




NEDIS - Núcleo Estratégico de Disponibilização de Energia
NEXCI - Núcleo Executivo de Concepção e Implantação
NOSTD - Núcleo Operacional de Sistematização e Tecnologia da Distribuição

ELOS FUSÍVEIS PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA DE 15KV

- Padronização e Especificação -

1ª Edição: Junho - 2006

COLABORAÇÃO: Eng. Edvaldo L. Paniago
Téc. Marcílio P. Pesci
Téc. Hailton de Paula

Preparado	Recomendado	Aprovado
 Eng. Euler G. Silva NOSTD	 Eng. Edgard K. Minari NOSTD	 Eng. Fábio T. A. Batista NEXCI

ÍNDICE

1. OBJETIVO	1
2. RESPONSABILIDADE	1
3. CONCEITUAÇÃO	1
3.1 Corrente Nominal do Elo Fusível.....	1
3.2 Intercambiabilidade Mecânica de Elos Fusíveis	1
3.3 Coordenação entre Elos Fusíveis.....	1
3.4 Relação de Rapidez	1
3.5 Tempo Total de Interrupção	1
3.6 Prolongador	1
4. DISPOSIÇÕES GERAIS	2
4.1 Escopo do Fornecimento	2
4.2 Condições de Serviço	2
4.3 Tipos de Elos de Distribuição	2
4.4 Características Principais.....	2
4.5 Características de Produção	3
4.6 Identificação.....	5
4.7 Ensaios	5
5. EXIGÊNCIAS ADICIONAIS.....	12
5.1 Acondicionamento.....	12
5.2 Informações Fornecidas pelo Fabricante	12
5.3 Garantia	13
6. REFERÊNCIAS.....	13
ANEXO A – TABELAS 1 A 6.....	15
ANEXO B – FIGURAS 1 A 6.....	20
ANEXO C – FIGURA 7.....	23

1. OBJETIVO

Esta norma apresenta os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos a características, projeto, fabricação e ensaios de **Elos Fusíveis** para utilização nas redes de distribuição da CEB.

Esta norma se aplica a elos fusíveis para instalação em chaves fusíveis destinadas a proteger o sistema de distribuição de 15kV.

2. RESPONSABILIDADE

Cabe às áreas de planejamento, engenharia, automação, suprimento, operação e manutenção da CEB o cumprimento das exigências desta norma.

3. CONCEITUAÇÃO

Os termos e definições adotados nesta especificação estão definidos nas normas NBR 5359, NBR 7282 e NBR 5459.

3.1 Corrente Nominal do Elo Fusível

Valor nominal da corrente eficaz para o qual o elo fusível é projetado e pelo qual é designado e que, quando montado na chave fusível de menor corrente nominal na qual é utilizável, é capaz de conduzir essa corrente indefinidamente, sem que as elevações de temperatura excedam os valores especificados.

3.2 Intercambiabilidade Mecânica de Elos Fusíveis

Possibilidade dos elos fusíveis de distribuição de um fabricante serem montados corretamente nas chaves fusíveis correspondentes de outros fabricantes.

3.3 Coordenação entre Elos Fusíveis

Condição que se obtém quando, no caso de um curto-circuito, ou sobrecarga excessiva, somente opera o elo fusível mais próximo da fonte de sobrecorrente (elo fusível protetor), sem afetar os demais (elos fusíveis protegidos).

NOTA: A coordenação é considerada satisfatória quando o tempo de interrupção do elo fusível protetor não excede a 75% do menor tempo de fusão de um elo fusível protegido.

3.4 Relação de Rapidez

Relação entre os valores da corrente mínima de fusão, a 0,1s e a 300s para valores nominais até 100A, ou a 0,1s e a 600s para valores acima de 100A.

3.5 Tempo Total de Interrupção

Soma do tempo de fusão obtido na característica de fusão *tempo x corrente* com o tempo de extinção do arco.

3.6 Prolongador

Dispositivo utilizado para aumentar a distância entre a tampa do porta-fusível e o botão do elo fusível.

4. DISPOSIÇÕES GERAIS

4.1 Escopo do Fornecimento

O escopo desta norma compreende o fornecimento de Elos Fusíveis, para instalação exterior, conforme características e exigências detalhadas a seguir, inclusive a realização dos ensaios de Aceitação e de Tipo, a critério da CEB, e os relatórios dos ensaios.

4.2 Condições de Serviço

O material coberto por esta Especificação deve ser adequado para operar a uma altitude de até 1200m em clima tropical, com temperatura ambiente de até 40°C, média diária de 30°C, e umidade relativa do ar de até 100%.

O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O fornecedor deve providenciar tudo que for necessário para o bom desempenho do material nas condições objeto deste item.

4.3 Tipos de Elos de Distribuição

Os elos fusíveis são designados como tipos H, K e T, conforme indicado a seguir:

- a)** Tipo H – elos fusíveis de alto surto, com alta temporização para correntes elevadas;
- b)** Tipo K – elos fusíveis rápidos com relação de rapidez variando entre 6 (para elo fusível de corrente nominal 6 A) e 8,1 (para elo fusível de corrente nominal 200 A);
- c)** Tipo T – elos fusíveis lentos com relação de rapidez variando entre 10 (para elo fusível de corrente nominal 6 A) e 13 (para elo fusível de corrente nominal 200 A).

Os termos “rápido” e “lento” são utilizados apenas para indicar a rapidez relativa entre os elos fusíveis K e T.

Os elos fusíveis de distribuição dos tipos H, K e T devem ser previstos para ser instalados em bases e porta-fusíveis conforme as respectivas padronizações e nas condições normais de serviço da NBR 7282.

4.4 Características Principais

4.4.1 Correntes Nominais

Os valores padronizados para os elos fusíveis de distribuição são apresentados no Anexo A.

4.4.2 Materiais

Os elos fusíveis e, especialmente o elemento fusível, não deve ter suas características elétricas e mecânicas alteradas permanentemente, de maneira a não atender a presente Especificação, pela passagem de corrente de valor e duração inferiores à mínima de fusão, pelo ambiente ou pelo decorrer do tempo.

A cordoalha e o botão do elo fusível devem ser em cobre eletrolítico, com condutividade mínima de 97% IACS, a 20°C, admitindo-se, para qualquer amostra uma redução de até 2% IACS, a 20°C, para aquele valor.

É vedada a utilização de materiais ferrosos nas demais partes condutoras de corrente (arruela, etc.).

O botão e a arruela devem ser estanhados ou prateados, não sendo admitida cromagem, niquelagem ou cadmiagem.

4.5 Características de Produção

4.5.1 Cordoalha

A cordoalha deve atender às seguintes condições:

- a) ser estanhada;
- b) não ter falhas na estanhagem;
- c) não ter fios soltos ou quebrados;
- d) não estar desfiada ou mal torcida;
- e) ter a extremidade soldada ou dispor de sistema de fixação que evite o seu desfiamento;
- f) ser torcida sempre no mesmo sentido ou trançada;
- g) ser flexível para não interferir no funcionamento da chave fusível;
- h) ter no mínimo 2,5mm de diâmetro.

4.5.2 Elo Fusível

O elo fusível deve atender às seguintes condições:

- a) por meio de prensagem, ter o elemento fusível bem fixado no corpo do botão e na luva que prende a cordoalha;
- b) ter a arruela presa junto ao botão;
- c) nos elos desprovidos de mola de separação, o tubo protetor deve estar preso de forma a evitar seu deslocamento, vindo a expor o elemento fusível;
- d) nos elos com mola, esta deve estar armada;
- e) em condições em que se faça necessário o uso de prolongador, face ao nível de corrente a ser interrompido, o botão do elo fusível deve ser substituído por um terminal, com rosca na extremidade que possibilite a instalação de prolongador. Neste caso, a CEB especificará no processo de aquisição que o elo fusível deve ser utilizado com prolongador.

Nos elos fusíveis de corrente nominal menor ou igual a 100 A, o elemento fusível deve ser protegido por um tubo com revestimento interno de material isolante vulcanizado reforçado, o qual deve também possuir características que auxiliem na extinção do arco. Externamente o tubo deve ser revestido com fibra de vidro. O comprimento do tubo deve obrigatoriamente fazer parte do desenho do fabricante para cada tipo de elo. O tubo protetor deve ser resistente, mantendo-se inteiro após ensaios do grupo 4 e grupo 5, conforme anexo B da tabela 5 da NBR 7282; o mesmo deve ocorrer quando houver interrupções por curtos-circuitos na baixa tensão.

Na confecção do elo fusível pode ser empregado um fio de reforço em paralelo com o elemento fusível para isentá-lo de esforços mecânicos.

4.5.3 Dimensões

Os elos fusíveis devem apresentar dimensões em conformidade com o Anexo C, de modo a permitir a intercambiabilidade mecânica.

4.5.4 Resistência Elétrica

A resistência elétrica do elo fusível não deve variar mais de 7,5%, para mais ou para menos, da resistência média do lote sob inspeção. Além disto, nenhum elo deve apresentar resistência fora dos limites de $\pm 10\%$ em relação à resistência de um resistor padrão de comparação, a ser preparado pelo fabricante para cada valor de corrente nominal e tipo de elo fusível.

4.5.5 Elevação de Temperatura

Os elos fusíveis devem ser capazes de conduzir continuamente sua corrente nominal nas condições de ensaio da NBR 7282 e de acordo com as exigências de 4.7.2.6 sem que a elevação de temperatura de suas diversas partes exceda os valores especificados na NBR 7282.

4.5.6 Características Mecânicas

Os elos fusíveis, quando ensaiados como em 4.7.2.4 à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C, devem resistir a um esforço mínimo de tração de 10 daN, sem prejuízo das propriedades mecânicas e elétricas de suas partes.

Os elos fusíveis tipo H devem suportar um esforço de 6 daN durante 24 h, com corrente nominal, quando ensaiados conforme 4.7.2.7.

Os elos fusíveis, quando instalados nas chaves fusíveis para as quais foram projetados e ensaiados conforme 4.7.2.8, devem suportar 20 operações sucessivas de abertura e fechamento sem apresentar danos visíveis (ruptura, alongamento de componentes, escorregamento nas conexões, etc.).

4.5.7 Características de Fusão Tempo x Corrente

As características máximas e mínimas de fusão tempo x corrente fornecidas pelo fabricante não devem ser inferiores aos valores mínimos nem superiores aos valores máximos indicados nas Tabelas 2 a 4. As curvas devem ser representadas como mostrado na NBR 5359.

A característica mínima de fusão tempo x corrente fornecida pelo fabricante, adicionada da tolerância total de fabricação, deve corresponder à característica máxima de fusão tempo x corrente fornecida pelo fabricante.

A tolerância total de fabricação deve ser menor ou igual a 20%.

Como exemplo de aplicação, um elo fusível 40 T apresenta, pela Tabela 4, para duração de 10 s, uma corrente mínima de fusão de 120 A e máxima de 178 A. A relação entre estas duas correntes é de 1,48. Caso a tolerância de fabricação seja 16% e a corrente fornecida pelo fabricante na característica mínima de fusão tempo x corrente seja 120 A, o valor correspondente na característica máxima de fusão fornecida pelo fabricante é igual a $1,16 \times 120 = 139,2$ A.

As características de fusão tempo x corrente dos elos fusíveis não devem variar com o esforço mecânico a que são submetidos quando instalados nas chaves fusíveis.

Os elos fusíveis, quando ensaiados conforme 4.7.3.1 não devem apresentar alteração de suas características de fusão tempo x corrente estabelecidas nas curvas dos fabricantes.

4.5.8 Característica de Interrupção

Os elos fusíveis, quando ensaiados de acordo com 4.7.3.2, devem atender os requisitos da NBR

7282 quanto à capacidade de Interrupção.

4.6 Identificação

4.6.1 Dispositivos

As bases e porta-fusíveis devem ser identificados por meio de uma marcação indelével, resistente às condições de uso a que se destinam, contendo as informações previstas na norma NBR 7282.

4.6.2 Elos Fusíveis

Cada elo fusível deve ser marcado indelevelmente na cabeça (para elos do tipo botão) ou no corpo do tubo protetor (para elos de cabeça removível) com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) corrente nominal em amperes, seguida por uma das letras H, K ou T;
- c) outras informações previstas na norma NBR 7282.

4.7 Ensaios

4.7.1 Geral

A inspeção compreende a execução dos ensaios de recebimento, ou seja, os de rotina e os de tipo, estes últimos quando exigidos pela CEB.

Se exigidos, os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

- a) devem ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela CEB;
- b) devem ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha de produção pelo inspetor da CEB;
- c) devem ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da CEB

De comum acordo com a CEB, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em elos fusíveis idênticos aos ofertados.

A CEB se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

A CEB se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da CEB livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

O fornecedor deve informar à CEB, com antecedência mínima de 10 dias úteis para fornecimento nacional e de 30 dias para fornecimento internacional, a data em que o material estará pronto para inspeção.

O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da CEB, certificados de calibração dos instrumentos de seu laboratório a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado,

emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa calibração deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a CEB e o fornecedor.

Todas as normas técnicas e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da CEB, no local da inspeção.

A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- a) não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;
- b) não invalidam qualquer reclamação posterior da CEB a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

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

A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da CEB, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a CEB se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a CEB.

O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

A CEB se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

- a) da CEB, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
- b) do fornecedor, em caso contrário.

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

- a) se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- b) se o laboratório de ensaio não atender às exigências contidas nesta Especificação;
- c) devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

4.7.2 Ensaios de Rotina

4.7.2.1 Inspeção Visual

Antes de serem efetuados os demais ensaios, deve ser realizada uma inspeção visual para verificar:

- a) características construtivas e de acabamento dos elos fusíveis, conforme 4.4.2, 4.5.1 e 4.5.2;
- b) identificação, conforme 4.6.2;
- c) acondicionamento, conforme 5.1;
- d) fornecimento das curvas características de fusão tempo x corrente, conforme 5.2.

A não conformidade do elo fusível com qualquer um dos requisitos acima determina a sua rejeição.

4.7.2.2 Verificação Dimensional

Deve ser verificado se o elo fusível atende aos requisitos de 4.5.3 e, se o comprimento do tubo protetor está de acordo com o desenho apresentado pelo fabricante e com o protótipo previamente aprovado pela CEB.

4.7.2.3 Condutividade do Botão

Deve ser executado de acordo com a ASTM E1004, devendo o resultado obtido atender ao especificado em 4.4.2.

4.7.2.4 Resistência Mecânica

Condições de ensaio

Os elos fusíveis devem ser ensaiados à temperatura ambiente, em dispositivo mecânico adequado que possibilite as condições da Figura 1.

Procedimento de ensaio

O elo deve ser colocado no dispositivo mecânico e ser submetido a uma tração de 10 daN, aplicada de modo a evitar-se qualquer precipitação do peso. O esforço deve ser mantido por um tempo mínimo de 2s.

Critério de aprovação

O elo fusível deve ser considerado aprovado se suportar a tração aplicada no intervalo de tempo especificado, sem se verificar ruptura, escorregamento nas conexões ou alongamento do elemento fusível e/ou do fio de reforço.

4.7.2.5 Medição da Resistência Elétrica

Procedimento de ensaio

A medição da resistência elétrica deve ser realizada de acordo com o mostrado na Figura 2, utilizando-se corrente contínua máxima de 5% da corrente nominal do elo fusível. O método deve permitir a repetição das medições dentro de uma margem de 2% para cada elo fusível ensaiado. O valor da resistência deve ser a média de três medidas independentes e consecutivas.

Critério de aprovação

As unidades ensaiadas devem atender às exigências de 4.5.4.

4.7.2.6 Elevação de Temperatura

Prescrição geral

Para a execução dos ensaios de elevação de temperatura, devem ser atendidas as prescrições e a metodologia descritas na NBR 7282, exceto no tocante às chaves fusíveis e condutores de ligação a utilizar, onde é aplicável o descrito adiante.

Condições de ensaio

Os elos fusíveis a serem ensaiados devem ser instalados nas bases e porta-fusíveis para os quais foram projetados. Os porta-fusíveis devem ter as seguintes correntes nominais:

- a) para elos fusíveis entre 1 e 100 A: 100 A;
- b) para elos fusíveis entre 101 e 200 A: 200 A.

Os condutores de ligação devem ser de cobre e ter seção igual a:

- a) para porta-fusíveis de 100 A: 50 mm²;
- b) para porta-fusíveis de 200 A: 120 mm².

As temperaturas devem ser medidas nos pontos indicados na Figura 3, considerando que as elevações permitidas são as do material isolante adjacente. Devem ser utilizados, nas medições de temperatura, termopares adequados.

Critério de aprovação

O elo fusível deve ser considerado aprovado se as elevações de temperatura de suas diversas partes não excederem os valores especificados na NBR 7282.

4.7.2.7 Ensaio Eletromecânico (aplicável somente aos elos tipo H)

Condições de ensaio

O elo fusível deve ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C em local livre de correntes de ar. O ensaio deve ser realizado de acordo com o esquema da Figura 4.

Procedimento de ensaio

O elo fusível deve ser submetido a uma tração de 6 daN, simultaneamente à circulação de sua corrente nominal durante 24 horas.

Critério de aprovação

O elo fusível deve ser considerado aprovado se suportar as condições de ensaio durante as 24 horas, sem ruptura, escorregamento nas conexões ou alongamento do elemento fusível.

4.7.2.8 Verificação Dinâmica do Funcionamento

Condições de ensaio

O elo fusível deve ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C.

O elo fusível deve ser instalado na chave fusível de maior corrente nominal para a qual foi projetado. A chave fusível deve ser montada em uma estrutura rígida, a uma altura mínima de 4 m e na posição normal de serviço, com o circuito desenergizado.

Procedimento de ensaio

A chave fusível, estando equipada com o elo fusível, deve ser submetida a 20 operações sucessivas de abertura e fechamento com uma vara de manobra.

Critério de aprovação

O elo fusível deve ser considerado aprovado se não apresentar danos visíveis após o ensaio, tais como, ruptura, alongamento ou escorregamento dos componentes (conexões, elemento fusível, etc.).

4.7.2.9 Verificação das Curvas Características

Condições de ensaio

As condições e a metodologia para o ensaio são descritas na NBR 7282, acrescidas ao descrito em 4.7.2.6 e ainda o mostrado na Figura 5 do anexo B, considerando-se uma carga mecânica P de 3 daN.

O circuito de ensaio deve ser para corrente alternada de 60 Hz e deve manter a corrente dentro de uma variação máxima de 2% ao longo do ensaio.

A chave fusível a ser utilizada no ensaio não deve permitir a abertura do porta-fusível com um esforço até 8 daN e o mesmo deve abrir-se com um esforço acima de 8 daN até 17 daN.

Para o ensaio de características mínima e máxima são considerados os valores mínimos e máximos, respectivamente, das correntes das curvas publicadas pelos fabricantes, para os tempos de 0,1 s, 10 s e 300 s (ou 600 s).

Procedimento de ensaio

Para o tempo de 0,1 s, as medidas devem ser realizadas utilizando-se oscilógrafo ou outro tipo de registrador que permita precisão equivalente.

Para avaliação do tempo total de fusão, deve ser considerado também o tempo de fusão do fio de reforço conforme curva de fusão desse material, e confrontação com os valores de projeto e os valores garantidos no protótipo previamente aprovado para cada tipo de elo fusível, não sendo admissível que ocorra queda no valor de crista da corrente durante a fusão do fio de reforço.

Para os tempos de 10 s a 600 s as medidas podem ser realizadas utilizando-se cronômetro e amperímetro ou outro dispositivo com precisão mínima de 1%.

Critério de aprovação

Para verificação das características máximas e mínimas, o elo fusível deve ser considerado aprovado se o tempo total de fusão for igual ou estiver compreendido entre os limites estabelecidos pelas curvas máximas e mínimas fornecidas pelo fabricante e pelo protótipo previamente aprovado para cada tipo de elo fusível.

4.7.2.10 Amostragem

A amostragem para os ensaios de recebimento deve ser como indicado na Tabela 6 do anexo A, de acordo com a NBR 5426 ou a ISO 2859 (regime de inspeção normal) à exceção do ensaio de elevação de temperatura para o qual devem ser escolhidos aleatoriamente três elos fusíveis adicionais do lote sob inspeção.

A comutação do regime de inspeção deve ser feita de acordo com a NBR 5426 ou a ISO 2859.

Aceita-se o lote se forem satisfeitas as condições estabelecidas na Tabela 6 do anexo A e se os elos submetidos ao ensaio de elevação de temperatura atenderem a 4.7.2.6.

4.7.3 Ensaios de Tipo

Constituem-se ensaios de tipo os citados em 4.7.2, acrescidos do ensaio de verificação das

características de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica e do ensaio de capacidade de interrupção.

4.7.3.1 Verificação das Características de Fusão (após envelhecimento e em função da carga mecânica).

Condições de ensaio

As condições de ensaio são descritas a seguir, acrescidas ao descrito em 4.7.2.6 Como pré-condicionamento à verificação das características de fusão tempo x corrente, todas as unidades da amostra devem ser ligadas eletricamente em série e tracionadas por uma carga mecânica de 6 daN conforme mostrado nas Figuras 5 e 6 (onde aplicável).

Procedimento de ensaio

As unidades, instaladas conforme indicado acima, devem ser submetidas a cem ciclos de corrente 20% superior à nominal.

Cada ciclo deve consistir de uma hora de aplicação de corrente e um período de desligamento necessário para que as unidades atinjam a temperatura ambiente. Este condicionamento deve ser acompanhado por registradores gráficos de corrente para verificar se as condições de ensaio permanecem inalteradas.

Após o condicionamento, a metade das amostras deve ser submetida à verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente de 10 s, de acordo com 4.7.2.9. A outra metade da amostra deve ser submetida à verificação das características máximas de fusão tempo x corrente de 300 s, de acordo com 4.7.2.9. Para as verificações destes ensaios, a carga mecânica de tracionamento deve ser de 6 daN.

Critério de aprovação

As unidades condicionadas devem atender às prescrições de 4.7.2.9, não devendo ocorrer ruptura ou escorregamento em nenhuma das amostras submetidas ao envelhecimento para que o elo fusível seja considerado aprovado neste ensaio.

4.7.3.2 Capacidade de Interrupção

Condições de ensaio

Devem ser submetidos ao ensaio de capacidade de interrupção os elos fusíveis tipos H, K e T, de acordo com as seguintes condições:

- a) A amostra a ser ensaiada deve ser constituída por elos fusíveis retirados aleatoriamente do lote em fornecimento, pelo inspetor da CEB;
- b) Os elos devem ser submetidos à primeira, quarta e quinta séries do ensaio de interrupção conforme anexo B da NBR 7282, utilizando-se chaves fusíveis de distribuição (classe 2) que já tenham sido submetidas a todos os ensaios de tipo da norma NBR 8124. Caso a CEB julgue necessário, pode ser exigida a execução das demais séries. As chaves fusíveis são fornecidas pela CEB ou pelo fabricante do elo, de comum acordo;
- c) O ensaio da quinta série deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de $(2 \pm 0,4)$ s;
- d) Se os valores do ensaio do grupo 4 forem menores do que os do grupo 5, os ensaios do grupo 5 não são necessários (Anexo B da tabela 5 da NBR7282).
- e) As características elétricas das chaves fusíveis a serem utilizadas no ensaio são indicadas na Tabela a seguir:

Elos fusíveis		Chave fusível a utilizar		
Tipo	Corrente nominal A_{eficaz}	Tensão máxima kV_{eficaz}	Corrente nominal A_{eficaz}	Capacidade de Interrupção Simétrica kA_{eficaz}
H	0,5; 1; 2; 3; e 5.	15	100	7,1
K e T Grupo A	6; 10; 15; 25; 40; 65 e 100.			
K e T Grupo B	8; 12; 20; 30; 50 e 80.			

Procedimento de ensaio

O ensaio deve ser realizado conforme descrito na NBR 7282.

Devem ser medidos os tempos até a interrupção, em cada grupo, para determinação do tempo de arco. Como referência inicial utilizar, para todos os tipos de elos (H, K e T), valores iguais aos dos elos tipos K e T, para o grupo de ensaio 1. Para o grupo 4, utilizar 80 ms; para a grupo 5, 150 ms, para todos os tipos de elos (H, K e T).

Critério de aprovação

O elo fusível deve operar satisfatoriamente de acordo com as exigências da NBR 7282 e, após o ensaio, a chave fusível e seus componentes devem estar substancialmente nas mesmas condições iniciais, exceto no que concerne à erosão interna do porta-fusível.

4.7.3.3 Amostragem

O número de elos fusíveis requeridos para a formação da amostra, para os ensaios de tipo, é de cinquenta e cinco unidades para os tipos K e T e sessenta para o tipo H, além das quais 10 devem ser reservadas para o caso de ser necessário refazer algum dos ensaios. Para o ensaio de Capacidade de Interrupção devem ser separadas sete unidades de cada tipo de elo (H,K e T) para formação da amostra.

Os ensaios são aplicados como na Tabela 5.

Aceita-se o tipo se todos os elos fusíveis ensaiados apresentarem comportamento satisfatório. Se ocorrer uma falha em algum ensaio, o mesmo pode ser repetido em uma amostra, para esse ensaio equivalente à primeira, conforme Tabela 5. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o tipo não deve ser aceito.

4.7.4 Relatório dos Ensaios

O relatório deve conter as seguintes informações:

- a) número da Autorização de Fornecimento;
- b) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) número de catálogo do fabricante;
- d) identificação do elo fusível ensaiado (tipo, corrente nominal e comprimento);
- e) quantidade de elos fusíveis constituintes do lote;
- f) número de unidades ensaiadas;
- g) relação dos ensaios efetuados e normas aplicadas;
- h) certificado de aferição dos aparelhos utilizados nos ensaios com data não superior a 12

meses;

- i) memória de todos os cálculos efetuados;
- j) todos os resultados obtidos;
- k) datas de início e de término de cada ensaio;
- l) nome do laboratório;
- m) nomes legíveis e assinaturas do responsável pelo ensaio e do inspetor da CEB e data de emissão do relatório.

Os elos fusíveis não serão liberados pelo inspetor da CEB enquanto não lhe for entregue uma via do relatório dos ensaios.

5. EXIGÊNCIAS ADICIONAIS

5.1 Acondicionamento

Os elos fusíveis devem ser acondicionados individualmente em sacos plásticos hermeticamente fechados, os quais devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) número de catálogo do fabricante;
- c) corrente nominal, em amperes, seguida por uma das letras H, K ou T;
- d) comprimento do elo fusível, em mm.

Os sacos plásticos, hermeticamente fechados, contendo os elos fusíveis devem ser acondicionados de modo adequado ao transporte previsto e às condições de armazenagem. O plástico da embalagem deve ser resistente de forma a não perfurar ou rasgar no seu manuseio em condições normais.

As embalagens finais para o transporte dos elos devem ser adequadas ao transporte rodoviário, ferroviário, aéreo ou marítimo, às operações normais de carga e descarga, e ao armazenamento abrigado, e devem trazer externamente as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) a sigla “CEB” e o local de entrega;
- c) identificação completa do conteúdo;
- d) número de peças;
- e) massas bruta e líquida em kg;
- f) número do Pedido de Compra;
- g) outras informações que o Pedido de Compra exigir.

5.2 Informações Fornecidas pelo Fabricante

O fabricante deve fornecer, por ocasião dos ensaios de rotina, as curvas características de fusão tempo x corrente, em papel bilogarítmico, de acordo como mostrado na NBR 7282. As folhas devem apresentar:

- a) as curvas características mínimas e máximas de fusão tempo x corrente;
- b) as curvas características de tempo total de interrupção x corrente;
- c) o método pelo qual foram obtidas as curvas de tempo total de interrupção x corrente;
- d) a tensão utilizada nos ensaios para levantamento das curvas características;

e) o tipo e a corrente nominal dos elos fusíveis a que se referem às curvas características;

As curvas para elos fusíveis com correntes nominais de 1 a 100 A devem ser traçadas entre os tempos de 0,01 e 300 segundos e as curvas para os elos fusíveis com correntes nominais acima de 100 A entre os tempos de 0,01 e 600 segundos.

O número de catálogo do fabricante, referente ao elo fusível, deve corresponder a um desenho em que são fixados, além das dimensões mostradas na padronização, o diâmetro interno e o comprimento do tubo protetor com as respectivas tolerâncias.

5.3 Garantia

O proponente deve indicar claramente em sua proposta o prazo de garantia e no que consiste a mesma.

O material deve ser garantido por um prazo não inferior a 24 meses e, havendo qualquer defeito de fabricação o Proponente fica com a responsabilidade pelos reparos e/ou reposições necessárias, sem quaisquer ônus para a CEB e em prazo não superior a 90 dias.

6. REFERÊNCIAS

O projeto, a fabricação e os ensaios, dos materiais a serem fornecidos devem satisfazer as exigências desta Especificação, e no que não contrarie a mesma as seguintes normas nas suas últimas revisões aprovadas:

NBR 5359 - Elos Fusíveis de Distribuição – Especificação;
NBR 7282 - Dispositivos Fusíveis tipo Expulsão - Especificação
NBR 6936 - Técnicas de Ensaio Elétrico de Alta Tensão– Procedimento.
NBR 5426- Planos de Amostragem e Procedimento da Inspeção por Atributos - Procedimento.
NBR 5459 - Manobra e Proteção de Circuitos - Terminologia
NBR 8124- Chaves Fusíveis de Distribuição (classe 2) - Padronização
NBR 5282 –Capacitores de Potência em Derivação - Especificação.
NBR 5469 – Capacitores - Terminologia
NBR 10671 – Guia para Instalação, Operação e Manutenção de Capacitores - Procedimento
NBR 12479 – Capacitores de Potência em Derivação – Padronização
ASTM E1004 - Standard Test Method for Determining Electrical Conductivity using Elettromagnetic (Eddy-current) Method.
ISO 2859 Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes

Para os aspectos não abrangidos pelas normas ABNT, devem ser utilizados os tópicos aplicáveis das normas a seguir relacionadas:

ANSI C37 41 1994 - IEEE Standard Design for High-Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches, and Accessories
ANSI C37 42 1996 - American National Standard Specifications For High Voltage Expulsion Type Distribution Class Fuses, Cutouts, Fuse Disconnecting Switches And Fuse Links.

As normas mencionadas não excluem outras que assegurem qualidade igual ou superior às indicadas. De qualquer forma o proponente deve indicar na sua proposta, as normas ou suas partes aplicáveis, fornecendo cópias das normas adotadas por este. Em caso de dúvida ou contradição tem primazia esta especificação, em seguida as normas recomendadas e, finalmente as normas apresentadas pelo Proponente.

O projeto, a matéria prima, a mão-de-obra e a fabricação devem incorporar tanto quanto possível os melhoramentos tecnológicos que possam surgir mesmo quando não mencionados nesta especificação.

As novas tecnologias incorporadas ao material devem ser submetidas aos ensaios específicos e sua aceitação avaliada pela CEB.

ANEXO A – TABELAS 1 A 6**Tabela 1 – Correntes Nominais dos Elos Fusíveis**

Tipos de elos fusíveis		Correntes nominais (A)
H		0,5; 1; 2; 3 e 5
K e T	Grupo A	6; 10; 15; 25; 40; 65; 100; 140; 200
	Grupo B	8; 12; 20; 30; 50; 80

NOTA:

É possível a coordenação entre elos fusíveis de valores nominais adjacentes do grupo B bem como entre elos fusíveis de valores nominais adjacentes do grupo A. Não há, porém, coordenação entre elos fusíveis do grupo B de valores adjacentes aos dos elos do grupo A.

Tabela 2 – Valores Limites para Características de Correntes de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo H

Corrente Nominal (A)	Corrente de fusão (A)					
	300 s		10 s		0,1 s	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
0,5	1,6	2,3	4,0	5,5	40	53
1	2,5	3,3	6,8	8,6	53	80
2	3,5	4,3	9,2	12,0	89	130
3	4,7	5,9	11,3	14,5	89	130
5	7,4	9,2	15,3	18,5	89	130

Tabela 3 – Valores Limites para Características de Correntes de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo K

Grupo	Corrente Nominal (A)	Corrente de Fusão (A)						Relação de Rapidez
		300 ou 600s ^(nota 1)		10s		0,1s		
		Min.	Máx.	Min.	Máx	Min.	Máx	
A	6	12,0	14,4	13,5	20,5	72,0	86,4	6,0
	10	19,5	23,4	22,5	34,0	128,0	154,0	6,6
	15	31,0	37,2	37,0	55,0	215,0	258,0	6,9
	25	50,0	60,0	60,0	90,0	350,0	420,0	7,0
	40	80,0	96,0	98,0	146,0	565,0	680,0	7,1
	65	128,0	153,6	159,0	237,0	918,0	1.100	7,2
	100	200,0	240,0	258,0	388,0	1.520,0	1.820,0	7,6
	140	310,0	372,0	430,0	650,0	2470,0	2.970,0	8,0
B	200	480,0	576,0	760,0	1.115,0	3.880,0	4.656,0	8,1
	8	15,0	18,0	18,0	27,0	97,0	116,4	6,5
	12	25,0	30,0	29,5	44,0	166,0	199,4	6,6
	20	39,0	47,0	48,0	71,0	273,0	328,0	7,0
	30	63,0	76,0	77,5	115,0	447,0	546,0	7,1
	50	101,0	121,0	126,0	188,0	719,0	862,0	7,1
	80	160,0	192,0	205,0	307,0	1180,0	1420,0	7,4

NOTAS:

- 1) 300s para elos fusíveis até 100 A, 600s para elos fusíveis 140 A e 200 A;
- 2) Coordenação satisfatória é prevista nos elos fusíveis K até uma corrente igual a 13 vezes a corrente nominal do elo fusível protetor, tanto entre correntes nominais do grupo A adjacentes como entre correntes nominais do grupo B adjacentes.

Tabela 4 – Valores limites para características de correntes de fusão para os elos fusíveis tipo T

Grupo	Corrente Nominal (A)	Corrente de Fusão (A)						Relação de Rapidez
		300 ou 600s ^(Nota 1)		10s		0,1s		
		Min.	Máx.	Min.	Máx	Min.	Máx	
A	6	12,0	14,4	15,3	23,0	120,0	144,0	10,0
	10	19,5	23,4	26,5	40,0	224,0	269,0	11,5
	15	31,0	37,2	44,5	67,0	388,0	466,0	12,5
	25	50,0	60,0	73,5	109,0	635,0	762,0	12,7
	40	80,0	96,0	120,0	178,0	1.040,0	1.240,0	13,0
	65	128,0	153,0	195,0	291,0	1.650,0	1.975,0	12,9
	100	200,0	240,0	319,0	475,0	2.620,0	3.150,0	13,1
	140	310,0	372,0	520,0	775,0	4.000,0	4.800,0	12,9
B	200	480,0	576,0	850,0	1.275,0	6.250,0	7.470,0	13,0
	8	15,0	18,0	20,5	31,0	166,0	199,0	11,1
	12	25,0	30,0	34,5	52,0	296,0	355,0	11,8
	20	39,0	47,0	57,0	85,0	496,0	595,0	12,7
	30	63,0	76,0	93,0	138,0	812,0	975,0	12,9
	50	101,0	121,0	152,0	226,0	1.310,0	1.570,0	13,0
	80	160,0	192,0	248,0	370,0	2.080,0	2.500,0	13,0

NOTAS:

- 1) 300s para elos fusíveis até 100 A, 600s para elos fusíveis de 140 A e 200 A;
- 2) Coordenação satisfatória é prevista nos elos fusíveis T até uma corrente igual a 24 vezes a corrente nominal do elo fusível protetor, tanto entre correntes nominais do grupo A adjacentes como entre correntes nominais do grupo B adjacentes.

Tabela 5 - Amostragem para os ensaios de tipo

Ensaio	Número de unidade da amostra ^(Nota 1)											
	1 a 3	4 a 8	9 a 13	14 a 18	19 a 23	24 a 28	29 a 33	34 a 38	39 a 43	44 a 48	49 a 63	64 a 68 ^(Nota 2)
1- Inspeção visual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2- Verificação dimensional	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3- Condutividade do botão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4- Resistência mecânica	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
5- Resistência elétrica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6- Elevação da temperatura	x											
7- Verificação dinâmica do funcionamento								x				
8- Ensaio eletromecânico ^(Nota 2)												x
9- Características mínimas de fusão tempo x corrente 300 s(ou 600s), 10 s e 0,1 s.		x		x						x		
10- Características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 10 s			x									
11- Características máximas de fusão tempo x corrente 300 s, 10 s e 0,1 s.						x	x		x			
12- Características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 300 s (600 s)					x							
13- Capacidade de interrupção											x	

NOTAS:

- 1) Além das 63 unidades para os tipos "K" e "T" e 68 para o tipo "H" a amostra contém 10 unidades de reserva;
- 2) Somente para os elos tipo "H".

Tabela 6 - Amostragem para os ensaios de Rotina

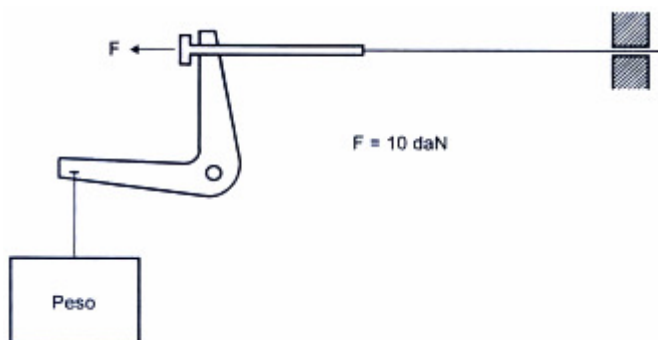
Tamanho do Lote	- Inspeção Visual - Verificação dimensional - Condutividade do botão - Resistência mecânica - Resistência elétrica			- Características mínimas e máximas de fusão tempo x corrente ^(Nota 1)			- Eletromecânico - Verificação dinâmica do funcionamento		
	Dupla, Nível II, NQA 1,5%			Dupla, Nível S4, NQA 2,5%			Dupla, Nível S3, NQA 1,53%		
	Amostra	Ac	Re	Amostra (Nota 1)	Ac (Nota 2)	Re (Nota 2)	Amostra	Ac	Re
Até 90	8	0	1	(Nota 3)	-	-	(Nota 3)	-	-
91 a 150	20 20	0 1	2 2	6	0	1	8	0	1
151 a 280	20 20	0 1	2 2	18 18	0 1	2 2	8	0	1
281 a 500	32 32	0 3	3 4	18 18	0 1	2 2	8	0	1
501 a 1200	50 50	1 4	4 5	18 18	0 1	2 2	8	0	1
1201 a 3200	80 80	2 6	5 7	24 24	0 3	3 4	8	0	1
3201 a 10000	125 125	3 8	7 9	24 24	0 3	3 4	20 20	0 1	2 2
10001 a 35000	200 200	5 12	9 13	36 36	1 4	4 5	20 20	0 1	2 2

NOTAS:

- 1) A amostra indicada para os ensaios de verificação das características, mínimas e máximas, de fusão tempo x corrente foi ajustada para um número divisível por seis. Essa amostra deve ser dividida em 6 partes, cada uma sendo submetida respectivamente aos ensaios com tempo de fusão de 300s (ou 600s), 10s e 0,1s. Cada um dos ensaios (tempo mínimo e tempo máximo) deve usar o número de amostras do plano de amostragem;
- 2) Os números de aceitação e rejeição indicados para os ensaios de verificação das características de fusão tempo x corrente se referem a soma de unidades defeituosas encontradas nos ensaios com três tempos de fusão (300s ou 600s, 10s e 0,1s), máximos e mínimos;
- 3) Para lotes de até 90 unidades não são exigidos ensaios destrutivos, bem como os ensaios eletromecânicos, de verificação dinâmica do funcionamento e de elevação de temperatura;
- 4) As amostras indicadas são válidas para lotes de elos fusíveis de mesmo tipo e mesma corrente nominal;
- 5) Para utilização desta tabela é imprescindível consultar a ABNT - NBR 5426, que estabelece, inclusive, os critérios para a comutação entre as inspeções severa, normal e atenuada, em função dos resultados obtidos;
- 6) Ac – número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
Re – número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote;
- 7) Procedimento para a amostragem dupla:
Ensaiar a primeira amostra; se o número de unidades defeituosas estiver entre Ac e Re (excluindo esses dois valores), ensaiar a segunda amostra. O número total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado, para permitir a aceitação do lote.

ANEXO B – FIGURAS 1 A 6

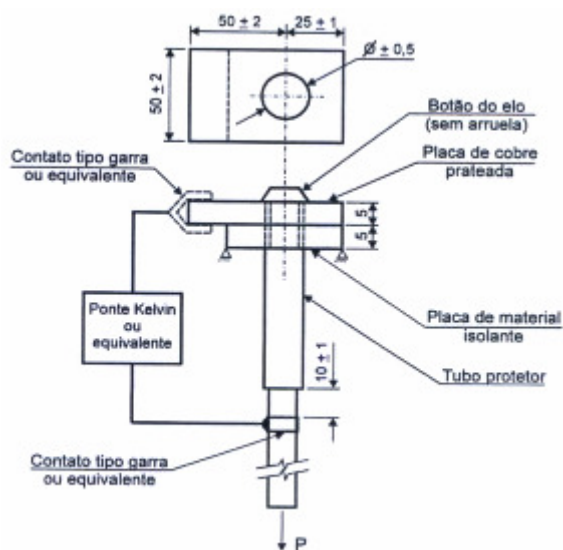
Figura 1 – Dispositivo para o ensaio de resistência mecânica



NOTA:

A figura 1 é ilustrativa, podendo o dispositivo ter outra configuração.

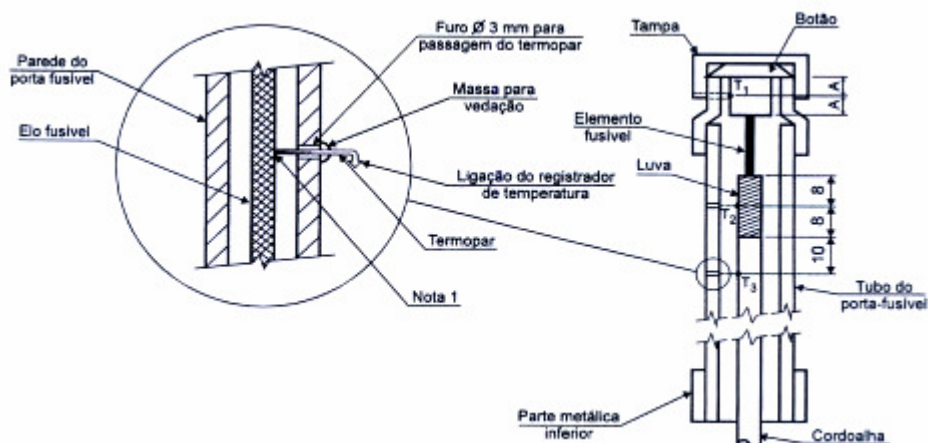
Figura 2– Método para medição da resistência elétrica



P – carga mecânica total aplicada ao elo, incluindo conector e garra, igual a 6 daN.

Φ (mm)	Corrente nominal do elo fusível
10,5	Até 50A
17,0	51A a 100A
23,0	101A a 200A

Figura 3 – Localização e forma de instalação dos termopares no ensaio de elevação de temperatura



T₁, T₂ e T₃ – Pontos de medição.

NOTAS:

- 1) Todos os termopares tocam a superfície metálica do elo fusível. Caso necessário, o tubo protetor do elemento fusível (não representado na figura) deve ser furado ou cortado para a passagem do termopar;
- 2) O porta-fusível pode ser cortado ao longo de seu comprimento em dois semicilindros, para facilidade de instalação dos termopares. A união dos dois semicilindros deve ser feita rigidamente por meio de braçadeiras, de modo a não permitir a saída do ar quente;
- 3) Cotas em milímetros.

Figura 4- Esquema para ensaio eletromecânico

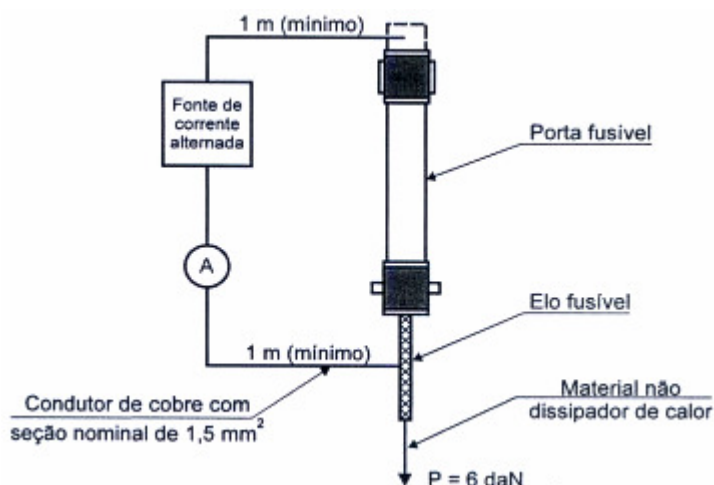


Figura 5- Montagem para ensaios de verificação das características de fusão tempo x corrente de elos novos e de elos envelhecidos

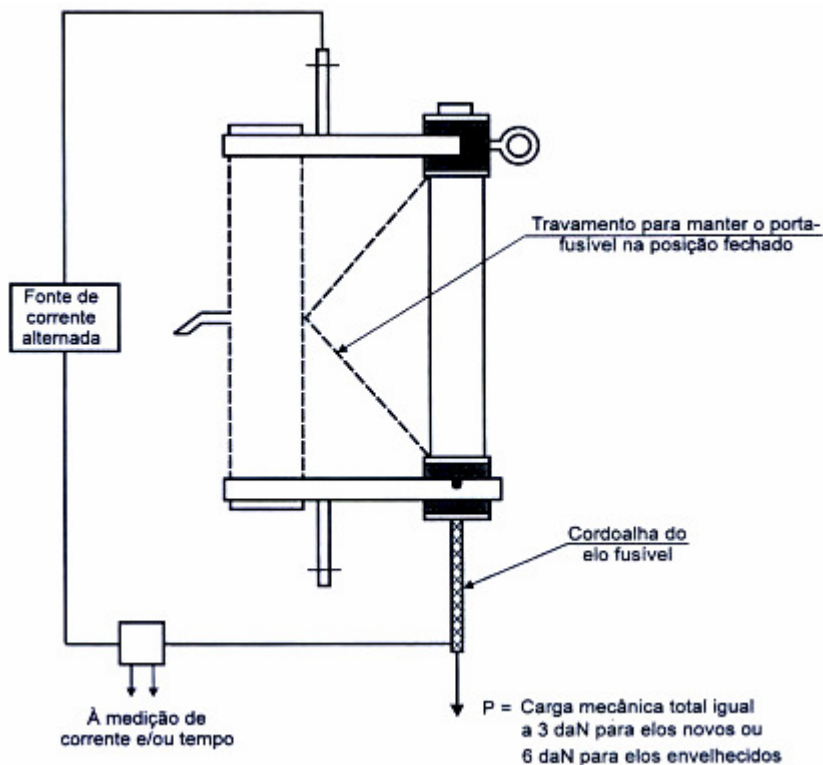
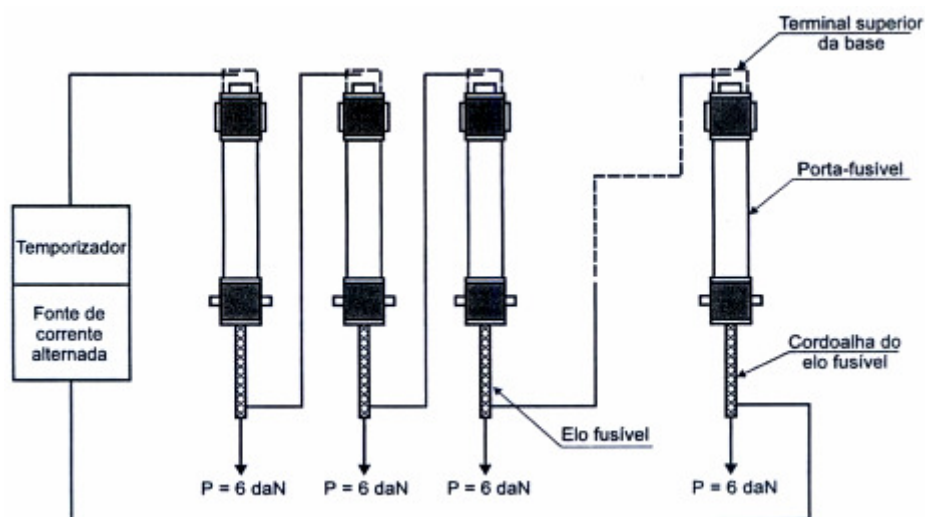
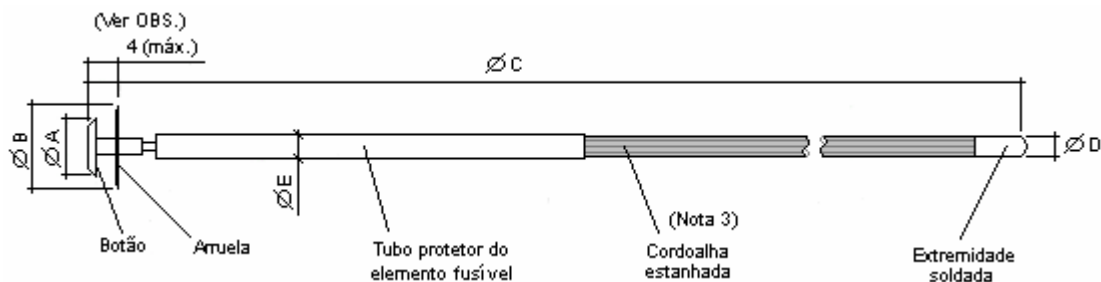


Figura 6 - Montagem para condicionamento ao ensaio de verificação de características de fusão após envelhecimento e em função da carga mecânica



ANEXO C – FIGURA 7

Figura 7 – Dimensões para elo tipo botão



OBS.: Esta cota corresponde apenas à soma das espessuras do botão e da arruela.

Corrente Nominal do Elo Fusível (A)	Dimensões (mm)				
	A	B	C (mínimo)	D (máximo)	E (máximo)
1 a 50	$12,5 \pm 0,2$	$19 \pm 0,3$	500	5,0	7,8
65 a 100	$19,0 \pm 0,3$	(Nota 1)	500	8,0	10,0
140 a 200	$25,0 \pm 0,4$	(Nota 1)	500	9,5	18 (Nota 2)

NOTAS:

- 1) Somente os elos de 1 a 50 A possuem arruela;
- 2) Acima de 100 A não é obrigatório o uso de tubos protetores de material isolante;
- 3) A cordoalha deverá ter no mínimo 2,5mm de diâmetro.