



ESTUDO TÉCNICO nº 01/2021 – DINVI

ENSAIO DE DISJUNTORES EM REGIME DE SOBRECARGA

Brasília, 05 de fevereiro de 2021.

I. Introdução

O disjuntor, importante aliado na segurança contra incêndio dos circuitos elétricos, tem como função principal a proteção das instalações contra sobrecargas e curtos-circuitos. A referida proteção é assegurada pelo acionamento de dois tipos de dispositivos de desarme, o térmico e o magnético.

O dispositivo térmico funciona a partir de um componente bimetálico, que, ao sofrer aumento de temperatura em virtude de curto-circuito ou sobrecarga, deforma-se e abre o circuito, provocando a interrupção da passagem de corrente elétrica. Já o dispositivo magnético é composto por uma bobina, que, a partir do aumento abrupto da corrente elétrica, gera um campo magnético forte o suficiente para atrair um aparato metálico ocasionando então a abertura do circuito.

Ao contrário dos fusíveis, os disjuntores possuem uma função de manobra, que permite abrir e fechar o circuito voluntariamente, além de possibilitar o restabelecimento imediato do circuito após a ocorrência de curto-circuito ou sobrecarga, desde que existam condições para tal.

Figura 1 - Disjuntores Termomagnéticos.



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servem-as-curvas-dos-disjuntores/>



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO

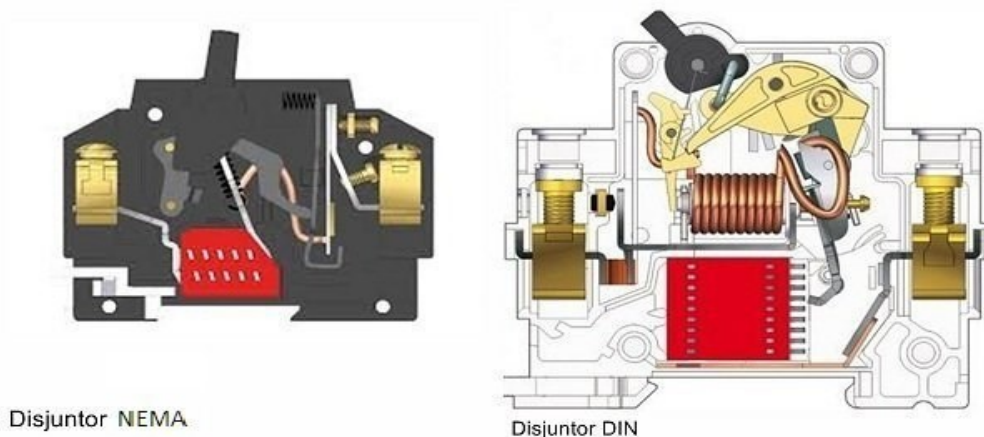


Geralmente são encontrados dois tipos de disjuntores nas instalações elétricas das edificações: o tipo NEMA ou o tipo DIN.

O disjuntor tipo NEMA, popularmente conhecido como disjuntor preto, é fabricado segundo o Regulamento Técnico da Qualidade contido na portaria 243 de 2006 do INMETRO. Esse tipo de disjuntor possui somente o dispositivo térmico para a proteção do circuito, oferecendo uma capacidade de interrupção de curto-circuito inferior aos do tipo DIN, já que não possui o dispositivo magnético, necessitando de um maior período de tempo para acionar o bimetálico.

Já os disjuntores tipo DIN, também conhecidos como disjuntor branco, são fabricados de acordo com a ABNT NBR NM 60898. Estes possuem disparos independentes para curto-circuito e sobrecarga, ou seja, conta com o dispositivo térmico para sobrecargas e com o dispositivo magnético para curtos-circuitos, oferecendo uma capacidade superior aos do tipo NEMA.

Figura 2 - Componentes internos dos disjuntores



Fonte: <https://www.sabereletrica.com.br/disjuntores-din-ou-nema/>

Além do tipo, o dimensionamento dos disjuntores é fator preponderante para a segurança contra incêndios. Após a determinação de uma corrente nominal adequada para que o disjuntor proteja efetivamente o circuito, deve-se levar em consideração, para os disjuntores termomagnéticos, o tipo de carga do equipamento, a faixa de corrente de ruptura e o tempo de ruptura, pois para cada situação existe uma categoria e uma curva de ruptura específica.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



As curvas de ruptura referem-se aos limites de corrente e tempo de duração desta. Por exemplo, equipamentos sensíveis a picos de corrente exigem um tempo de resposta de ruptura muito rápido, já para os motores elétricos, onde a corrente de partida é relativamente alta e perdura por certo período, a resposta de ruptura deve ser mais lenta.

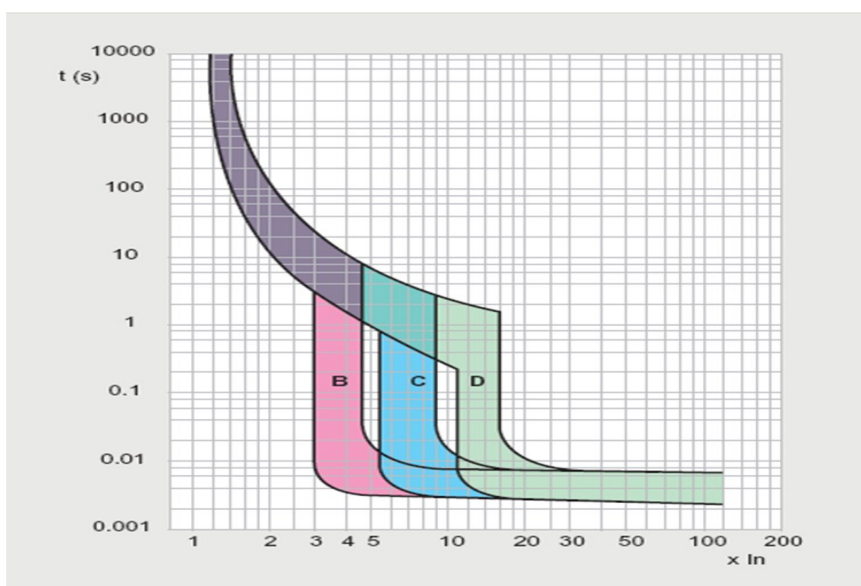
As curvas características de ruptura são divididas em três, sendo elas:

Curva característica B: utilizada em cargas resistivas (chuveiros, aquecedores e tomadas de uso geral), sua corrente de ruptura é de 3 a 5 vezes maior que a corrente nominal.

Curva característica C: utilizada em cargas indutivas (ar-condicionado, bombas e circuitos de iluminação), sua corrente de ruptura é de 5 a 10 vezes maior que a corrente nominal.

Curva característica D: utilizada em circuitos industriais (motores de grande porte, grandes transformadores e máquinas de solda), sua corrente de ruptura é de 10 a 20 vezes maior que a corrente nominal.

Figura 3 - Curvas características do disjuntor



Fonte: <https://vocenaeletrica.com/o-que-sao-as-curvas-b-c-e-d-de-disjuntores-para-uso-residencial-e-comercial/>



II. Ensaios laboratoriais envolvendo disjuntores

Em busca de uma maior compreensão sobre o tema, o Laboratório de Elétrica da Diretoria de Investigação de Incêndios do CBMDF submeteu os disjuntores do tipo DIN e NEMA a diversos testes de bancada, para colocá-los em situações de risco de incêndio, com o intuito de analisar as reações de tais equipamentos.

Materiais utilizados:

- a) Suporte de madeira;
- b) Dimmer;
- c) Disjuntor tipo DIN;
- d) Disjuntor tipo NEMA;
- e) Transformador;
- f) Medidor de temperaturas YOKOGAWA;
- g) Bancada de ensaio de curto-circuito;
- h) Multímetro de bancada Agilent 34410A.

Figura 4 - Bancada de ensaio disjuntor termomagnético.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO

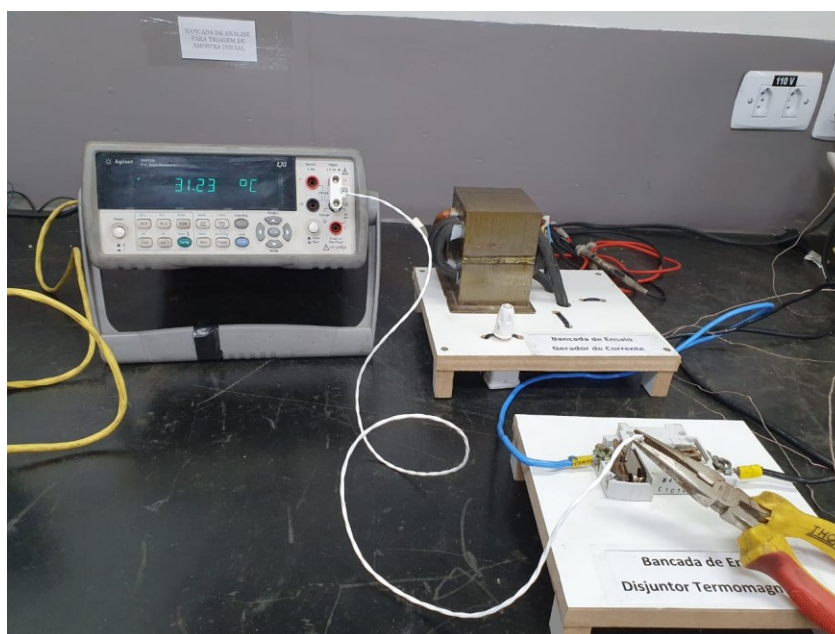


1. Ensaio envolvendo disjuntores em regime de sobrecarga:

Os disjuntores (DIN e NEMA) foram conectados a um transformador, de modo a simular uma sobrecarga. Cada disjuntor foi submetido a dois tipos de ensaios: em funcionamento normal e com um defeito de funcionamento provocado, fazendo com que eles não desarmem mesmo com o aumento da corrente. As temperaturas alcançadas pelos dispositivos bimetálicos foram mensuradas com a utilização de termopares.

a. Disjuntor do tipo DIN em funcionamento normal

Figura 5 – Início do teste com disjuntor tipo DIN em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

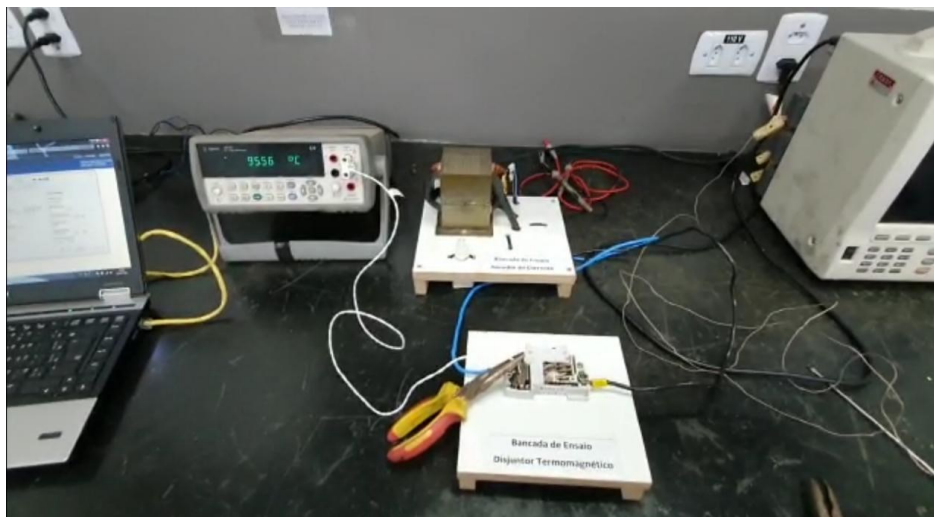
O disjuntor DIN inicialmente se encontrava com uma temperatura de 31,23°C.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



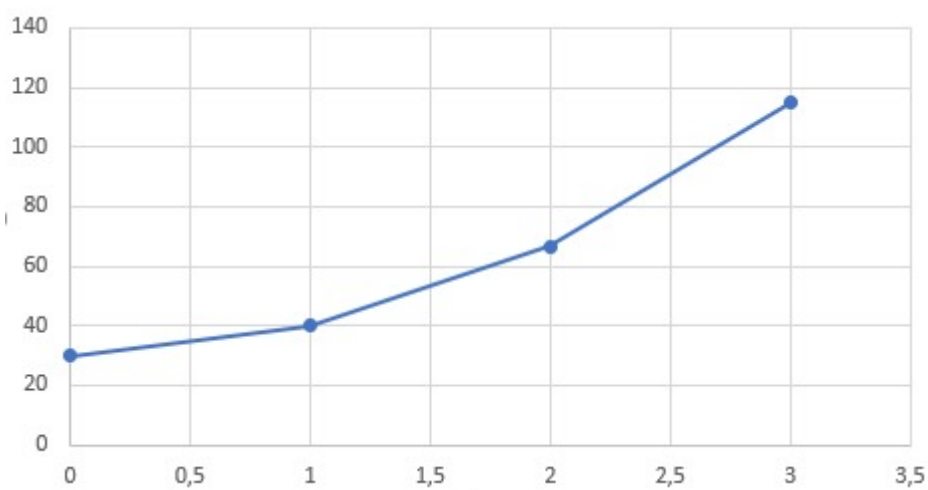
Figura 6 – Teste em andamento com disjuntor tipo DIN em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

Após 3 segundos o dispositivo bimetálico atingiu a temperatura aproximada de 115°C, quando ocorreu o desarme.

Figura 7 – Temperatura do bimetálico do disjuntor tipo DIN em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

O gráfico acima mostra o aumento da temperatura no material bimetálico do disjuntor em um período de 3 segundos.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



b. Disjuntor do tipo DIN com defeito provocado:

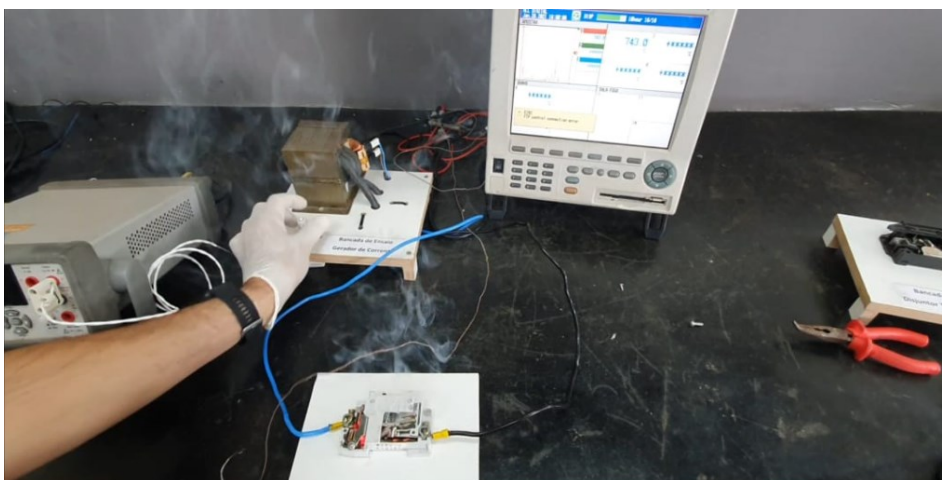
Figura 8 – Início do teste com disjuntor tipo DIN com defeito provocado.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

Para simular uma situação de sinistro, foi inserido um parafuso próximo ao dispositivo bimetálico impedindo o desarme do disjuntor. A temperatura inicial do bimetal foi de 34,3°C.

Figura 9 – Término do teste com disjuntor tipo DIN com defeito provocado.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

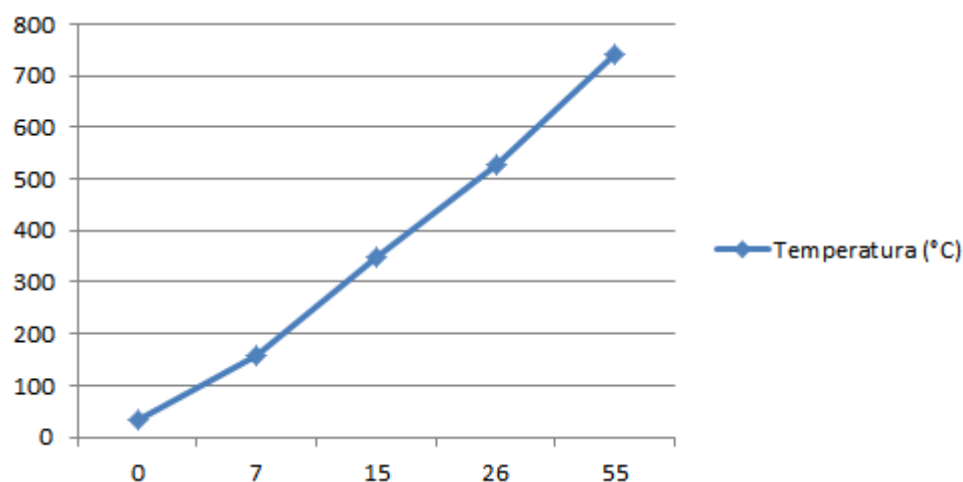
O disjuntor foi submetido a uma sobrecarga por um período de 55 segundos, alcançando a temperatura de 743°C.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



Figura 10 – Temperatura do bimetálico do disjuntor tipo DIN com defeito provocado.

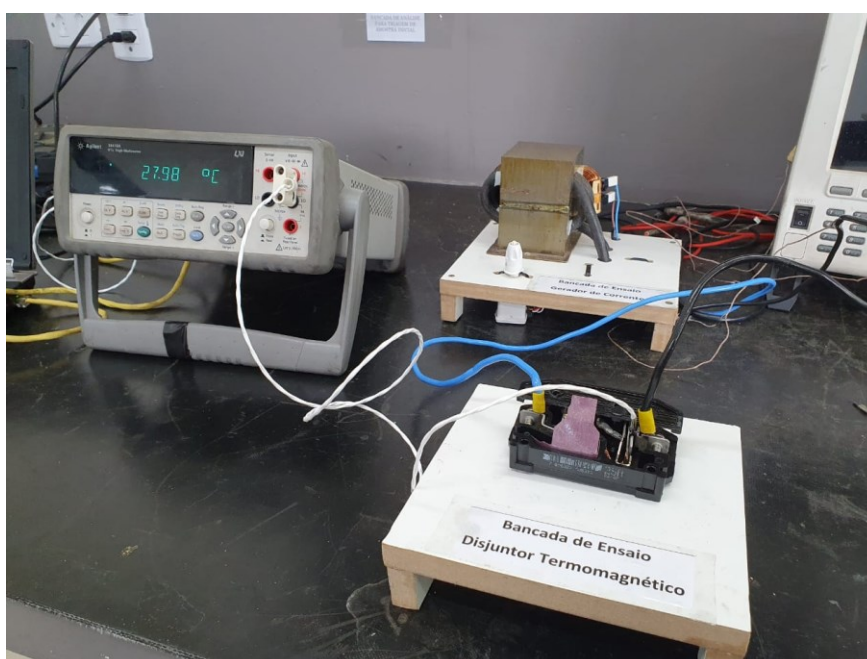


Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

O alcance de 743°C em 55 segundos demonstra que, caso o disjuntor apresente defeitos de funcionamento ou seja utilizado de forma incorreta, é possível a ocorrência de superaquecimento ou até mesmo de incêndios.

c. Disjuntor do tipo NEMA em funcionamento normal:

Figura 11 – Início do teste com disjuntor tipo NEMA em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

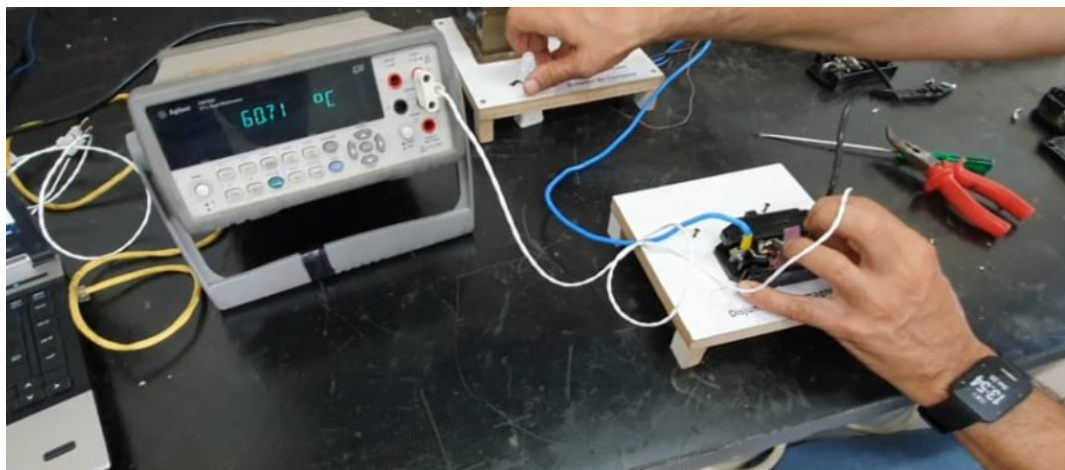
O disjuntor NEMA inicialmente se encontrava com uma temperatura de 27,98°C.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



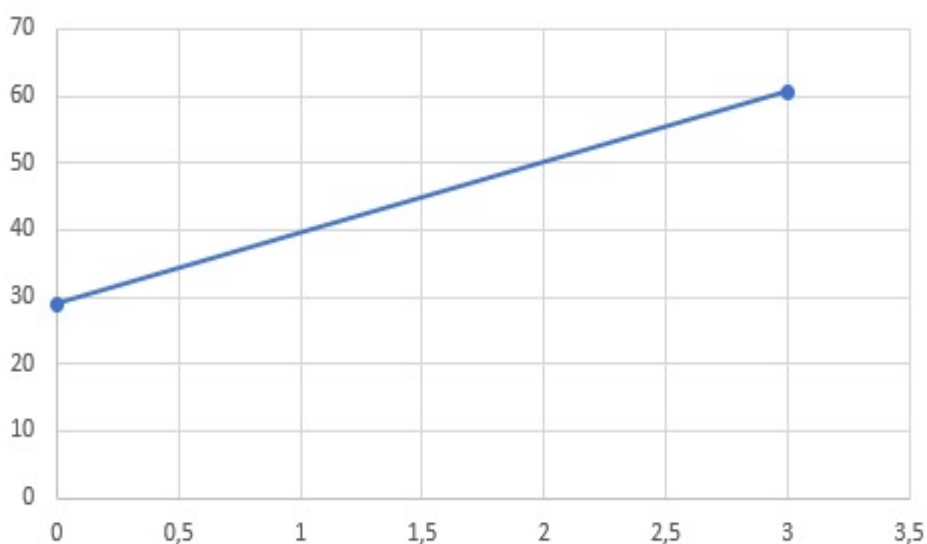
Figura 12 – Término do teste com disjuntor tipo NEMA em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

Após 3 segundos o dispositivo bimetálico atingiu a temperatura de 60,71°C, quando ocorreu o desarme.

Figura 13 – Temperatura do bimetálico do disjuntor tipo NEMA em funcionamento normal.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

O gráfico acima mostra o aumento da temperatura no material bimetálico do disjuntor em um período de 3 segundos.

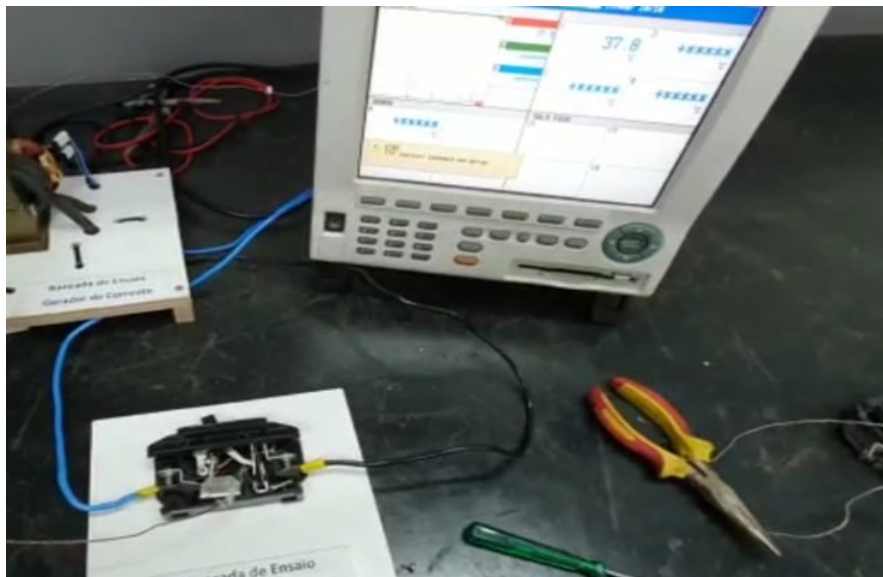


CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



d. Disjuntor do tipo NEMA com defeito provocado:

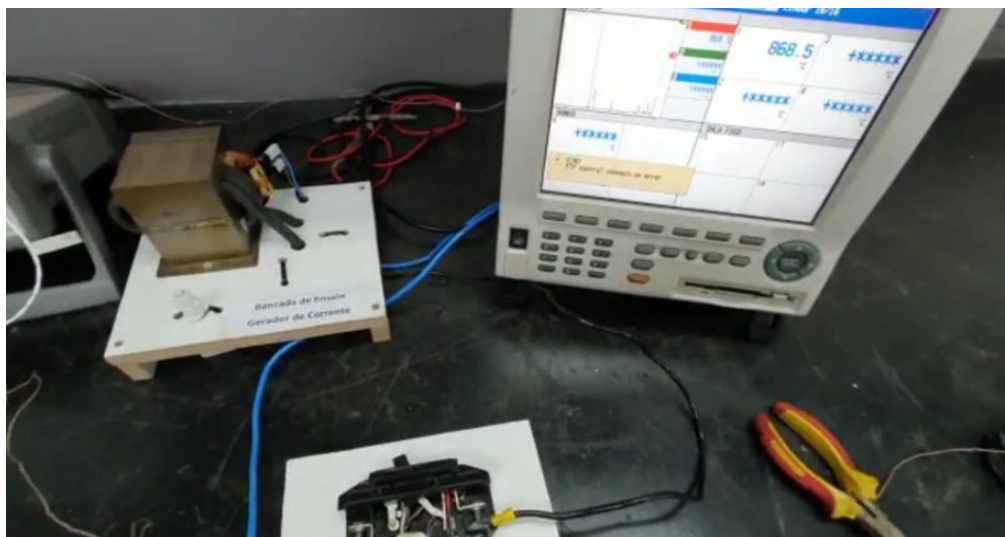
Figura 14 – Início do teste com disjuntor tipo NEMA com defeito provocado.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

Para simular uma situação de sinistro, foi inserido um parafuso próximo ao dispositivo bimetálico impedindo o desarme do disjuntor. A temperatura inicial do bimetal foi de 37,8°C.

Figura 15 – Término do teste com disjuntor tipo NEMA com defeito provocado.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

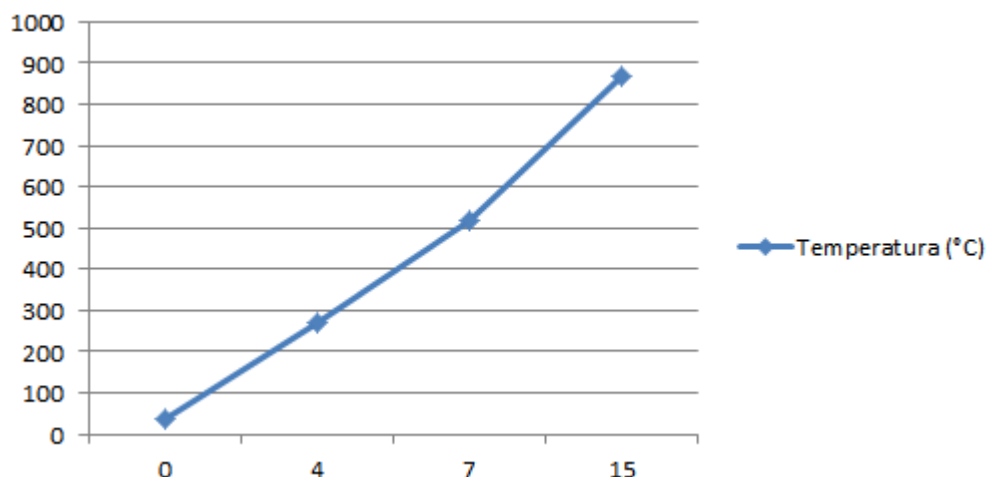
O disjuntor foi submetido a uma sobrecarga por um período de 15 segundos, alcançando a temperatura de 868,5°C.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



Figura 16 – Temperatura do bimetálico do disjuntor tipo NEMA com defeito provocado.



Fonte: Diretoria de Investigação de Incêndios CBMDF

O alcance de 868,5°C em apenas 15 segundos demonstra que, caso o disjuntor apresente defeitos de funcionamento ou seja utilizado de forma incorreta, é possível a ocorrência de superaquecimento ou até mesmo de incêndios.

III. Análise dos resultados obtidos

A partir dos ensaios realizados conclui-se que o disjuntor bem dimensionado, em seu estado de funcionamento normal, garante a proteção das instalações elétricas, conforme verificado nos experimentos, onde o desarme ocorreu rapidamente e as temperaturas atingidas não passaram de 115°C.

Porém, caso os aparelhos sejam utilizados, como parte integrante dos circuitos, de forma incorreta ou danificados, de modo a impedir seu acionamento normal, estes podem alcançar temperaturas elevadas, acima de 800°C, fornecendo a energia necessária para provocar incêndios.

IV. Dicas de prevenção de incêndios do CBMDF envolvendo disjuntores

Diante do cenário exposto, o CBMDF recomenda os seguintes cuidados na prevenção de incêndios:

1. Utilize disjuntores corretamente dimensionados para cada circuito elétrico existente;



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
DIRETORIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO



2. Realize projetos e instalações elétricas com profissional qualificado e certificado;
3. Dê preferência a produtos certificados e de origem conhecida;
4. Retire, imediatamente, a fonte de energia e providenciar a troca dos disjuntores quando estes apresentarem defeitos de funcionamento.

Responsáveis pela pesquisa:

Capitão QOBM/Comb. George Lopes **Palmeira** Junior, matr. 1919563

Subtenente RRm Cláudio José **Leme**, matr. 1403096

Marcelo Djean Nascimento Amancio, Estagiário de Engenharia Elétrica

Fontes:

1. Andrade, Camila. **Disjuntores: Como funciona um disjuntor e suas categorias de aplicação**. 2017. Disponível em: <https://www.saladaeletrica.com.br/disjuntores/>
Acessado em 12 de janeiro de 2021.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2019.
3. Mattede, Henrique. **Quais são e para que servem as curvas dos disjuntores**. Disponível em <https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servem-as-curvas-dos-disjuntores/>. Acessado em 15 de janeiro de 2021.
4. Saber Elétrica. **Disjuntores tipo DIN (IEC) e tipo NEMA, Saiba qual comprar**. Disponível em <https://www.sabereletrica.com.br/disjuntores-din-ou-nema/>. Acessado em 16 de janeiro de 2021.
5. Santos, Leonardo. **O que são as Curvas B, C e D de disjuntores para uso residencial e comercial?**. Disponível em <http://www.vocnaeletrica.com/>. Acessado em 18 de janeiro de 2021.