hardness.
ASTM-G-26/94 - Operating light-exposure apparatus (xenon-arc type) with and without water for exposure of nonmetallic materials.
ASTM-G-53/88 - Recommended practice for operating light-and -water-exposure apparatus (Fluorescent UV-condensation type)for exposure of nonmetallic materials.
ANSI/IEEE - C.62.11/87- IEEE Standard for Metal-oxide Surge Arresters for AC Power Circuits.
IEC-99-4/91 - Metal Oxide Surge Arresters without Gaps for AC Systems.
IEC - 270/81 - Partial discharge measurements.
IEC - 1302/95 - Electrical insulating materials-Method to evaluate the resistance to tracking and erosion - Rotating wheel dip test.
IEC - 60099-4 - Amendment 2 (37/ 231 / CDV - 1999).
COPEL NTC 810100 a 819999 - Materiais de Distribuição - Padrão - 6ª Edição - Out/95 (Vol.1), Abr/96 (Vol.2) e Mar/96 (Vol. 3);

COPEL NTC 855 000 a 190 - Montagem de Redes de Distribuição Compacta Protegida 13,8 e 34,5 k V.
COPEL NTC 855 210 a 235 - Montagem de Redes de Distribuição Secundária e Isolada.
COPEL NTC 856 000 a 900 - Montagem de Redes de Distribuição Aérea - RDA.

As siglas acima referem-se a:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR - Norma Brasileira Registrada.
NTC - Norma Técnica COPEL.
IEC - International Electrotechnical Comission
ANSI - American National Standards Institute
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc
ASTM -American Society for Testing and Materials

NOTA: Os dois últimos dígitos separados por uma barra do número da norma indicam o ano de publicação da mesma.

As normas mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que, concomitantemente:

a) Assegurem qualidade igual ou superior;
b) Sejam mencionadas pelo Proponente na Proposta;
c) Sejam anexadas à Proposta;
d) Sejam aceitas pela COPEL.

Em caso de dúvida ou omissão prevalecem:

1º Esta NTC - Especificação;
2º Demais Normas Técnicas COPEL;
3º As Normas citadas no item 2 desta NTC;
4º As Normas apresentadas pelo Proponente e aprovadas pela COPEL.

3. DEFINIÇÕES:

Os termos técnicos utilizados nesta NTC estão definidos na NBR 5470/86 e nas normas mencionadas no item 2 desta NTC.

4. CONDIÇÕES GERAIS:

4.1 Condições de Serviço

Os pára-raios de distribuição abrangidos por esta NTC devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1000 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -5 °C até 40 °C, com média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, de acordo com as NTC de Montagem de Redes de Distribuição Urbana e Rural citadas no item 2 desta NTC.

O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O Fornecedor deve providenciar a tropicalização e tudo mais que for necessário para o bom desempenho do pára-raios nas condições objeto deste item.

Os pára-raios aqui especificados são aplicáveis a sistemas elétricos de freqüência nominal 60Hz, com as características dadas na Tabela 1 do Anexo A e configurações dadas na Figura 1 do Anexo B desta NTC.

4.2 Identificação dos pára-raios

Cada pára-raios deve ser marcado, de forma legível e indelével, no próprio invólucro ou por meio de placa irremovível de aço inoxidável ou alumínio, com as seguintes informações, no mínimo:

- a expressão "PÁRA-RAIOS DE ZnO";
- nome ou marca do fabricante;
- modelo ou número de referência do fabricante;
- tensão nominal, em kV;
- corrente de descarga nominal, em kA;
- ano de fabricação.

Cada desligador automático, quando não incorporado ao invólucro de pára-raios, deve ser identificado de forma legível e indelével, no mínimo com:

- nome ou marca do fabricante.

4.3 Acabamento

4.3.1 Do invólucro e da braçadeira de fixação.

Devem ser de material polimérico adequado, com superfície lisa, contínua, impermeável e livre de rachas, bolhas ou inclusões de materiais estranhos.

4.3.2 Dos conectores de linha e aterramento

Devem ser isentos de trincas e inclusões ou arestas vivas que possam danificar os condutores.

4.4 Embalagem

O acondicionamento dos materiais abrangidos por esta NTC deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. Devem possibilitar o remonte de conjuntos unitizados sempre que necessário e não podem apresentar rachaduras, trincas e sinais de deterioração, sendo que a COPEL considera para efeito de **GARANTIA** da embalagem, **o mesmo período do material**.
A quantidade de materiais por embalagem deverá ser definida pela COPEL**,** salvo em casos previamente autorizados. Toda discordância encontrada entre o **GUIA BÁSICO DE EMBALAGEM** e as embalagens fornecidas são passíveis de multa e desconto na fatura do material a título de ressarcimento de prejuízos. Para obtenção do **GUIA BÁSICO DE EMBALAGEM,** ou consulta sobre itens não contemplados, contatar a **EQINS – Equipe de Inspeção e Armazenagem** – Logística da Armazenagem: (041) 367-9440 ramais: 5178 ou 5278 - Fax (041) 367-9878.

4.5 Demais condições

4.5.1 Braçadeira de fixação

O pára-raios deve ser provido de braçadeira apropriada que permita a sua instalação em suporte L (NTC 813960) ou em suporte T (NTC 813964). Tal braçadeira deve ser igual ou equivalente à indicada na Figura 2 do Anexo B desta NTC.

4.5.2 dimensões gerais

O pára-raios deve apresentar-se, externamente, conforme Figura 2 do Anexo B desta NTC, obedecendo às dimensões limites nela estabelecidas.

4.5.3 Desligador automático

Os pára-raios devem ser providos de desligador automático, do tipo detonador ou equivalente, acoplado externa ou internamente ao invólucro do pára-raios.
Na eventual ocorrência de defeito elétrico do pára-raios, este dispositivo deve proporcionar o desligamento rápido e automático do terminal de aterramento, desativando o pára-raios e garantindo a continuidade de serviço da rede, possibilitando também a fácil visualização da unidade defeituosa.

O Fornecedor deve fornecer a curva característica tempo x corrente de atuação do desligador automático.

4.5.4 Protetor polimérico do para terminal de linha

Os pára-raios devem ser fornecidos com protetor polimérico para terminal de linha que proporcione perfeito encaixe com o corpo do pára-raios. O protetor deve ser confeccionado no mesmo material do corpo do pára-raios e a saída deve ser compatível com cabos de cobre de 35 mm2 protegidos.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

5.1 Material

5.1.1 Do invólucro e do protetor do terminal de linha

O invólucro deve ser formado por uma estrutura de material polimérico orgânico, de modo a prover adequadas rigidez mecânica, resistência a intempéries, suportabilidade elétrica e estanqueidade das partes ativas internas. Não será aceito invólucro de porcelana.

O material do revestimento externo do invólucro deve atender a todas as exigências do ensaio do item 6.3.15 (ou 6.3.14) desta NTC.

5.1.2 Da braçadeira de fixação

A braçadeira de fixação deve ser de material polimérico orgânico, de modo a prover adequada resistência mecânica, suportabilidade elétrica e resistência a intempéries.
O material da braçadeira deve atender às exigências do item 6.3.15 (ou 6.3.14) desta NTC..

A braçadeira acabada deve atender às exigências mecânicas e elétricas contidas nos itens 5.3.1 e 5.4.1 desta NTC.

5.1.3 Dos terminais e conectores

Os terminais de linha e de aterramento devem ser do tipo pino roscado, com rosca padronizada com diâmetro nominal 10mm ou12mm (padrão ABNT) ou então 3/8" ou ½" (padrão ASTM). Ambos terminais devem ser dotados de conectores dimensionados para receber condutores na faixa de 4,0mm a 7,0mm de diâmetro.

O material dos terminais e conectores deve ser aço inoxidável ou liga de cobre estanhada, próprios para ligação de condutor de alumínio e/ou cobre sem danificar a conexão por corrosão galvânica. No caso de liga de cobre estanhada, a espessura mínima da camada de estanho deve ser de 8 μ m para qualquer amostra e de 12 μm para a média das amostras.

Os materiais utilizados para a porca sextavada e a arruela de pressão devem ser resistentes à conexão e compatíveis com os terminais e conectores, não sendo admitido o uso de aço carbono mesmo que zincado.

5.2 Construção do pára-raios

5.2.1 Vedação

Especial atenção deve ser dada à vedação do invólucro do pára-raios. A construção do pára-raios deve ser praticamente sem espaços internos, com uma interface entre os blocos de resistor não linear e a parede interna do invólucro, bem como vedações terminais adequadas, para evitar a penetração de umidade.

O Fornecedor deve apresentar descrição detalhada do processo de vedação empregado. Também deve ser anexado à Ficha Técnica (ver item 7.4 desta NTC) relatório comprovando o bom desempenho de pára-raios de distribuição de sua fabricação instalados em regiões de clima tropical úmido.

O Fornecedor deve informar na Ficha Técnica qual o torque máximo, em daN x m, aplicável aos terminais e conectores que não compromete a vedação do pára-raios. Este valor não deve ser inferior a 2,4 daN x m.

5.2.2 Componentes internos

A constituição interna dos pára-raios deve ser indicada por meio de cortes em desenhos adequados, de forma a facilitar a inspeção visual interna detalhada após ensaios. Informações sobre a natureza física dos componentes internos devem ser indicadas nos desenhos que farão parte da Ficha Técnica.
É exigida um tampa metálica estanque no terminal de terra do invólucro para conduzir as correntes de fuga, de forma que tais correntes não fluam pelo suporte de fixação isolante.

Caso o pára-raios utilize mola de compressão para manter uma força de contato adequada entre os blocos de resistor não linear e os elementos condutores, deve haver componentes intermediários entre a mola e o bloco de modo a prevenir danos provocados pela mola

5.3 Características mecânicas

5.3.1 Da braçadeira de fixação

Quando instalada conforme a Figura 2 do Anexo B desta NTC, a braçadeira de fixação deve suportar um esforço de tração "F" em daN equivalente a três vezes o peso do pára-raios, não devendo apresentar flecha superior a 5mm nem deformação permanente (flecha residual) superior a 1mm, medidas na linha de centro do pára-raios.

A braçadeira deve suportar o torque de 3,0 daN x m aplicado ao parafuso de sua fixação ao suporte L (NTC 813960), sem sofrer deformação permanente.

5.3.2 Dos terminais e conectores

Os terminais e conectores devem suportar o torque de instalação de 2,0 daN x m e devem suportar o torque de ensaio de 2,4 daN x m sem sofrer ruptura nem deformação permanente.

5.3.3 Do desligador automático

O desligador automático não deve ser danificado pelo esforço resultante da aplicação, aos terminais, do torque de ensaio especificado no item 5.3.2.

5.4 Características Elétricas

Os pára-raios de distribuição de 15kV e 27kV devem atender às características elétricas dadas na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

A curva característica tempo máximo x corrente de atuação do desligador automático deve apresentar valores inferiores aos correspondentes da curva corrente x tempo do elo fusível 10 K (conforme NBR 5359/89).

A freqüência nominal dos pára-raios objeto desta NTC é 60Hz.

A máxima tensão de operação contínua do pára-raios deve ser definida pelo Proponente dentro da faixa especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC, com base nas características do sistema de distribuição da COPEL dados na Tabela 1 do Anexo A e na Figura 1 do Anexo B desta NTC.

A tensão de referência e a correspondente corrente de referência devem ser definidas pelo Proponente e esses valores serão os utilizados nos ensaios pertinentes.

6. ENSAIOS:

6.1 Relação dos Ensaios

Para a comprovação das características de projeto, material e mão-de-obra são exigidos os seguintes ensaios:

a) inspeção geral;
b) verificação dimensional;
c) ensaio de tensão suportável a 60Hz do invólucro;
d) ensaio de tensão suportável sob impulso atmosférico do invólucro;
e) ensaio de tensão residual sob corrente de descarga nominal;
f) ensaio de tensão residual sob corrente de descarga com frente íngreme;
g) ensaio de corrente suportável de descarga de baixa intensidade e longa duração,
h) ensaio de ciclo de operação;
i) ensaio de radiointerferência e ionização interna;
j) ensaio do desligador automático;
k) ensaio de comportamento sob condições de falha;
l) ensaio mecânico
m) ensaio de estanqueidade;
n) ensaio de envelhecimento acelerado sob tensão e contaminação;
o) ensaios de qualificação do material polimérico do invólucro e da braçadeira de fixação;
p) ensaios de tensão suportável da braçadeira de fixação ;
q) ensaio de tensão de referência à freqüência industrial;
r) levantamento da característica "sobretensão x tempo" do pára-raios;
s) verificação da estanhagem de peças de liga de cobre.

Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do Fornecedor, daqueles que julgar necessários ao controle de qualidade do seu produto.

6.2 Classificação dos Ensaios

Os ensaios previstos nesta NTC são classificados em:

- ensaios de tipo;
- ensaios de recebimento;
- ensaios complementares de recebimento.

6.2.1 Ensaios de tipo

São os ensaios relacionados na Tabela 3 do Anexo A, a serem realizados pelo Fornecedor, em 3 unidades, retiradas das primeiras unidades construídas de cada lote, para verificação de determinadas características de projeto e do material. Estes

ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados, por meio de Relatórios de Ensaios emitidos por órgão tecnicamente capacitado, devendo o relatório de ensaio atender ao item 7.4.4 desta NTC.

Estes ensaios devem se realizados conforme o item 6.3 desta NTC.

6.2.2 Ensaios de recebimento

São os ensaios relacionados na Tabela 3 do Anexo A, realizados nas instalações do Fornecedor ou da COPEL, na presença de Inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote.

Este ensaios devem ser realizados conforme o item 6.3 desta NTC.

6.2.3 Ensaios complementares de recebimento

São os ensaios relacionados na Tabela 3 do Anexo A, realizados nas instalações do Fornecedor ou em órgão tecnicamente capacitado, na presença de Inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote.

A realização destes ensaios fica a critério da COPEL e, nestes casos, devem ser realizados conforme o item 6.3 desta NTC.

6.3 Execução dos ensaios

Os métodos de ensaio dos pára-raios devem obedecer o descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 2 desta NTC. Métodos de ensaios equivalentes poderão eventualmente serem aceitos, desde que atendendo o disposto no item 2 desta NTC.

As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados durante os ensaios devem ser estáveis e estar aferidas.

6.3.1 Inspeção geral

a) Material: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.1 desta NTC;
b) Construção: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.2 desta NTC;
c) Acabamento: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.3 desta NTC;
d) Identificação: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.2 desta NTC;
e) Embalagem: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.4 desta NTC;

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas nesta Especificação.

6.3.2 Verificação dimensional

Devem ser verificadas todas as Dimensões indicadas na Figura 2 do Anexo B desta NTC, bem como as distâncias de escoamento especificadas na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas nesta Especificação.

6.3.3 Ensaio de tensão suportável a 60 Hz do invólucro

O ensaio deve ser executado conforme método descrito no item 4.10 da NBR 5309/91. O pára-raios deve ser ensaiado sob chuva, conforme NBR -6936.

Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva sob a tensão especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.4 Ensaio de tensão suportável sob impulso atmosférico do invólucro:

O ensaio deve ser executado conforme método descrito no item 4.10 da NBR 5309/91.

Constitui falha a ocorrência de mais de 2 (duas) descargas disruptivas sob impulso normalizado com valor de crista especificado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.5 Ensaio de tensão residual sob corrente de descarga nominal:

O ensaio deve ser executado conforme método descrito no item 7.3 da IEC-99-4/91, aplicando-se a corrente de descarga nominal especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC, com o onda 8/20 μs (impulso de corrente padronizado).

Constitui falha a ocorrência de tensão residual com valor de pico superior ao valor especificado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.6 Ensaio de tensão residual sob corrente de descarga com frente íngreme.

O ensaio deve ser executado conforme método descrito no item 7.3 da IEC-99-4/91, com corrente de onda 1/20μs (impulso de corrente de frente íngreme) e valor de pico igual ao da corrente de descarga nominal.

Constitui falha a ocorrência de tensão residual com valor de pico superior ao especificado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.7 Ensaio de corrente suportável de descarga de baixa intensidade e longa duração:

O ensaio deve ser executado conforme o método descrito no item 7.4 da IEC-99-4/91, utilizando-se a corrente de onda retangular especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

O pára-raios será considerado reprovado neste ensaio se ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- a tensão residual sob corrente de descarga nominal (onda 8/20) medida após o ensaio houver sofrido variação maior que 5% em relação à mesma tensão residual medida antes do ensaio;
- a inspeção visual interna dos corpos de prova, feita após o ensaio, revelar perfuração, descarga externa, quebra ou outros danos aos resistores não lineares;
- o desligador automático houver operado durante o ensaio.

6.3.8 Ensaio de ciclo de operação

O ensaio deve ser executado conforme o método descrito nos itens 7.5.1 a 7.5.4 da IEC 99-4/91.

O pára-raios será considerado reprovado neste ensaio se ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- o corpo de prova não atingir a estabilidade térmica conforme exigido no item 7.5.6 da IEC 99-4/91;
- o valor da tensão residual sob corrente de descarga nominal (onda 8/20), obtido após o ensaio, houver sofrido variação superior a 5% em relação ao respectivo valor determinado antes do ensaio;
- a inspeção visual interna dos corpos de prova, feita após o ensaio, revelar perfuração, descarga externa, quebra ou outros danos aos resistores não lineares;
- o desligador automático houver operado durante o ensaio;

6.3.9 Ensaio de rádio-interferência e ionização interna:

O ensaio deve ser executado conforme método descrito no item 4.9 da NBR-5309/91. A tensão aplicada aos terminais do pára-raios deve ser a especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC, sob a qual devem ser feitas as medições objeto deste ensaio.

Constitui falha a ocorrência de tensão de radiointerferência ou de ionização interna, medidas na freqüência de 1000kHz e referidas a 300 ohms, de valor superior aos especificados na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.10 O ensaio do desligador automático

O ensaio deve ser executado conforme o método descrito no item 7.6 da IEC 99-4/91.

O desligador automático será considerado reprovado neste ensaio se ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- o desligador operar, para um determinado valor de corrente, em tempo superior ao correspondente da curva característica tempo x corrente fornecida pelo Fornecedor, indicada na coluna "Proposta" da Ficha Técnica do Anexo C desta NTC, aprovada pela COPEL.

- com o desligador atuado, não existir prova evidente da efetiva e permanente separação entre o condutor de aterramento e o pára-raios através do desligador automático;
- o desligador automático houver atuado durante os ensaios de corrente de longa duração ou ciclo de operação.

6.3.11 Ensaio de comportamento sob condições de falha

Este ensaio simula a falha do pára-raios devido a sobretensão excessiva à freqüência industrial ou impulsos de descarga que danificam ou causam falha de um bloco resistor, resultando em uma condição de sobretensão por compensação nos demais blocos de resistores superpostos.

Os ensaios de corrente de falha suportável devem ser executados de acordo com o item 8.10 da ANSI/IEEE-C61.11/87 por sobretensão para correntes eficazes simétricas até 10 kA durante até 0,2 segundos (12 ciclos). Os pára-raios devem transferir o arco interno para uma disrupção externa.
Constitui falha a ejeção de componentes internos do pára-raios ou o não atendimento ao item 8.10.3 da ANSI/IEEE-C61.11/87.

6.3.12 Ensaio mecânico:

6.3.12.1 Da braçadeira de fixação:

Quando instalada conforme a Figura 2 do Anexo B, a braçadeira de fixação deve suportar um esforço de tração "F" em daN equivalente a 3 vezes o peso do pára-raios. Devem ser medidas, na linha de centro do pára-raios, a flecha resultante da aplicação do esforço e a flecha residual (deformação permanente) após desaplicado o esforço. A braçadeira deve suportar também o torque de 3,0 daN x m aplicado ao parafuso do suporte L (NTC 813960).

Constitui falha o não atendimento ao item 5.3.1 desta NTC..

6.3.12.2 Dos terminais, conectores e desligador automático:

Com o pára-raios completo, com o desligador automático e com um condutor de cobre ∅ 4,55 mm conectado ao terminal de aterramento e um condutor de alumínio CAA ∅ 8,02mm conectado ao terminal de linha, deve ser aplicado gradualmente um torque de 2,4 daN.m a ambos os terminais, devendo tal torque ser mantido simultaneamente em ambos os terminais por um tempo mínimo de 1 minuto, após o qual o torque é desaplicado e feita inspeção visual do pára-raios.

Constitui falha a ocorrência de ruptura ou deformação permanente em algum terminal, em algum conector ou no desligador automático, bem como a ocorrência de danos a qualquer um dos condutores.

6.3.13 Ensaio de estanqueidade:

Método como ensaio de TIPO, baseado no Amendment 2 (37/231/CDV - 1999) da IEC 60099-4.

Deve ser adotada a seqüência de ensaio seguinte:

a) Medidas preliminares.

- Perdas ôhmicas (Dissipação de potência) entre 80% e 100% da tensão máxima de operação contínua:
- Descargas parciais a 1,05 vezes a tensão máxima de operação contínua;
- Tensão residual com corrente de descarga nominal.

b) As amostras devem ser pré-condicionadas mecanicamente, aplicando-se torque de 30 N.m à porca de fixação de terminal de alta tensão e de 24 N.m no terminal do desligador automático, durante 30 segundos.
Adicionalmente, as amostras devem ser submetidas ao pré-condicionamento termo-mecânico, através de uma câmara climática com temperatura variando de -40℃ a 60℃, aplicando-se uma carga de flexão de 4,4 kgf ao terminal de alta tensão do pára-raios, em 4 direções ortogonais, durante 96 horas ininterruptas.

c) As amostras devem ser fervidas em água deionizada com 0,1% de NaCl, durante 42 horas ininterruptas. Ao final do período de ebulição, a temperatura da solução de água e sal deverá ser baixada para 50℃, mantendo-se os pára- raios nesta condição até o início das medições suplementares.

d) Medições pós-ensaios.
As seguintes medições suplementares deverão ser realizadas em um período máximo de 8 horas., já com as amostras estabilizadas na temperatura ambiente:

- Perdas ôhmicas (Dissipação de potência) na mesma tensão utilizadas nos ensaios preliminares;
- Descargas parciais a 1,05 vezes a tensão máxima de operação contínua;
- Tensão residual para a mesma corrente de descarga utilizada nos ensaios preliminares.

e) Avaliação do ensaio.

Os pára-raios serão considerados aceitos quando as amostras testadas atenderem às seguintes condições:
- Ausência de alterações mecânicas permanentes em inspeção visual;
- Acréscimo nas perdas ôhmicas (Dissipação de potência) inferior a 20%
- Acréscimo no nível de descargas parciais não superior a 10 pC em relação ao valor determinado no ensaio preliminar.
- Acréscimo na tensão residual não superior a 5% e com os oscilogramas de tensão e corrente sem indicar a ocorrência de descarga disruptivas internas.

Método como ensaio de RECEBIMENTO, baseado na Norma ABNT NBR 5309/1991(item 4.12.1.1).

Deve ser adotada a seqüência de ensaio seguinte:

a) Medidas preliminares.

- Pré-condicionamento mecânico aplicando-se torque de 30 N.m à porca de fixação de terminal de alta tensão e de 24 N.m no terminal do desligador automático, durante 30 segundos.
- Tensão de referência para corrente de 1 mA;
- Perdas ôhmicas (Dissipação de potência) entre 80% e 100% da tensão máxima de operação contínua:
- Descargas parciais a 1,05 vezes a tensão máxima de operação contínua;
- Tensão residual com corrente de descarga nominal.

b) As amostras devem ser colocadas em estufa pelo período de 1 hora , a uma temperatura T1, e a seguir, retiradas e imersas em um recipiente com água pura à temperatura ambiente T2, também durante 1 hora. A diferença entre T1 e T2, durante o ensaio, deverá ser de 60℃± 5℃. Este procedimento deverá ser repetido por quatro ciclos, e ao final, as amostras deverão ser imersas em água por um período mínimo de 12 horas, após o qual deverá ser reiniciado o ensaio por mais quatro ciclos.

c) Medições pós-ensaios.

- Tensão de referência para corrente de 1 mA;
- Perdas ôhmicas (Dissipação de potência) na mesma tensão utilizadas nos ensaios preliminares;
- Descargas parciais a 1,05 vezes a tensão máxima de operação contínua;
- Tensão residual com corrente de descarga nominal;
- Desmontagem e inspeção visual dos componentes internos do pára-raios.

d) Avaliação do ensaio.

Os pára-raios serão considerados aceitos quando as amostras testadas atenderem às seguintes condições:
- Variação de tensão de referencia não superior a 5%;
- Acréscimo nas perdas ôhmicas (Dissipação de potência) inferior a 20%
- Acréscimo no nível de descargas parciais não superior a 10 pC ;
- Acréscimo na tensão residual não superior a 5% e/ou indicações de descargas disruptivas internas nos oscilogramas de tensão e corrente.

6.3.14 Ensaio de envelhecimento acelerado sob tensão e contaminação

CORPOS DE PROVA

Este ensaio não é obrigatório, mas sua realização é desejável e dispensa a execução dos ensaios do item 6.3.15 desta NTC.

Deve ser constituído de pára-raios completos, inclusive com desligador automático e suporte de fixação isolante. As amostras devem ser testadas montadas na posição vertical. Deve haver espaço livre suficiente entre o teto da câmera, as amostras e as paredes a fim de evitar perturbação de campo elétrico.

PROCEDIMENTO DE ENSAIO

O ensaio consiste na aplicação , de forma cíclica, de várias solicitações simulando as condições climáticas, além da tensão máxima de operação contínua da pára-raios. A duração total do ensaio deve ser de 5000 horas, com vários ciclos.
A Figura 4 do Anexo B desta NTC mostra o exemplo de um ciclo incluindo todas as solicitações ambientais e tensão elétrica. Cada ciclo dura 24 horas ocorrendo mudanças programadas a cada 2 horas. Durante os intervalos de tempo em que a umidificação e o aquecimento estão desativados, as amostras são submetidas à temperatura ambiente (15 °C - 25 °C) e umidade relativa do ar de 30% a 60%. A elevação da temperatura desde a ambiente até 50 °C deve levar menos de 15 minutos. A umidificação deve levar menos que 15 minutos para atingir 95 % e menos que 10 minutos para atingir o valor requerido de 98 % de umidade relativa. A saturação que causa gotejamento nos isoladores é obtida por resfriamento natural da câmara de teste após uma seqüência com 50 °C e 98 de umidade relativa. O ventilador deve ser desligado para essa operação. O tempo para retornar à temperatura ambiente é aproximadamente de 2 horas. A chuva e névoa salina devem ser de acordo com publicação IEC. A simulação solar é obtida com lâmpada de arco xenônio de 5000 W espaçada a cerca de 48 cm dos isoladores. Um sistema de filtros torna possível reproduzir aproximadamente a potência e o espectro solar recebido em uma área de clima tropical moderado ao meio dia em junho (cerca de 90 mW/cm^2). O nível de proteção deve ser ajustado em 1 A (valor eficaz).

AVALIAÇÃO DO ENSAIO

Os pára-raios são considerados aprovados no ensaio quando as amostras ensaiadas atenderem às seguintes condições:
- Não ocorrerem mais que três desligamentos da proteção por sobrecorrente para cada amostra ensaiada;
- não ocorrer trilhamento elétrico, ressecamento ou “arborescência”;

- a erosão não exceder a espessura do invólucro de forma a atingir as partes internas;
- não ocorrer perfuração das saias;
- a tensão de referência medida antes e depois do ensaio não variar mais que 5 %;
- os valores das descargas parciais medidos antes e após o ensaio não variarem mais que 5pC e não excederem 50 pC.

6.3.15 Qualificação do material polimérico do invólucro e da braçadeira

Os seguintes ensaios devem ser realizados no material das saias e do revestimento do invólucro e na braçadeira de fixação. Estes ensaios podem ser dispensados caso o pára-raios tenha sido aprovado no ensaio do item 6.3.14 desta NTC.
Os corpos de prova para os ensaios devem ser preparados, se possível , a partir dos produtos acabados.

ENSAIO DE INTEMPERISMO ARTIFICIAL

Devem ser preparados 10 (dez) corpos de prova dos materiais do invólucro e da braçadeira (com as respectivas identificações, se existirem), das quais cinco devem ser submetidas a ensaios mecânicos iniciais e cinco ao envelhecimento por radiação ultra violeta durante 2000 horas.

O método de envelhecimento deve ser um dos seguintes (com as eventuais identificações expostas diretamente à radiação ultravioleta):
- câmara de intemperismo com lâmpada de xenônio, conforme ASTM-G-26 (método A);
- câmara de intemperismo com lâmpada fluorescente, conforme ASTM-G-53 (ciclos de 8 horas de exposição à radiação UV-B a 60 °C e 4 horas de exposição à condensação de água a 50 °C).

Para o material do invólucro, constitui falha a ocorrência de qualquer das seguintes condições:
a) fissuras, fraturas ou bolhas na superfície de qualquer dos corpos de prova;
b) ilegibilidade das eventuais marcas de identificação;
c) variação na dureza do material, antes e após o envelhecimento, verificada conforme ASTM-D-2240 com durâmetro “shore A”, superior a 20% (valores medianos das respectivas séries de cinco corpos de prova).

Par o material da braçadeira, constitui falha a ocorrência de qualquer das seguintes condições:
a) fissuras, fraturas ou bolhas na superfície de qualquer dos corpos de prova;
b) ilegibilidade das eventuais marcas de identificação;
c) variação na tensão e alongamento a ruptura, antes e após o envelhecimento, verificada conforme NBR-6241, superior a 25% (valores medianos das respectivas séries de cinco corpos de prova).

6.15.2 Ensaio de roda de trilhamento

Este ensaio aplica-se apenas ao invólucro e deve ser executado em cinco corpos de prova, conforme IEC-1302, com duração de 1000 horas.

Constitui falha a ocorrência de alguma das seguintes condições em qualquer dos cinco corpos de prova:
a) desligamento do circuito de ensaio por corrente excessiva de trilhamento elétrico;
b) erosão do material da superfície do corpo de prova causada pelo trilhamento elétrico;
c) queima do material do corpo de prova.

ENSAIO DE TRILHAMENTO EM PLANO INCLINADO

Este ensaio aplica-se apenas ao material da braçadeira e deve ser executado em cinco corpos de prova, conforme NBR 10296, método 2, critério A, devendo os corpos de prova suportarem a classe de tensão de trilhamento de 2,50 kV.

Constitui falha a ocorrência de qualquer das seguintes situações com tensão de ensaio igual ou inferior a 2,50 kV:
a) interrupção do circuito de teste de algum dos corpos de prova, por atuação automática de seu disjuntor;
b) erosão do material de algum dos corpos de prova que descaracterize o circuito de teste;
c) acendimento de chama no material de algum dos corpos de prova.

6.3 16 Ensaios de tensão suportável da braçadeira de fixação

Devem ser ensaiados pára-raios completos, sem o desligador automático, montados em ferragem equivalente ao Suporte L (NTC 813960) ou Suporte T (NTC 813964).
A tensão de ensaio deve ser aplicada ao terminal de aterramento do pára-raios, com a ferragem de suporte aterrada.

6.3.16.1Tensão suportável a freqüência industrial sob chuva

Deve ser adotado o mesmo procedimento do ensaio do item 6.3.3 desta NTC.

Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva sob tensão especificada na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.16.1Tensão suportável sob impulso atmosférico

Deve ser adotado o mesmo procedimento do ensaio do item 6.3.4 desta NTC.

Constitui falha a ocorrência de mais de 2 (duas) descargas disruptivas sob impulso normalizado com valor de crista especificado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.

6.3.17 Ensaio de tensão de referência à freqüência industrial:

Este ensaio deve ser realizado em pára-raios completos e deve ser executado conforme descrito nos itens 5.2 e 6.2 da IEC 99-4/91.

Constitui falha a ocorrência de tensão inferior à especificada pelo Fornecedor.

6.3.18 Levantamento da característica "sobre-tensão x tempo":

Este ensaio deve ser realizado em pára-raios completos e deve ser executado conforme descrito no item 5.10 e Anexo D da IEC 99-4/91.

Constitui falha a suportabilidade do pára-raios a uma determinada sobre-tensão por tempo inferior ao da curva fornecida pelo Fornecedor.

6.3.19 Verificação da estanhagem de peças de liga de cobre

Este ensaio aplica-se apenas aos terminais e conectores fabricados em liga de cobre e deve ser realizado conforme a ASTM-B-545.

Constitui falha o não atendimento ao item 5.1.3.2 desta NTC.

7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO:

7.1 Generalidades

A COPEL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os pára-raios de distribuição abrangidos por esta NTC, quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário.

O Fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção dos pára-raios, por parte da COPEL, se realize em Condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta NTC. Assim o Fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os pára-raios em questão, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os dispositivos, instrumentos, etc., para realizá-los.

O Fornecedor deve avisar a COPEL, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias para Fornecedor nacional e de 15(quinze) dias para Fornecedor estrangeiro, sobre as datas em que os pára-raios estarão prontos para inspeção. O período para inspeção deve ser dimensionado pelo Fornecedor, de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na Ordem de Compra ou Contrato.

Independentemente da realização de inspeção pela COPEL, o fornecedor é responsável pela **QUALIDADE e DESEMPENHO** do **EQUIPAMENTO / MATERIAL** durante o período de GARANTIA, de acordo com as condições declaradas no “Termo de Responsabilidade” constante na Ficha Técnica.

7.2 Formação da amostra

As amostras devem ser colhidas, pelo Inspetor da COPEL, nos lotes prontos para embarque.

7.2.1 Para os ensaios de recebimento:

A amostra será formada conforme a Tabela 4 do Anexo A desta NTC.

7.2.2 Para os ensaios complementares de recebimento:

7.2.2.1 Ensaio do desligador automático:

A amostra será formada por 15 (quinze) desligadores, retirados dos pára-raios do lote (que podem ser os formadores de amostra para outros ensaios). Estes 15 (quinze) desligadores devem ser divididos em grupos de 5 (cinco) unidades cada, sendo cada grupo ensaiado com um determinado valor de corrente, conforme o método exigido no item 6.3.10 desta NTC.

7.2.2.2 Demais ensaios complementares de recebimento:

A amostra será formada por 3 (três) pára-raios do lote, distintos para cada tipo de ensaio complementar de recebimento.

7.3 Aceitação ou rejeição:

A aceitação dos pára-raios pela COPEL, seja pela comprovação dos valores seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os pára-raios em plena concordância com a Ordem de Compra e com esta NTC, nem invalidará qualquer reclamação que a COPEL venha a fazer baseada na existência de pára-raios inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de pára-raios em virtude de falhas constatadas por meio da inspeção, durante os ensaios ou em virtude de discordância com a Ordem de Compra ou com esta NTC, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os pára-raios na data de entrega prometida. Se, na opinião da COPEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o Fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COPEL reserva-se o direito de rescindir todas as sua obrigações e adquirir os pára-raios em outra fonte, sendo o Fornecedor considerado como infrator da Ordem de Compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

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

7.3.1 Critérios para aceitação ou rejeição:

Os critérios para aceitação ou rejeição dos lotes, quando da realização dos ensaios, são os seguintes:

7.3.1.1 Ensaios de Tipo:

Todas as três amostras devem ser aprovadas nos ensaios, para que o pára-raios seja aceito no cadastramento técnico de materiais da Copel.

7.3.1.2 Ensaios de recebimento:

As quantidades de pára-raios da amostra cujas falhas determinam a aceitação ou a rejeição do lote, para cada ensaio, são as constantes da Tabela 4 do Anexo A desta NTC.

7.3.1.3 Ensaios complementares de recebimento:

- Se não houver nenhuma falha, o lote será aceito.
- Se apenas um pára-raios (ou desligador automático) falhar em algum dos ensaios, o Fornecedor deverá elaborar relatório apontando as causas da falha. Se esta for oriunda de erro de projeto, o lote será definitivamente recusado. Se for constatado erro de produção, os ensaios relacionados à falha ocorrida serão repetidos em amostra de tamanho duas vezes maior, não sendo admitida então nenhuma falha.
- Se dois ou mais pára-raios (ou desligadores automáticos) falharem em algum dos ensaios, o lote será rejeitado.

7.4 Ficha Técnica

O fornecimento à Copel deste material fica condicionado à homologação da Ficha Técnica e obtenção do Certificado no Programa Qualicerti. Para maiores informações consultar a Internet no seguinte endereço:

WWW.COPEL.COM
-Normas Técnicas

8 - ANEXOS:

8.1 **ANEXO A – Características do Sistema Elétrico da COPEL**

Tensão Nominal do Sistema	13,8 kV	34,5 kV
Tensão Máxima de Operação do Sistema - (Fase-Fase)	13,8 kV	34,5 kV
Neutro	Aterramento por reatância $\frac{X_0}{X_1} \leq 10$	Multiaterrado $\frac{X_0}{X_1} \leq 3$ e $\frac{R_0}{R_1} \leq 1$
Tensão Máxima Admissível Fase-Terra em Caso de Falta	15 kV	27 kV
Nível de Isolação do Isolador (NBI)	110 kV	170 kV
Potência Máxima de Curto-Circuito do Sistema	250 MVA	500 MVA
1	2	3

8.2 ANEXO B - Características Elétricas dos Pára-raios

TENSÃO NOMINAL (Valor mínimo) (kV)		15	27
MÁXIMA TENSÃO DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (kV)		13 ± 1	23 ± 1,5
INVÓLUCRO	TENSÃO SUPORTÁVEL A 60 Hz (kV eficaz), SOB CHUVA, DURANTE 1 MINUTO - mínimo	34	60
	TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO NORMA-LIZADO (ONDA 1,2x50 µs), VALOR DE CRISTA (kV) mínimo	70	126
	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO MÍNIMA ENTRE OS TERMINAIS DE LINHA E ATERRAMENTO (mm)	300	600
	TENSÃO SUPORTÁVEL A 60 Hz (Kv eficaz) SOB CHUVA DURANTE 1 MINUTO - mínimo	18	33
BRAÇADEIRA DE FIXAÇÃO	TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO NORMALIZADO (kV - CRISTA) - mínimo	38	69
	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO MÍNIMA ENTRE FUROS DE FIXAÇÃO (mm)	130	200
CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL (ONDA 8x20 µs), VALOR DE CRISTA (valor mínimo) (kA)		5 - para os PR´s de 5 KA 10 - para os PR´s de 10 KA	
TENSÃO RESIDUAL MÁXIMA (kV)	SOB CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL	54	97
	SOB CORRENTE DE DESCARGA COM FRENTE ÍNGREME (ONDA 1 X 20 µs)	60	108
CORRENTE SUPORTÁVEL DE DESCARGA	BAIXA INTENSIDADE E LONGA DURAÇÃO, ONDA RETANGULAR DE 1000 µs, VALOR DE CRISTA (A)	75 – só para o para os PR´s de 5 KA	
	ALTA INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO, PARA O ENSAIO DE CICLO DE OPERAÇÃO, ONDA (4 a 6) / (10 a 15) µs, VALOR DE CRISTA (A)	65.000 - para os PR´s de 5 KA 100.000 - para os PR´s de 10 KA	
RADIOINTERFE-RÊNCIA E IONIZAÇÃO INTERNA	TENSÃO MÁXIMA DE IONIZAÇÃO INTERNA (µs), MEDIDA EM 1000 Khz E REFERIDA A 300Ω	100	
	TENSÃO MÁXIMA DE RADIOINTERFERÊNCIA TRI (µV), MEDIDA EM 1000 Khz E REFERIDA A 300Ω	250	
	TENSÃO APLICADA NO ENSAIO (kV)	8,8	21,9
1	2	3	4

8.3 ANEXO C – Relação dos ensaios de Tipo, Recebimento e Complementares de Recebimento

ITEM	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	TIPO	RECEBI-MENTO	COMPLEM. RECEB.
a	INSPEÇÂO GERAL	X	X	
b	VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL	X	X	
c	TENSÃO SUPORTÁVEL A 60 Hz DO INVÓLUCRO	X		X
d	TENSÃO SUPORTÁVEL SOB IMPULSO ATMOSFÉ-RICO DO INVÓLUCRO	X		X
e	TENSÃO RESIDUAL SOB CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL	X	X	
F	TENSÃO RESIDUAL SOB CORRENTE DE DESCARGA EM FRENTE ÍNGREME	X		X
g	CORRENTE SUPORTÁVEL DE BAIXA INTENSIDA-DE E LONGA DURAÇÃO	X		X
h	CICLO DE OPERAÇÃO	X		X
i	RADIOINTERFERÊNCIA E IONIZAÇÃO INTERNA	X		X
j	ENSAIO DO DESLIGADOR AUTOMÁTICO	X		X
k	ENSAIO DE COMPORTAMENTO SOB CONDIÇÕES DE FALHA	X		X
l	ENSAIO MECÂNICO	X	X	
m	ESTANQUEIDADE	X	X	
n	ENVELHECIMENTO ACELERADO SOB TENSÃO E CONTAMINAÇÃO	X		X
o	ENSAIOS DE QUALIFICAÇÃO DO MATERIAL POLIMÉRICO DO INVÓLUCRO E DA BRAÇADEIRA DE FIXAÇÃO	X		X
p	ENSAIOS DE TENSÃO SUPORTÁVEL DA BRAÇADEIRA DE FIXAÇÃO	X		X
q	TENSÃO DE REFERÊNCIA À FREQUENCIA INDUSTRIAL	X	X	
r	LEVANTAMENTO DA CARACTERÍSTICA “SOBRE TENSÃO X TEMPO”	X		X
s	VERIFICAÇÃO DA ESTANHAGEM DE PEÇAS DE LIGA DE COBRE	X	X	
1	2	3	4	5

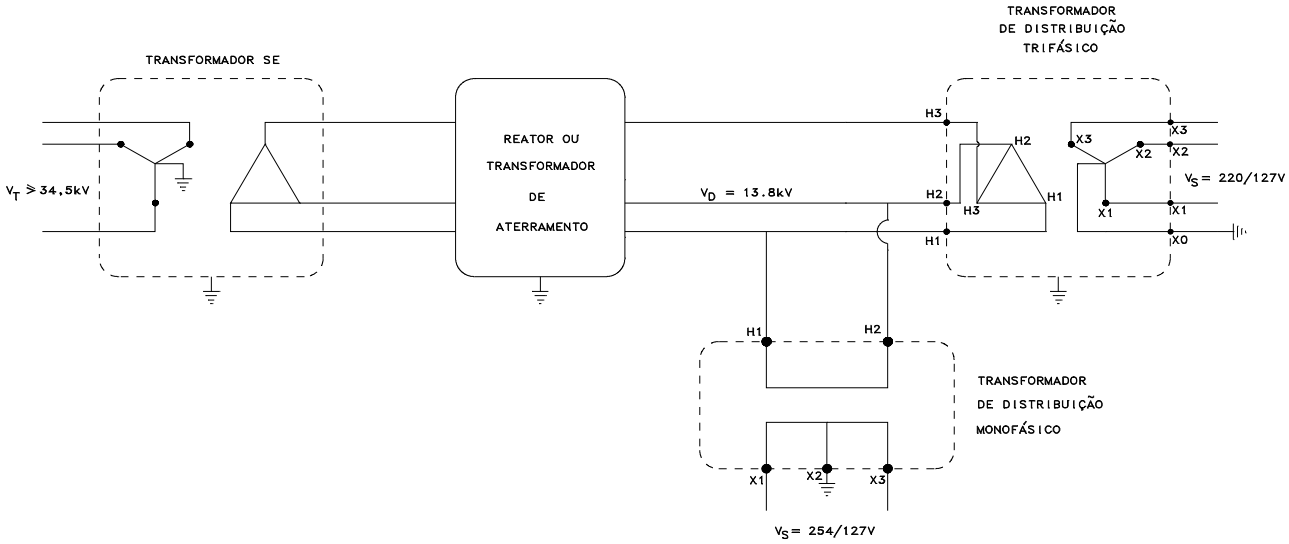
8.4 ANEXO D – Plano de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do lote	- INSPEÇÃO VISUAL				- VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL				- TENSÃO RESIDUAL - TENSÃO DE REFERÊCIA - ESTANQUEIDADE				- ESTANHAGEM - ENSAIO MECÂNICO		
	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA	Ac	Re
	Seq.	Quant.			Seq.	Quant.	DUPLA, NÍVEL I, NQA 2,5%	DUPLA, NÍVEL I, NQA 4,0%	DUPLA, NÍVEL S4, NQA 2,5%	SIMPLES, NÍVEL S3, NQA 2,5%					
Até 90	-	5	0	1	-	3	0	1	-	5	0	1	3	0	1
91 a 150	-	5	0	1	1°	8	0	2	-	5	0	1	3	0	1
					2°	8	1	2							
151 a 280	1°	13	0	2	1°	8	0	2	1°	13	0	2	13	1	2
	2°	13	1	2	2°	8	1	2	2°	13	1	2			
281 a 500	1°	13	0	2	1°	13	0	3	1°	13	0	2	13	1	2
	2°	13	1	2	2°	13	3	4	2°	13	1	2			
501 a 1.200	1°	20	0	3	1°	20	1	4	1°	13	0	2	13	1	2
	2°	20	3	4	2°	20	4	5	2°	13	1	2			
1201 a 3.200	1°	32	1	4	1°	32	2	5	1°	20	0	3	13	1	2
	2°	32	4	5	2°	32	6	7	2°	20	3	4			
3.201 a 10.000	1°	50	2	5	1°	50	3	7	1°	20	0	3	20	2	3
	2°	50	6	7	2°	50	8	9	2°	20	3	4			
10.001 a 35.000	1°	80	3	7	1°	80	5	9	1°	32	1	4	20	2	3
	2°	80	8	9	2°	80	12	13	2°	32	4	5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

a) Regime normal;
b) Ac - Número de pára-raios defeituosos que ainda permite aceitar o lote;
Re - Número de pára-raios defeituosos que implica na rejeição do lote;
c) Se a amostra requerida for igual ou maior que o número de unidades do produto constituintes do lote, efetuar inspeção cem por cento das unidades;
d) Para amostragem dupla o procedimento é o seguinte: é ensaiado um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidade defeituosas, após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

8.5 ANEXO E – Sistemas 13,8kV e 34,5kV da COPEL

a) Sistema 13,8 Kv - Sistema de Neutro Isolado, aterrado através de Reator ou Transformador Trifásico de Aterramento para proteção contra faltas fases-terra, sendo permitida apenas a ligação de transformadores de distribuição monofásicos entre fases e de trifásicos em triângulo.



a) Sistema 34,5 Kv - Sistema de Neutro Aterrado conforme configuração abaixo, sendo os transformadores de distribuição monofásicos ligados entre fase e terra e os trifásicos em estrela aterrada.

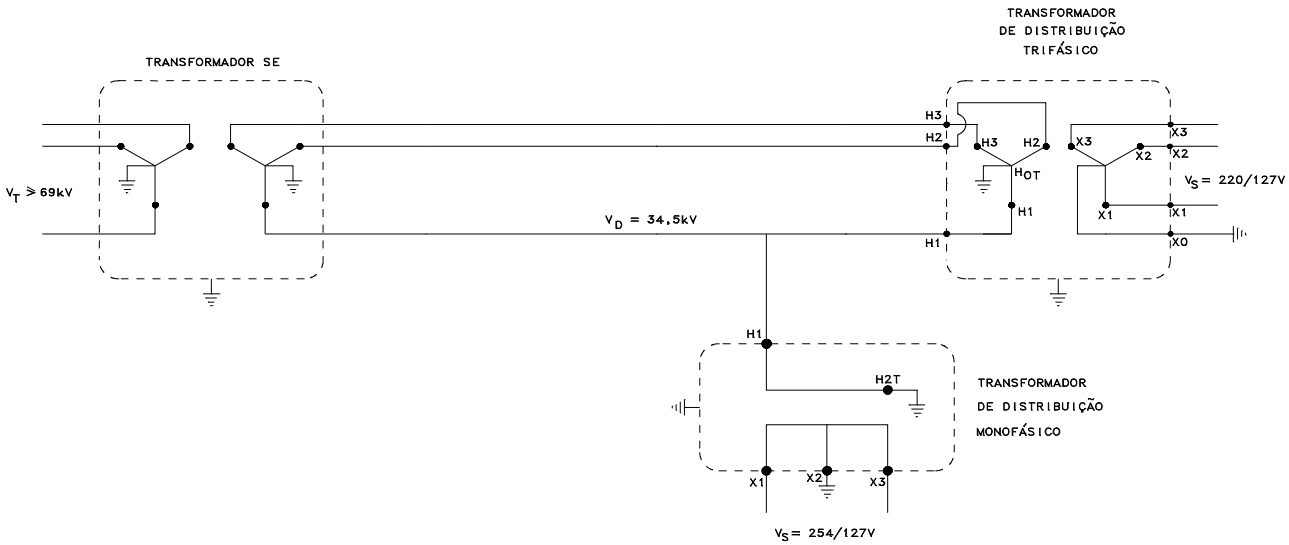
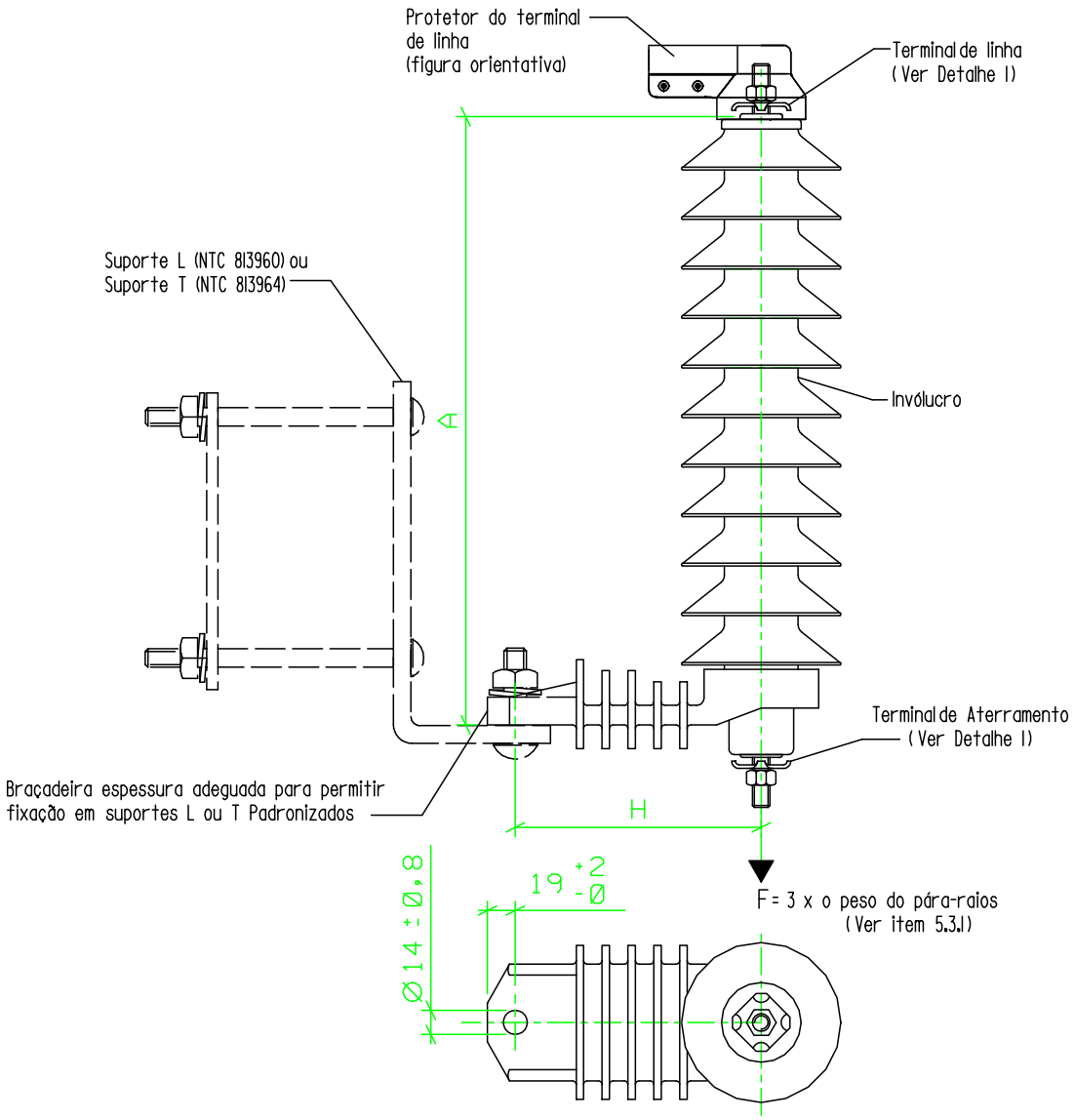


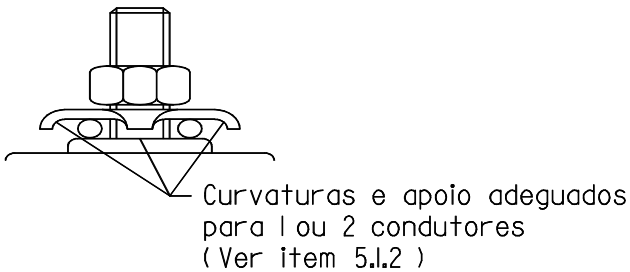
FIGURA 1 - Configuração dos Sistemas Elétricos da COPEL



8.6 A N

E X O F – Desenho do pára-raios

DETALHE 1



TENSÃO	DIMENSÕES (mm)	
(kV)	**A** (máx.)	**H** (mín.)
15	400	80
26	500	95

OBS.: Medidas em milímetros.

FIGURA 2 - Pára-raios de Distribuição 15 kV ou 27 kV

8.7 A N E X O G – Exemplo de ciclo de envelhecimento acelerado

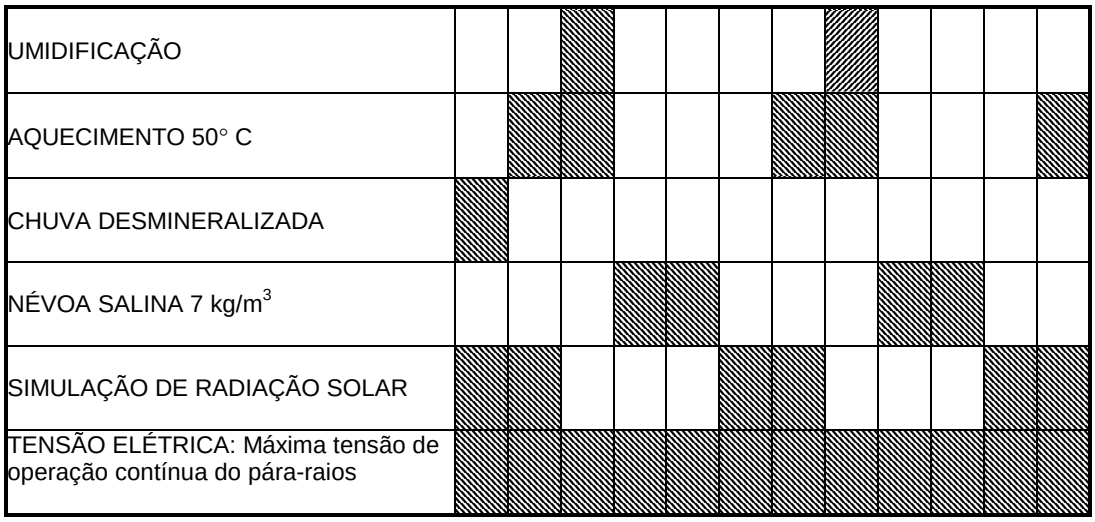


FIGURA 3 - Exemplo de um ciclo de envelhecimento acelerado