

ETD 007.01.43

ELO FUSÍVEL



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

Cooperativas Filiadas a FECOERGS:



CELETRO
– Cachoeira do Sul –



CERFOX
– Fontoura Xavier –



CERILUZ
– Ijuí –



CERMISSÕES
– Caibaté –



CERTAJA
– Taquari –



CERTEL
– Teutônia –



CERTHIL
– Três de Maio –



CERVALE
– Santa Maria –



COOPERLUZ
– Santa Rosa –



COOPERNORTE
– Viamão –



COOPERSUL
– Bagé –



COPREL
– Ibirubá –



COSEL
– Encruzilhada do Sul –



CRELUZ
– Pinhal –



CREAL
– Erechim –

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

Elaboração:

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

Aprovação:

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

Sumário

1. Objetivo	1
2. Âmbito de Aplicação	1
3. Documentos de Referência	1
4. Condições Gerais	2
4.1. Definições	2
4.1.1. Corrente Nominal do Elo Fusível	2
4.1.2. Intercambiabilidade Elétrica de Elos Fusíveis	2
4.1.3. Intercambiabilidade Mecânica de Elos Fusíveis	2
4.1.4. Coordenação entre Elos Fusíveis Ligados em Série	2
4.1.5. Relação de Rapidez	2
4.1.6. Tempo Total de Interrupção	2
4.2. Inovação Tecnológica	2
4.3. Meio Ambiente	2
4.4. Condições de Operação	2
4.5. Tipos de Elos Fusíveis de Distribuição	3
4.6. Identificação	3
4.7. Acabamento	3
5. Condições Específicas	3
5.1. Características Construtivas	3
5.1.1. Geral	3
5.1.2. Dimensões	3
5.1.3. Cordoalha, Botão e Arruela	4
5.1.4. Elemento Fusível	4
5.1.5. Esforços Mecânicos	4
5.1.6. Elevação de Temperatura	4
5.2. Características Elétricas	6
5.2.1. Correntes Nominais	6
5.2.2. Resistência Elétrica dos Elos Fusíveis	6
5.3. Características de Fusão Tempo x Corrente	6
5.4. Características de Fusão Tempo x Corrente após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica	6
6. Condições de Fornecimento	7
6.1. Homologação	7
6.2. Acondicionamento	7
6.3. Garantia	8
7. Inspeção e Ensaio	8
7.1. Generalidades	8
7.2. Classificação dos ensaios	9
7.2.1. Ensaio de Tipo	9
7.2.2. Ensaio de Recebimento	9
7.2.3. Ensaio Complementares	9
7.3. Metodologia dos Ensaio	9
7.3.1. Inspeção Geral	9
7.3.2. Verificação Dimensional	10
7.3.3. Condutividade do Botão	10
7.3.4. Suportabilidade Mecânica	10
7.3.5. Medição da Resistência Elétrica	10
7.3.6. Elevação de Temperatura	10

7.3.7. Ensaio Eletromecânico.....	11
7.3.8. Verificação Dinâmica do Funcionamento.....	11
7.3.9. Verificação das Características Máximas e Mínimas de Fusão Tempo x Corrente	11
7.3.10. Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica	12
7.3.11. Capacidade de Interrupção	12
7.4. Relatórios de Ensaio	13
7.5. Planos de Amostragem	13
7.5.1. Ensaio de Tipo e Complementares	13
7.5.2. Ensaio de Recebimento	14
7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição	16
7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaio de Tipo e Complementares	16
7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaio de Recebimento.....	16
8. Desenhos	17
8.1. Padrão E-15.1: Elo Fusível Tipo H.....	17
8.2. Padrão E-15.2: Elo Fusível Tipo K.....	18
8.3. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo H	19
8.4. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo K/Grupo A	20
8.5. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo K/Grupo B	21
8.6. Dispositivo para o Ensaio de Resistência Mecânica.....	22
8.7. Dispositivo para Medição da Resistência Elétrica	23
8.8. Ensaio de Elevação de Temperatura – Localização e Instalação dos Termopares.....	24
8.9. Esquema para o Ensaio Eletromecânico	25
8.10. Montagem para Ensaio de Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente de Elos Novos e Elos Envelhecidos.....	26
8.11. Montagem para Pré-Condicionamento dos Elos Fusíveis.....	27

1. Objetivo

Esta especificação fixa as exigências mínimas para fabricação, aquisição e recebimento de elos fusíveis para redes aéreas de distribuição de energia com tensão máxima de operação até 36,2 kV, inclusive.

2. Âmbito de Aplicação

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

3. Documentos de Referência

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

NBR 5359 – Elos fusíveis de distribuição – Especificação.

NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos.

NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia.

NBR 5459 – Manobra e proteção de circuitos – Terminologia.

NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência – Terminologia

NBR 7282 – Dispositivos fusíveis tipo expulsão – Especificação.

NBR 8124 – Chaves fusíveis de distribuição (Classe 2) – Padronização.

ANSI/IEEE C37.40 - *Service conditions and definitions for high-voltage fuses, distribution enclosed single-pole air switches, fuse disconnecting switches, and accessories.*

ANSI/IEEE C37.41 - *Design tests for high-voltages fuses, distribution enclosed single-pole air switches, fuse disconnecting switches, and accessories.*

ANSI/IEEE C37.42 - *Specifications for distribution cutouts and fuse links*

ASTM E1004 - *Standard practice for determining electrical conductivity using the electromagnetic (eddy-current) method.*

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

ETD 007.01.42 – Chaves fusíveis

As siglas acima referem-se a:

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

ASTM – *American Society for Testing and Materials.*

IEC – *International Electrotechnical Commission.*

ISO – *International Standardization Organization.*

ETD – Especificação Técnica – Distribuição do Sistema FECOERGS.

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

4. Condições Gerais

4.1. Definições

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas mencionadas no item 3, complementados pelos apresentados a seguir.

4.1.1. 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.

4.1.2. Intercambiabilidade Elétrica de Elos Fusíveis

Possibilidade dos elos fusíveis de distribuição de vários fabricantes serem usados indiscriminadamente, com as mesmas características de proteção contra sobre-correntes, obtendo-se a mesma coordenação.

4.1.3. Intercambiabilidade Mecânica de Elos Fusíveis

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

4.1.4. Coordenação entre Elos Fusíveis Ligados em Série

Condição que se obtém quando, no caso de um curto-circuito, ou sobrecarga excessiva, somente opera o elo fusível mais próximo da fonte de sobre-corrente (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.

4.1.5. 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.

4.1.6. Tempo Total de Interrupção

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

4.2. Inovação Tecnológica

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

4.3. Meio Ambiente

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

4.4. Condições de Operação

Os elos fusíveis deverão ser previstos para instalação em porta-fusíveis de chaves fusíveis de distribuição, nas condições normais de serviço descritas na ETD 007.01.42 – Chaves fusíveis

4.5. Tipos de Elos Fusíveis de Distribuição

Os elos fusíveis são classificados conforme indicado na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Tipos de Elos Fusíveis de Distribuição

Tipo	Descrição	Relação de Rapidez p/ Corrente Nominal	
		6A	200A
H	Elos fusíveis de alto surto, com alta temporização para correntes elevadas	-	-
K	Elos fusíveis rápidos	6	8,1
T	Elos fusíveis lentos	10	13

Notas:

- Os termos “rápido” e “lento” são utilizados aqui para indicar a rapidez relativa entre os elos fusíveis tipo K e T.
- Os elos fusíveis tipo T não estão considerados nesta especificação.

4.6. Identificação

Cada elo fusível deve ser marcado de forma legível e indelével no botão com, no mínimo, as seguintes informações:

- nome e/ou marca do fabricante;
- corrente nominal (A), seguida por uma das letras representativas do tipo de elo.

4.7. Acabamento

O botão e sua arruela (caso existente) devem ser estanhados ou prateados, lisos, isentos de trincas, rebarbas, inclusões ou arestas vivas. Não são admitidos processos de revestimento tais como cromagem, niquelagem ou cadmiagem.

A cordoalha deve ser estanhada sem falhas, não ter fios soltos ou quebrados, não estar desfiada ou mal torcida, ter a extremidade soldada ou dispor de sistema de fixação que evite o seu desfiamento.

O elemento fusível deve estar bem fixado no corpo do botão e na luva que prende a cordoalha e o tubo protetor deve estar preso de forma a evitar seu deslocamento.

5. Condições Específicas

5.1. Características Construtivas

5.1.1. Geral

O fabricante deverá garantir que o elo fusível seja constituído de tal forma que suas características elétricas e mecânicas não sejam alteradas em condições normais de operação.

5.1.2. Dimensões

Os elos fusíveis devem apresentar dimensões em conformidade com os padrões E-15.1 e E-15.2, apresentados nos desenhos 8.1 e 8.2.

Os elos fusíveis de distribuição devem permitir sua montagem nos porta-fusíveis tipo C, padrão E-09.3 da especificação ETD 007.01.42 – Chaves fusíveis, aos quais se aplicam, mesmo que de fabricantes diferentes.

5.1.3. Cordoalha, Botão e Arruela

A cordoalha e o botão do elo fusível devem ser de 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, naquele valor.

É vedada a utilização de materiais ferrosos nas partes condutoras de corrente.

A arruela deve ser provida de meios para manter-se presa ao botão para evitar a sua perda durante a instalação.

A cordoalha deve ser flexível de forma a não interferir no funcionamento da chave fusível.

5.1.4. Elemento Fusível

O elemento fusível deve ser protegido por um tubo de material isolante e com características que auxiliem na extinção do arco elétrico. O comprimento do tubo deve, obrigatoriamente, atender as exigências dos padrões E-15.1 e E-15.2, desenhos 8.1 e 8.2.

Na confecção do elo fusível pode ser empregado um fio de reforço em paralelo com o elemento fusível para aliviar este último dos esforços mecânicos existentes quando o elo é instalado na chave fusível para a qual foi projetado.

5.1.5. Esforços Mecânicos

Os elos fusíveis devem resistir a um esforço mínimo de tração de 10daN, sem prejuízo das propriedades mecânicas e elétricas de suas partes, quando ensaiados conforme item 7.3.4.

Os elos fusíveis tipo "H" devem suportar um esforço de tração de 6daN durante 24 horas sob corrente nominal, quando ensaiados conforme item 7.3.7.

Os elos fusíveis, quando instalados nas chaves fusíveis padronizadas na ETD 007.01.42, devem suportar 20 operações sucessivas de abertura e fechamento, sem apresentar danos visíveis tais como ruptura ou alongamento de componentes, escorregamento nas conexões, etc.

5.1.6. Elevação de Temperatura

Os elos fusíveis deverão ser capazes de conduzir continuamente sua corrente nominal nas condições de ensaio da NBR 7282, complementadas pelas exigências do item 7.3.6, sem que a elevação de temperatura de suas partes exceda os valores constantes da tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Limites de Temperatura e Elevação de Temperatura para Diferentes Partes de Equipamentos de Manobra de Alta Tensão

Natureza da parte do equipamento (ver notas a,b e c)		Temperatura (°C)	Limite de elevação (K)	
Contatos (ver nota d)	Cobre nu ou liga de cobre nu	75	35	
	Prateados ou niquelados (ver nota f)	105	65	
	Estanhados (ver nota f)	90	50	
Conexões aparafusadas ou equivalentes (ver nota e)	Cobre nu, liga de cobre nu ou liga de alumínio nu	90	50	
	Prateadas ou niqueladas	115	75	
	Estanhadas	105	65	
Outros contatos ou conexões feitos de metais nus ou revestidos de outros materiais		ver nota g	ver nota g	
Terminais para conexão a condutores externos através de parafusos (ver nota h)	Nus	90	50	
	Prateados, niquelados ou estanhados	105	65	
	Outros revestimentos	ver nota g	ver nota g	
Partes metálicas atuando como molas		ver nota i	ver nota i	
Materiais usados como isolamento e partes metálicas em contato com isolamento das seguintes classes (ver nota j e l)	Y	90	50	
	A	105	65	
	E	120	80	
	B	130	90	
	F	155	115	
	Esmalte:	à base de óleo	100	60
		sintético	120	80
	H	180	140	
	C	ver nota k	ver nota k	
Partes acessíveis	Com possibilidade de toque em operação normal	70	30	
	Sem necessidade de toque em operação normal	80	40	

5.1.6.1. Notas Explicativas da Tabela 5.1

- Os valores apresentados referem-se a equipamento instalado ao ar livre, temperatura ambiente não superior a 40 °C.
- Segundo sua função, uma mesma parte pode pertencer a diversas categorias e neste caso, devem ser considerados os menores valores de elevação de temperatura e temperatura máxima permissível.
- Todas as precauções necessárias devem ser tomadas para que nenhum dano seja causado aos materiais isolantes circunvizinhos.
- Quando partes dos contatos têm revestimentos diferentes ou uma das partes não possui revestimento, os valores de temperaturas e respectivas elevações permissíveis devem ser aqueles da parte que tem o menor valor permitido na tabela 5.1.
- Quando partes das conexões têm revestimentos diferentes ou uma das partes não possui revestimento, os valores de temperaturas e respectivas elevações permissíveis devem ser aqueles da parte que tem o maior valor permitido na tabela 5.1.
- A qualidade dos contatos revestidos deve ser tal que uma camada de material de revestimento permaneça na área de contato após os ensaios de estabelecimento e interrupção e resistência mecânica. Caso contrário, os contatos deverão ser considerados nus.
- Quando utilizados materiais diferentes dos apresentados na tabela 5.1, suas propriedades devem ser consideradas na determinação das temperaturas máximas admissíveis.

- h. Os valores de temperatura e de elevação de temperatura são válidos ainda que o condutor conectado aos terminais seja nu.
- i. A temperatura não deve alcançar um valor tal que a elasticidade do material seja prejudicada.
- j. As classes de material isolante são as da NBR 7034.
- k. Os valores máximos de temperatura para estes materiais são limitados somente pelo requisito de não causar danos às partes circunvizinhas.
- l. Na determinação das temperaturas dos materiais isolantes deve ser considerado que diversas partes dos elos fusíveis têm contato direto ou com seus tubinhos protetores ou com as partes internas do porta-fusível. Onde aplicável considera-se como temperatura do material isolante aquela da parte condutora vizinha. A título de referência, materiais como fibra vulcanizada (classe A), laminados à base de papel impregnados com resina fenólica (classe E), laminados de fibra de vidro (classe B) são utilizados respectivamente no revestimento interno do porta-fusível, no tubo protetor do elo fusível ou no tubo do porta-fusível.

5.2. Características Elétricas

5.2.1. Correntes Nominais

As correntes nominais padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo H são as constantes da tabela 8.1.

As correntes nominais padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo K são as constantes da tabela 8.3.

5.2.2. Resistência Elétrica dos Elos Fusíveis

A resistência elétrica do elo fusível não deve variar mais de 7,5%, para mais ou para menos, em relação à resistência média do lote sob inspeção. Além disto, nenhum elo deve apresentar resistência elétrica 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.

5.3. Características de Fusão Tempo x Corrente

As características máximas e mínimas de fusão tempo x corrente devem ser fornecidas pelo fabricante e não devem ser inferiores aos valores mínimos nem superiores aos valores máximos indicados nas tabelas 8.1 e 8.3 e desenhos 8.3 a 8.5, devendo ser representadas conforme NBR 7282.

Os valores fornecidos pelo fabricante devem ser tais que a característica mínima de fusão tempo x corrente adicionada da tolerância total de fabricação deve corresponder à característica máxima de fusão tempo x corrente. A tolerância total de fabricação deve ser menor ou igual a 20%.

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

O tempo total de interrupção é composto pela soma do tempo de fusão obtido na característica de fusão tempo x corrente com o tempo de extinção de arco.

O tempo de extinção do arco depende do elo fusível, do porta-fusível e do nível de corrente aplicado.

5.4. Características de Fusão Tempo x Corrente após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica

Os elos fusíveis, quando ensaiados conforme 7.3.10, não devem apresentar alteração de suas características de fusão tempo x corrente estabelecidas nas curvas dos fabricantes.

6. Condições de Fornecimento

6.1. Homologação

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

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

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

Os certificados técnicos deverão ser revalidados sempre que:

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

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

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

6.2. Acondicionamento

Os elos fusíveis devem ser acondicionados individualmente em casos plásticos, os quais devem conter, visivelmente, no mínimo as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca do fabricante;
- b. número de catálogo do fabricante (vide nota);
- c. corrente nominal (A), seguida por uma das letras representativas do tipo de elo (H ou K);
- d. comprimento do elo fusível, em mm.

Os sacos plásticos contendo os elos fusíveis devem ser acondicionados numa embalagem final, de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. A FECOERGS se reserva o direito de solicitar ao fornecedor, para sua prévia aprovação, que apresente anexo à sua proposta, desenho detalhado da embalagem com todas as suas dimensões e com a especificação dos materiais utilizados na sua confecção, os quais devem ser reutilizáveis ou recicláveis.

As embalagens finais devem trazer externamente as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca do fabricante;

- b. a sigla "FECOERGS" seguida do nome da cooperativa associada responsável pela aquisição do produto.
- c. identificação completa do conteúdo;
- d. número de peças;
- e. massas bruta e líquida em kg;
- f. número do pedido de compra;
- g. número da nota fiscal;
- h. outras informações eventualmente solicitadas no processo de aquisição.

Nota:

O número de catálogo do fabricante deve corresponder a um desenho com todas as informações constantes dos padrões E-15.1 e E-15.2, desenhos 8.1 e 8.2.

6.3. Garantia

Os elos fusíveis e seus componentes deverão ser garantidos pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto, fabricação ou matéria-prima pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses da data de entrega do material no almoxarifado da cooperativa.

Caso necessário, o fornecedor será obrigado a substituir todas as unidades do lote que apresentar unidades defeituosas, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte. Neste caso o prazo de garantia deverá ser estendido por mais 12 (doze) meses.

7. Inspeção e Ensaios

7.1. Generalidades

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

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

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

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

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

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

7.2. Classificação dos ensaios

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

7.2.1. Ensaios de Tipo

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

7.2.2. Ensaios de Recebimento

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

7.2.3. Ensaios Complementares

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

Tabela 7.1 – Relação dos Ensaios

Item	Descrição	Tipo	Recebimento	Complementar
7.3.1	Inspeção Geral	x	x	
7.3.2	Verificação Dimensional	x	x	
7.3.3	Condutividade do Botão	x	x	
7.3.4	Suportabilidade Mecânica	x	x	
7.3.5	Medição da Resistência Elétrica	x	x	
7.3.6	Elevação de Temperatura	x	x	
7.3.7	Eletromecânico	x	x	
7.3.8	Verificação Dinâmica do Funcionamento	x	x	
7.3.9	Verificação das Características Máximas e Mínimas de Fusão Tempo x Corrente	x	x	
7.3.10	Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica	x		x
7.3.11	Capacidade de Interrupção	x		x

7.3. Metodologia dos Ensaios

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

7.3.1. Inspeção Geral

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

7.3.1.1. Características Construtivas

Deve ser verificado se os elos fusíveis contêm todos os componentes requeridos e se as características desses componentes estão de acordo com o projeto aprovado e os requisitos mencionados no item 5.1.

7.3.1.2. Acabamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.7.

7.3.1.3. Identificação

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.6.

7.3.1.4. Acondicionamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 6.2.

7.3.2. Verificação Dimensional

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

7.3.3. Condutividade do Botão

Deve ser executado de acordo com a ASTM E1004, devendo o resultado obtido atender a exigência de 5.1.3 para que o elo fusível seja considerado aprovado no ensaio.

7.3.4. Suportabilidade Mecânica

Os elos fusíveis devem ser ensaiados à temperatura ambiente, em dispositivo mecânico adequado que reproduza as condições do desenho apresentado em 8.6.

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

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

7.3.5. Medição da Resistência Elétrica

A medição da resistência elétrica deve ser realizada conforme apresentado desenho 8.7 utilizando-se um valor máximo de corrente contínua igual a 5% do valor 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.

O elo fusível deve ser considerado aprovado no ensaio se as amostras ensaiadas atenderem às exigências de 5.2.2.

7.3.6. Elevação de Temperatura

Na execução dos ensaios de elevação de temperatura devem ser atendidas as prescrições e a metodologia da NBR 7282, exceto no tocante às chaves fusíveis e aos condutores os quais devem atender as seguintes condições de ensaio:

- a. os elos fusíveis a serem ensaiados devem ser instalados nas bases e porta-fusíveis para os quais foram projetados;
- b. os porta-fusíveis devem ter as seguintes correntes nominais:
 - para elos fusíveis entre 1A e 100A: 100A;
 - para elos fusíveis entre 140A e 200A: 200A;
- c. os condutores de ligação devem ser de cobre e ter seção igual a:
 - para porta-fusíveis de 100A: 50mm²;

- para porta-fusíveis de 200A: 120mm²;
- d. a fonte de frequência industrial deve estar, no mínimo, a 1,20m da chave.

Utilizando-se termopares adequados, as temperaturas devem ser medidas nos pontos indicados no desenho 8.2, considerando-se que as elevações permitidas são as do material isolante adjacente.

O elo fusível deve ser considerado aprovado no ensaio se as elevações de temperatura de suas diversas partes não excederem os valores especificados na tabela 5.1.

7.3.7. Ensaio Eletromecânico

Este ensaio aplica-se exclusivamente aos elos fusíveis do tipo H, os quais devem ser ensaiados de acordo com o esquema do desenho 8.9, a uma temperatura ambiente compreendida entre 10°C e 40°C, em local livre de correntes de ar.

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

O elo fusível deve ser considerado aprovado se não apresentar ruptura, escorregamento nas conexões ou alongamento do elemento fusível.

7.3.8. Verificação Dinâmica do Funcionamento

Para a realização deste ensaio, devem ser atendidas as seguintes condições de ensaio:

- a. o local de ensaio deve apresentar temperatura ambiente entre 10°C e 40°C;
- b. o elo fusível deve ser instalado na chave fusível de maior corrente nominal para a qual foi projetado;
- c. a chave fusível deve ser instalada em uma estrutura rígida, a uma altura de, no mínimo, 4 m e na posição normal de serviço, com o circuito desenergizado.

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

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

7.3.9. Verificação das Características Máximas e Mínimas de Fusão Tempo x Corrente

As condições e a metodologia para o ensaio devem ser conforme a NBR 7282, acrescidas das condições específicas descritas em 7.3.6.e esquema apresentado no desenho 8.9, considerando-se uma carga mecânica P de 3daN.

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

A chave fusível a ser utilizada no ensaio deve estar de acordo com a ETD 007.01.42, devendo ser verificada a característica exigida em 5.1.13.

Para o ensaio de características mínima e máxima são considerados os valores mínimos e máximos, respectivamente, das correntes das curvas fornecidas pelos fabricantes, para os tempos de 0,1s, 10s e 300s ou 600s, este último para elos com corrente nominal superior a 100A.

Para o tempo de 0,1s, 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 ser feita a 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 10s a 600s as medidas podem ser realizadas utilizando-se cronômetro e amperímetro ou outro dispositivo com precisão mínima de 1%.

Para verificação das características máximas e mínimas, o elo fusível deve ser considerado aprovado no ensaio se o tempo total de fusão for igual ou estiver compreendido entre os limites estabelecidos pelas curvas máximas e mínimas fornecidas pelo fabricante e também pelo protótipo previamente aprovado para cada tipo de elo fusível.

7.3.10. Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica

As condições de ensaio são apresentadas em 7.3.9 acrescidas do pré-condicionamento.

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 6daN, conforme apresentado nos desenhos 8.10 e 8.11 (onde aplicável).

As amostras, instaladas conforme indicado em 6.3.2.1, devem ser submetidas a cem ciclos de corrente elétrica com valor 20% superior à corrente nominal.

Cada ciclo deve consistir de um período de uma hora de aplicação de corrente, seguido por um período de corrente desligada de duração suficiente para que as amostras 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, metade das amostras deve ser submetida à verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente de 10s e a outra metade à verificação das características máximas de fusão tempo x corrente de 300s, de acordo com 7.3.9. Para as verificações desses ensaios, a carga mecânica de tracionamento deve ser de 6daN.

Para que o elo fusível seja considerado aprovado nesse ensaio, as amostras condicionadas devem atender às exigências de 7.3.9, sem qualquer ocorrência de ruptura ou escorregamento.

7.3.11. Capacidade de Interrupção

Os elos fusíveis devem ser submetidos ao ensaio de capacidade de interrupção de em chaves fusíveis de distribuição que já tenham sido submetidas e aprovadas em todos os ensaios de tipo requeridos pela ETD 007.01.42.

As chaves fusíveis devem ser fornecidas pelo fabricante e apresentar características elétricas conforme a tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Características Elétricas das Chaves Fusíveis

Elo Fusível		Base e Porta-Fusível		
Tipo	Corrente Nominal (A)	Tensão Máxima (kV)	Corrente Nominal (A)	Capacidade de Interrupção Simétrica (A)
H	0,5 a 5	15	100	7.100
		24,2		4.500
K	6 a 100	15		7.100
		24,2		4.500
	140 e 200	15	200	7.100
		24,2		

Os elos devem ser submetidos à primeira, quarta e quinta séries do ensaio de interrupção descrito na NBR 7282. O ensaio da quinta série deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de $(2 \pm 0,4)$ s.

Devem ser medidos os tempos até a interrupção, em cada série, para determinação do tempo de arco. Como referência inicial utilizar valores iguais aos dos elos tipos K para a série de ensaio 1. Para a série 4, utilizar 60ms quando ensaiado em 15kV e 90ms quando ensaiado em 24,2kV. Para a série 5, utilizar 100ms quando ensaiado em 15 kV ou 150ms quando ensaiado em 24,2 kV, para todos os tipos de elos (H e K).

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.

7.4. Relatórios de Ensaio

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

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

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

7.5. Planos de Amostragem

7.5.1. Ensaios de Tipo e Complementares

As quantidades de elos fusíveis requeridas para a formação da amostra para os ensaios de tipo ou complementares estão apresentadas na tabela 7.3. As unidades de reserva são previstas para o caso de ser necessária a repetição de algum dos ensaios.

Quando se tratar de ensaio complementar, a amostra a ser ensaiada deve ser constituída por elos fusíveis retirados aleatoriamente do lote em fornecimento.

Tabela 7.3 – Ensaios de Tipo ou Complementares – Tamanho da Amostra

Tipo de elo fusível	Número de unidades da amostra	Número de unidades reserva
H	68	10
K	63	10

Os ensaios de tipo devem ser aplicados sobre as unidades da amostra de acordo com o apresentado na tabela 7.4. A existência das unidades 64 a 68 está condicionada a ensaios em elos fusíveis do tipo H.

Tabela 7.4 – Amostragem para os Ensaios de Tipo ou Complementares

Item	Ensaio	Número da unidade da amostra											
		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
7.3.1	Inspeção geral	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3.2	Verificação dimensional	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3.3	Condutividade do botão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3.4	Suportabilidade mecânica	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3.5	Medição da resistência elétrica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3.6	Elevação de temperatura	x											
7.3.7	Eletromecânico												x
7.3.8	Verificação dinâmica do funcionamento								x				
7.3.9	Verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente	300 ou 600s	x										
		10s									x		
		0,1s			x								
7.3.10	Verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica	10s		x									
		300 ou 600s									x		
		10s					x						
7.3.9	Verificação das características máximas de fusão tempo x corrente	10s					x						
		0,1s						x					
		300 ou 600s					x						
7.3.10	Verificação das características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica					x							
7.3.11	Capacidade de interrupção											x	

7.5.2. Ensaios de Recebimento

A amostragem para os ensaios de recebimento deve ser estabelecida de acordo com a tabela 7.5, para o 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.

Nos casos em que a FECOERGS optar por outro regime de inspeção, serão seguidas as recomendações da NBR 5426.

Tabela 7.5 – Planos de Amostragem para Ensaios de Recebimento

Tamanho do lote	- Inspeção visual - Verificação dimensional - Condutividade do botão - Suportabilidade mecânica - Resistência elétrica			- Características máximas e mínimas de fusão tempo x corrente (nota 1)			- Eletromecânico - Verificação dinâmica do funcionamento		
	Amostragem dupla Nível II, NQA 1,5%			Amostragem dupla Nível S4, NQA 2,5%			Amostragem dupla Nível S3, NQA 1,5%		
	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	0	2	6	0	1	8	0	1
	20	1	2						
151 a 280	20	0	2	18	0	2	8	0	1
	20	1	2						
281 a 500	32	0	3	18	0	2	8	0	1
	32	3	4						
501 a 1200	50	1	4	18	0	2	8	0	1
	50	4	5						
1201 a 3200	80	2	5	24	0	3	8	0	1
	80	6	7						
3201 a 10000	125	3	7	24	0	3	20	0	2
	125	8	9						
10001 a 35000	200	5	9	36	1	4	20	0	2
	200	12	13						

Notas:

1. 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 300 ou 600s, 10s e 0,1s e 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 à soma de unidades defeituosas encontradas nos ensaios com os três tempos de fusão (300 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 de verificação dinâmica do funcionamento, eletromecânico 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 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 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.

7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição

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

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

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

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

O projeto de elo fusível deve ser aceito se todos os elos fusíveis ensaiados apresentarem comportamento satisfatório. Se ocorrer alguma falha em qualquer ensaio, este pode ser repetido em uma nova amostra obtida para esse ensaio, de tamanho equivalente à primeira. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o projeto deve ser rejeitado.

7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento

O lote deve ser aceito se forem satisfeitas as condições estabelecidas na tabela 7.5 e se os elos submetidos ao ensaio de elevação de temperatura atenderem às exigências de 7.3.6.

8. Desenhos

8.1. Padrão E-15.1: Elo Fusível Tipo H

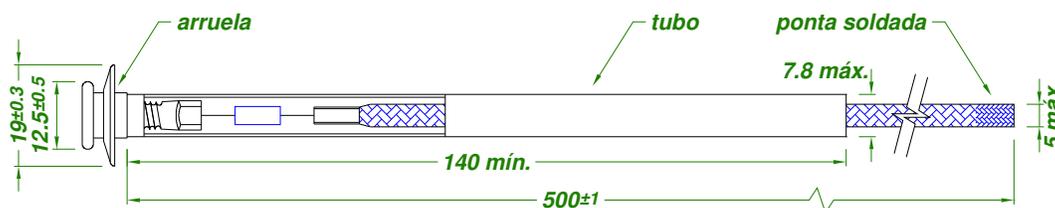


Tabela 8.1 – Valores Limites para Correntes de Fusão

Elo Fusível		Corrente de Fusão (A)					
Código	Corrente Nominal (A)	300s		10s		0,1s	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
E-15.1/1	0,5	1,6	2,3	4,0	5,4	40	55
E-15.1/2	1	2,5	3,3	6,8	8,6	53	80
E-15.1/3	2	3,5	4,3	9,2	12,0	89	130
E-15.1/4	3	4,7	5,9	11,3	14,5	89	130
E-15.1/5	5	7,4	9,2	15,3	18,5	89	130

Notas:

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

8.2. Padrão E-15.2: Elo Fusível Tipo K

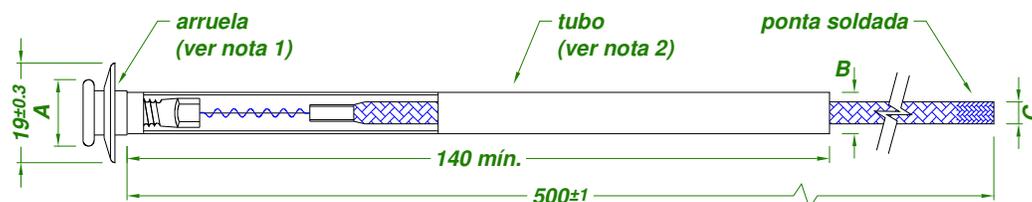


Tabela 8.2 – Dimensões

Corrente Nominal (A)	A (mm)	B máx. (mm)	C máx. (mm)
6 a 50	12,5 +/- 0,1	7,8	5,0
65 a 100	19,0 +/- 0,2	10,0	8,0
140 e 200	25,4 +/- 0,2	18,0	9,5

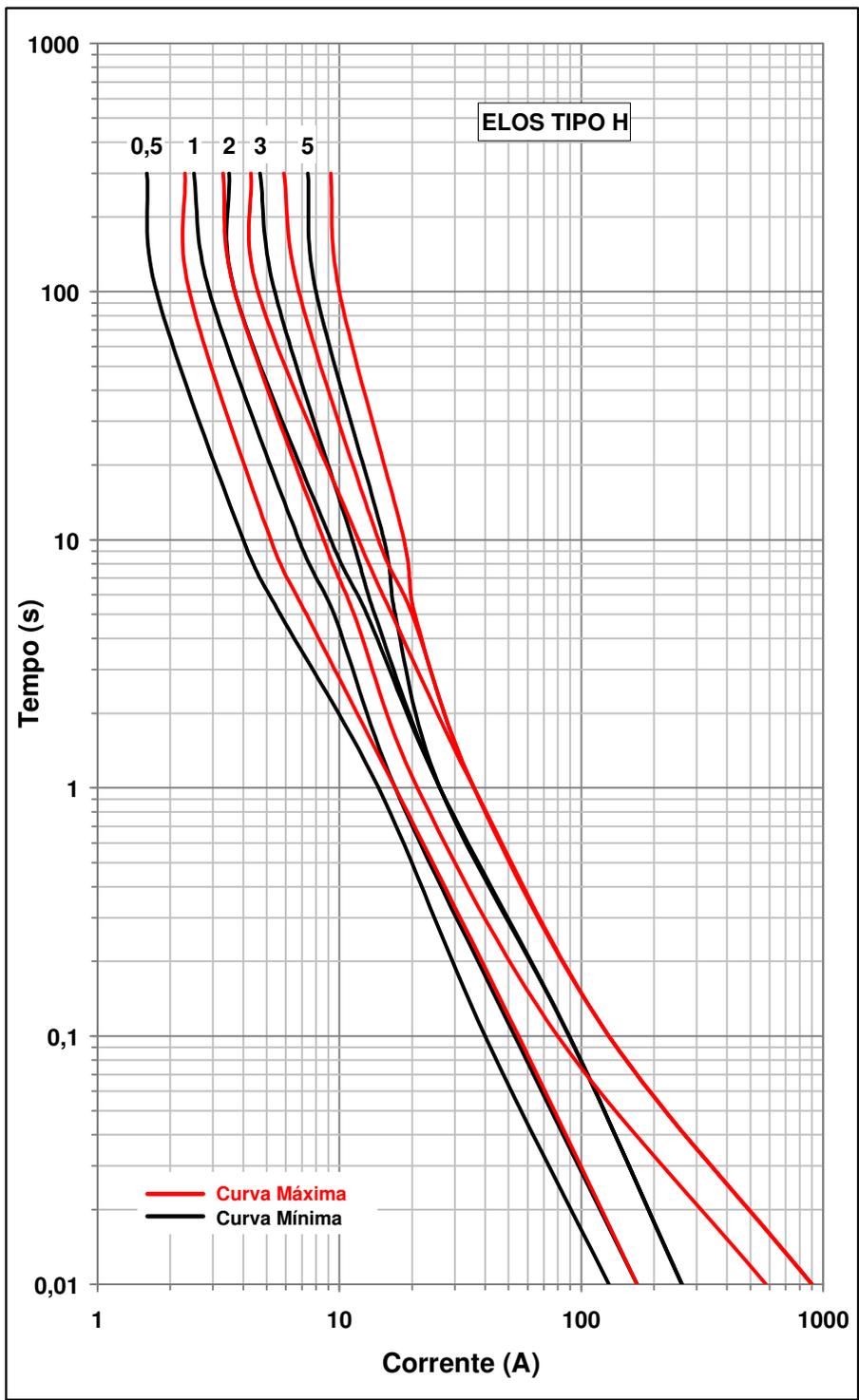
Tabela 8.3 - Valores Limites para Correntes de Fusão

Elo Fusível			Corrente de Fusão (A)						Relação de Rapidez
Grupo	Código	Corrente Nominal (A)	300 ou 600s (ver nota c)		10s		0,1s		
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
A	E-15.2/1	6	12,0	14,4	13,5	20,5	72	86	6,0
	E-15.2/2	10	19,5	23,4	22,5	34,0	128	154	6,6
	E-15.2/3	15	31,0	37,2	37,0	55,0	215	258	6,9
	E-15.2/4	25	50,0	60,0	60,0	90,0	350	420	7,0
	E-15.2/5	40	80,0	96,0	98,0	146,0	565	680	7,1
	E-15.2/6	65	128,0	153,6	159,0	237,0	918	1100	7,2
	E-15.2/7	100	200,0	240,0	258,0	388,0	1520	1820	7,6
	E-15.2/8	140	310,0	372,0	430,0	650,0	2470	2970	8,0
	E-15.2/9	200	480,0	676,0	760,0	1150,0	3880	4656	8,1
B	E-15.2/10	8	15,0	18,0	18,0	27,0	97	116	6,5
	E-15.2/11	12	25,0	30,0	29,5	44,0	166	199	6,6
	E-15.2/12	20	39,0	47,0	48,0	71,0	273	328	7,0
	E-15.2/13	30	63,0	76,0	77,5	115,0	447	546	7,1
	E-15.2/14	50	101,0	121,0	126,0	188,0	719	863	7,1
	E-15.2/15	80	160,0	192,0	205,0	307,0	1180	1420	7,4

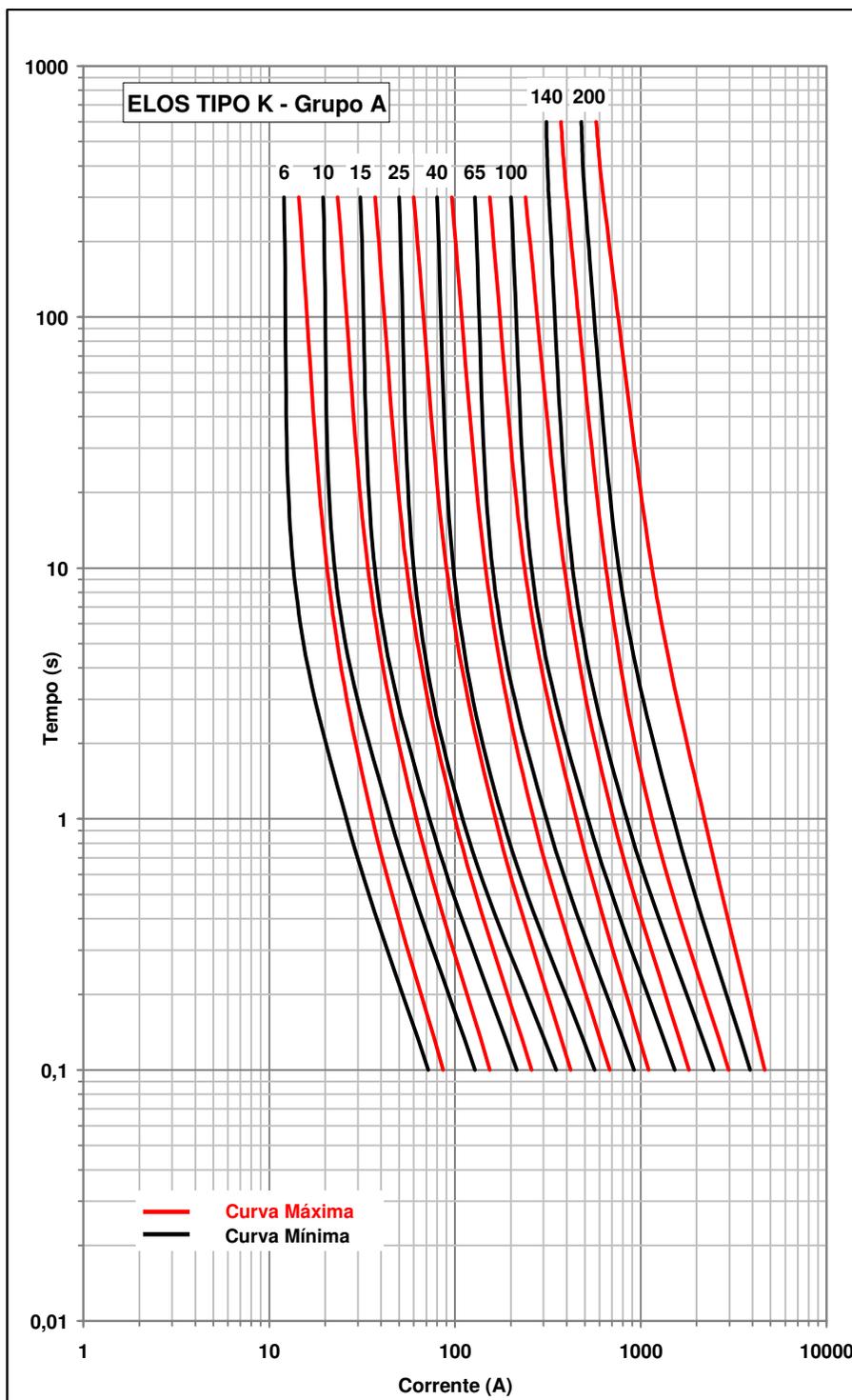
Notas:

1. Elos com corrente nominal superior a 50A não possuem arruela.
2. Em elos com corrente nominal superior a 100A, não é obrigatório o uso do tubo protetor.
3. 300s para elos com corrente nominal até 100A, 600s para 140 e 200A.
4. Não há coordenação entre elos do grupo B de valores adjacentes aos dos elos do grupo A.
5. Coordenação satisfatória é prevista até uma corrente igual a 13 vezes a corrente nominal do elo fusível protetor, entre correntes adjacentes de ambos os grupos.
6. Os códigos apresentados nas tabelas 8.1 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
7. Dimensões em milímetros.

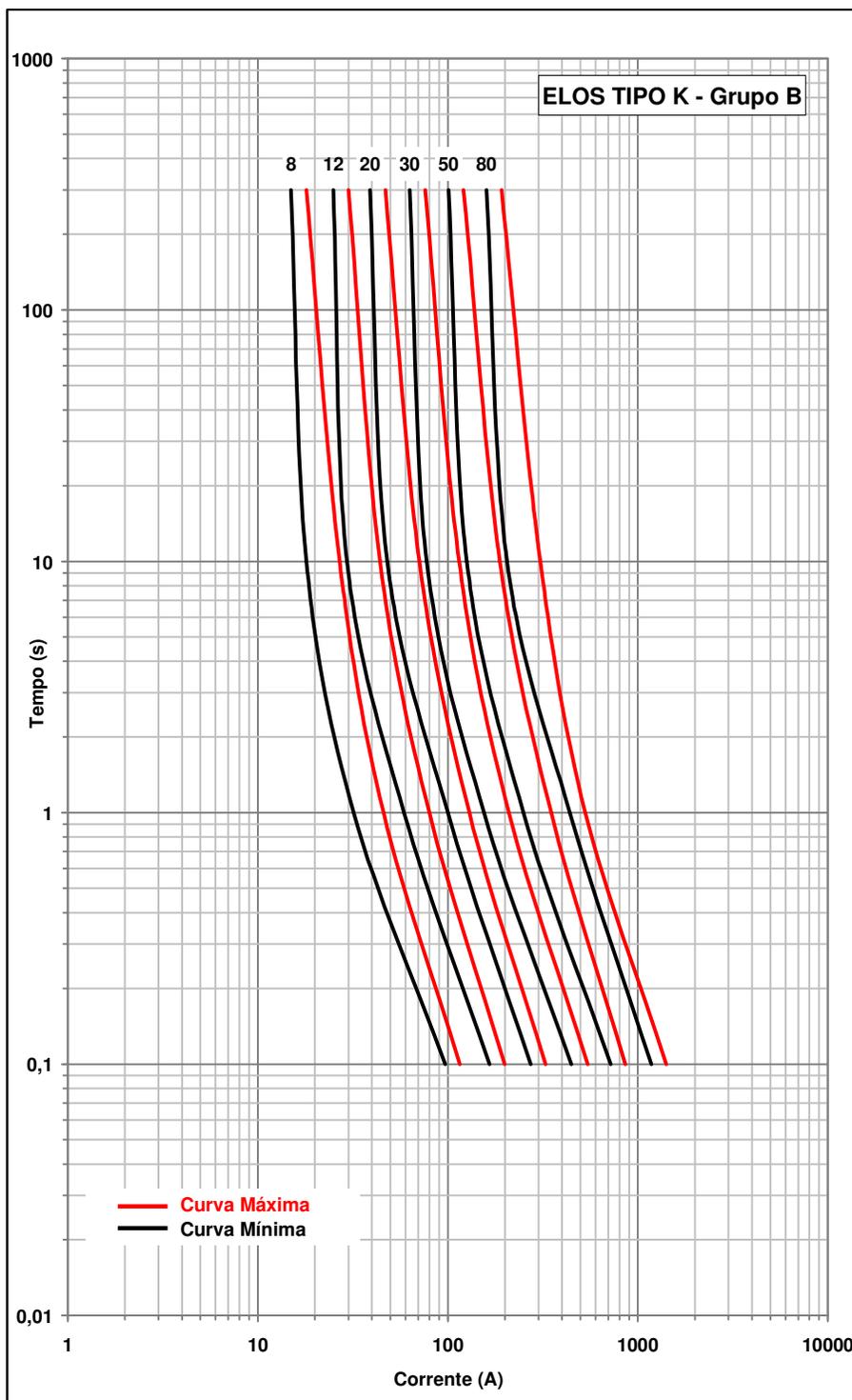
8.3. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo H



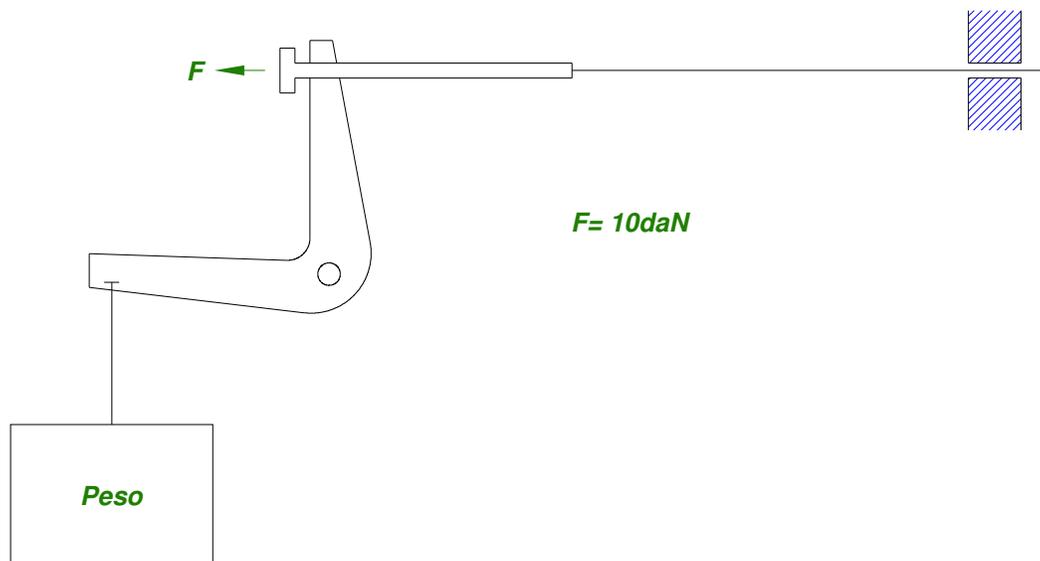
8.4. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo K/Grupo A



8.5. Curvas Características de Fusão Tempo x Corrente – Elos Fusíveis Tipo K/Grupo B



8.6. Dispositivo para o Ensaio de Resistência Mecânica



Nota:

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

8.7. Dispositivo para Medição da Resistência Elétrica

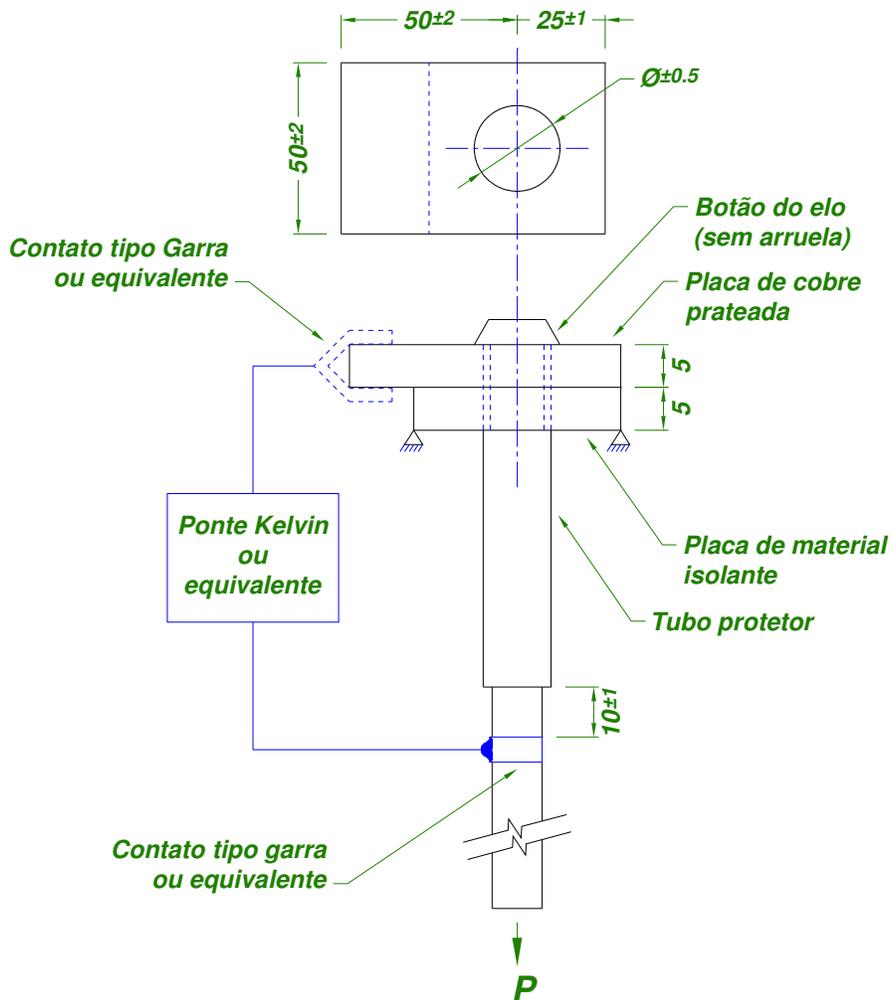


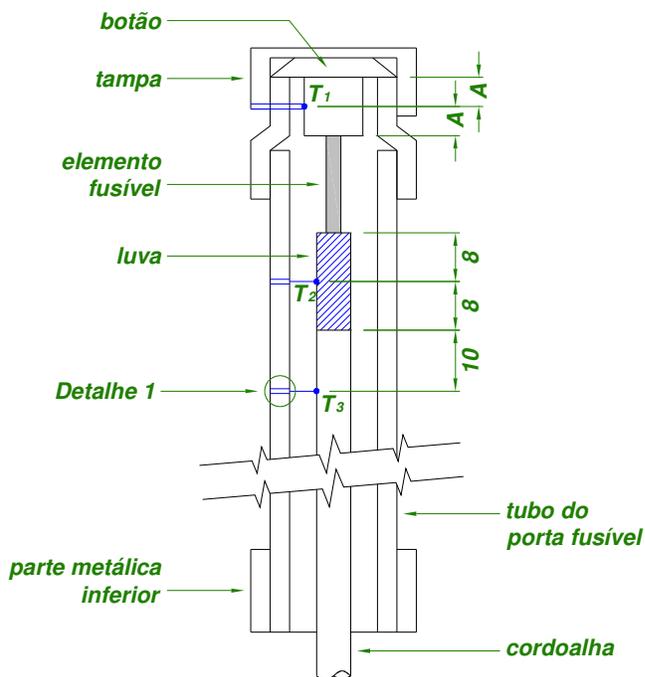
Tabela 8.4 – Diâmetro do furo

Ø (mm)	Corrente nominal do elo fusível
10,5	Até 50A
17,0	65A a 100A
23,0	140A e 200A

Notas:

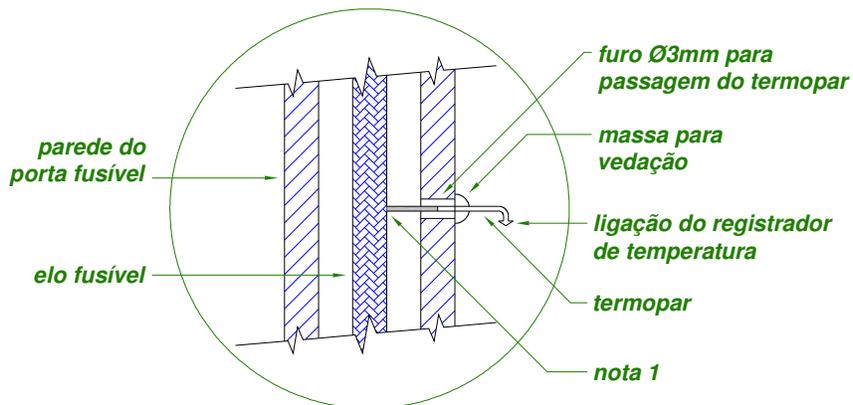
1. **P**: carga mecânica total aplicada ao elo, incluindo conector e garra, igual a 6daN.
2. Cotas em milímetros.

8.8. Ensaio de Elevação de Temperatura – Localização e Instalação dos Termopares



T1, T2 e T3 - Pontos de medição

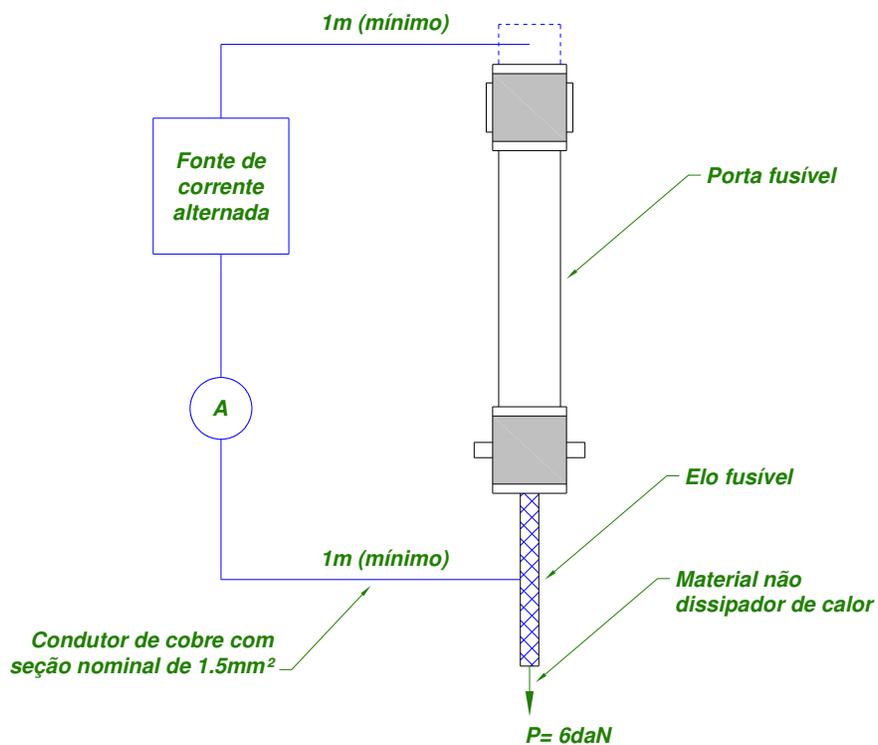
Detalhe 1



Notas:

1. Todos os termopares tocam a superfície metálica do elo fusível. Caso necessário, o tubo protetor do elemento fusível (não representado nesta 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 semi-cilindros para facilidade de instalação dos termopares. A união dos dois semi-cilindros deve ser feita rigidamente por meio de braçadeiras, de modo a não permitir a saída do ar quente.
3. Cotas em milímetros.

8.9. Esquema para o Ensaio Eletromecânico



8.10. Montagem para Ensaios de Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente de Elos Novos e Elos Envelhecidos

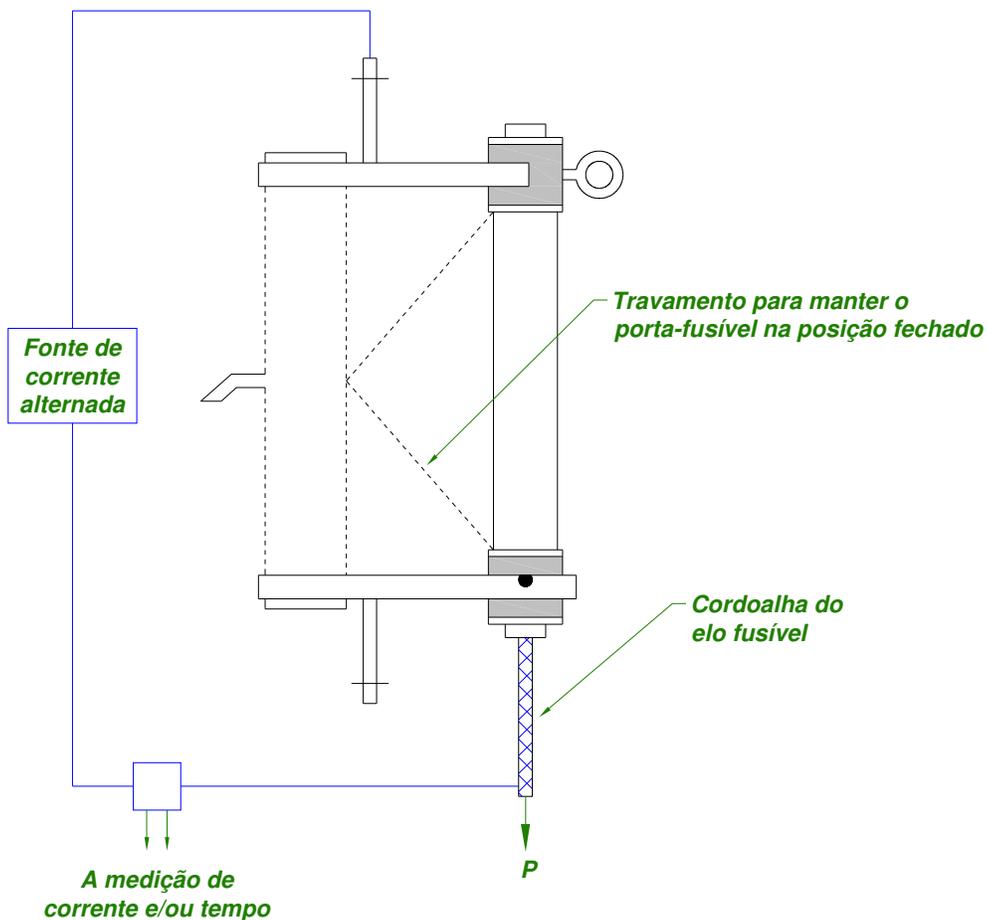


Tabela 8.5 – Carga Mecânica Total

Tipos de Elos	P (daN)
Novos	3
Envelhecidos	6

8.11. Montagem para Pré-Condicionamento dos Elos Fusíveis

