

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0015	ELOS FUSÍVEIS DE DISTRIBUIÇÃO	1/34

1. FINALIDADE

Fixar as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de elos fusíveis de distribuição, intercambiáveis, para as tensões de 13, kV, 23,1kV e 34,5kV, frequência de 60Hz, aplicáveis em proteção de redes de distribuição primária aérea da Celesc Distribuição S.A., denominada Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se as áreas da Celesc D, Fabricantes, Fornecedores, Empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar as normas:

- a) ABNT NBR 7282 – Dispositivos fusíveis de alta tensão – Dispositivos tipo expulsão – Requisitos e métodos de ensaio;
- b) ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimentos.

4. CONCEITOS BÁSICOS

4.1. Corrente Nominal de 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 no qual é utilizável, é capaz de conduzir esta corrente indefinidamente, sem que as elevações de temperatura excedam os



valores especificados.

4.2. Valores Preferenciais das Correntes Nominais

Série principal de valores nominais estabelecida para um mesmo tipo de elos fusíveis eletricamente intercambiáveis, entre cujos valores nominais adjacentes se obtém coordenação, dentro de limites especificados.

4.3. Valores Intermediários não Preferenciais das Correntes Nominais

Série intermediária de valores nominais estabelecida para um mesmo tipo de elos fusíveis de distribuição intercambiáveis, intercalados entre os principais.

4.4. Intercambiabilidade de Elos Fusíveis

Compatibilidade de dimensões e características tempo x corrente de pré-arco entre diferentes fabricantes de elos fusíveis, permitindo o uso de tais elos fusíveis em porta-fusíveis de diferentes fabricantes, sem alteração significativa das características tempo x corrente de pré-arco.

Nota: o desempenho de proteção provido pela combinação do elo fusível selecionado com o porta-fusível selecionado só pode ser assegurado pelo ensaio desta combinação específica.

4.5. 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 à montante do ponto de defeito (elo fusível protetor), sem afetar os demais (elos fusíveis protegidos).

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

4.6. Relação de Rapidez de um Elo Fusível

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



4.7. Tempo de Pré-Arco ou Tempo de Fusão

Intervalo de tempo entre o instante em que a corrente atinge valor suficiente para fundir o elemento fusível e o instante em que se inicia o arco.

4.8. Tempo de Arco

Intervalo de tempo entre o instante em que se inicia o arco e o instante da extinção final do arco.

4.9. Tempo de Operação

Tempo total de interrupção que é a soma do tempo de fusão com o tempo de arco.

4.10. Prolongador

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

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

O conteúdo desta Especificação poderá ser revisto a qualquer tempo por razões de ordem técnica. Interessados devem sempre consultar a Celesc D para verificação da versão em vigor

5.1. Condições Normais de Serviço

Os elos fusíveis deverão ser previstos para serem instalados em porta-fusível e nas condições normais de serviço descritas na E-313.0014 – Chaves Fusíveis de Distribuição.

5.2. Tipos de Elos Fusíveis de Distribuição

Os elos fusíveis são designados pelos tipos H, K e T, como indicados nos incisos a seguir:

5.2.1. Elos Tipo H

Elos fusíveis de alto surto, com alta temporização para correntes elevadas.



5.2.2. Elos Tipo K

Elos fusíveis rápidos, tendo relação de rapidez variando entre 6 (para elo fusível de corrente nominal 6A) e 8,1 (para elo fusível de corrente nominal 200A).

5.2.3. Elos Tipo T

Elos fusíveis lentos, tendo relação de rapidez variando entre 10 (para elo fusível de corrente nominal 6A) e 13 (para elo fusível de corrente nominal 200A).

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

5.3. Identificação e Acondicionamento

5.3.1. Identificação do Elo

Cada elo fusível deverá ser identificado e marcado no botão (para elos tipo botão), de forma legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) corrente nominal em ampères (A), seguida por uma das seguintes letras H, K ou T.

5.3.2. Identificação da Embalagem Individual

A embalagem individual dos elos fusíveis deverá ser de saco plástico e trazer no mínimo as seguintes indicações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) número de catálogo do fabricante;
- c) corrente nominal em ampères (A), seguida por uma das letras H, K ou T;



- d) comprimento do elo fusível em milímetros.

5.3.3. Identificação da Embalagem Final

A embalagem final para transporte deverá conter:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) destinatário (Celesc D) e local de entrega;
- c) nome do produto contido na embalagem;
- d) número de peças;
- e) massa bruta e líquida, em kg;
- f) número do pedido de compra;
- g) código Celesc D do material.

5.3.4. Acondicionamento

Em caixas de papelão contendo uma quantidade suficiente que permita o fácil manuseio, e paletização conforme a Especificação E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

5.4. Homologação dos Elos Fusíveis

Para fornecimento à Celesc D o fabricante deve possuir o Certificado de Homologação de Produto – CHP, emitido conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

5.5. Material

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 uso.



- 5.5.1. A cordoalha e o botão do elo fusível devem ser em cobre eletrolítico, com condutividade mínima de 97% IACS, a 20°C, admitindo-se, que para qualquer amostra, uma redução de até 2% IACS, a 20°C, para aquele valor.
- 5.5.2. É vedada a utilização de materiais ferrosos nas demais partes condutoras de corrente (arruela ou outros).
- 5.5.3. O botão, a cordoalha, a arruela e os contatos em geral devem ser estanhados ou prateados, não sendo admitida cromagem, niquelagem ou cadmiagem.
- 5.5.4. O elemento fusível deve ser de liga de estanho ou material equivalente, cujas propriedades físicas e químicas não se alteram pela passagem de corrente inferior à mínima de fusão, pelo ambiente ou ao longo do tempo.
- 5.5.5. O tubo protetor deve ser conforme Especificação E-313.0014 – Chaves fusíveis de Distribuição.

5.6. Corrente Nominal

5.6.1. Elos Fusíveis Tipo H

As correntes nominais padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo H são 0,5A; 1A; 2A; 3A e 5A.

5.6.2. Elos Fusíveis Tipo K e T

As correntes padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo K e T são as seguintes:

- a) grupo A ou preferenciais: 6A, 10A, 15A, 25A, 40A, 65A, 100A, 140A e 200A;
- b) grupo B ou não preferenciais: 8A, 12A, 20A, 30A, 50A e 80A.

A coordenação entre elos fusíveis de valores intermediários não preferenciais adjacentes é igual a dos elos fusíveis de valores nominais preferenciais.

Não há porém, coordenação entre elos fusíveis de valores intermediários não preferenciais, adjacentes a elos fusíveis de valores nominais preferenciais.



5.7. Elevação de Temperatura

Os elos fusíveis deverão ser capazes de conduzir continuamente sua corrente nominal nas condições de ensaio da NBR 7282, complementado pelo item ensaio de elevação de temperatura, sem que a elevação de temperatura de suas partes exceda os valores especificados na NBR 7282.

5.8. Características Tempo x Corrente

5.8.1. Características de Fusão Tempo x Corrente

As características de fusão tempo x corrente dos elos fusíveis deverão estar de acordo com as Tabelas 5, 6 e 7 e Figuras 8, 9 10, 11 e 12 (Anexos).

A característica mínima de fusão tempo x corrente fornecida pelo fabricante, adicionada da tolerância total de fabricação, deverá corresponder à característica máxima de fusão tempo x corrente. A tolerância total de fabricação deverá ser menor ou igual a 20%.

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

5.8.2. Características de Fusão Tempo x Corrente após Envelhecimento e sob Carga Mecânica

Os elos fusíveis, quando ensaiados conforme estabelece o subitem 5.25., não devem apresentar alteração de suas características de fusão tempo x corrente estabelecidas nas curvas do fabricante.

5.9. Características Mecânicas

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

Na construção do elo fusível poderá ser empregado um fio de reforço em paralelo com o elemento fusível, para aliviá-lo dos esforços mecânicos exigidos, sem que o mesmo altere as características elétricas do elo.

Os elos fusíveis quando instalados nas chaves fusíveis para as quais foram projetados, deverão suportar 20 operações sucessivas de abertura e fechamento sem apresentar danos visíveis, tais como ruptura, alongamento de componentes ou enfraquecimento ou escorregamento nas



conexões.

Nos elos fusíveis de corrente nominal menor ou igual a 100A, o elemento fusível deverá ser protegido por um tubo de material isolante. Este tubo deverá ser revestido internamente por fibra vulcanizada.

5.9.1. As cordoalhas deverão atender as seguintes condições:

- a) não ter falhas na estanhagem;
- b) não ter fios soltos ou quebrados;
- c) não estar desfiada ou mal torcida;
- d) ter a extremidade soldada ou ter um sistema de fixação que evite o esgarçamento da cordoalha;
- e) serem flexíveis.

5.9.2. O elo fusível deverá atender as seguintes condições:

- a) ter o elemento fusível bem fixado no corpo do botão e na luva que o prende à cordoalha;
- b) nos elos desprovidos de mola de separação o tubo isolante deverá estar preso por pressão no corpo do botão;
- c) nas condições em que seja necessário o uso de prolongador, face ao nível de corrente a ser interrompida, o botão do elo fusível deverá ser substituído por um terminal com rosca na extremidade, que possibilite a instalação do prolongador. Neste caso, deverá ser especificado na encomenda que o elo fusível será utilizado com prolongador.

5.10. Características Dimensionais

Figura 1 – Dimensões do Elo Fusível

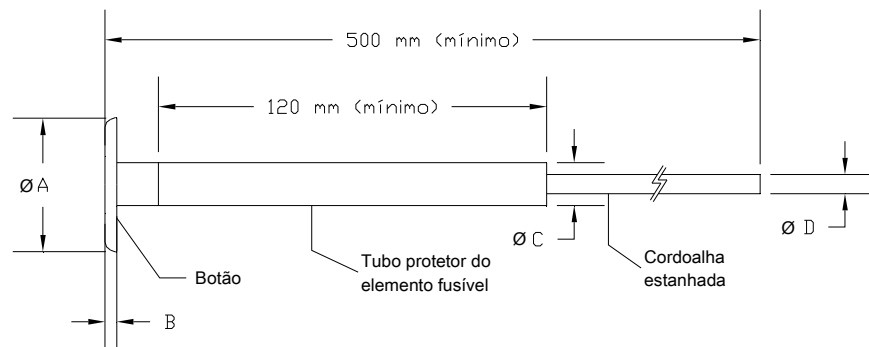


Tabela 1 – Dimensões do Elo Fusível

Corrente Nominal do Elo Fusível (A)	$\varnothing A$ (mm)	B (mm)	$\varnothing C$ máximo (mm)	$\varnothing D$ (mm)
0,5 a 50 ⁽¹⁾	$19,0 \pm 0,3$	Mín.=2,0 Máx.=4,0	7,8	Mín.=2,5 Máx.=5,0
65 a 100	$19,0 \pm 0,3$	Mín.=2,0 Máx.=4,0	10,0	Máx.=8,0
140 a 200	$25,0 \pm 0,4$	Mín.=2,0 Máx.=4,0	18,0 ⁽²⁾	Máx.=9,5

Notas:

1 – Os elos de 0,5A a 50A podem usar arruela com diâmetro externo de $19 \pm 0,3$ mm.

2 – Acima de 100A não é obrigatório o uso de tubos protetores de material isolante.

5.11. Capacidade de Interrupção

Os elos fusíveis quando ensaiados de acordo com o subitem 5.26. devem atender os requisitos da NBR 7282 quanto à capacidade de interrupção.

5.12. Códigos dos Elos Fusíveis utilizados na Celesc D

Item	Tipo de Elo Fusível	Corrente Nominal (A)	Corrente de Fusão (A)						Relação de Rapidez	Código CELESC
			300 ou 600s ⁽¹⁾		10s		0,1s			
			Mín.	Máx	Mín.	Máx	Mín.	Máx		
1	H	0,5	1,6	2,3	4,0	5,2	40,0	55,0	-	7564
2		1	2,5	3,3	6,8	8,6	53,0	80,0	-	7565
3		2	3,5	4,3	9,2	12,0	89,0	130,0	-	7566
4		3	4,7	5,9	11,3	14,5	89,0	130,0	-	7567
5		5	7,4	9,2	15,3	18,5	89,0	130,0	-	7569
6	K	6	12,0	14,4	13,5	20,5	72,0	86,0	6,0	7570
7		10	19,5	23,4	22,4	34,0	128,0	154,0	6,6	7572
8		15	31,0	37,2	37,0	55,0	215,0	258,0	6,9	7574
9		25	50,0	60,0	60,0	90,0	350,0	420,0	7,0	7576
10		40	80,0	96,0	96,0	146,0	565,0	680,0	7,1	7578
11		65	128,0	153,0	159,0	237,0	918,0	1100,0	7,2	7580
12		100	200,0	240,0	258,0	388,0	1520,0	1820,0	7,6	7582
13		140	310,0	372,0	430,0	650,0	2470,0	2970,0	8,0	7583
14		200	480,0	576,0	760,0	1150,0	3880,0	4650,0	8,1	7584
15	K	8	15,0	18,0	18,0	27,0	97,0	116,0	6,5	7571
16		12	25,0	30,0	29,5	44,0	166,0	199,0	6,6	7573
17		20	39,0	47,0	48,0	71,0	273,0	328,0	7,0	7575
18		30	63,0	76,0	77,5	115,0	447,0	546,0	7,1	7577
19		50	101,0	121,0	126,0	188,0	719,0	862,0	7,1	7579
20		80	160,0	192,0	205,0	307,0	1180,0	1420,0	7,4	7581
21	T	8	15,0	18,0	20,5	31,0	166,0	199,0	11,1	40794
22		12	25,0	30,0	34,5	52,0	296,0	355,0	11,8	40795
23		15	31,0	37,2	44,5	67,0	388,0	466,0	12,5	40796
24		20	39,0	47,0	57,0	85,0	496,0	595,0	12,7	36776
25		25	50,0	60,0	73,5	109,0	635,0	762,0	12,7	40797
26		30	63,0	76,0	93,0	138,0	812,0	975,0	12,9	36766

Notas:

1 – 300s para elos fusíveis até 100A e 600s para elos de 140 a 200A.

 5.13. Inspeção

Os ensaios de recebimento deverão ser realizados nas instalações do fabricante, devendo o mesmo proporcionar todas as facilidades para o acompanhamento dos ensaios pelo inspetor da Celesc D, exceto nos casos em que a Celesc D opte por ensaiar/inspecionar em seu próprio laboratório, quando o fabricante deverá fornecer as peças sobressalentes para os ensaios destrutivos, de acordo com os critérios de amostragem.



O fornecedor deverá avisar quando o material estiver pronto para inspeção, e solicitar a inspeção mediante formulário próprio via *e-mail*: dvcq@celesc.com.br, à Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, com antecedência de 15 dias da data de disponibilização do material para inspeção em fábrica no Brasil, e de 30 dias para inspeção no exterior. Após a confirmação da data de início da inspeção, o cancelamento da mesma, realizado por parte da solicitante em prazo inferior a 5 dias úteis, sujeitará o fornecedor ao pagamento das despesas atinentes à reprogramação de viagem, sendo considerado tal fato como chamada improdutiva. A inspeção em fábrica deverá ser feita em lote completo por datas de entrega. Lotes parciais serão inspecionados somente mediante interesse mútuo da Celesc D/fornecedor. O material só deverá ser embarcado após a emissão do Boletim de Inspeção de Material – BIM, pela DVCQ. O material despachado desacompanhado do documento citado não será recebido nos almoxarifados da Celesc D, sendo devolvido ao fornecedor sem qualquer ônus para a Celesc D.

As despesas dos ensaios deverão ficar por conta do fabricante, a menos que um ensaio especial, não previsto nesta Especificação seja exigido.

Os ensaios de tipo deverão ser realizados em laboratório designado de comum acordo entre Celesc D e fabricante.

5.14. Ensaio de Tipo

Constituem-se ensaios de tipo, os seguintes:

- a) verificação visual e dimensional;
- b) suportabilidade mecânica;
- c) elevação de temperatura;
- d) características mínimas e máximas de tempo fusão-corrente;
- e) verificação dinâmica do funcionamento;
- f) eletromecânico (somente para o tipo H);
- g) resistência elétrica do elo fusível;
- h) verificação das características de fusão tempo x corrente após envelhecimento;



- i) capacidade de interrupção;
- j) verificação da condutividade elétrica do botão.

5.15. Amostragem para os Ensaios de Tipo

Devem ser fornecidas 58 peças de elos fusíveis para os tipos K e T e 63 peças para o tipo H, dos quais deverão ser reservadas 10 peças de cada tipo para o caso de ser necessário refazer algum dos ensaios, que devem aplicados conforme segue:

- a) 53 elos do tipo H e 48 elos do tipo K e T deverão ser submetidos a verificação visual e dimensional, ensaios de resistência elétrica e de suportabilidade mecânica;
- b) 3 elos deverão ser submetidos ao ensaio de elevação de temperatura;
- c) 5 elos deverão ser submetidos aos ensaios de verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica em 10s;
- d) 5 elos deverão ser submetidos aos ensaios de verificação das características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica em 300s;
- e) 5 elos para o ensaio de verificação dinâmica do funcionamento;
- f) 5 elos para o ensaio eletromecânico (só para o tipo H);
- g) 3 elos para o ensaio da condutividade elétrica do botão;
- h) para o ensaio das características mínimas de fusão tempo x corrente com:
 - 5 elos: 300s (ou 600s)
 - 5 elos: 10s
 - 5 elos: 0,1s
- i) para o ensaio das características máximas de fusão tempo x corrente com:

- 5 elos: 300s (ou 600s)
- 5 elos: 10s
- 5 elos: 0,1s

Tabela 2 – Amostras para os Ensaios de Tipo

Ensaio	Especificação e procedimento conforme seções ABNT NBR 7282	Número da unidade de amostra ^a										
		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 ^b
Verificação visual e dimensional	B.7.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resistência elétrica do elo fusível	B.7.12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Suportabilidade mecânica	B.7.7	x	x		x		x	x	x	x	x	x
Elevação de temperatura	B.7.8	x										
Verificação dinâmica de funcionamento	B.7.10								x			
Ensaio eletromecânico ^b	B.7.11											x
Características mínimas de fusão tempo x corrente 300 s (ou 600 s), 10 s, 0,1 s	B.7.9		x		x						x	
Características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 10 s	B.7.13			x								
Características máximas de fusão tempo x corrente 300 s (ou 600 s), 10 s, 0,1 s	B.7.9						x	x		x		
Características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 300 s (ou 600 s)	B.7.13					x						
Verificação do tempo total de interrupção ^c	B.7.14											
Verificação da condutividade elétrica do botão	B.7.15	x										

^a Além das 48 unidades para os tipos K e T e 53 para o tipo H, a amostra contém 10 unidades de reserva.

^b Somente para os elos tipo H.

^c Para a sequência de ensaios 1, utilizar 3 elos de cada tipo. Para a sequência de ensaios 4, utilizar 2 elos de cada tipo. Para a sequência de ensaios 5, utilizar 2 elos de cada tipo.

5.16. Ensaio de Rotina ou Recebimento

Por ocasião dos ensaios de recebimento o fabricante deverá fornecer as curvas características de fusão tempo x corrente.

Constituem ensaios de recebimento:



- a) verificação visual e dimensional;
- b) suportabilidade mecânica;
- c) elevação de temperatura;
- d) características de fusão tempo x corrente (curvas máximas e mínimas);
- e) verificação dinâmica do funcionamento;
- f) eletromecânico (somente para o tipo H);
- g) resistência elétrica do elo fusível;
- h) verificação da condutividade elétrica do botão.

5.17. Amostragem para os Ensaios de Recebimento

A amostra para os ensaios de recebimento deve ser como a indicada na Tabela 3.

Para o ensaio de elevação de temperatura deverão ser escolhidos aleatoriamente 3 elos adicionais, do lote sob inspeção.

Tabela 3 – Amostras para os Ensaios de Recebimento

Tamanho do Lote	Nº da Amostra	Visual Dimensional Resistência mecânica			Caract. mínimas e máximas tempo de fusão x corrente			Eletromecânico Verificação do funcionamento		
		Nível II, NQA = 1,5%			Nível S4, NQA = 2,5%			Nível S3, NQA = 1,5%		
		Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re
até 89	1ª	8	0	1	3	0	1	8	0	1
90 a 150	1ª	20	0	2	6	0	1	8	0	1
	2ª	20	1	2	-	-	-	-	-	-
151 a 280	1ª	20	0	2	18	0	2	8	0	1
	2ª	20	1	2	18	1	2	-	-	-
281 a 500	1ª	32	0	3	18	0	2	8	0	1
	2ª	32	3	4	18	1	2	-	-	-
501 a 1200	1ª	50	1	4	18	0	2	8	0	1
	2ª	50	4	5	18	1	2	-	-	-
1201 a 3200	1ª	80	2	5	24	0	3	8	0	1
	2ª	80	6	7	24	3	4	-	-	-
3201 a 10000	1ª	125	3	7	24	0	3	20	0	2
	2ª	125	8	9	24	3	4	20	1	2
10001 a 35000	1ª	200	5	9	36	1	4	20	0	2
	2ª	200	12	13	36	4	5	20	1	2

Notas:

- 1 – Ac – nº de peças defeituosas que permite a aceitação do lote
- 2 – Re – nº de peças defeituosas que determina a rejeição do lote. Se o nº de falhas for inferior a Re, fabricante poderá apresentar nova amostra (2ª), equivalente a 1ª.
- 3 – Considera-se como lote o conjunto de elos do mesmo tipo e mesma corrente nominal

A amostra indicada para os ensaios de verificação de características de tempo de fusão x corrente foi ajustada para um número divisível por 3. Essa amostra deverá ser dividida em 3 partes, cada uma sendo submetida respectivamente aos ensaios com tempo de fusão de 300s (ou 600s), 10s e 0,1s. Cada um dos ensaios (tempo mínimo e tempo máximo) usará o número de amostras do plano de amostragem.

Os números de aceitação e rejeição indicados para os ensaios de verificação das características de tempo de fusão x corrente referem-se à soma de unidades defeituosas encontradas nos ensaios com os 3 tempos de fusão (300s ou 600s, 10 s e 0,1s).

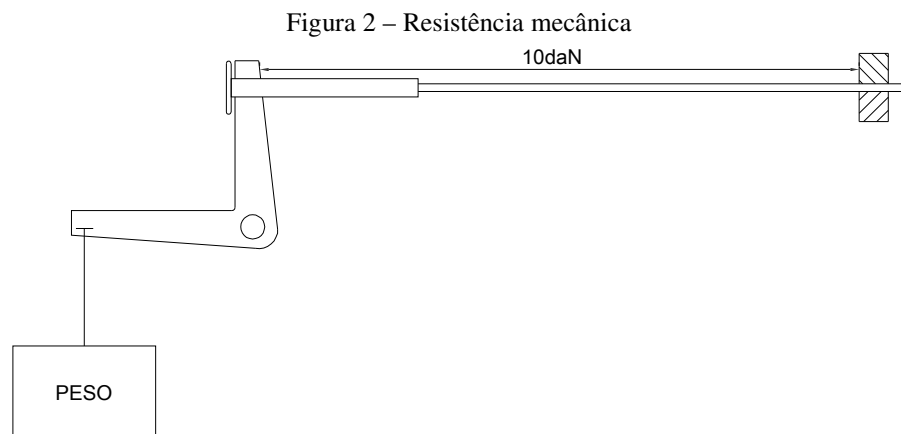
Para utilização desta tabela é imprescindível consultar a NBR 5426, que estabelece inclusive, os critérios para a comutação entre as inspeções severa, normal e atenuada, em função dos resultados obtidos.

5.18. Verificação Visual e Dimensional

A cordoalha, corpo, botão e olhal devem ser verificados visualmente e estar de acordo com as características padronizadas.

5.19. Ensaio de Resistência Mecânica

Os elos deverão ser ensaiados à temperatura ambiente, em dispositivo adequado que possibilite as condições da figura abaixo:



O elo deverá ser submetido a uma tração de 10 daN por um tempo mínimo de 2s, sem qualquer precipitação do peso.

5.20. Ensaio de Elevação de Temperatura

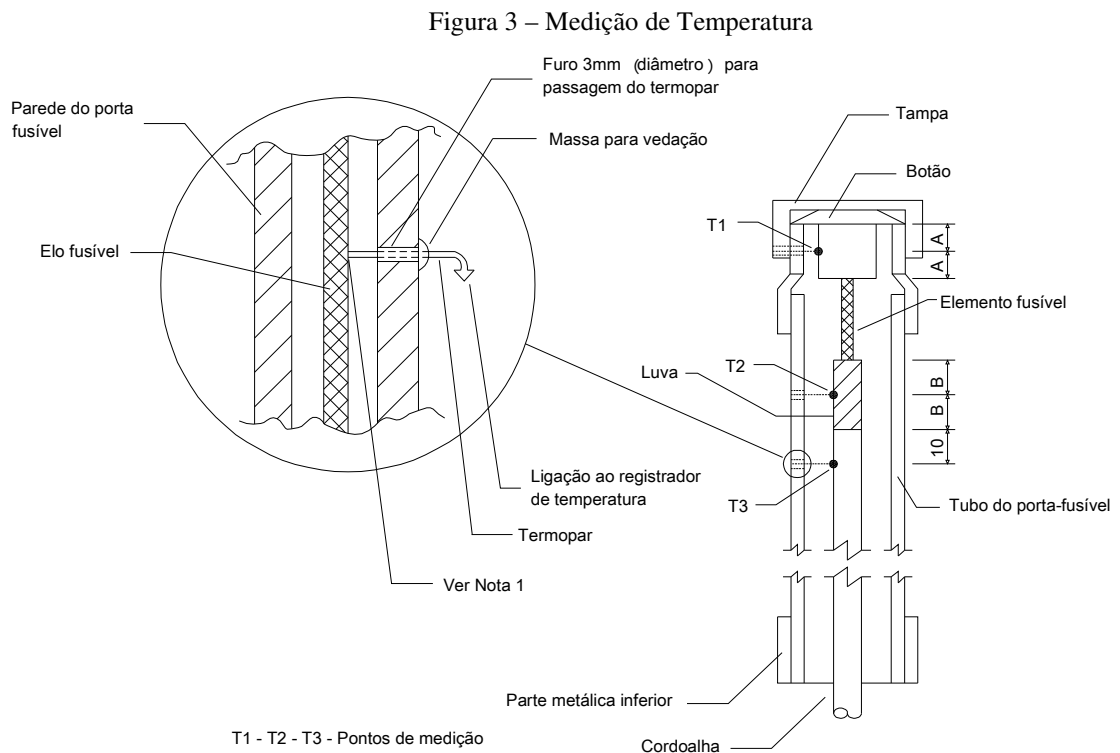
Deverão ser atendidas as prescrições e metodologia da NBR 7282. No tocante às chaves fusíveis devem ser utilizados os requisitos apresentados a seguir.

Os elos deverão ser instalados nos e porta-fusíveis para os quais foram projetados. Os porta-fusíveis deverão ter as seguintes correntes nominais:

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

Os condutores de ligação devem ser de cobre e ter seção igual a 50mm^2 para porta-fusíveis de 100A, ou 95mm^2 para porta-fusíveis de 200A.

As temperaturas deverão ser medidas nos pontos indicados na figura a seguir, considerando que as elevações permitidas são as do material isolante adjacente.



Notas:

- 1 – Todos os termopares tocam a superfície metálica do elo fusível. Para passagem do termopar, caso necessário, recomenda-se que o tubo protetor do elemento fusível (não representado na figura acima) seja furado ou cortado.
- 2 – O porta fusível poder ser cortado em todo seu comprimento em dois semicilindros, para facilidade de instalação dos termopares. Convém que a união dos dois semicilindros seja feita rigidamente por meio de braçadeiras, de modo a não permitir a saída do ar quente.
- 3 – Cotas em milímetros.

5.21. Ensaio de Fusão Tempo x Corrente (Curvas Máximas e Mínimas)

As condições e metodologia para o ensaio são descritas na NBR 7282, acrescida das condições estabelecidas no subitem 5.3.

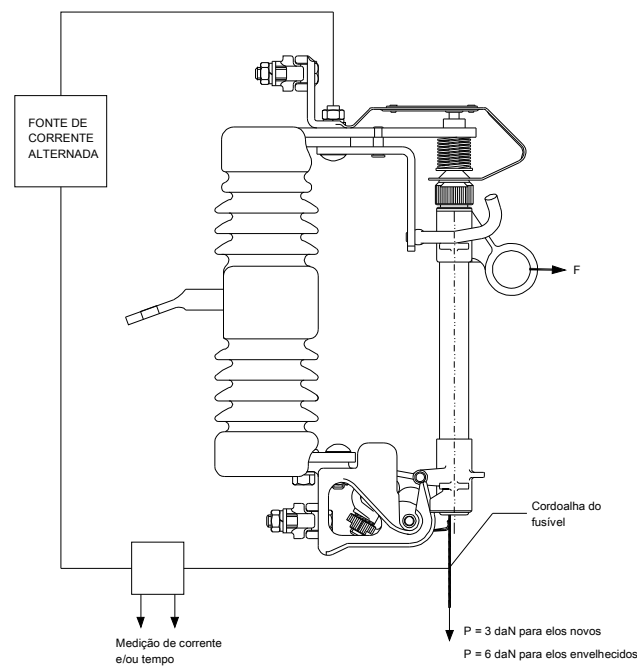
Para a execução do ensaio, o elo deverá ser tracionado com carga de 3daN para elos novos ou 6daN para elos envelhecidos.

O circuito de ensaio deverá operar com corrente alternada e frequência de 60Hz.

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

O ensaio deverá ser executado conforme o desenho a seguir:

Figura 4 – Montagem para Ensaio das Curvas



5.21.1. Medição da Corrente e do Tempo

Para o tempo de 0,1s as medidas deverão ser realizadas utilizando-se oscilógrafo ou outro registrador com exatidão equivalente.



Para avaliação das características de fusão tempo x corrente, os elos deverão ser levados até a fusão em quaisquer tempos padronizados, exceto as características em 300s ou 600s, devendo ser considerado também, o tempo de fusão do fio de reforço conforme a curva de fusão deste material, a ser apresentado pelo fabricante no ato da inspeção e comprovado em ensaio, se necessário.

Para os tempos de 10s a 600s, as medidas deverão ser realizadas com cronômetros simples ou acionados pela corrente de ensaio e amperímetro ou outro equipamento com exatidão mínima de 1%.

Para verificação das características máximas e mínimas o elo fusível deverá ser considerado aprovado se o tempo de fusão for igual ou estiver compreendido entre os limites estabelecidos pelas curvas máximas e mínimas fornecidas pelo fabricante, respeitando-se os limites desta Especificação.

5.22. Verificação Dinâmica do Funcionamento

O elo fusível deverá ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C. Deverá ser instalado na chave fusível de maior corrente nominal para a qual foi projetado.

A chave fusível deverá ser montada a uma altura mínima de 4m, na posição normal de serviço e com o circuito desenergizado.

A chave fusível com o elo deverá ser submetida a 20 operações sucessivas de abertura e fechamento com vara de manobra.

O elo deverá ser considerado aprovado se não apresentar danos visíveis após o ensaio, tais como ruptura ou alongamento de componentes e escorregamento nas conexões.

5.23. Ensaio da Resistência Elétrica

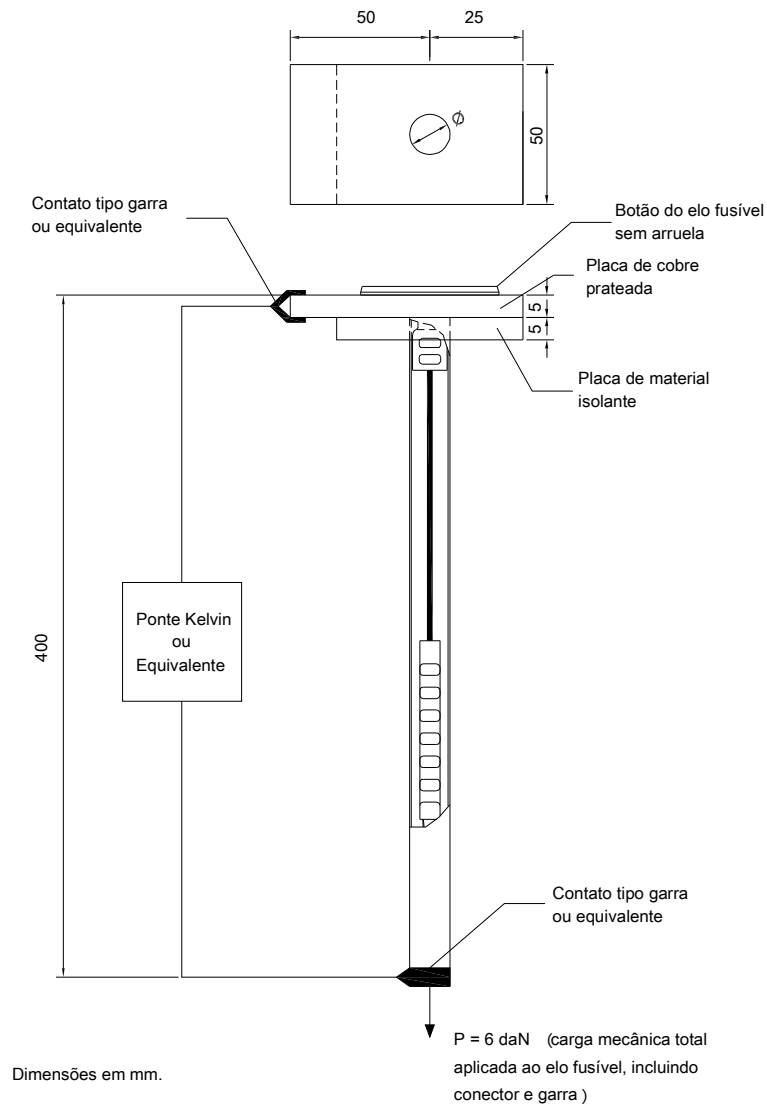
A resistência elétrica do elo fusível deverá variar no máximo $\pm 7,5\%$ da resistência média do lote sob inspeção.

Nenhum elo deverá apresentar resistência ôhmica 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 de tipo de elo fusível.

A medição da resistência elétrica deverá ser feita conforme mostra a figura abaixo ou outro dispositivo equivalente, utilizando corrente contínua máxima de 5% da corrente nominal do elo

ou ponte de medição adequada. O método deverá permitir a repetição das medições dentro de uma margem de 2% para cada elo medido. O valor da resistência deverá ser a média aritmética de 3 medidas independentes.

Figura 5 – Ensaio da Resistência Elétrica



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

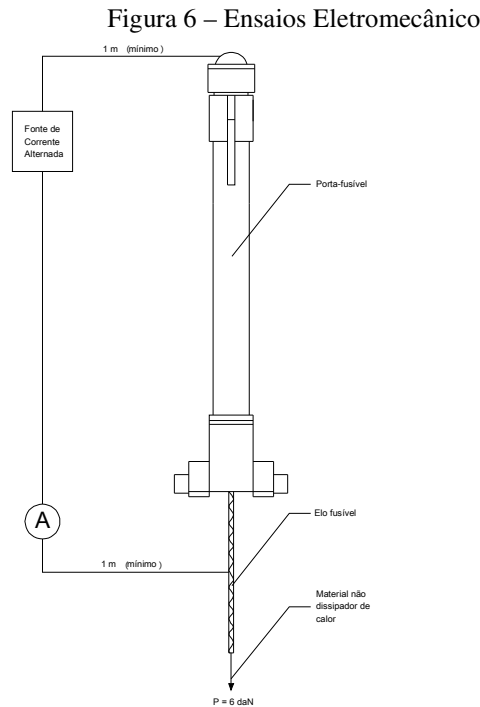
5.24. Ensaio Eletromecânicos (somente elos tipo H)

O elo deverá ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C, em local livre de corrente de ar.

O elo deverá ser submetido simultaneamente a uma tração de 6daN e a uma corrente de valor igual a sua corrente nominal, durante 24 horas.

O elo deverá ser considerado aprovado se suportar as condições de ensaio durante as 24 horas.

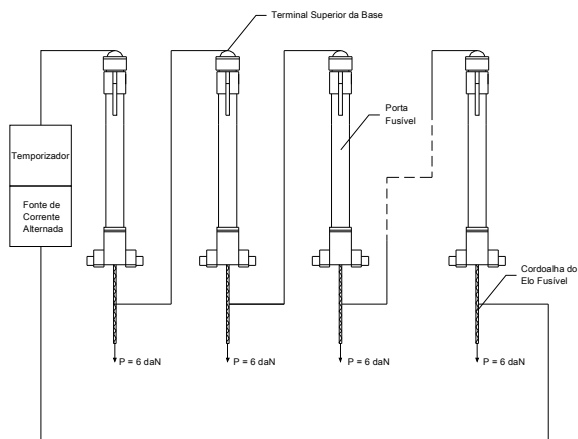
O ensaio deverá ser realizado conforme o seguinte esquema:



5.25. Ensaio de Fusão Tempo x Corrente após Envelhecimento e sob Carga Mecânica

Como pré-condição à verificação das curvas características de fusão tempo x corrente, todas as unidades da amostra deverão ser ligadas eletricamente em série e tracionadas por uma carga mecânica de 6daN, conforme mostra a figura a seguir:

Figura 7 – Ensaio de Fusão Tempo x Corrente



As unidades instaladas deverão ser submetidas a 100 ciclos de corrente de valor 20% superior à nominal. Cada ciclo deverá consistir de uma hora de aplicação da corrente e período de desligamento necessário para que as unidades atinjam a temperatura ambiente. Este condicionamento deverá ser acompanhado por registradores de corrente e/ou temperatura para garantir que as condições de ensaios permaneçam inalteradas em todo o ensaio.

Após o envelhecimento as amostras, sob carga mecânica de tracionamento de 6daN, devem ser submetidas à verificação das curvas características mínimas de fusão tempo x corrente da seguinte forma:

- a) metade das amostras as curvas tempo x corrente de 10s;
- b) a outra metade das amostras as curvas tempo x corrente de 300s.

5.26. Ensaio da Capacidade de Interrupção

Devem ser submetidos aos ensaios de capacidade de interrupção os elos fusíveis tipos H, K e T nas condições descritas a seguir:

- 5.26.1. A amostra a ser ensaiada deve ser constituída por elos fusíveis retirados aleatoriamente do lote em fornecimento pelo inspetor da Celesc D.
- 5.26.2. Os elos devem ser submetidos a sequência de ensaios 1, 4 e 5.

Notas:

1 – As demais sequências de ensaios poderão ser exigidas, caso a Celesc D julgue necessário.



2 – As chaves fusíveis deverão ser fornecidas pelo fabricante do elo.

- 5.26.3. Devem ser utilizadas chaves fusíveis de distribuição (classe 2) que já tenham seus projetos aprovados, com as características:

Tabela 4 – Características das Chaves Fusíveis

Elos Fusíveis		Chave Fusível a Utilizar		
Tipo	Corrente Nominal Aef	Tensão Máxima kVef	Corrente Nominal Aef	Capacidade de Interrupção kAef
H	0,5 a 5	15	100	7.1
K	6 a 100	15	100	7.1
K	140 a 200	15	200	7.1
T	8 a 30	15	100	7.1

- 5.26.4. O ensaio da sequência de ensaios 5 deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de (2+ 0,4)s.
- 5.26.5. É indispensável a execução da sequência de ensaios 4, se o valor da corrente utilizada na sequência de ensaios 5 estiver compreendido entre 400 e 500A.

O ensaio deve ser realizado conforme descrito na NBR 7282.

Em cada sequência de ensaios devem ser medidos os tempos até a interrupção, para determinação do tempo de arco. Como referência inicial utilizar, para todos os tipos de elos (H, K e T), valores iguais aos dos elos tipos K e T, para as sequências de ensaios 1, 2 e 3. Para a sequência de ensaios 4, utilizar 60ms; para a sequência de ensaios 5, 100ms, para todos os tipos de elos (H, K e T).

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

5.27. Ensaio de Condutividade Elétrica do Botão

Deve ser realizado de acordo com a ASTM E1004, devendo a condutividade obtida ter valor mínimo de 97% IACS a 20°C, admitindo-se para qualquer amostra uma redução de até 2% IACS a 20°C.



6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Não há.

7. ANEXOS

7.1. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo H

7.2. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo K

7.3. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo T

7.4. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo H

7.5. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo A

7.6. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo B

7.7. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo A

7.8. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo B

7.9. Controle de Revisões e Alterações

7.10. Histórico de Revisões



7.1. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo H

Tabela 5 – Correntes de Fusão – Elos H

Corrente Nominal A	Corrente de Fusão					
	300s		10s		0,1s	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	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



7.2. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo K

Tabela 6 – Correntes de Fusão – Elos K

Corrente Nominal A		Corrente de Fusão						Relação de Rapidez
		300 ou 600s (*)		10s		0,1s		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
G	6	12	14,4	13,5	20,5	72	86	6,0
	10	19,5	23,4	22,4	34	128	154	6,6
	15	31	37,2	37	55	215	258	6,9
U	25	50	60	60	90	350	420	7,0
P	40	80	96	96	146	565	680	7,1
O	65	128	153	159	237	918	1100	7,2
	100	200	240	258	388	1520	1820	7,6
A	140	310	372	430	650	2470	2970	8,0
	200	480	576	760	1150	3880	4650	8,1
G	8	15	18	18	27	97	116	6,5
	12	25	30	29,5	44	166	199	6,6
U	20	39	47	48	71	273	328	7,0
P	30	63	76	77,5	115	447	546	7,1
O	50	101	121	126	188	719	862	7,1
	80	160	192	205	307	1180	1420	7,4

(*) 300s para elos fusíveis até 100A, 600s para elos fusíveis de 140 e 200A

7.3. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo T

Tabela 7 – Correntes de Fusão – Elos T

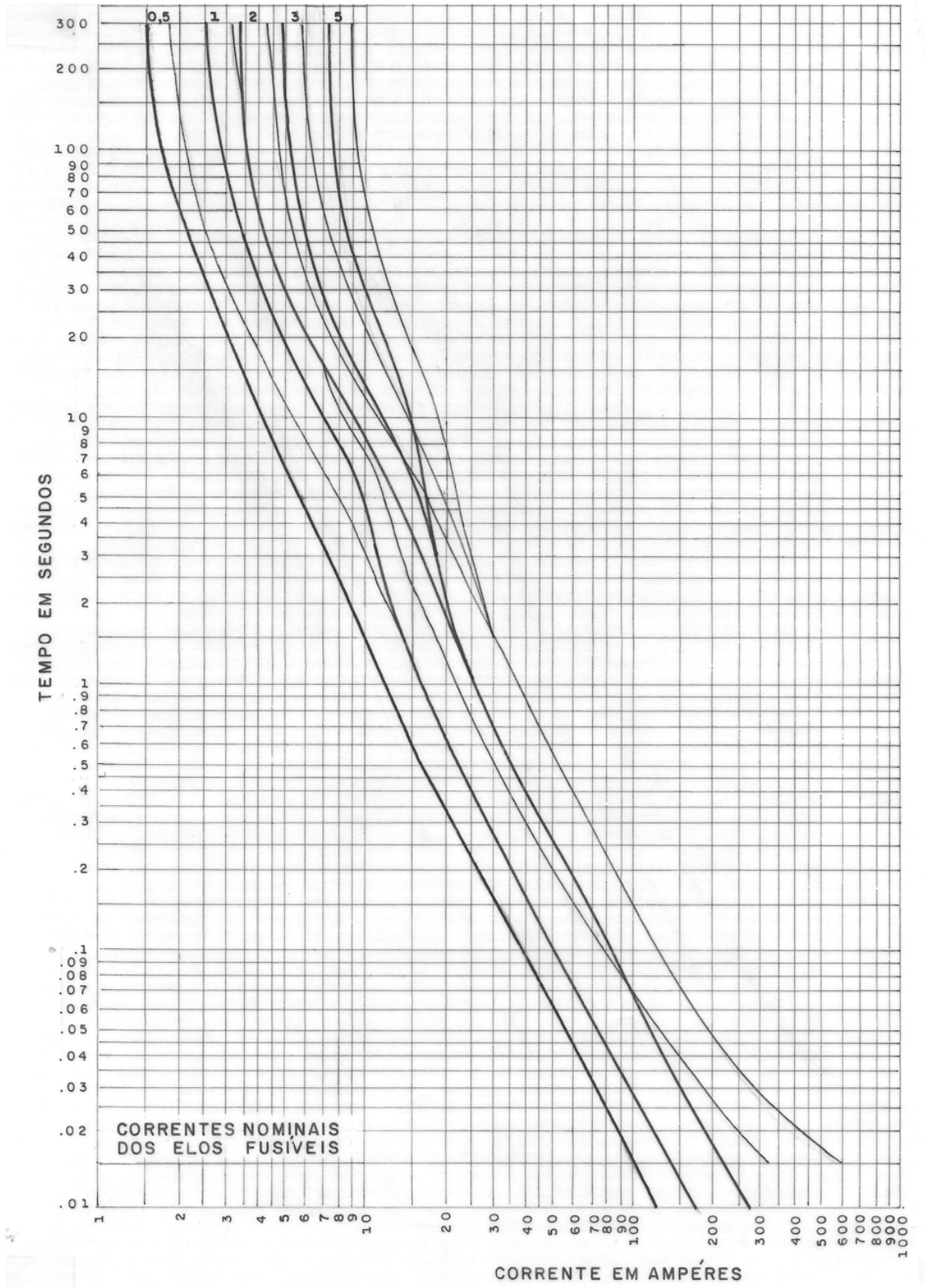
Corrente Nominal A		Corrente de Fusão						Relação de Rapidez
		300 ou 600s (*)		10s		0,1s		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
G	6	12	14,4	15,3	23	120	144	10
	10	19,5	23,4	26,5	40	224	269	11,5
	15	31	37,2	44,5	67	388	466	12,5
U	25	50	60	73,5	109	635	762	12,7
P	40	80	96	120	178	1040	1240	13,0
O	65	128	153	195	291	1650	1975	12,9
A	100	200	240	319	475	2620	3150	13,1
	140	310	372	520	775	4000	4800	12,9
	200	480	576	850	1275	6250	7470	13,0
G	8	15	18	20,5	31	166	199,0	11,1
R	12	25	30	34,5	52	296	355,0	11,8
U	20	39	47	57	85	496	595	12,7
P	30	63	76	93	138	812	975	12,9
O	50	101	121	152	226	1310	1570	13,0
B	80	160	192	248	370	2080	2500	13,0

(*) 300s para elos fusíveis até 100A, 600s para elos fusíveis de 140 e 200A



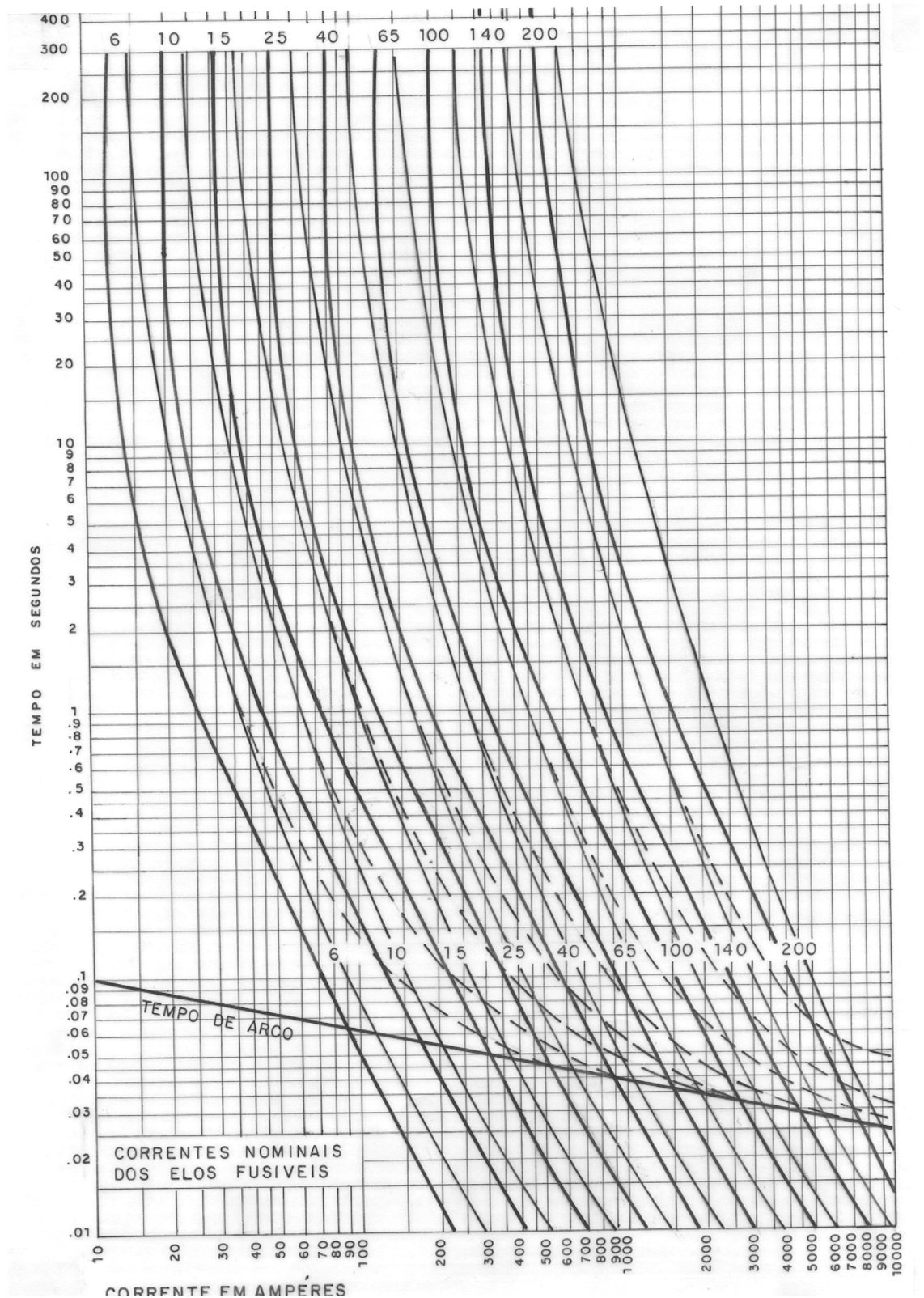
7.4. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo H

Figura 8 – Curvas de Tempo de Fusão – Elos H



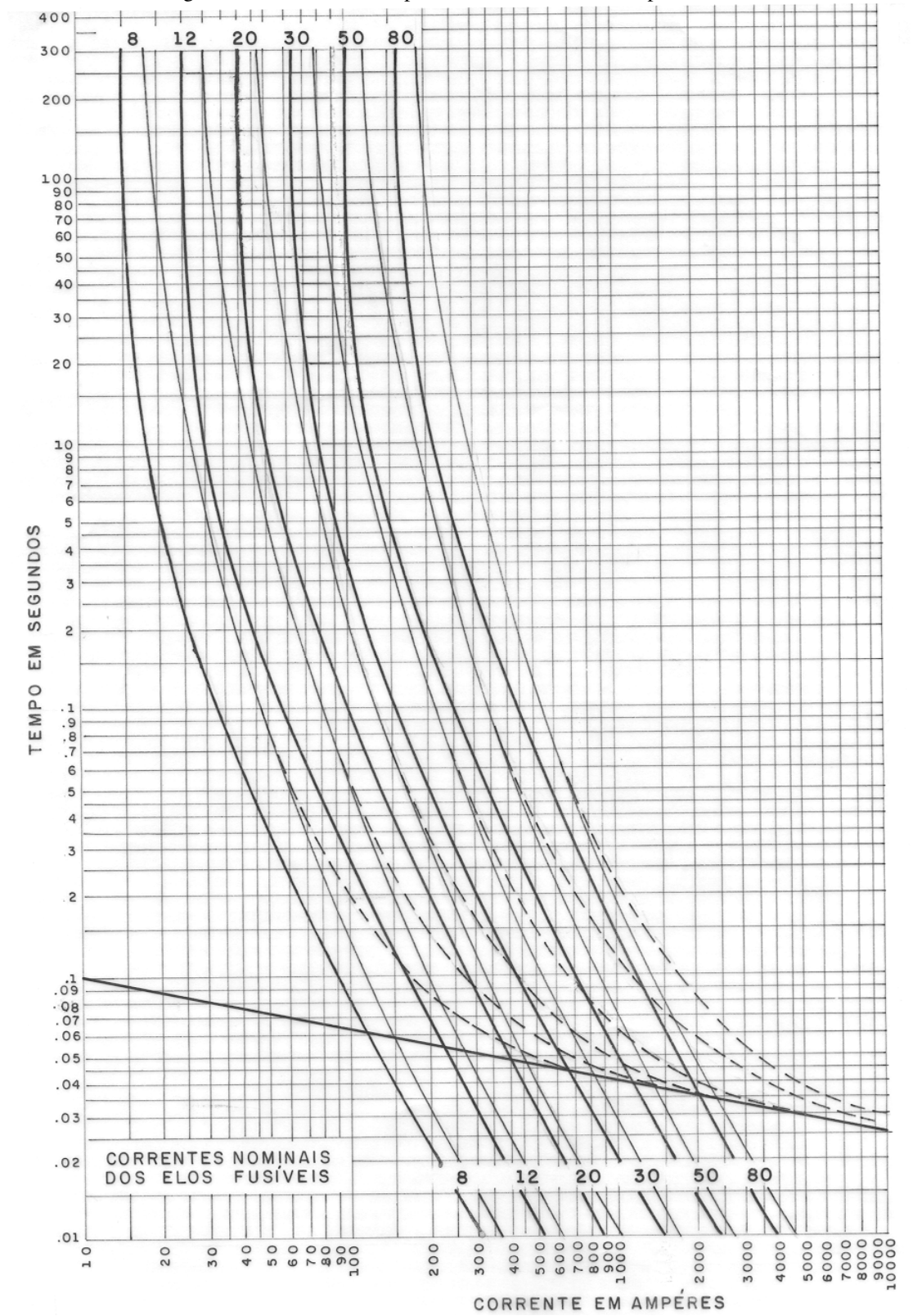
7.5. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo A

Figura 9 – Curvas de Tempo de Fusão – Elos K – Grupo A



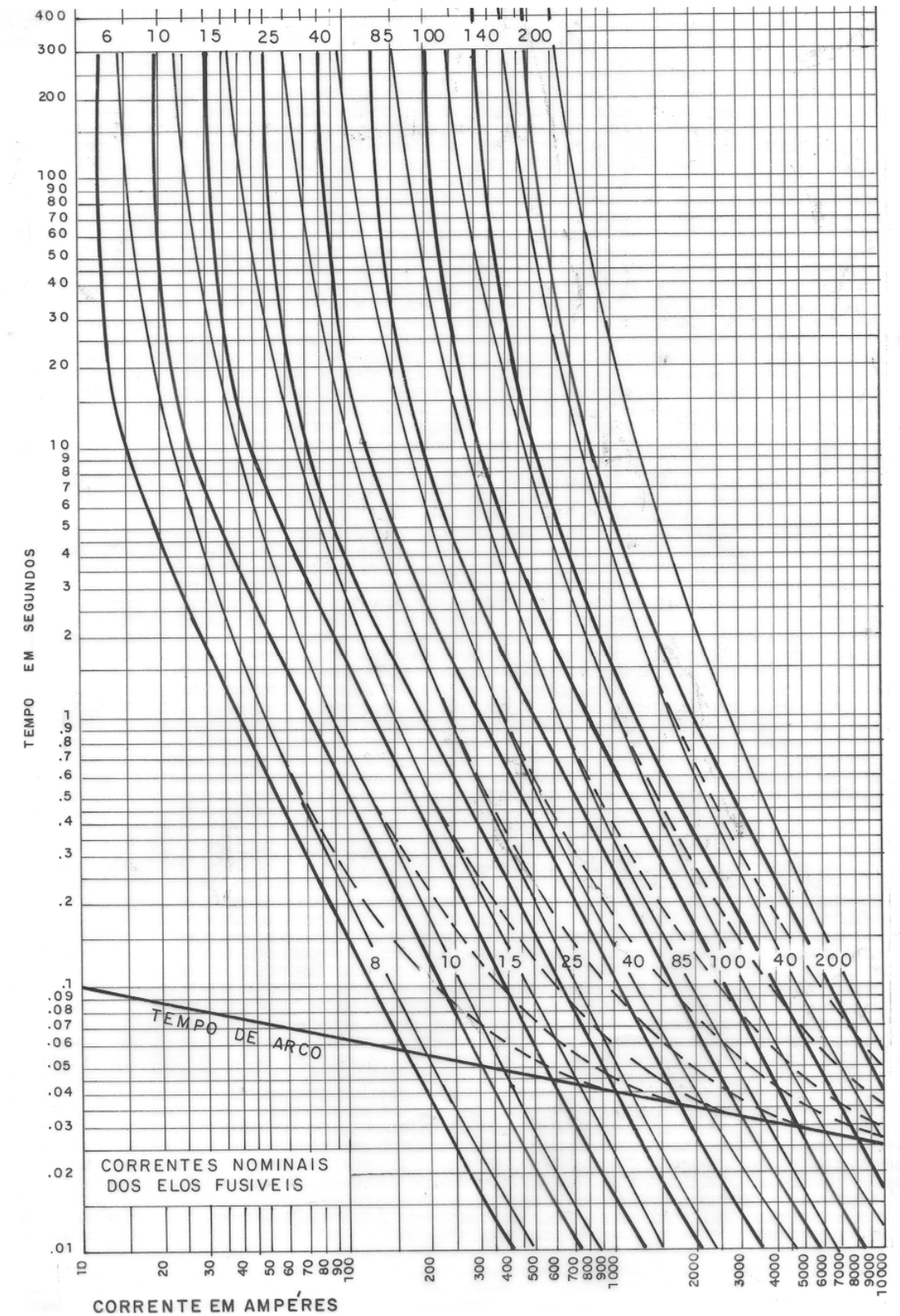
7.6. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo B

Figura 10 – Curvas de Tempo de Fusão – Elos K – Grupo B



7.7. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo A

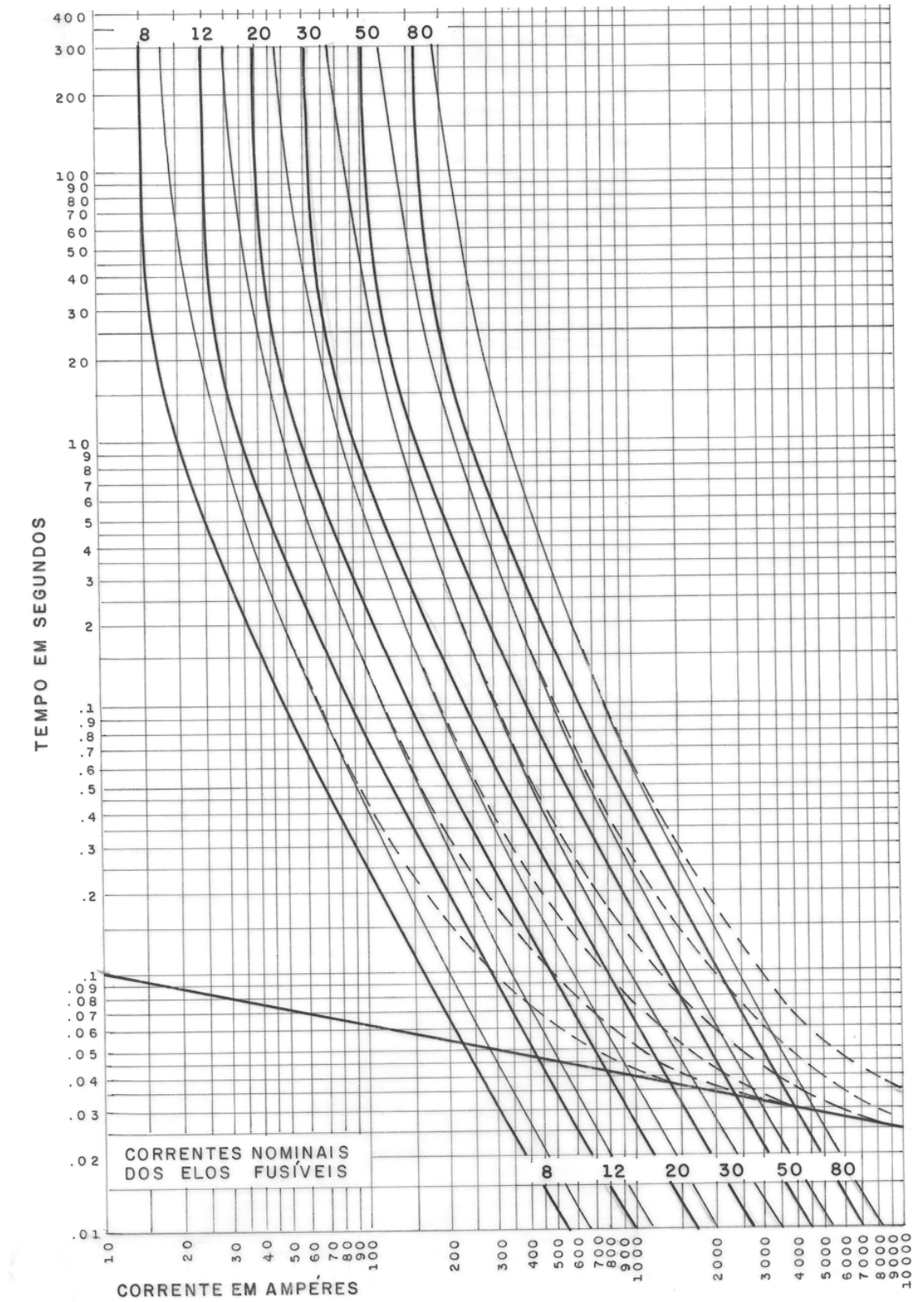
Figura 11 – Curvas de Tempo de Fusão – Elos T – Grupo A





7.8. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo B

Figura 12 – Curvas de Tempo de Fusão – Elos T – Grupo A



7.9. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
3ª	DDI 095/2014 – 25.8.2014	MHO	GMTK	SLR
4ª	DDI 064/2018 – 16.8.2018	MHO	GMTK	SLC
5ª	DDI 155/2022 – 3.10.2022	EAP	GMTK	ALK

DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 4		
ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
5.7.3.2.	7	Corrigida referência 5.14. para 5.15.
5.7.7.	9	Corrigida referência 5.15. para 5.16.
5.8.3.1.	11	Corrigidos valores das quantidades das amostras dos ensaios de tipo
5.8.3.1.	12	Inserida tabela das amostras dos ensaios de tipo.
5.13.	17	Corrigida referência 5.6.4. para 5.7.4.
5.18.	20	Corrigida referência 5.8. para 5.10.
7.10.	31	Incluídos os códigos da família T para proteção de bancos de capacitores.
DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 5		
ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
		Visando melhorar a apresentação foram simplificados e renomeados os itens e transferidos alguns anexos para o corpo do texto. Não foi efetuada nenhuma alteração de caráter técnico.



7.10. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
4ª	Agosto 2018	5.7.3.2. – página 7 – Corrigida referência 5.14. para 5.15.; 5.7.7. – página 9 – Corrigida referência 5.15. para 5.16.; 5.8.3.1. – página 11 – Corrigidos valores das quantidades das amostras dos ensaios de tipo; 5.8.3.1. – página 12 – Inserida tabela das amostras dos ensaios de tipo; 5.13. – página 17 – Corrigida referência 5.6.4. para 5.7.4.; 5.18. – página 20 – Corrigida referência 5.8. para 5.10.; 7.10. – página 31 – Incluídos os códigos da família T para proteção de bancos de capacitores.	DPEP/DVEN
5ª	Outubro 2022	Visando melhorar a apresentação foram simplificados e renomeados os itens e transferidos alguns anexos para o corpo do texto. Não foi efetuada nenhuma alteração de caráter técnico.	DPEP/DVEN