



NORMA TÉCNICA CELG

Isolador Tipo Pino Polimérico Classes 15 e 36,2 kV Especificação e Padronização

**NTC-24
Revisão 1**

COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

NTC-24

**Isolador Tipo Pino Polimérico
Classes 15 e 36,2 kV**

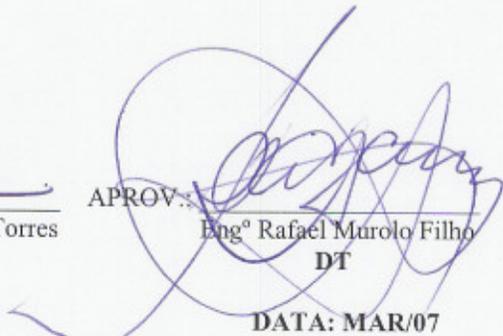
Especificação e Padronização

Revisão 1

Elaboração: 
Engº Luiz Flávio Naves Rodrigues
DT-SNT

APROV: 
Engº Antônio de Almeida
DT-DPTN

APROV: 
Engº Luiz Fernando de M. Torres
DT-SPSE

APROV: 
Engº Rafael Murolo Filho
DT

DATA: MAR/07

ÍNDICE

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	OBJETIVO	1
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	4
4.	CONDIÇÕES GERAIS	5
4.1	Condições de Serviço	5
4.2	Identificação	5
4.3	Acabamento	5
4.4	Acondicionamento	5
4.5	Garantia	6
4.6	Aprovação de Protótipos	6
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	7
5.1	Características Dimensionais	7
5.2	Requisitos Físicos e Elétricos	7
5.3	Requisitos Mecânicos	7
6.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	8
6.1	Generalidades	8
6.2	Inspeção Geral	10
6.3	Relação dos Ensaio	10
6.4	Descrição dos Ensaio	11
6.5	Relatórios dos Ensaio	15
6.6	Aceitação e Rejeição	15
ANEXO A	TABELAS	
TABELA 1	REQUISITOS FÍSICOS DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE	16
TABELA 2	REQUISITOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS DO ISOLADOR	16
TABELA 3	PLANOS DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO E INSPEÇÃO GERAL	17
TABELA 4	ENSAIOS DE TIPO E RECEBIMENTO	17
ANEXO B	PREPARAÇÃO DE CORPOS-DE-PROVA PARA OS ENSAIOS DO COMPOSTO A PARTIR DO PRODUTO ACABADO	18
ANEXO C	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	20
ANEXO D	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	22
ANEXO E	DESENHO: ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO	23

1. OBJETIVO

Esta norma define os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e aceitação de isoladores tipo pino poliméricos utilizados em redes de distribuição aéreas primárias nas tensões 13,8 e 34,5 kV.

2.**NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES**

Para o projeto, construção e ensaios dos isoladores, bem como para toda terminologia adotada, deverão ser seguidas as prescrições das seguintes normas, em suas últimas revisões.

NBR 5049	Isoladores de porcelana ou vidro para linhas aéreas e subestações de alta tensão - Método de ensaio.
NBR 5032	Isoladores de porcelana ou vidro, para linhas aéreas e subestações de alta tensão - Especificação.
NBR 5389	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Método de ensaio.
NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento.
NBR 5456	Eletricidade geral - Terminologia.
NBR 5460	Sistemas elétricos de potência - Terminologia.
NBR 5472	Isoladores e buchas para eletrotécnica - Terminologia.
NBR 6936	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Procedimento.
NBR 7291	Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência à fissuração - Método de ensaio
NBR 7307	Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização - Método de ensaio
NBR 7875	Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização.
NBR 7876	Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de ensaio.
NBR 9335	Embalagem de madeira e de papelão ondulado para isoladores de pino - Características dimensionais e estruturais - Padronização
NBR 9512	Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de ensaio.
NBR 10296	Material isolante elétrico - Avaliação da resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio.
NBRNM-IEC60811-1-1	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
NBRNM-IEC60811-1-2	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico
NBRNM-IEC60811-1-3	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaios de absorção de água - Ensaio de retração
ASTM D150	Standard Test Methods for AC Loss Characteristics and Permittivity (Dielectric Constant) of Solid Electrical Insulation.

ASTM D638	Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
ASTM D1351	Standard Specification for Thermoplastic Polyethylene Insulation for Electrical Wire and Cable.
ASTM D2240	Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness.
ASTM D2565	Standard Practice for Xenon Arc Exposure of Plastics Intended for Outdoor Applications.
ASTM E94	Standard Guide for Radiographic Examination.
ASTM G154-04	Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.
ASTM G155-05a	Standard Practice for Operating Xenon arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.
IEC 60437	Radio interference test on high voltage insulators
IEC 61109	Composite insulators for ac overhead lines with a nominal voltage greater than 1 kV - Definitions, test methods and acceptance criteria.
IEC 61211	Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - Impulse puncture testing in air

Notas:

- 1) Poderão ser utilizadas normas de outras organizações normalizadoras, desde que sejam oficialmente reconhecidas pelos governos dos países de origem, assegurem qualidade igual ou superior às mencionadas neste item, não contrariem esta especificação e sejam submetidas a uma avaliação prévia por parte da CELG.*
- 2) Caso haja opção por outras normas, que não as anteriormente mencionadas, essas devem figurar, obrigatoriamente, na documentação de licitação. Todavia, caso a CELG considere conveniente, o proponente deve enviar uma cópia de cada norma para fins de análise.*
- 3) O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da CELG, no local da inspeção, todas as normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.*
- 4) Esta norma foi baseada no seguinte documento:
ABRADEE 18.27: Especificação de isoladores tipo pino poliméricos para redes compactas de 13,8 e 34,5 kV.*

3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas normas NBR 5456 e NBR 5472, complementados pelas definições a seguir:

Isolador Tipo Pino Polimérico

Isolador convencional dotado de orifício roscado ou provido de pino, constituído por um único corpo isolante, que para a fixação dos cabos cobertos, requer o uso de amarrações externas.

Saias do Isolador

Parte externa do isolador destinada a aumentar a distância de escoamento.

Trilhamento Elétrico (Tracking)

Degradação irreversível do isolador provocada pela formação de caminhos, que se iniciam e desenvolvem na superfície do material isolante, propícios a conduzir corrente elétrica, mesmo quando secos.

Arvorejamento

Degradação irreversível do isolador provocada pela formação de microcanais dentro do material. Podem ser condutivos ou não e se estenderem progressivamente pelo material, até que ocorra falha.

Erosão

Degradação irreversível e não condutiva da superfície do isolador, que ocorre por perda de material. Pode ser uniforme, localizada ou ramificada.

Nota:

Quando da ocorrência de descargas parciais, marcas superficiais rasas, normalmente ramificadas, podem aparecer em isoladores compostos poliméricos assim como em isoladores de cerâmica. Essas marcas, entretanto, não são prejudiciais pois não são condutoras. Quando forem condutoras, deverão ser consideradas como trilhamento.

Esfarinhamento

Aparecimento de partículas do material de revestimento que formam uma superfície rugosa ou coberta de pó.

Rachadura (Cracking)

Fratura superficial com profundidade superior a 0,1 mm.

Fissura

Microfratura superficial com profundidade entre 0,01 e 0,1 mm.

4. CONDICÕES GERAIS

4.1 **Condições de Serviço**

Os isoladores devem ser adequados para instalação ao tempo, sob as condições normais de serviço:

- a) altitude limitada a 1000 m;
- b) temperatura: máxima do ar ambiente 40°C e média, num período de 24 horas, não superior a 35°C;
- c) temperatura mínima do ar ambiente: 0°C;
- d) pressão máxima do vento 700 Pa (70 daN/m²);
- e) umidade relativa do ar até 100%;
- f) exposição direta aos raios solares e a qualquer tipo de intempérie climática.

4.2 **Identificação**

Os isoladores devem ser identificados de forma legível e indelével, em alto relevo, com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) mês e ano de fabricação.

A identificação sobre o corpo isolante não deve produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho dos isoladores em serviço.

4.3 **Acabamento**

A superfície externa do isolador deve ser completamente lisa, isenta de rebarbas, impurezas, porosidades, bolhas e incrustações que possam vir a comprometer o desempenho do material.

O isolador deve ser provido de um material, no interior do orifício para instalação do pino roscado, de constante e rigidez dielétrica compatíveis com as do material do isolador, de modo a preencher o espaço compreendido entre a cabeça do pino e o corpo do isolador, visando impedir a formação de descargas parciais e, conseqüentemente, a erosão do material.

O isolador deve ser de coloração clara visando facilitar as inspeções em campo.

4.4 **Acondicionamento**

Os isoladores devem ser acondicionados obedecendo as seguintes condições:

- a) de modo adequado ao meio de transporte (ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo) e ao manuseio;
- b) em embalagens conforme NBR 9335, com massa bruta limitada a 40 kg;
- c) em volumes marcados de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- nome e/ou marca comercial do fabricante;
- identificação completa do conteúdo (tipo e quantidade);
- massas bruta e líquida;
- dimensões do volume;
- dados da CELG (nome, endereço, etc);
- número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- número da Nota Fiscal;
- outras informações que o CFM exigir.

Nota:

O fornecedor deve enumerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva do conteúdo de cada um.

4.5 Garantia

O fornecedor deve proporcionar garantia mínima de trinta e seis meses, a partir da data de fabricação, ou vinte e quatro meses após a data de início de utilização; prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de projeto, fabricação, material e acondicionamento.

Caso os isoladores apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pela CELG, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. As despesas com mão-de-obra, decorrentes da retirada e instalação de isoladores comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

4.6 Aprovação de Protótipos

O fabricante deve submeter previamente à aprovação da CELG como condição para fornecimento, protótipos do isolador, nos seguintes casos:

- a) primeiro fornecimento deste material à CELG;
- b) protótipo já aprovado e cujo projeto tenha sido alterado;
- c) protótipo que tenha sido reprovado total ou parcialmente;
- d) quando solicitado.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Características Dimensionais

As características dimensionais do isolador estão indicadas no Anexo E.

A parte roscada do orifício do isolador deve ser própria para instalação de pino padrão 25 mm para 13,8 kV e 35 mm para 34,5 kV, conforme NBR 5032.

5.2 Requisitos Físicos e Elétricos

O composto isolante do isolador deve ser polietileno de alta densidade ou outro material polimérico que atenda aos requisitos desta norma, resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultravioleta.

A Tabela 1 apresenta os requisitos físicos para o composto a ser utilizado na confecção do isolador.

A Tabela 2 apresenta os requisitos elétricos e mecânicos para o isolador pronto, quando utilizado com pino e montado sobre braço tipo C.

5.3 Requisitos Mecânicos

Os isoladores para tensões 13,8 e 34,5 kV, montados com um pino de isolador ou peça que o simule, conforme detalhe para ensaio mostrado no Anexo E, devem resistir aos seguintes esforços de flexão mínimos:

- a) sem ruptura: 1200 daN
- b) nominal: 600 daN

6. INSPEÇÃO E ENSAIOS

6.1 Generalidades

- a) Os isoladores deverão ser submetidos à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela CELG.
- b) A CELG reserva-se ao direito de inspecionar e testar os isoladores e o material utilizado durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) Os ensaios de tipo, previstos na Tabela 4, deverão ser realizados em isoladores de cada modelo a ser fornecido, de acordo com o estabelecido no CFM, em um protótipo, ou deverão ser apresentados, juntamente com a proposta, certificados desses ensaios, realizados previamente em isoladores idênticos aos ofertados.
- d) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da CELG, caso já exista um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve emitir um relatório completo destes ensaios, com todas as informações necessárias, tais como, métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios pela concessionária somente terá validade por escrito. Entretanto, é reservado à CELG o direito de rejeitar esses relatórios, parcialmente ou totalmente, se os mesmos não estiverem conforme prescrito nas normas ou não corresponderem aos equipamentos especificados.
- e) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da CELG.
- f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc, devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- h) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - não exime o fabricante da responsabilidade em fornecer os equipamentos de acordo com os requisitos desta norma;

- não invalida qualquer reclamação posterior da CELG a respeito da qualidade do equipamento e/ou fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Havendo qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

- i) Após a inspeção dos isoladores, o fabricante deverá encaminhar à CELG, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, em uma via, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela concessionária. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como, métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios, além dos resultados obtidos.
- j) Todas as unidades do produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por outras novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CELG.
- k) Nenhuma modificação nos isoladores deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da concessionária, sem qualquer custo adicional.
- l) A CELG poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os isoladores estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- m) Para efeito de inspeção, os isoladores deverão ser divididos em lotes, por tipo.
- n) A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fabricante de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na conclusão da CELG, a rejeição tornar impraticável a entrega do equipamento nas datas previstas, ou tornar evidente que o fabricante não será capaz de satisfazer às exigências estabelecidas nesta especificação, a mesma reserva-se ao direito de rescindir todas as obrigações e obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fabricante será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A CELG reserva-se ao direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse aspecto, as despesas serão de responsabilidade da mesma, caso as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, incidirão sobre o fabricante.
- q) Os custos da visita do inspetor da CELG, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
 - na data indicada na solicitação de inspeção o equipamento não estiver pronto;
 - o laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas e até g;

- o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- for necessário reinspecionar o material por motivo de recusa.

6.2 Inspeção Geral

Antes da execução dos ensaios deve ser efetuada uma inspeção geral verificando o seguinte:

- a) identificação, conforme item 4.2;
- b) acabamento, conforme item 4.3;
- c) acondicionamento, conforme item 4.4.

6.3 Relação dos Ensaios

6.3.1 Para o Composto Utilizado

- Resistência à tensão de trilhamento elétrico.

- Ensaios físicos:

- a) permitividade relativa;
- b) absorção de água;
- c) temperatura de fragilização.

- Ensaios mecânicos antes e após o envelhecimento artificial em estufa a ar:

- a) carga de ruptura;
- b) alongamento à ruptura.

- Ensaios mecânicos antes e após o envelhecimento artificial em câmara de UV:

- a) carga de ruptura;
- b) alongamento à ruptura.

6.3.2 Para o Isolador:

- a) verificação dimensional;
- b) resistência mecânica à flexão;
- c) tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva;
- d) tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- e) perfuração;
- f) compatibilidade dielétrica (isolador, cabo e amarração).

6.3.3 Ensaios de Tipo e Recebimento

A aplicação desses ensaios encontra-se na Tabela 4.

Nota:

O tipo de um isolador é definido eletricamente pela distância de arco a seco, pela distância de escoamento e pela inclinação, diâmetro e espaçamento das saias e mecanicamente pelo tipo de fixação, devendo os ensaios de tipo serem repetidos se pelo menos uma dessas características for alterada, pelo projeto, matéria prima ou processo de fabricação.

6.4 Descrição dos Ensaios

6.4.1 Resistência do Composto ao Trilhamento Elétrico

6.4.1.1 Preparação dos Corpos-de-Prova

- a) Devem ser preparados cinco corpos-de-prova, a partir de ferramenta apropriada para moldagem do material utilizado na confecção do isolador, com as dimensões padronizadas na NBR 10296, a partir do mesmo equipamento empregado na injeção do produto final.
- b) Caso os corpos-de-prova sejam produzidos a partir do produto acabado, poderá ser utilizado o método apresentado no Anexo B ou outro processo acordado entre fabricante e CELG.
- c) Deve-se proceder ao lixamento de cada corpo-de-prova, observando-se as seguintes condições:
 - c1) selecionar o lado sem gravação, se esta existir, no corpo-de-prova;
 - c2) utilizando um borrifador cheio de água destilada ou deionizada, borrifar água sobre a superfície e iniciar o lixamento com lixa de carbetto de silício ou de óxido de alumínio, granulação 400, para retirar a oleosidade, brilho e repelência à água; solventes e detergentes químicos devem ser evitados, pois podem modificar a condição superficial do dielétrico que constitui os corpos-de-prova;
 - c3) lixar levemente apenas no sentido longitudinal do corpo-de-prova, para que seja removido todo o brilho da superfície, bem como eventuais resíduos metálicos; uma mesma lixa não deve ser utilizada em mais do que três corpos-de-prova;
 - c4) secar com papel toalha ou lenço de papel, após o lixamento;
 - c5) limpar com gaze (ou outro material que não deixe resíduos) umedecida em álcool isopropílico, para retirar a gordura, após o lixamento.

6.4.1.2 Execução do Ensaio

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

- a) após a preparação da solução do líquido contaminante e equilíbrio térmico em ambiente a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, deve-se medir a resistividade. Para os fins deste método, o equilíbrio térmico consiste em no mínimo duas horas na temperatura especificada; havendo necessidade de ajuste no valor encontrado para atender a NBR 10296, deve-se fazê-lo e em seguida, realizar nova medição da resistividade, sempre respeitando a temperatura especificada.

- b) os eletrodos, bem como a preparação e montagem do circuito de ensaio, devem atender aos desenhos da NBR 10296,
- c) a(s) fonte(s) de alimentação do(s) circuito(s) de ensaio deve(m) ter potência suficiente, ou ter regulagem de resposta rápida, para manter constante a tensão aplicada quando ocorrerem cintilações ou centelhamentos nos corpos-de-prova.
- d) o fluxo do líquido contaminante deve estar de acordo com a NBR 10296.
- e) a calibração do fluxo deve ser feita antes de cada ensaio e para cada um dos grupos de cinco corpos-de-prova, conforme os passos abaixo:
 - e1) dispor de cinco "beckers" pequenos com tara conhecida e bem identificada;
 - e2) ajustar a bomba peristáltica e coletar solução por um tempo mínimo de dez minutos em todos os cinco canais simultaneamente;
 - e3) pesar cada um dos "beckers" com solução;
 - e4) calcular o fluxo, para cada canal, a partir da fórmula abaixo:

$$F = \frac{(m_1 - m_2)}{t.d}$$

sendo:

F = fluxo (ml / minuto)

m₁ = massa do "becker" com solução coletada (g)

m₂ = tara do "becker" (g)

t = tempo de coleta da solução (minuto)

d = densidade da solução (g/cm³). No caso pressupõe-se densidade da solução igual a 1 g/cm³.

- e5) reajustar, repetindo os passos de "c" a "e", até que todos os canais apresentem uma diferença menor que 5% em relação ao valor prescrito para o fluxo;
- e6) o umedecimento das folhas de papel do filtro (usar oito folhas), antes do início do ensaio, deve ser realizado usando-se a própria solução contaminante e não água;
- e7) as trocas de resistências nos degraus especificados devem ser feitas em no máximo cinco minutos após o término do degrau anterior.

6.4.1.3 Avaliação dos Resultados

Constitui falha no ensaio a ocorrência de qualquer das seguintes situações, em qualquer um dos corpos-de-prova, com tensão de trilhamento até 2,75 kV:

- a) interrupção do circuito de teste por atuação automática de seu dispositivo de proteção (disjuntor);
- b) erosão do material que descaracterize o circuito de teste;
- c) acendimento de chama no material.

6.4.2 Ensaio Físico do Composto

O composto deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 1.

6.4.3 Ensaios Mecânicos do Composto, Antes e Após Envelhecimento em Estufa a Ar

Devem ser confeccionados dez corpos-de-prova, preparados de acordo com as respectivas normas de ensaio, e separados em dois grupos com cinco unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após envelhecimento em estufa a ar.

Todos os corpos-de-prova devem atender aos valores da Tabela 1.

Os valores mínimo e máximo obtidos após o envelhecimento não devem variar mais do que 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos dos corpos-de-prova ensaiados sem envelhecimento.

6.4.4 Ensaios Mecânicos do Composto, Antes e Após Envelhecimento em Câmara de UV

Devem ser confeccionados dez corpos-de-prova, preparados de acordo com as respectivas normas de ensaio, e separados em dois grupos com cinco unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após envelhecimento em câmara de intemperismo artificial, durante 2000 h, de acordo com um dos seguintes critérios:

- a) quando for utilizada lâmpada de xenônio, ensaiar conforme ASTM G155-05a, método A;
- b) quando for utilizada lâmpada fluorescente, ensaiar conforme ASTM G154-04 ou NBR 9512, com ciclos de 8 h de exposição à radiação UV-B a 60°C e 4 h de exposição à condensação de água a 50°C.

Todos os corpos-de-prova devem atender aos valores da Tabela 1.

Os valores mínimo e máximo obtidos após o envelhecimento não devem variar mais do que 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos dos corpos-de-prova ensaiados sem envelhecimento.

6.4.5 Verificação Dimensional

As dimensões do isolador devem ser verificadas de acordo com o Anexo E.

Pequenas variações nas partes não cotadas serão admissíveis desde que sejam mantidas as características eletromecânicas do isolador.

No ensaio de verificação da rosca deve ser utilizado o calibre indicado na NBR 5032.

6.4.6 Tensão Suportável Nominal à Freqüência Industrial Sob Chuva

O isolador deve suportar o valor especificado na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado utilizando-se condutor nu, de acordo com as prescrições da NBR 5049 e atender às exigências da NBR 5032.

6.4.7 Tensão Suportável de Impulso Atmosférico a Seco

O isolador, equipado com o respectivo pino, deve ser montado sobre um suporte metálico apropriado e aterrado, os impulsos devem ser aplicados entre o isolador e o pino por intermédio de um eletrodo de teste nu posicionado no topo do isolador e posteriormente na lateral do mesmo.

O valor de tensão a ser aplicado está especificado na Tabela 2.

O isolador deve ser submetido ao ensaio com ondas de polaridade positiva e negativa (1,2 x 50 μ s), conforme NBR 6936, procedimento B, devendo ser aplicados 15 impulsos de cada polaridade.

Não pode ocorrer perfuração no dielétrico e nem qualquer evidência de falha, no entanto, são admissíveis duas descargas de contorno.

6.4.8 Perfuração Sob Impulso no Ar

O isolador deve suportar o valor especificado na Tabela 2, sob impulso com frente íngreme, correspondente a 2,1 vezes a tensão suportável de impulso atmosférico a seco, de acordo com as prescrições da IEC 61211.

O ensaio será considerado satisfatório se não ocorrer perfuração com uma tensão menor ou igual ao valor especificado. Mediante acordo a tensão poderá ser elevada até ocorrer a perfuração.

6.4.9 Resistência Mecânica à Flexão

Após envelhecimento em estufa a ar durante 168 h a $110\pm 2^\circ\text{C}$, o isolador, montado com pino de aço de alta resistência mecânica, deve ser submetido aos valores indicados no item 5.3, sem que ocorra ruptura mecânica ou qualquer deformação permanente que impeça a continuação do ensaio.

6.4.10 Compatibilidade Dielétrica

Para a realização do ensaio devem ser montados três conjuntos independentes com dois isoladores, 3 m de cabo coberto por fase e as amarrações.

As características do cabo e amarrações devem ser objeto de acordo entre fornecedor e CELG.

Parâmetros para o ensaio:

- aplicação de corrente elétrica no condutor para a temperatura da superfície do cabo de 60°C ;
- ciclos de aspersão de chuva de cinco minutos seguidos de quinze minutos sem aspersão;
- aspersão de 1 mm/minuto de água com condutividade de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- tensão aplicada de $2V_0$ (sendo V_0 a tensão fase-terra do sistema), ou seja:
 - 16 kV, para isoladores de 13,8 kV;
 - 40 kV, para isoladores de 34,5 kV.

Nenhum material do conjunto deve apresentar trilhamento, erosão, fissuras ou rachaduras após trinta dias de ensaio.

6.4.11 Radiointerferência

O ensaio deve ser executado em conformidade com os critérios estabelecidos na NBR 7876.

Para aprovação no ensaio o valor máximo da tensão de radiointerferência a 500 kHz, referido a uma impedância de 300 Ω , deve ser de 10 μ V.

6.5 Relatórios dos Ensaios

Devem constar do relatório de ensaio as seguintes informações mínimas:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) identificação do laboratório de ensaio;
- c) tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- d) identificação completa do material ensaiado;
- e) relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- f) certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 12 meses;
- g) número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- h) data de início e término de cada ensaio;
- i) nomes legíveis e assinaturas do representante do fabricante e do inspetor da CELG;
- j) data de emissão.

6.6 Aceitação e Rejeição

Para a análise da aceitação ou rejeição de um lote deve-se inspecionar as peças de acordo com os critérios de aceitação da Tabela 3, para o produto acabado, além dos corpos-de-prova para os ensaios do composto previsto no item 6.3.1.

A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da NBR 5426 e NBR 5427.

ANEXO A - TABELAS
TABELA 1
REQUISITOS FÍSICOS DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE

Método de Ensaio	Descrição do Ensaio	Unidade	Valor
NBRNM-IEC 60811-1-1 ou ASTM D638	Ensaio de tração sem envelhecimento: - resistência à tração, mínima: - alongamento à ruptura, mínimo: - velocidade de separação das garras:	Mpa % mm/min	21,5 300 50
NBRNM-IEC 60811-1-2 ou ASTM D1351	Ensaio de tração após envelhecimento em estufa a ar: - temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$): - duração: - variação máxima permissível da resistência à tração e do alongamento à ruptura:	$^{\circ}\text{C}$ dias %	110 7 ± 25
ASTM D150	Permitividade relativa	-	≤ 3
NBRNM-IEC 60811-1-3	Absorção de água, método gravimétrico: - temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$): - duração da imersão: - variação máxima permissível de massa:	$^{\circ}\text{C}$ dias %	85 7 $\leq 0,25$
NBR 7307	Temperatura de fragilização	$^{\circ}\text{C}$	≤ -15

TABELA 2
REQUISITOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS DO ISOLADOR

Características Elétricas					Características Mecânicas			
Tensão Máxima de Operação (kV)	Tensão Suportável Nominal (kV)		Tensão de Perfuração Sob Impulso Íngreme (mínimo) (kV)	Radiointerferência a 500 kHz com Impedância de 300 Ω		Carga Mecânica Mínima de Flexão (daN)		Distância de Escoamento Mínima (mm)
	à Frequência Industrial Sob Chuva	de Impulso Atmosférico onda positiva/negativa		Tensão Aplicada no Ensaio (kV)	TRI Máxima (μV)	Nominal	Sem Ruptura	
15	34	110	231	10	10	600	1200	280
36,2	50	150	315	30		600	1200	450

TABELA 3
PLANOS DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO E INSPEÇÃO GERAL

Tamanho do Lote	Inspeção Geral			Verificação Dimensional			Resistência à Flexão			Trilhamento Elétrico Tensão sup. à frequência industrial sob chuva		
	Nível 1			Nível 1			Nível S4			Nível S4		
	NQA 10 %			NQA 1,5 %			NQA 2,5 %			NQA 10%		
	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re
151 a 280	13	3	4	8	0	1	20	1	2	5	1	2
281 a 500	20	5	6	32	1	2	20	1	2	5	1	2
501 a 1.200	32	7	8	32	1	2	20	1	2	5	1	2
1.201 a 3.200	50	10	11	50	2	3	32	2	3	8	2	3
3.201 a 10.000	80	14	15	80	3	4	32	2	3	8	2	3
10.001 a 35.000	125	21	22	125	5	6	50	3	4	13	3	4
35.001 a 150.000	125	21	22	200	7	8	80	5	6	20	5	6
acima de 150.001	125	21	22	315	10	11	80	5	6	20	5	6

Nota:

Am - Tamanho da amostra

Ac - número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote

Re - número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote

TABELA 4
ENSAIOS DE TIPO E RECEBIMENTO

Item	Relação de Ensaios	Composto Polimérico	Isolado r	Conjunto Completo
1	Inspeção geral	-	R	-
2	Resistência à tensão de trilhamento elétrico	R	-	-
3	Permitividade	T	-	-
4	Absorção de água	T	-	-
5	Fragilização	T	-	-
6	Carga e alongamento de ruptura, antes e após envelhecimento em estufa a ar	T	-	-
7	Carga e alongamento de ruptura, antes e após o envelhecimento em câmara de intemperismo de UV	T	-	-
8	Verificação dimensional	-	R	-
9	Ruptura mecânica à flexão	-	R	-
10	Perfuração sob impulso no ar	-	T	-
11	Tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva	-	R	-
12	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	-	T	-
13	Compatibilidade dielétrica	-	-	T
14	Radiointerferência	-	T	-

Nota:

T = ensaio de tipo

R = ensaio de recebimento

ANEXO B

PREPARAÇÃO DE CORPOS-DE-PROVA PARA OS ENSAIOS DO COMPOSTO A PARTIR DO PRODUTO ACABADO

1. Objetivo

Este procedimento destina-se à obtenção de corpos-de-prova a partir do isolador pronto.

Alternativamente, os corpos-de-prova podem ser obtidos a partir do composto granulado utilizado na fabricação do produto, colhido pelo inspetor da CELG, sendo moldado por prensagem ou injeção, ou ainda outro processo acordado entre fabricante e CELG.

2. Aplicação

O procedimento para obtenção de placas, através da fusão de materiais, pode ser aplicado a polímeros termoplásticos, tais como polietileno, polipropileno, etc.

No caso de polímeros termofixos, tais como silicone, XLPE, EPR, etc, este processo não é aplicável na confecção das placas para os corpos-de-prova, sendo a melhor alternativa o emprego de processos mecânicos, como corte, plaina, torneamento, etc.

3. Obtenção da Matéria-Prima

A matéria prima, a ser ensaiada, deve ser obtida por corte das peças amostradas (produto acabado).

Deve ser cortado material suficiente para preencher o molde com algum excesso. Cuidar para não contaminar o material durante o corte, como por exemplo, com tinta ou partículas metálicas provenientes do instrumento de corte, graxa ou óleos presentes no ambiente de execução da atividade.

4. Molde

Deve ser utilizado um molde fabricado em metal pouco aderente ao polímero. Para o polietileno pode-se utilizar aço inoxidável ou alumínio.

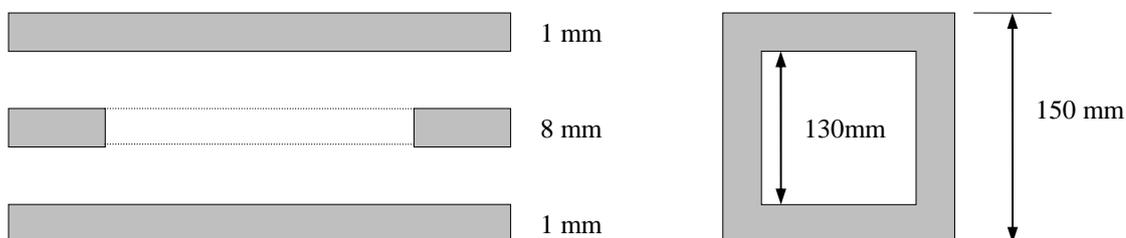
É importante que as superfícies sejam planas e sem marcas.

O molde deve ser composto por três placas nas dimensões 150 x 150 mm:

a) placa superior e inferior: espessura aproximada 1 mm;

b) placa intermediária: espessura de 8 mm, vazada por um quadrado de 130 x 130 mm, centrado com as bordas da placa.

Para facilitar a desmoldagem do corpo-de-prova deve ser utilizado um filme de poliéster (transparência para retroprojeter) entre o material a ser derretido e a placa superior e inferior.



5. Prensa

Utilizar prensa hidráulica com placas de aquecimento termostatzada com precisão de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

6. Procedimento

As placas da prensa devem ser aquecidas em torno de 10°C acima da temperatura de fusão do polímero a ser testado.

O molde completo deve então ser colocado sobre as placas da prensa e aquecido. Quando tiver atingido a temperatura adequada, colocar o filme de poliéster sobre a placa inferior.

A seguir, repor a placa vazada e finalmente, depositar o material polimérico no interior da área vazada.

Colocar a tampa superior do molde e encostar, sem pressão, as placas da prensa.

Aguardar que o material funda (em torno de 10 minutos) e aplicar pressão, entre 10 e 20 kgf/cm^2 .

O tempo de moldagem não deve ser superior a 20 minutos, buscando-se a melhor temperatura de trabalho. Os 10°C acima da temperatura de fusão, anteriormente citados, servirá de orientação inicial (este acréscimo de temperatura não deve ser excessivo para não causar deterioração do material polimérico).

Transcorrido o tempo definido para a fabricação dos corpos-de-prova, o molde deve ser retirado da prensa e permitido o resfriamento natural para evitar empenamentos.

Após a desmoldagem, o corpo-de-prova deve ser preparado conforme norma do ensaio a ser realizado.

ANEXO C

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
1	Tipo/modelo do isolador	
2	Materiais utilizados na confecção do isolador	
3	Características elétricas	
3.1	Tensão nominal de operação	kV
3.2	Tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco	kV
3.3	Tensão suportável nominal à frequência industrial, sob chuva	kV
3.4	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: - polaridade positiva - polaridade negativa	kV crista kV crista
3.5	Máxima tensão de radiointerferência	µV
3.6	Tensão de trilhamento elétrico	kV
3.7	Distância de escoamento	mm
4	Características mecânicas	
4.1	Esforço de flexão nominal	daN
4.2	Esforço de flexão: valor de ruptura	daN
5	Ensaio de tipo (1)	
	Quando solicitado nos documentos de licitação o fabricante deve anexar à sua proposta cópias de todos os ensaios de tipo, conforme Tabela 4, aplicados em isoladores idênticos aos ofertados. Estes ensaios devem ser realizados em laboratório oficial ou acompanhados por inspetor da CELG.	

(1) Se o fabricante tiver protótipo aprovado pela CELG, não será necessário anexar os relatórios constantes do item 5, caso contrário, será obrigatória a apresentação de relatórios de ensaios efetuados em laboratório oficial, em conectores idênticos aos ofertados, sob pena de desclassificação.

Notas:

- 1) O fabricante deve fornecer, em sua proposta, todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.
- 2) Se forem apresentadas propostas alternativas, cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, específico, claramente preenchido; sendo que cada um deles deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence.

Além dos documentos citados deverá ser feita ainda uma descrição sucinta dos desvios principais com relação à proposta básica, caso existam.

- 3) *Erro de preenchimento do quadro poderá ser motivo para desclassificação.*
- 4) *Todas as informações requeridas no quadro devem ser compatíveis com as descritas em outras partes da proposta de fornecimento, em caso de dúvidas, as prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as apresentadas em outras partes da proposta.*
- 5) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos isoladores a serem fornecidos estejam em conformidade com as informações aqui prestadas.*

ANEXO D

COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

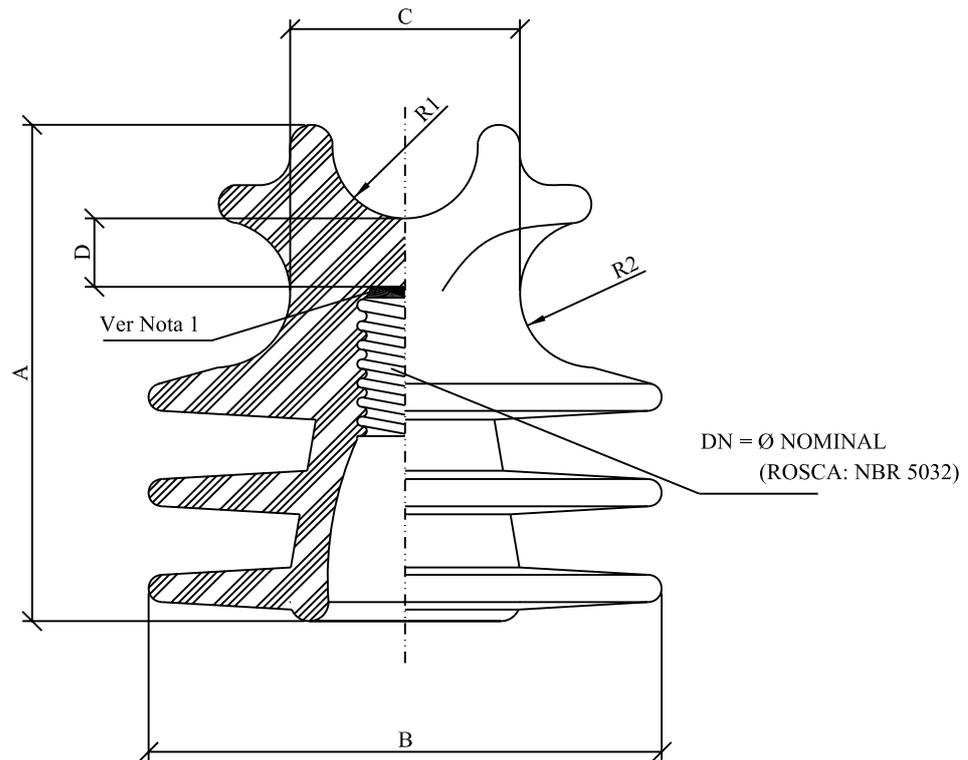
Número da proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇO (R\$)
1	Permitividade	
2	Absorção de água	
3	Fragilização	
4	Carga e alongamento de ruptura, antes e após envelhecimento em estufa a ar	
5	Carga e alongamento de ruptura, antes e após envelhecimento em câmara de intemperismo de UV	
6	Perfuração sob impulso no ar	
7	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	
8	Compatibilidade dielétrica	
9	Radiointerferência	

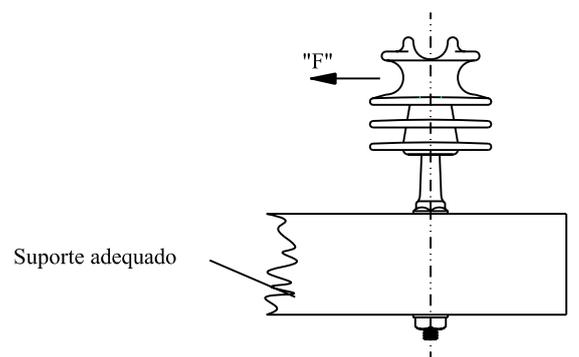
Nota:

Os ensaios de tipo somente devem ser cotados quando solicitado nos documentos de licitação.

ANEXO E



Tensão Nominal (kV)	Dimensões (mm)						
	A	B	C	D	DN	R1	R2
13,8	135 ± 10	140 ± 10	60 ± 5	18 ± 2	25 ^{+0,1} _{-0,03}	19 ± 3	19 ± 3
34,5	180 ± 10	190 ± 10	70 ± 5	20 ± 3	35 ^{+0,1} _{-0,03}	25 ± 3	25 ± 3



NOTAS:

- 1) No interior da rosca deve existir uma massa polimérica ou elastomérica visando preencher o espaço existente entre o pino de aço e o corpo do isolador.
- 2) Variações nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas especificadas.



COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS

DIM.: em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: MAR/07
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	

ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO
Classes 15 e 36,2 kV