

ELOS FUSÍVEIS DISTRIBUIÇÃO

Especificação Técnica – ET 126

Revisão 01 – 2023



FINALIDADE


Este Documento Normativo, apresenta as especificações e padronizações das dimensões e das características técnicas mínimas exigíveis referentes a elos fusíveis, para utilização em chaves fusíveis instaladas nas Redes de Distribuição com classes de tensão até 36,2 kV, pertencentes as empresas do Grupo Equatorial Energia, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA, respeitando-se o que prescrevem as legislações oficiais, as normas técnicas da ABNT e os documentos técnicos e procedimentais, em vigor no âmbito desta CONCESSIONÁRIA.

A versão vigente cancela as versões anteriores.



SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	RESPONSABILIDADES	4
3	DEFINIÇÕES	4
4	REFERÊNCIAS	6
5	CONDIÇÕES GERAIS	6
5.1	Generalidades	6
5.2	Desenho do Material	6
5.3	Códigos Padronizados	6
5.4	Tipos de Elos de Distribuição	7
5.5	Características Principais	8
5.6	Características de Produção	9
5.7	Identificação	13
5.8	Ensaios	13
5.9	Acondicionamento	21
5.10	Garantia	21
5.11	Aplicação	22
6	DESENHOS	22
7	CONTROLE DE REVISÕES	28
8	APROVAÇÃO	28

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 4 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Especificação aplica-se aos elos fusíveis a serem utilizados nas redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia, com classes de tensão até 36,2 kV e que façam parte integrante do sistema de distribuição das CONCESSIONÁRIAS do Grupo Equatorial Energia.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Estabelecer procedimentos e requisitos padrões através deste documento, para que a aplicação adequada de elos fusíveis em transformadores, seja cumprida com eficiência. Coordenar o processo de revisão deste documento.

2.2 Gerência Corporativa de Planejamento e Logística

Executar em sua rotina operacional, a aquisição, o armazenamento e a distribuição de materiais em conformidade com este instrumento normativo e com a respectiva especificação técnica.

2.3 Gerência Centro de Operação

Realizar as atividades relacionadas à operação do sistema elétrico de acordo com os critérios e recomendações definidas nesta norma. Participar do processo de revisão desta especificação.

2.4 Fornecedor / Fabricante

Fabricar e/ou fornecer elos fusíveis, conforme exigências desta Especificação Técnica.


2.5 Projetista / Construtor

Realizar as atividades de projeto, construção e manutenção de redes de distribuição (RD's), seguindo rigorosamente o que detalha o projeto, quanto a consideração da aplicação adequada de elos fusíveis em transformadores de RD, obedecendo as recomendações desta especificação.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Capacidade de Interrupção

Valor da corrente presumida de interrupção simétrica que um dispositivo fusível é capaz de interromper, sob uma tensão dada em condições especificadas de emprego e funcionamento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 5 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

3.2 Características Tempo x Corrente

Representação gráfica do tempo de operação, expresso como um tempo virtual, em função do valor eficaz da corrente presumida simétrica, em condições de operação especificadas.

3.3 Contato do Elo Fusível

Parte condutora de um fusível destinada a fazer uma ligação com o contato do porta fusível ou com o contato da base.

3.4 Corrente de Curto-Circuito

É a sobrecorrente que resulta de um curto-circuito, e circula no trecho curto-circuitado.

3.5 Corrente Nominal de um Elo Fusível

É o 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 utilizado, é capaz de conduzir esta corrente indefinidamente, sem que as elevações de temperatura excedam os valores especificados na norma ABNT.

3.6 Corrente Presumida de Interrupção

Corrente presumida que é avaliada no instante de início do arco de um processo de interrupção de um dispositivo fusível.

3.7 Curto-Circuito

Ligação intencional ou acidental entre dois ou mais pontos de um circuito, através de impedância desprezível.

3.8 Designação da Velocidade de Elos Fusíveis


Designação expressa por letras, tais como K, T (não utilizado nas concessionárias do Grupo Equatorial) ou H, associadas com a razão entre os valores de correntes de pré-arco em dois valores especificados de tempos de pré-arco.

3.9 Elemento Fusível

Parte do fusível que funde quando o dispositivo fusível opera.

3.10 Elo Fusível

parte de um dispositivo fusível que deve ser substituída após cada operação do dispositivo fusível

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 6 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

e que contém o elemento fusível

3.11 Elos Fusíveis Não Preferenciais

São elos fusíveis de mesmo tipo, com valores de correntes nominais intermediários aos preferenciais, os quais coordenam preferencialmente entre si.

3.12 Elos Fusíveis Preferenciais

São elos fusíveis de mesmo tipo, eletricamente intercaláveis, pois, para os valores de correntes nominais adjacentes se obtém coordenação, dentro de limites especificados.

4 REFERÊNCIAS

NBR 5426:1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos

NBR 5456:2010 – Eletricidade geral – Terminologia

NBR 7282:2011– Dispositivos fusíveis de alta tensão - Dispositivos tipo expulsão - Requisitos e métodos de ensaio

NBR IEC 60060-2– Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão (Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio)

ASTM E1004 – Standard Test Method for Determining Electrical Conductivity using Elettromagnetic (Eddy-current) Method

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades


O material coberto deve ser adequado para operar a uma altitude de até 1000 m em clima tropical, com temperatura ambiente de até 40° C, média diária de 35° C, e umidade relativa do ar de até 100%.

5.2 Desenho do Material

Conforme Desenho 1 – Detalhes Construtivos dos Elos Fusíveis de Distribuição.

5.3 Códigos Padronizados

Conforme Desenho 1 – Detalhes Construtivos dos Elos Fusíveis de Distribuição.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 7 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

5.4 Tipos de Elos de Distribuição

Os elos fusíveis são designados como tipos H, T e K, porém, na redes de distribuição das CONCESSIONÁRIAS do grupo Equatorial, são utilizados os tipos H e K, conforme indicado nos itens a seguir.

5.4.1 Elo Tipo H

Elos fusíveis de alto surto, com alta temporização para correntes elevadas. São considerados de ação lenta, não se fundem em surtos transitórios e não admitem sobrecarga, isto é, a corrente admissível em regime permanente deve ser no máximo igual a corrente nominal do elo. São utilizados exclusivamente para proteção de transformadores, não devendo ser utilizados para proteção de ramais primários. Para este tipo de elo não existe subdivisão entre preferencial e não preferencial.

a) Valores para os elos tipos H: 0,5H, 1H, 2H, 3H e 5H.

5.4.2 Elo 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). São considerados de ação rápida. Admitem sobrecarga de 50% do seu valor nominal. São utilizados na proteção de ramais primários de distribuição e de transformadores. Dividem-se em dois grupos (segundo ABNT):


a) Valores preferenciais para os elos tipos K: 6K, 10K, 15K, 25K, 40K, 65K, 100K, 140K e 200K.

b) Valores não preferenciais para os elos tipos K: 8K, 12K, 20K, 30K, 50K e 80K.

Nota 1: Para ampliar a faixa de coordenação e reduzir ao mínimo os tipos de elos fusíveis em estoque, foi padronizado pelas CONCESSIONÁRIAS do Grupo Equatorial, o uso de elos PREFERENCIAIS e NÃO PREFERENCIAIS, conforme descrito abaixo:

- **Elos Preferenciais (uso padrão):** Para construção ou melhoria de circuitos (6K, 10K, 15K e 25K) e para manutenção emergencial ainda são usados (40K, 65K e 100K, caso existam).
- **Elos Não Preferenciais (uso padrão):** Para construção ou melhoria de circuitos (8K e 12K).
- **Os Elos fusíveis do tipo H, todos são padrão.**
- **Em casos de construção ou melhoria de redes de distribuição, quando da aplicação de chave fusível, o elo máximo a ser utilizado, deve ser o de 25K. Superior a esta capacidade de interrupção, é indicado o uso de religador de RD, para que se possa garantir a coordenação entre as proteções, conforme NP.013.EQTL.**

Nota 2: O fornecedor deve comprovar através dos ensaios propostos no item 5.8, que seu elo opera satisfatoriamente nas duas tensões.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 8 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

Nota 3: Os elos fusíveis de distribuição dos tipos H e K, devem ser previstos para operar nas tensões de 15, 24,2 e 36,2 kV e para ser instalado em bases e porta-fusível conforme as respectivas padronizações e nas condições normais de serviço, conforme a NBR 7282.

5.5 Características Principais

5.5.1 Correntes Nominais

Os valores padronizados (Grupo Equatorial) para os elos fusíveis de distribuição, são apresentados na *TABELA 1*.

Nota 4: É possível a coordenação entre elos fusíveis de valores nominais adjacentes, o que pode ser observado, entre elos fusíveis de valores nominais adjacentes preferenciais. Porém, não há coordenação entre elos fusíveis não-preferenciais de valores adjacentes, aos dos elos preferenciais.

Tabela 1 - Correntes Nominais dos Elos Fusíveis

TIPOS DE ELOS FUSÍVEIS		CORRENTES NOMINAIS (A)
H	Uso único	0,5; 1; 2; 3 e 5
K	Preferenciais, uso para obra nova ou melhoria	6, 10, 15 e 25
	Preferenciais, uso para manutenção emergencial	100
	Não preferenciais, uso para obra nova ou melhoria	8 e 12


5.5.2 Materiais

Os elos fusíveis e, especialmente o elemento fusível, não podem ter suas características elétricas e mecânicas alteradas permanentemente e 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 9 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

O elemento fusível do elo deve ser em prata ou liga de prata. Outros materiais só são aceitos mediante análise e aprovação prévia desta CONCESSIONÁRIA. Esta análise inclui a apresentação de todos os ensaios de tipo previstos nesta especificação, executados em laboratório reconhecido.

5.6 Características de Produção

5.6.1 Cordoalha


A cordoalha deve atender às seguintes condições:

- Ser estanhada.
- Não ter falhas na estanhagem.
- 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.
- Ser torcida sempre no mesmo sentido ou trançada.
- Ser flexível para não interferir no funcionamento da chave fusível.

5.6.2 Elo Fusível

O elo fusível deve atender às seguintes condições:

- Ter o elemento fusível bem fixado no corpo do botão e na luva que prende a cordoalha.
- 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.
- Em condições em que se faça necessário o uso de prolongador, face ao nível de corrente a ser interrompida, o botão do elo fusível deve ser substituído por um terminal, com rosca na extremidade que possibilite a instalação de prolongador. Neste caso, esta CONCESSIONÁRIA especificará no processo de aquisição, que o elo fusível deve ser utilizado com prolongador.
- Nos elos fusíveis de corrente nominal menor ou igual a 100A, o elemento fusível deve ser protegido por um tubo de material isolante vulcanizado reforçado, o qual deve também possuir características que auxiliem na extinção do arco. 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 10 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

5.6.3 Dimensões

Os elos fusíveis devem apresentar dimensões em conformidade com o Desenho 1 – Detalhes Construtivos dos Elos Fusíveis de Distribuição, de modo a permitir a intercambiabilidade mecânica.

5.6.4 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.

5.6.5 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 5.8.2 (f) sem que a elevação de temperatura de suas diversas partes exceda os valores especificados na NBR 7282.

5.6.6 Características Mecânicas

Os elos fusíveis, quando ensaiados como em 5.8.2 (d) 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 24h, com corrente nominal, quando ensaiados conforme 5.8.2 (g).


Os elos fusíveis, quando instalados nas chaves fusíveis para as quais foram projetados e ensaiados conforme 5.8.2 (h), devem suportar 20 operações sucessivas de abertura e fechamento sem apresentar danos visíveis (ruptura, alongamento de componentes, escorregamento nas conexões, etc.).

5.6.7 Características de Fusão Tempo x Corrente

As características máximas e mínimas de fusão tempo x correntes fornecidas pelo fabricante não devem ser inferiores aos valores mínimos nem superiores aos valores máximos indicados nas TABELAS 2 e 3. As curvas devem ser representadas como mostrado na NBR 7282.

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.

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 11 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

CORRENTE NOMINAL (A)	CORRENTE DE FUSÃO (A)					
	300 s		10 s		0,1 s	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
0,5	1,6	2,3	4,0	5,2	40	55
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


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 12 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

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

TIPO	CORRENTE NOMINAL (A)	CORRENTE DE FUSÃO (A)						RELAÇÃO DE RAPIDEZ
		300 ou 600s		10s		0,1s		
		Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	
Preferenciais	6	12,0	14,4	13,5	20,5	72,0	86	6,0
	10	19,5	23,4	22,4	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	96,0	146,0	565,0	680,0	7,1
	65	128,0	153,0	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
	200	480,0	576,0	760,0	1.150,0	3.880,0	4.650,0	8,1
Não Preferenciais	8	15,0	18,0	18,0	27,0	97,0	116,0	6,5
	12	25,0	30,0	29,5	44,0	166,0	199,0	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


Mota 5: 300s para elos fusíveis até 100 A, e 600s para Elos Fusíveis de 140A e 200 A.

Nota 6: 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 preferenciais adjacentes, como entre correntes nominais não-preferenciais adjacentes.

5.6.8 Característica de Interrupção

Os elos fusíveis, quando ensaiados de acordo com 5.8.4 (b), devem atender os requisitos da NBR 7282 quanto à capacidade de Interrupção.

Os ensaios devem constar de duas séries idênticas, sendo uma utilizando chave fusível base C 15 kV, e outra utilizando chave fusível base C 34,5 kV.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 13 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

5.7 Identificação

5.7.1 Dispositivos

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

5.7.2 Elos Fusíveis

Cada elo fusível deve ser marcado indelevelmente na cabeça com as informações previstas na norma NBR 7282.

5.7.3 Fita de identificação

Os Elos que possuam identificação por cor, devem acompanhar fita de identificação com a cor idicada no Desenho 1.

A fita de identificação deve ser fabricada em filme de PVC e aplicada em um tubinho de 16mm de comprimento, fabricado no mesmo material do tubo protetor do Elo Fusível e com o mesmo diâmetro.

A fita deve ter dimensões tais que após aplicada no tubinho a bandeirola possua as dimensões finais de 30x16 mm, independente do diâmetro do tubinho.


A fita deve ser fornecida já aplicada no tubinho acompanhando o respectivo Elo dentro da mesma embalagem.

5.8 Ensaaios

5.8.1 Geral

São realizados os seguintes ensaios de rotina para elos fusíveis:

- a) Inspeção visual.
- b) Verificação dimensional.
- c) Condutividade do botão.
- d) Resistência mecânica,
- e) Medição da resistência elétrica.
- f) Elevação de temperatura.
- g) Ensaio eletromecânico (aplicável somente aos elos tipo H).
- h) Verificação dinâmica do funcionamento.
- i) Verificação das curvas características.
- j) Os ensaios de tipo são os mesmos ensaios de rotina acrescidos dos seguintes.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 14 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

k) Verificação das características de fusão após envelhecimento.

l) Capacidade de interrupção.

5.8.2 Ensaios de Rotina e Recebimento

a) Inspeção Visual.

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

- Características construtivas e de acabamento dos elos fusíveis, conforme itens 5.5.2, 5.6.1 e 5.6.2.
- Identificação, conforme item 5.7.2.
- Acondicionamento, conforme item 5.9.
- Fornecimento das curvas características de fusão tempo x corrente, conforme item 5.6.7.

Nota 7: A não conformidade do elo fusível, com qualquer um dos requisitos acima, determina a sua rejeição.

b) Verificação Dimensional.

Deve ser verificado se o elo fusível atende aos requisitos do item 5.6.3, e se o comprimento do tubo protetor está de acordo com o desenho apresentado pelo fabricante.

c) Condutividade do Botão.

Deve ser executado de acordo com a ASTM E1004, devendo o resultado obtido, atender ao especificado no item 5.5.2.

d) Resistência Mecânica.

- Condições de ensaio

Os elos fusíveis devem ser ensaiados à temperatura ambiente, em dispositivo mecânico adequado que possibilite as condições do Desenho 2 – Dispositivo para ensaio de Suportabilidade Mecânica.


- 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.

e) Medição da Resistência Elétrica.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 15 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

A medição da resistência elétrica deve ser realizada de acordo com o mostrado no Desenho 3 – Método de Medição da Resistência Elétrica, 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. As unidades ensaiadas devem atender às exigências do item 5.6.4.

f) Elevação de Temperatura.

Para a execução dos ensaios de elevação de temperatura, devem ser atendidas as prescrições e a metodologia descritas na NBR 7282.

Os elos fusíveis a serem ensaiados devem ser instalados nas bases e porta-fusível para os quais foram projetados.

As temperaturas devem ser medidas nos pontos indicados no Desenho 4 – Localização e Forma de Instalação de Termopares no Ensaio de Elevação de Temperatura, considerando que as elevações permitidas são as do material isolante adjacente. Devem ser utilizados, nas medições de temperatura, termopares adequados.

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

g) Ensaio Eletromecânico (aplicável somente aos elos tipo H).

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 do Desenho 5 – Esquema Para Ensaio Eletromecânico. O elo fusível deve ser submetido a uma tração de 6 daN, simultaneamente à circulação de sua corrente nominal durante 24 horas.

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.


h) Verificação Dinâmica do Funcionamento.

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.

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.

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.).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 16 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

i) Verificação das Curvas Características.

As condições e a metodologia para o ensaio são descritas na NBR 7282, acrescidas ao descrito em 5.8.2 (f) e ainda o mostrado no Desenho 6 – Montagem Para Ensaio de Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente sem e com Envelhecimento, 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).

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%.


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.

5.8.3 Amostragem para Ensaio de Recebimento

A amostragem para os ensaios de recebimento deve ser como indicado na *TABELA 4*, 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.

Só será aceito o lote se os elos submetidos ao ensaio de elevação de temperatura atenderem ao que diz o item 5.8.2 (f).

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. Esta amostra deve ser dividida em seis partes, cada uma sendo submetida respectivamente aos ensaios com tempo de fusão de 300s (ou 600s), 10s e 0,1s.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 17 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

Cada um dos ensaios (tempo mínimo e tempo máximo) deve usar o número de amostras do plano de amostragem.

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 três tempos de fusão (300s ou 600s, 10s e 0,1s), máximos e mínimos.

Para lotes de até 90 unidades não são exigidos ensaios destrutivos, bem como os ensaios eletromecânicos, de verificação do funcionamento e de elevação de temperatura.


Tabela 4 - Amostragem para os Ensaios de Recebimento

LOTE	- VISUAL, DIMENSIONAL - SUPORTABILIDADE MECÂNICA - RESISTÊNCIA ELÉTRICA			CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DE FUSÃO TEMPO X CORRENTE			- ELETROMECAÂNICO - VERIFICAÇÃO DINÂMICA DO FUNCIONAMENTO		
	Dupla, Nível II, NQA 1,5%			Dupla, Nível 54, NQA 2,5%			Dupla, Nível 53, NQA 1,53%		
	Amostra	AC	RE	Amost. (A)	AC (B)	RE (B)	Amost.	AC	RE
Até 90	8	0	1	(C)	-	-	(C)	-	-
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 1.200	50	1	4	18	0	2	8	0	1
	50	4	5						
1.201 a 3.200	80	2	5	24	0	3	8	0	1
	80	6	7						
3.201 a 10.000	125	3	7	24	0	3	20	0	2
	125	8	9						
10.001 a 35.000	200	5	9	36	1	4	20	0	2
	200	12	13						

- Legenda: **AC** = N° de Aceitação, e **RE** = N° de Rejeição.

Nota 8: As amostras indicadas são válidas para lotes de elos fusíveis de mesmo tipo e mesma corrente nominal.

Nota 9: 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 18 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

5.8.4 Ensaios de Tipo

Constituem-se ensaios de tipo, os citados no item 5.8.2, 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.

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

As condições de ensaio são descritas a seguir, acrescidas do descrito no item 5.8.2 (f). 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 no Desenho 6 – Montagem Para Ensaios de Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente sem e com Envelhecimento e Desenho 7 – Montagem Para Condicionamento ao Ensaio de Verificação das Características de Fusão Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica.

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 5.8.2 (i). A outra metade da amostra deve ser submetida à verificação das características máximas de fusão tempo x corrente de 300 s, de acordo com 5.8.2 (i). Para as verificações destes ensaios, a carga mecânica de tracionamento deve ser de 6 daN.


As unidades condicionadas devem atender às prescrições de 5.8.2 (i), não devendo ocorrer ruptura ou escorregamento em nenhuma das amostras submetidas ao envelhecimento para que o elo fusível seja considerado aprovado neste ensaio.

b) Capacidade de Interrupção.

A amostra a ser ensaiada deve ser constituída por elos fusíveis retirados aleatoriamente do lote em fornecimento, pelo inspetor desta CONCESSIONÁRIA.

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 7282. Caso esta CONCESSIONÁRIA julgue necessário, pode ser exigida a execução das demais séries. As chaves fusíveis são fornecidas por esta CONCESSIONÁRIA ou pelo fabricante do elo, de comum acordo.

O ensaio da quinta série deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de $(2 \pm 0,4)$ s;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 19 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

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 NBR 7282).

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 e K), valores iguais aos dos elos tipos K, para o *GRUPO* de ensaio 1. Para o *GRUPO 4*, utilizar 60ms quando ensaiado em 15kV e 90ms quando ensaiado em 24,2 kV ou 36,2kV. Para o *GRUPO 5*, utilizar 100ms quando ensaiado em 15kV e 150ms quando ensaiado em 24,2 kV ou 36,2kV, 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.

5.8.5 Amostragem para Ensaio de Tipo

O número de elos fusíveis requeridos para a formação da amostra, para os ensaios de tipo, é de cinquenta e oito unidades para o tipo K e sessenta e três 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 e K) para formação da amostra.

Os ensaios são aplicados como na *TABELA 5*.

Se aceita 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 a *TABELA 5*. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o tipo não deve ser aceito.

Nota 10: Além das 48 unidades para o tipo “K” e 53 para o tipo “H” a amostra contém 10 unidades de reserva; somente para os elos tipo “H”.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 20 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			


Tabela 5 - Amostragem para os Ensaios de Tipo

Ensaios	Número da Unidade de 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 53
Verificação visual e dimensional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistência elétrica do elo fusível	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suportabilidade mecânica	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Elevação da temperatura	X										
Verificação dinâmica do funcionamento								X			
Ensaio eletromecânico ^(B)											X
Características mínimas de fusão tempo x corrente 300 s(ou 600s), 10 s e 0,1 s.		X		X						X	
Características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 10 s			X								
Características máximas de fusão tempo x corrente 300 s, 10 s e 0,1 s.						X	X		X		
Características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 300 s (600 s)					X						
Verificação da condutividade elétrica do botão	X										

5.8.6 Relatório dos Ensaios

O relatório deve conter as seguintes informações:

- Número da Autorização de Fornecimento.
- Nome e/ou marca comercial do fabricante.
- Número de catálogo do fabricante.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 21 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

- 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, do inspetor desta CONCESSIONÁRIA e data de emissão do relatório.

Nota 11: O lote de elos fusíveis inspecionados, só sera liberado pelo inspetor desta CONCESSIONÁRIA, a partir da entrega de uma via do relatório dos ensaios realizados, ao inspetor.

5.9 Acondicionamento

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


- Nome ou marca do fabricante.
- Número de catálogo do fabricante.
- Corrente nominal, em Ampères, seguida por uma das letras H e K.
- Comprimento do elo fusível, em mm.

Nota 12: Os elos fusíveis devem ser acondicionados, em sacos plásticos hermeticamente fechados, adequados ao transporte previsto, às condições de armazenagem, e ao manuseio.

5.10 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 CONCESSIONÁRIA e em prazo não superior a 90 dias.

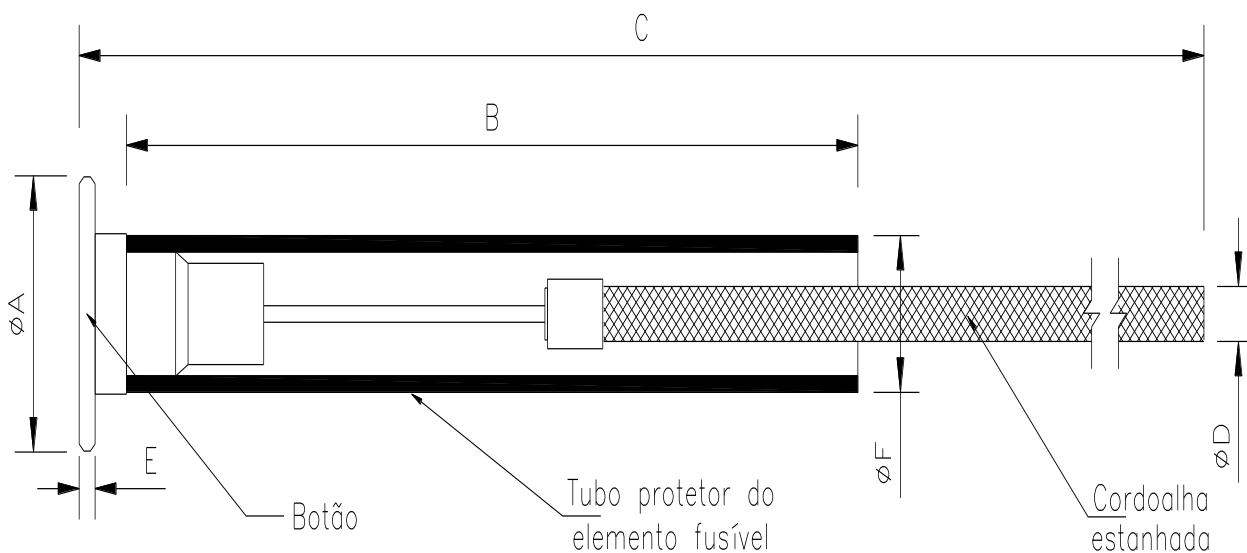
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 22 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

5.11 Aplicação

São utilizados no interior de cartuchos porta-fusíveis, que por sua vez são acoplados nas chaves fusíveis de distribuição (base C), e tal conjunto tem a função de operar na proteção de sistemas de distribuição em 13,8 e 34,5 kV.


6 Desenhos

Desenho 1 – Detalhes Construtivos dos Elos Fusíveis de Distribuição



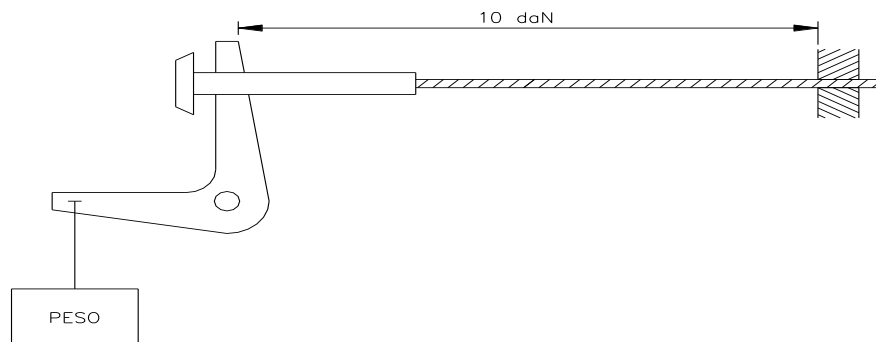
Legenda 1 – Códigos Padronizados (Desenho 1)

ITEM	CÓDIGO EQUATORIAL	ELO FUSÍVEL BOTÃO I (A)	COR	Ø A (mm)	B COMP. TUBINHO (MÍN.)	C COMP. TOTAL (MÍN.)	D CORDOALHA Ø MÁX. (mm)	E (MÁX.)	Ø F TUBINHO (MÁX.)
1	105360002	0,5H	N/A	19±0,3	120	500	5	4	7,8
2	105360003	1H							
3	105360004	2H							
4	105360005	3H							
5	105360006	5H							
6	105360020	6K	Amarela						
7	105360023	8K	Azul						
8	105360008	10K	Vermelha						
9	105360009	12K	Laranja						
10	105360012	15K	Verde						


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 23 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

ITEM	CÓDIGO EQUATORIAL	ELO FUSÍVEL BOTÃO I (A)	COR	Ø A (mm)	B COMP. TUBINHO (MÍN.)	C COMP. TOTAL (MÍN.)	D CORDOALHA Ø MÁX. (mm)	E (MÁX.)	Ø F TUBINHO (MÁX.)
11	105360015	25K	Branca						
12	105360017	40K	Preta						
13	105360019	65K	Marrom				8		10
14	105360007	100K	Cinza						

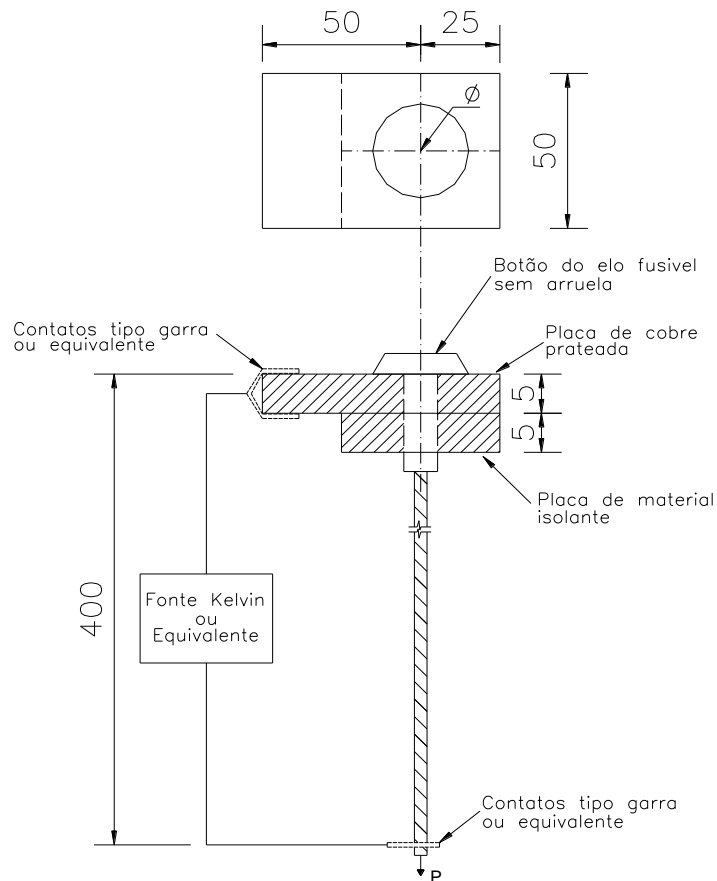
Desenho 2 – Dispositivo para Ensaio de Suportabilidade Mecânica



Nota 13: O desenho acima é meramente ilustrativo, podendo o dispositivo possuir outra configuração.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 24 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			


Desenho 3 – Método de Medição da Resistência Elétrica



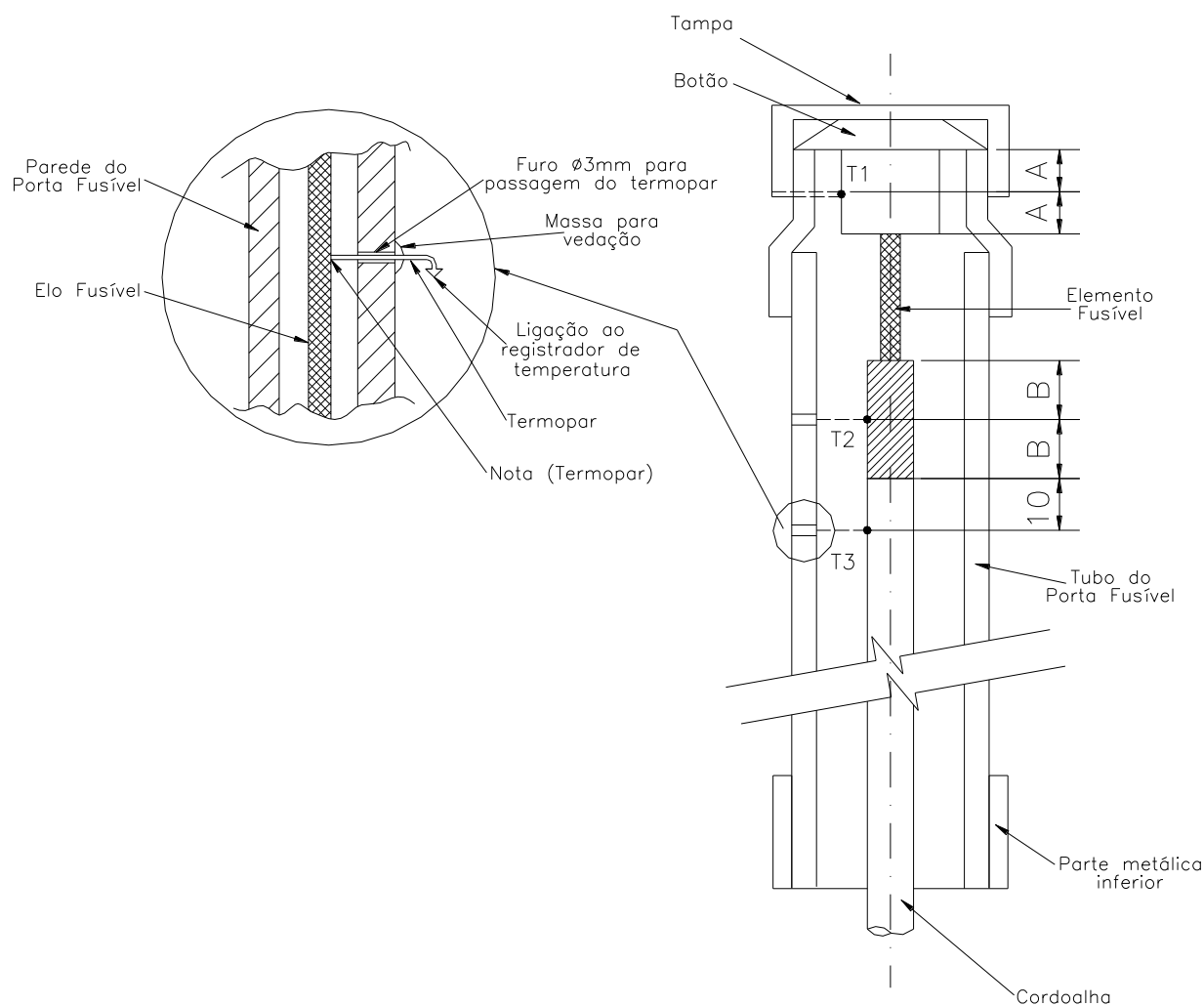
Nota 14: Todas as dimensões estão em mm.

Legenda 2 – Diâmetro do Furo da Placa de Cobre Prateada (Desenho 3)

\varnothing (mm)	Corrente nominal do elo fusível (A)	P → Carga mecânica total aplicada ao elo (daN)
10,5	Até 50	6
17,0	51 a 100	Obs: Incluindo conector e garra
23,0	101 a 200	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 25 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			


Desenho 4 – Localização e Forma de Instalação de Termopares no Ensaio de Elevação de Temperatura



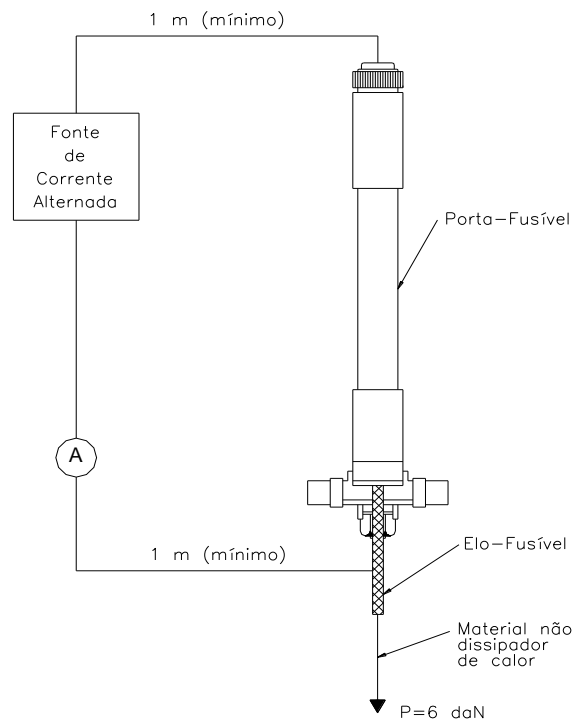
Nota 15: As marcações T1, T2 e T3, indicam pontos de medição.

Nota 16: Todos os termopares tocam a superfície metálica do elo fusível. Caso necessário o tubo protetor do elemento fusível (não representado neste desenho) deve ser furado ou cortado para a passagem do termopar.


Nota 17: O porta-fusível pode ser cortado em todo o seu comprimento em dois semi-cilindros para facilidade da 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.

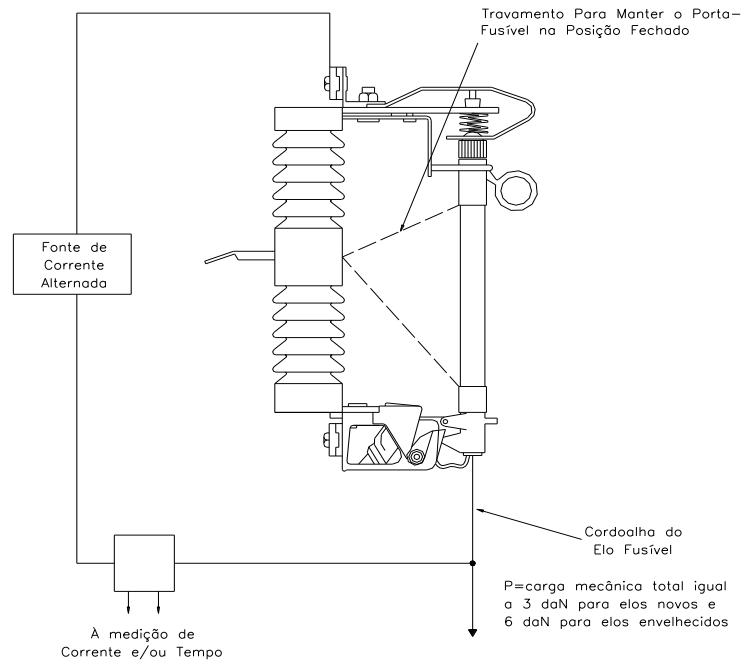
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 26 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

Desenho 5 – Esquema Para Ensaio Eletromecânico

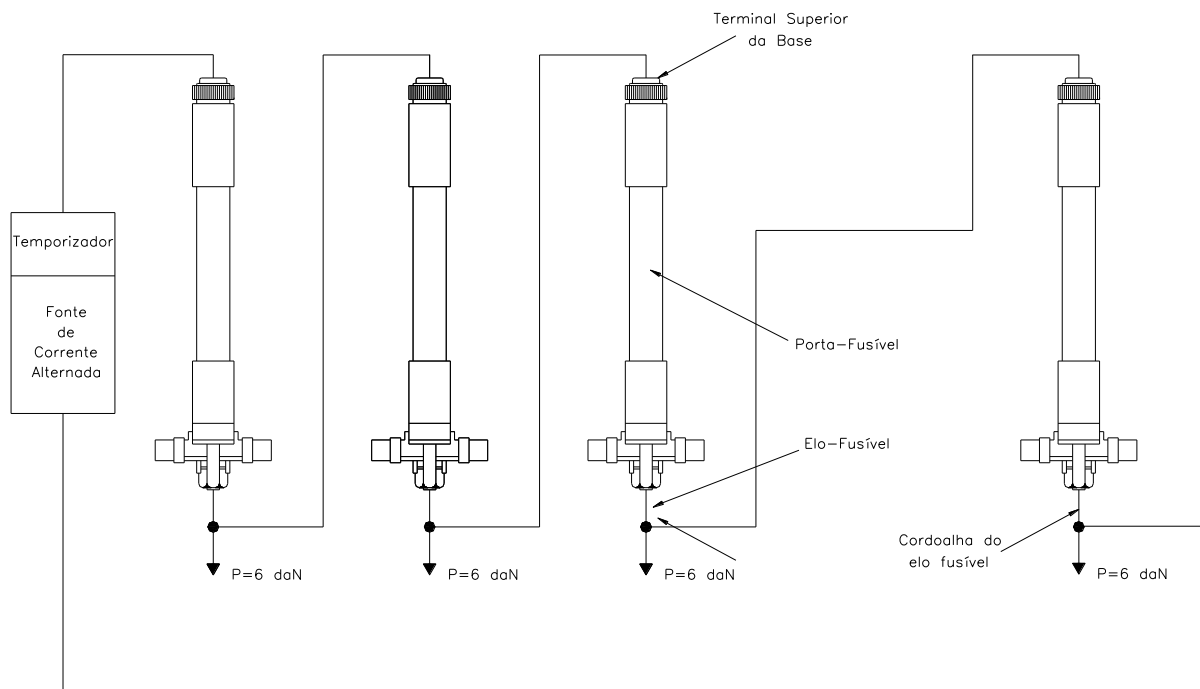



Desenho 6 – Montagem Para Ensaios de Verificação das Características de Fusão Tempo x Corrente sem e com Envelhecimento

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 27 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			



Desenho 7 – Montagem Para Condicionamento ao Ensaio de Verificação das Características de Fusão Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 28 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			


7 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	10//12/2020	Todos	<p>Revisão inicial desta especificação, para adequação ao novo padrão de formatação de documentos Equatorial Energia (Template Especificação Técnica), dando continuidade a revisão 05 do antigo padrão, tendo em vista a unificação normativa, considerando os padrões de tensão 13,8 kV e 34,5 kV, assim como a atualização da lista de códigos.</p> <p>Foram alterados os tópicos: FINALIDADE, assim como os itens 1, do 2,1 ao 2.9 e o 5.4, Notas 1 e 4; Notas 7 e 8 passaram a ser Legenda; Notas 9 e 10 passaram a ser 8 e 9; o termo Figura passou a ser DESENHO, e o nome e o conteúdo da “Tabela 6” (códigos), foram alterados.</p> <p>Foram inseridos os tópicos: Notas 7, 11 e 12, os itens 3.11 e 3.12.</p> <p>Foram padronizadas todas as tabelas e revisada a tabela 1.</p>	Francisco Saulo Bezerra de Moraes
01	16/02/2023	5.7.3 6	Adicionado item 5.7.3 Fita de Identificação. Alterada tabela de legenda do Desenho 1 para incluir a cor das fitas de identificação. Removido capítulo ANEXOS e adicionado capítulo DESENHOS reorganizando a ordem dos desenhos.	Felipe Augusto Torres de Araujo

8 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES)

Felipe Augusto Torres de Araujo – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 28/03/2023	Página: 29 de 30
Título: Elos Fusíveis Distribuição		ET.00126.EQTL	Revisão: 01
Classificação da Informação: Público			

REVISOR (ES)

Carlos Henrique da Silva Vieira – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

ELOS FUSÍVEIS DISTRIBUIÇÃO

GRUPO
equatorial
ENERGIA

