

# Painel Setorial de Disjuntores INMETRO

Aspectos de segurança para  
disjuntores no âmbito das normas  
NBR 5361 e NBR IEC 60898

Eng. Carlos Alberto Quintas Lima  
EATON

Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2005

# Objetivos da apresentação

- Mostrar a **coerência** que existe entre a norma de instalações elétricas NBR 5410, a norma NBR 5361 e as características construtivas e operacionais (desempenho) destes disjuntores conforme 5361.
- Esta coerência **sustenta**, de forma inquestionável, a continuidade da certificação dos disjuntores conforme os ensaios da NBR 5361.
- Mostrar que a NBR 5361 garante a **operação** do disjuntor em sobrecarga e curto-circuito, **sem** colocar as pessoas em risco e **sem** representar perigo ao patrimônio.
- Fornecer subsídios para que a certificação compulsória das instalações elétricas seja colocada em prática.

# NBR 5459

"Disjuntor é um dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de sobrecarga e de curto-circuito".

# NORMAS DE DISJUNTORES

# NBR 5361 NBR IEC 60898 NBR IEC 60947-2

NBR 5361 – Foi revisada e emitida em 1998

NBR IEC 60898 – Foi traduzida e emitida em 1998

NBR IEC 60947-2 – Foi traduzida e emitida em 1998.

- **Validade de 30 / 12 / 2004 para NBR IEC 60898 e NBR 5361.**
- **Em 30/12/04 já estava publicada a NBR NM 60898, enquanto se tentava, sem sucesso, discutir a NBR 5361.**

**CE-03:023.06 EM 09/12/2003- REVISÃO/REVALIDAÇÃO DA 5361 FOI CONCORDADA PELA LEGRAND, GE, SOPRANO e EATON.**

**NA MESMA REUNIÃO ACIMA, A PROPOSTA PARA QUE A NM 898 SUBSTITUISSE A NBR 898 FOI ACEITA PELA SCHNEIDER, WEG, ABB, STECK E SIEMENS, MAS NÃO PELOS DEMAIS.**

## Considerações adicionais

- Embora os disjuntores fabricados conforme NBR 5361 e NBR IEC 60898 tenham a mesma finalidade, eles são avaliados por normas distintas que, respeitando as características próprias cabíveis a seus respectivos produtos, buscam o mesmo objetivo que é o de garantir um funcionamento adequado e seguro do disjuntor.
- Eventuais vantagens técnicas de uma norma sobre outra em requisitos específicos podem ser exploradas através de divulgações das empresas, mas não significam a clara superioridade de uma norma sobre a outra.

## Considerações adicionais

- Não faz sentido aplicar a norma de um produto para avaliar o outro e vice-versa. Isto representaria uma clara barreira técnica imposta desnecessariamente a um produto. Exemplos:
- **Cabos elétricos BT para instalações fixas:**
  - NBR 7286: EPR
  - NBR 7285 / 7287: XLPE
  - NBR 7288: Cabo PVC
  - NBR NM 247-3: Condutor isolado PVC
  - NBR 13248: LIVRES DE HALOGÊNIO

## Exemplos (continuação)

- **Reatores para lâmpadas fluorescentes:**
  - NBR 5114: Eletromagnéticos
  - NBR 14417 / 14418: Eletrônicos
- **Reatores para lâmpadas fluorescentes:**
  - NBR 5597: Eletroduto metálico - rosca ANSI
  - NBR 5598: Eletroduto metálico - rosca ABNT
  - NBR 6150: Eletroduto PVC rígido



# CONDUTORES

MM<sup>2</sup>

e

AWG

# UTILIZAÇÃO e EQUIVALÊNCIA

- São caracterizados pela sua seção nominal e não geométrica.
- São definidos por um valor máximo de resistencia a 20 graus C (  $\Omega/\text{Km}$  )

Tabela de equivalência segundo a IEC vide anexo G da 898.

MM <sup>2</sup>	$\Omega/\text{Km}$	ø(mm)	AWG	$\Omega/\text{Km}$	ø(mm)
1,5	12,2	1,4	16	13,17	1,29
2,5	7,56	1,7	14	8,28	1,63
4	4,70	2,20	12	5,20	2,05
6	3,11	2,70	10	3,27	2,59
10	1,84	3,50	8	2,06	3,26

# UTILIZAÇÃO e EQUIVALÊNCIA

SEÇÃO DOS CONDUTORES PARA ENSAIO CONFORME 5361 E 898

**5361 e 898 só usam fios e cabos em mm<sup>2</sup> a décadas.**

ONDE OCORREM DIFERENCAS ENTRE AS NORMAS?

Corrente Nominal Do disjuntor	Segundo 5361 mm <sup>2</sup> ( tab.A9 )	Segundo 898 mm <sup>2</sup> ( tab 8 )
15 A	1,5	2,5
35A	6	10
70 A	16	25
90 A	25	35

**CONCLUSÃO:**

**A NBR 5361 É MAIS RIGOROSA, POIS USA FIOS MAIS FINOS DO QUE NA IEC PARA ALGUMAS AMPERAGENS NOS SEUS ENSAIOS CALIBRAÇÃO, SOBRECARGA, CURTO-CIRCUITO, ELEVAÇÃO TEMPERATURA.**

# PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS

# **SOBRECARGAS**

- Segundo a revista Pirelli Club ano VII nº 27 a SOBRECARGA é o principal problema em uma instalação elétrica.
- Ocorre sobretudo pela utilização de muitos aparelhos ligados na mesma tomada.
- Ocorre pelo uso de aparelhos de potência muito elevada em redes elétricas que não estavam preparadas para isto.
- Ocorre por improvisações executadas por pessoal não qualificado.
- Ocorre por vezes pois alguns profissionais cometem o “pecado” de aumentar a capacidade dos disjuntores para mascarar um dimensionamento insuficiente dos cabos.
- Ocorre por união de circuitos de iluminação e tomadas.

## 5.3.4 Proteção contra Sobrecargas - NBR 5410

### 5.3.4.1 Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção

Para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

a)  $I_b \leq I_n \leq I_z$  ; e

b)  $I_2 \leq 1,45 I_z$  .

$I_b$  = corrente de projeto do circuito

$I_z$  = capacidade de condução de corrente dos condutores na condição prevista de instalação

$I_n$  = corrente nominal do dispositivo de proteção (disj)

$$I_2 = \alpha \cdot I_n$$

$I_2$  = corrente convencional de atuação

NBR IEC 60947-2	$\alpha = 1,30$ a quente 30 °C
NBR 5361	$\alpha = 1,35$ a frio a 25 °C
NBR IEC 60898	$\alpha = 1,45$ a quente 30 °C
NBR 11840	$\alpha = 1,60$

# CONCLUSÃO

-Segundo a própria ata de reunião da CE 03:023.06 de 09/12/2003, no item 3.18, a tabela indica que os disjuntores conforme a NBR 5361 apresentam uma atuação com maior proteção contra sobrecargas das instalações, face aos 135% a 25 °C partida a frio.

-Indubitável também a garantia de atendimento aos requisitos da Norma de Instalações Elétricas NBR 5410 com o menor valor da Corrente Convencional de Atuação, comparativamente com as demais normas.

# PROTEÇÃO CONTRA CURTO – CIRCUITOS

$I^2t$



# NBR 5410:2004

## 5.3.3.1 Dispositivos capazes de prover simultaneamente proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito

...Tais dispositivos **podem** ser:

- a) disjuntores conforme **ABNT NBR 5361**, ABNT NBR IEC 60947-2, ABNT NBR NM 60898 ou IEC 61009-2-1;

### NOTAS

- 3 Tendo em vista que um dos parâmetros para o equacionamento da proteção contra curtos-circuitos conforme 5.3.5.5 é a integral de joule (energia) que o dispositivo de proteção deixa passar, deve-se atentar para o fato de que a ABNT NBR 5361 não prevê o fornecimento desta característica, devendo a mesma ser **fornecida pelo fabricante** do dispositivo.

## 5.3.5 Proteção contra Curto-circuito: NBR 5410

### 5.3.5.5 Características dos dispositivos destinados a prover proteção contra correntes de curto-circuito

Todo dispositivo destinado a prover proteção contra curtos-circuitos deve atender às condições especificadas em 5.3.5.5.1 e 5.3.5.5.2.

**5.3.5.5.1** A capacidade de interrupção do dispositivo deve ser, no mínimo, igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto onde for instalado. Só se admite um dispositivo com capacidade de interrupção inferior se houver, a montante, um

**5.3.5.5.2** A integral de Joule que o dispositivo deixa passar deve ser inferior ou igual à integral de Joule necessária para aquecer o condutor desde a temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura limite de curto-circuito, o que pode ser indicado pela seguinte expressão:

$$\int_0^t i^2 dt \leq k^2 S^2$$

#### NOTAS

1 Para curtos-circuitos de qualquer duração em que a assimetria da corrente não seja significativa, e para curtos-circuitos assimétricos de duração  $0,1 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$ , pode-se escrever:

$$I^2 \cdot t \leq k^2 S^2$$

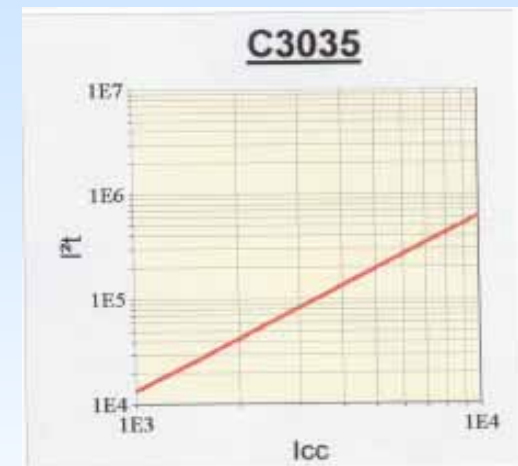
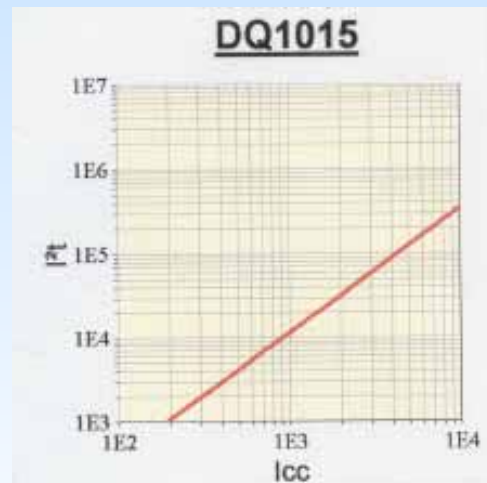
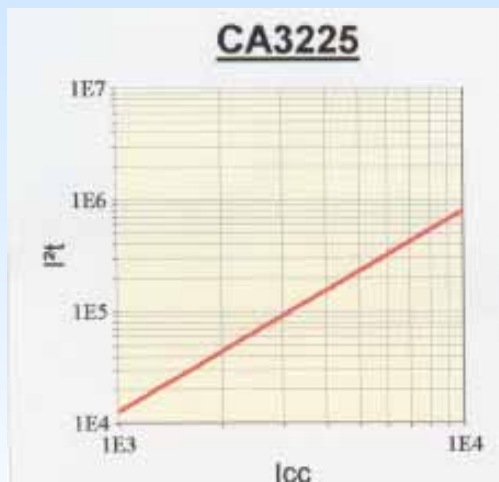
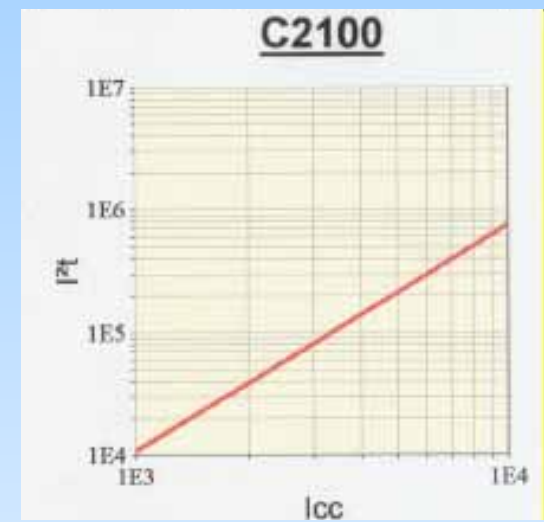
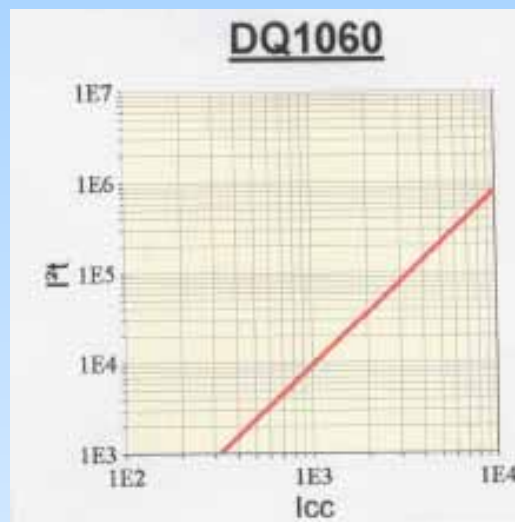
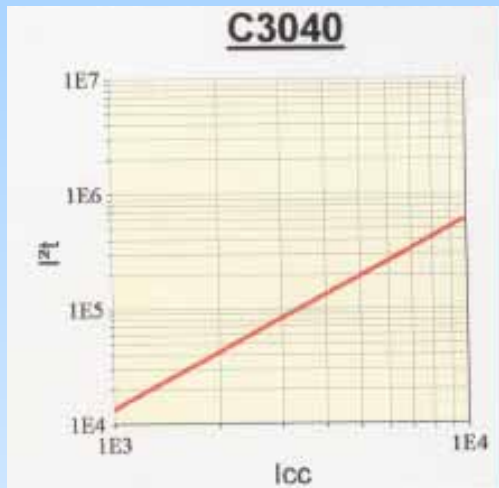
onde:

$I$  é a corrente de curto-circuito presumida simétrica, em ampères;

$t$  é a duração do curto-circuito, em segundos.

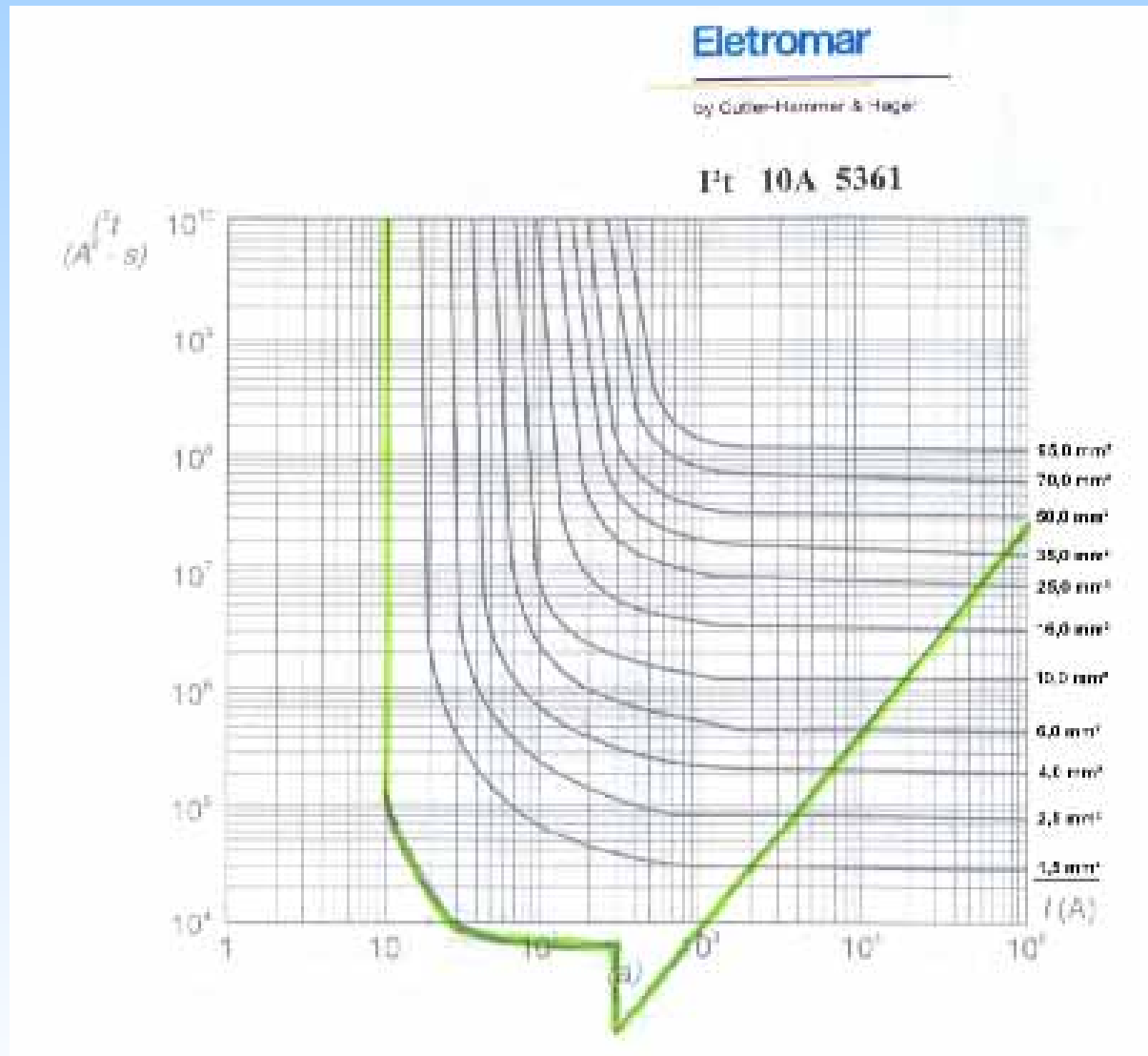
**Logo o disjuntor seja 5361, 947-2 ou 898 tem que possuir seus valores de  $I^2t$  e ter uma capacidade de interrupção adequada.**

# Exemplos de Curvas I<sup>2</sup>t ELETROMAR

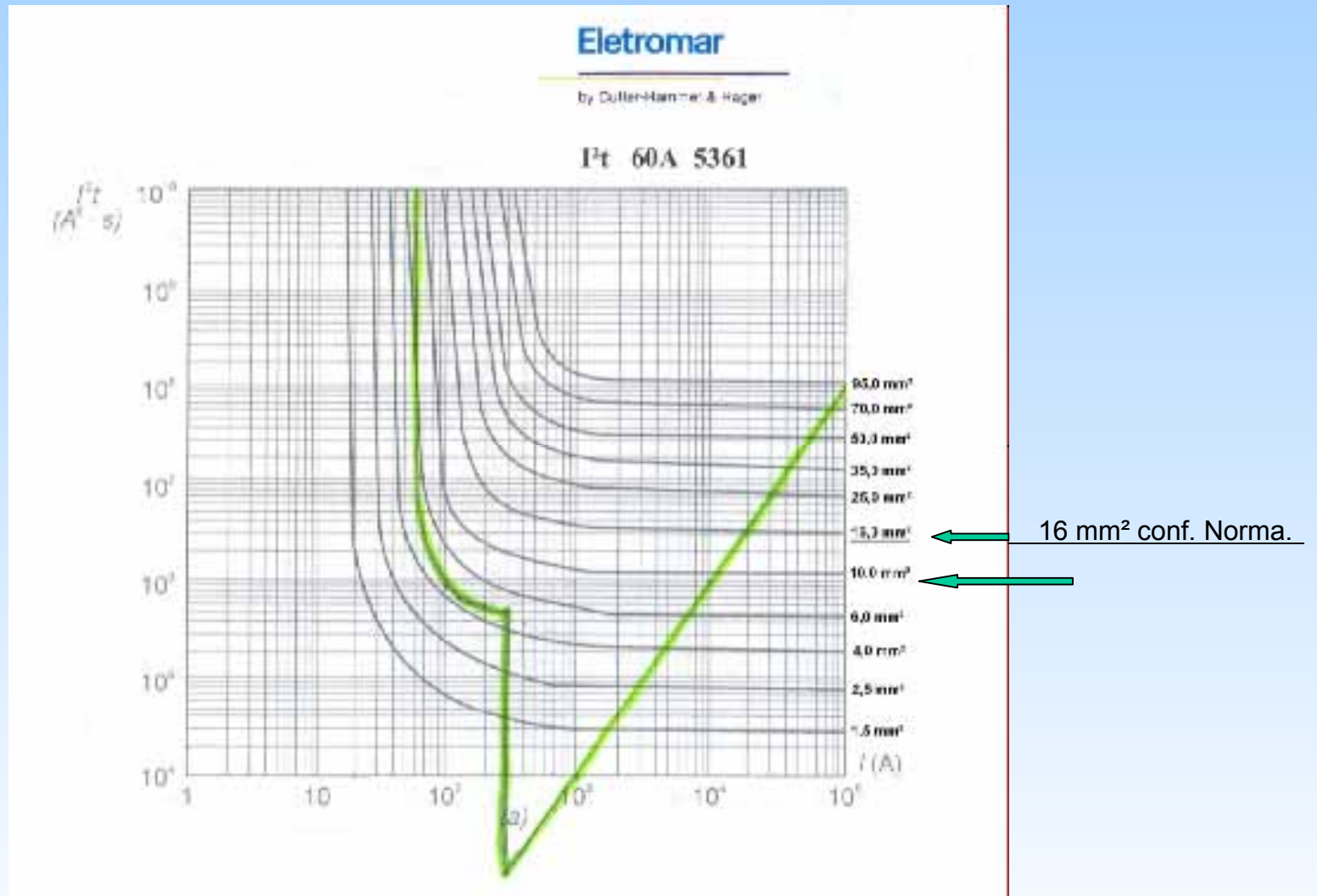


Levantadas há aproximadamente 8 anos nos laboratórios do IEE/USP credenciado pelo INMETRO.

# Curvas I<sup>2</sup>t



# Curvas I<sup>2</sup>t



# CONCLUSÃO

- Os disjuntores conforme NBR 5361 **atendem integralmente** os requisitos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito (Curvas  $I^2t$ ) da NBR 5410.

# ENSAIO DE FIO INCANDESCENTE 960 °C.

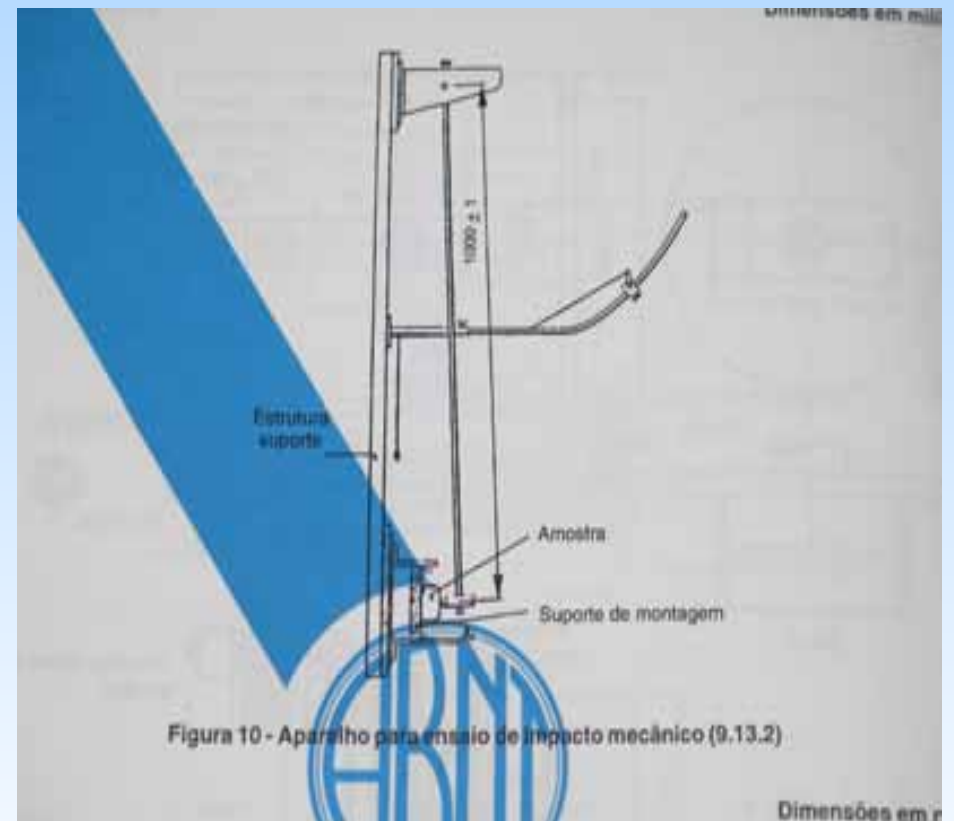
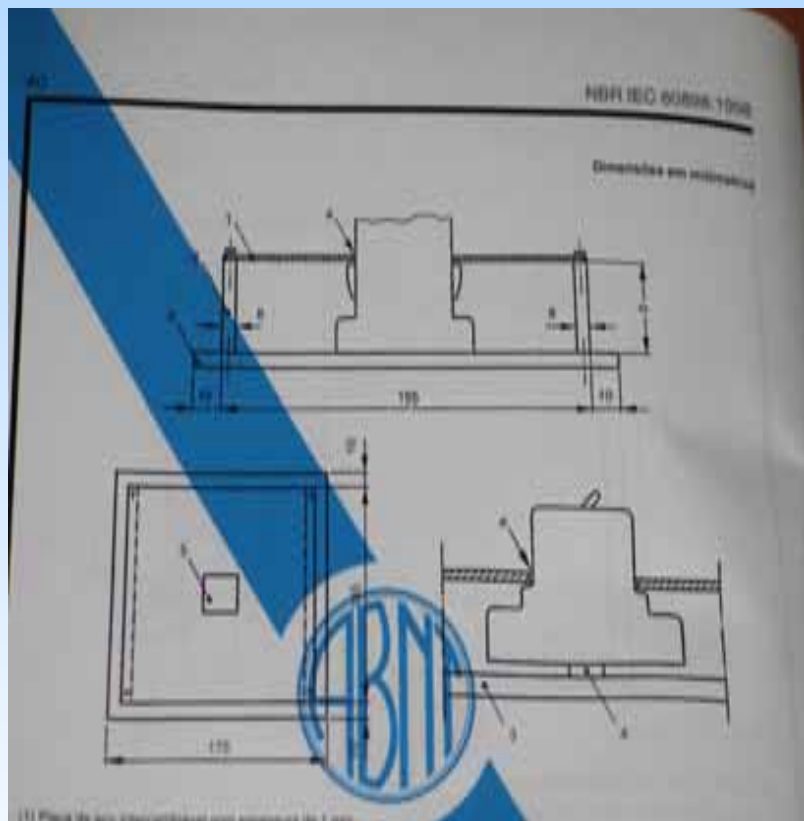
## Ensaio de fio incandescente 960 °C

- Na UL, este ensaio já deve ser feito na matéria-prima e, portanto, não é pedido nas normas do produto NEMA AB1/UL 489. Vale o mesmo conceito para a norma NBR 5361.
- Sem problema de incluir este requisito numa futura revisão da NBR 5361 ou na RAC.
- A Eletromar, por exemplo, já possui este ensaio feito pelo CEPEL há 8 anos, e utiliza o mesmo material termofixo na caixa e tampa dos produtos 5361 há décadas, bem como a GE e a Soprano. Logo atendem sem problemas e garantem uma superioridade em relação a termoplásticos utilizados pela grande maioria dos produtos 898 que realmente precisam ser checados pois não são termofixos.



# RESISTÊNCIA AO CHOQUE MECÂNICO, AO IMPACTO E A OXIDAÇÃO

# Ensaio de resistência aos choques mecânicos, ao impacto e à oxidação



IMPACTO MECÂNICO

## Ensaio de resistência aos choques mecânicos, ao impacto e à oxidação

- Se observarmos a fig 10 da NBR IEC 60898 e a igual na sua correspondência com a NM 898, vemos que o impacto se dá na superfície frontal do disjuntor que fica para fora da cobertura de proteção do quadro na região do manipulador do disjuntor. Realmente a aplicação prática deste ensaio com a utilização real do produto dentro do quadro não garante qualquer característica a mais de proteção. Ou seja, por quê e para quê alguém iria martelar o Manipulador e/ou o frontal do disjuntor? Ensaio válido apenas para montagem aparente dos disjuntores.
- Oxidação: Não existe nenhum produto NBR 5361 fabricado pela ELETROMAR utilizando-se de ferro cobreado, ferro latonado, ferro estanhado conduzindo corrente elétrica. Entretanto isto ocorre em produtos IEC 898. Logo isto é importante para estas aplicações que ocorrem na IEC 898.

# PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

## Norma de Instalações - NBR 5410

- A norma de instalações elétricas fornece os elementos de como um dado produto deve ser adequadamente selecionado e instalado.

## NBR 5410:2004

- 4.1.11 Seleção dos componentes

Os componentes da instalação elétrica devem ser **conforme as normas técnicas aplicáveis** e possuir características compatíveis com as condições elétricas, operacionais e ambientais a que forem submetidos. Se o componente selecionado **não reunir, originalmente**, essas características, devem ser providas **medidas compensatórias** capazes de compatibilizá-las com as exigências da aplicação.

## NBR 5410:2004

- 4.1.13 Instalação dos componentes

Toda instalação elétrica requer uma cuidadosa execução por pessoas qualificadas,...

- 4.1.15 Qualificação profissional

O projeto, a execução, a verificação e a manutenção das instalações elétricas devem ser confiados somente a pessoas qualificadas a conceber e executar os trabalhos em conformidade com esta Norma.

# NBR 5410:2004

- 5.1 Proteção contra **choques elétricos**

## 5.1.1 Introdução

### 5.1.1.1 Princípio fundamental

O princípio que fundamenta as medidas de proteção contra choques especificadas nesta Norma pode ser assim resumido:

- **partes vivas perigosas não devem ser acessíveis**; e ....



## 5.1.1.1 continuação

- Deste modo, a proteção **contra choques elétricos** compreende, em caráter geral, dois tipos de proteção:
  - a) **proteção básica** (ver 3.2.2) e
  - b) proteção supletiva (ver 3.2.3).

### NOTAS

1 Os conceitos e princípios da proteção contra choques elétricos aqui adotados são aqueles constantes da IEC 61140.

3 Exemplos de proteção básica:

- **uso de barreira ou invólucro**

## NBR 5410:2004

- 5.1.2.2 Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação
- 5.1.2.2.1 A condição de **proteção básica** deve ser assegurada por isolação das partes vivas e/ou pelo **uso de barreiras ou invólucros**, conforme anexo B.

# NBR 5410:2004 - Anexo B

- B.2 Uso de barreiras ou invólucros

B.2.1 O uso de barreiras ou invólucros, como meio de proteção básica, destina-se a **impedir qualquer contato** com partes vivas.

B.2.2 As partes vivas devem ser **confinadas no interior de invólucros ou atrás de barreiras** que garantam grau de proteção no mínimo IPXXB ou IP2X, ....

# Conclusão



# Conclusão

- Desde que o uso de um produto qualquer atenda as prescrições da NBR 5410, o mesmo poderá ser utilizado sem restrições, o que é claramente o caso do emprego do disjuntor conforme NBR 5361 nas instalações domésticas e similares.
- Diferentemente de outros produtos elétricos, os disjuntores **não devem ficar** instalados de maneira exposta ao contato de suas partes vivas (condutivas).

# Conclusão

- De acordo com a norma de instalações elétricas NBR 5410, os disjuntores devem ser instalados **no interior** de invólucros com grau de proteção adequado que **impeça o contato acidental** com suas partes energizadas.
- Os requisitos construtivos dos disjuntores NBR 5361 são **perfeitamente compatíveis** com a sua utilização em todos os tipos de instalações, inclusive naqueles com presença de pessoas não qualificadas.

# ENSAIO DE ELEVAÇÃO DA TEMPERATURA E MEDIÇÃO DA POTÊNCIA DISSIPADA

- Com relação ao ensaio de elevação de temperatura, como já vimos anteriormente, em determinadas correntes os disjuntores NBR 5361 utilizam-se de fios de seção mais finas, tornando o ensaio mais rigoroso do que para disjuntores segundo a IEC 898.

- CONSUMO DE ENERGIA

<b>In</b>	<b>WML / WMM / WMN ELETROMAR</b>	<b>C 60 SCHNEIDER (CONF CATALOGO )</b>	<b>DQ 5361 ELETROMAR</b>
<b>10</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>
<b>13 / 12,5</b>		<b>2,3</b>	<b>(1,5)</b>
<b>15</b>			<b>1,5</b>
<b>16</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>(1,5)</b>
<b>20</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,0</b>
<b>25</b>	<b>3,3</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>
<b>30</b>			<b>3,0</b>
<b>32</b>	<b>3,9</b>	<b>3,5</b>	<b>(3,0)</b>
<b>40</b>	<b>4,3</b>	<b>4,6</b>	<b>4,0</b>
<b>50</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>



# CONCLUSÃO

- Em média, temos 0,8 W a mais por pólo nos disjuntores segundo a IEC 898 (sem levar em conta aquele exemplo de ferro cobreado, estanhado,.....)
- Segundo o IBGE, temos 40 milhões de residências no Brasil (base 2003).
- Considerando em média 4 disjuntores (no mínimo) em um projeto bem simples, teríamos então um acréscimo de carga ao sistema (PERDAS) de 128.000.000 W caso fossem substituídos todos os produtos NBR 5361 pelos IEC 898.

# ENSAIO DE VIDA ELÉTRICA

## COMPARATIVO ENTRE AS NORMAS

- NBR 5361 – 6000 OPERAÇÕES COM CORRENTE NOMINAL.
- NBR IEC 60898 – 4000 OPERAÇÕES COM CORRENTE NOMINAL.

## **CONCLUSÃO**

O produto é muito mais solicitado para avaliação de vida útil na NBR 5361 do que na IEC 898.

# ENSAIO DE 28 DIAS

## Ensaio de 28 dias.

- Ciclo térmico aplicado ao produto. Para produtos fabricados em **termoplástico**, a estabilidade tem que ser garantida face ao trabalho deste termoplástico com as variações da temperatura, podendo alterar suas características de disparo.
- Os disjuntores **NBR 5361** fabricados pela ELETROMAR, GE, SOPRANO são em **termofixo e indeformável** com a variação de temperatura do produto, garantindo portanto esta performance, **não necessitando deste ensaio**.
- Além disso, após o ensaio de durabilidade elétrica (6000 op) mais a durabilidade mecânica (4000 op), logo 10000 operações, o produto conforme a NBR 5361 sofre ensaio de calibração em 200% e em 135%, onde deve atender a solicitação de desligamento respectivamente em cada um destes pontos.

# CONCLUSÃO

Após 6000 operações em carga mais 4000 operações mecânicas, aliado a utilização de materiais compatíveis a esta performance, os disjuntores NBR 5361 atendem as necessidades de proteção e desligamento do circuito, provendo desta forma segurança ao usuário e à instalação.

# ENSAIO DE CURTO COM CORRENTES REDUZIDAS

## Ensaio de curto-circuito com corrente reduzida

- Na NBR 5361, o ensaio equivalente é o ensaio de comportamento em sobrecarga.
- CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ENSAIO:
  - CORRENTE DE  $6 I_N$  (6 VEZES A CORRENTE NOMINAL DO DISJUNTOR).
  - TENSÃO 5% ACIMA DA TENSÃO DE TRABALHO.
  - FATOR DE POTÊNCIA  $\cos \phi$  0,45 A 0,55 (NA IEC 898, O FATOR DE POTÊNCIA É DE 0,93 A 0,98).
  - NÚMERO DE OPERAÇÕES 25 VEZES CONTRA 9 VEZES NA IEC 898.



# CONCLUSÃO

São ensaios particulares dentro de cada uma das respectivas normas, e que se formos analisar por este ponto já ha até parecer emitido sobre o assunto pelo próprio COBEI, de que estamos tratando de produtos distintos, cada um relativo a sua Norma específica.

Cada produto portanto é projetado e ensaiado conforme sua respectiva Norma provendo a correta proteção em conformidade coma Norma 5410 de Instalações Elétricas.

# CONCLUSÕES FINAIS

# Considerando que:

- os disjuntores NBR 5361 atendem integralmente as prescrições da norma de instalações elétricas NBR 5410.
- o conjunto de ensaios da NBR 5361 garante a adequada e segura operação do disjuntor nas situações de circulação de correntes nominais, de sobrecarga e curto-circuito.
- ao longo de anos, o INMETRO sempre certificou os disjuntores conforme NBR 5361 como adequados para utilização, sem nenhuma ressalva em relação à sua segurança ou eventuais riscos na sua utilização pelo consumidor.

## Considerando que:

- ao longo das últimas décadas não tem havido reclamações por parte dos consumidores de disjuntores conforme NBR 5361 no que se refere ao seu desempenho, atuação e segurança.
- os disjuntores conforme NBR 5361 são os tipos mais vendidos e utilizados no país, sobretudo nas instalações elétricas residenciais e análogas, sendo que a infra-estrutura nacional existente conta com centenas de milhões de pólos instalados.
- o preço do produto é inferior ao dos outros tipos beneficiando sobretudo a classe de menor renda.

## Considerando que:

- há um parque industrial instalado no País há décadas produzindo os disjuntores NBR 5361, o qual emprega milhares de pessoas direta e indiretamente.
- utilizar como justificativa a "harmonização MERCOSUL" ou "acordos internacionais" para banir um produto integrante da infra-estrutura brasileira é um ato que neste caso não atende diretamente os interesses dos consumidores e da indústria nacional.
- cabe ao mercado exercer livremente sua opção de compra e os consumidores devem ter à sua disposição a maior quantidade possível de opções de disjuntores adequados às suas necessidades.

# Então:

- Deve ser **mantida** pelo INMETRO, por **prazo indeterminado**, a certificação dos disjuntores fabricados e ensaiados **integralmente** conforme os requisitos da **NBR 5361**.
- Deve ser implementada, o mais breve possível, a **certificação compulsória das instalações elétricas residenciais** no Brasil.