

# PAINÉIS, BARRAMENTOS E OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO: FALTA ALGO NAS NORMAS IEC

Autor:  
**Sergio Feitoza Costa**

Empresa:  
COGNITOR – Consultoria, P&D e Treinamento Ltda.

Email: [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br) Site : [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

**Palavras chave:** Normas IEC, Painéis, Quadros, Barramentos, Ensaios, Laboratório, Alta Potencia, simulações, Testes,, Arco Interno, Forças Eletrodinâmicas, Elevação de temperatura, Correntes de curta duração e de crista

## 1) INTRODUÇÃO:

Os usuários de equipamentos elétricos exigem cada vez mais que os equipamentos que compram tenham um certificado ou relatório de ensaios emitido por um laboratório reconhecido. Esta é uma prática comum em países desenvolvidos, mas somente nos últimos 25 anos aumentou em países como Brasil, China, Índia e outros emergentes

Ensaios em laboratórios, como os de alta potência, são caros e necessários. Antes de chegar a um produto aprovado, o fabricante pode precisar repetir os testes algumas vezes até acertar. Hoje há poucos laboratórios em todo o mundo. A maioria deles foram construídos na década de 60 a 80 para permitir que a indústria elétrica nos países pudesse se desenvolver.

A necessidade de utilizar laboratórios para fazer os testes de tipo e obter um relatório utilizável na comercialização do produto é uma barreira para os fabricantes de pequeno e médio porte. O motivo é que os custos com ensaios são elevados e a fila de espera pode chegar a um ano.

Os fabricantes multinacionais são hoje grandes porque, no passado, tiveram visão para o futuro e construíram laboratórios próprios para desenvolvimento de seus equipamentos. Eles usam os laboratórios de terceira parte, em geral para dispor de relatórios de ensaio reconhecidos. Quem tem um laboratório não precisa fazer cálculos ou simulações complicados para desenvolver um novo produto. Usando a experiência anterior e alguns ensaios pode-se chegar a um projeto competitivo.

As normas da IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional são muito competentes, utilizadas em todo o mundo e são traduzidas para formar as normas nacionais. Todos os países podem participar na sua preparação. A maioria das normas IEC foi originalmente criada há muitas décadas atrás, sob a visão de "tudo deve ser testado". Naquela época não era possível fazer, a baixo custo, as simulações computacionais que podem ser feitas hoje. As normas IEC são regularmente revistas, mas a antiga visão de que "tudo deve ser testado" continua predominando e precisa ser repensada.

Técnicas de simulação de ensaios em equipamentos elétricos podem ser usadas para prever os resultados dos ensaios a baixo custo. O autor deste artigo juntou sua experiência com ensaios, projetos e normas IEC e desenvolveu uma ferramenta de software que permite calcular sobrepressões em ensaios de arco interno, as forças de eletrodinâmicas de curto circuito e calcular elevações de temperatura. A ferramenta é útil para fabricantes na melhora e otimização de projetos de equipamentos reduzindo o risco de não aprovação nos caros e demorados testes em laboratório.

Dentro de certos limites, a simulação de ensaios pode ser usado para extrapolar os resultados de um

© Copyright. Este artigo pode ser reproduzido, como uma peça completa, copiado e utilizado em qualquer forma sem especial permissão do autor sob a condição de que seja referenciado, em todas as vezes, o nome do autor e a pagina

WEB [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

Artigo "Painéis, quadros, barramentos e seus componentes: Falta algo nas normas IEC e especificações de compra"

Autor: Sergio Feitoza Costa email [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br)

ensaio feito em um certo equipamento para outros equipamentos de projetos diferentes e não ensaiados. Um exemplo deste é a possibilidade de substituir alguns testes por cálculos prescrita na IEC 60439-1 - *Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part1 – Type tested and partially tested assemblies* “. O conceito da conversão de projetos TTA (projetos totalmente testados) em PTTA (parcialmente testados) substitui a prática de “testar tudo” pela utilização aceitável de cálculos e simulações. Isto pode ser feito, dentro das regras do bom senso, desde que bem documentado.

A barreira para maior utilização das simulações no contexto da extrapolação dos resultados de ensaios reais é a falta de regras escritas e orientações sobre como fazê-lo. A IEC é o fórum onde pode ser feita a sistematização e disseminação do uso adequado de simulações. A ideia não é substituir indiscriminadamente testes de laboratório por simulações, mas sim indicar a maneira correta de usar a simulação quando o bom senso mostrar ser razoável fazê-lo.

Simulações podem trazer benefícios tão diversos como evitar ensaios em equipamentos de manobra que joguem SF6 na atmosfera como auxiliar entidades de certificação de produtos em países com pouca disponibilidade de laboratórios.

Por exemplo, o que é melhor para um País em desenvolvimento que tem uma indústria emergente crescente de equipamentos elétricos mas não tem laboratórios de ensaios ou tem pouco acesso a eles ? fazer simulações bem documentadas ou não fazer nada ?

Apresenta-se aqui uma sugestão para uma estratégia de "Como estabelecer algumas regras, nas normas IEC, para permitir que as técnicas de simulação sejam utilizadas como ferramenta auxiliar para a verificação de alguns resultados de ensaios."

A ideia é estender os princípios da conversão TTA para PTTA da IEC 60439-1 para outras normas IEC de produtos de baixa e alta tensões. A maneira prática de fazer isso é incluir nas regras gerais de gestão das normas IEC (e não necessariamente em cada norma de produto), algumas orientações escritas como:

*"A extrapolação dos resultados dos testes já realizados em um certo equipamento pode ser utilizada para estimar o desempenho de um outro equipamento não testado dentro dos limites indicados no novo IEC Technical Report XYZ: Exemplos de referência e regras para extrapolar os resultados dos testes já realizados em um determinado equipamento para estimar o desempenho de um equipamento não testado "*

Este tipo de procedimento foi utilizado na IEC no início dos anos 90 para ampliar o alcance do tema “compatibilidade eletromagnética (EMC)”. A partir de então toda norma IEC produto deve ter uma declaração sobre os aspectos de EMC daquele produto.

A questão é, se cálculos e simulações são aceitáveis para painéis e barramentos de baixa tensão da IEC 60439-1 (e disjuntores de extra-alta tensão onde não há laboratórios que possam fazer certos testes importantes) porque não estender o conceito a outros produtos de alta e baixa tensões.

A intenção deste trabalho é, além de expor a ideia acima, sugerir a alguns Comitês Técnicos da IEC considerar e revisar uma omissão existente em várias normas técnicas nacionais e internacionais que implica na não reprodutibilidade de alguns ensaios. Esta omissão abre brechas para que produtos comercializados possam ser diferentes dos produtos testados.

© Copyright. Este artigo pode ser reproduzido, como uma peça completa, copiado e utilizado em qualquer forma sem especial permissão do autor sob a condição de que seja referenciado, em todas as vezes, o nome do autor e a página

WEB [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

Artigo “Painéis, quadros, barramentos e seus componentes: Falta algo nas normas IEC e especificações de compra”

Autor: Sergio Feitoza Costa email [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br)

a) a adequada identificação, nos relatórios de ensaio, do equipamento que foi testado.

b) o acréscimo de algumas simples medidas de resistência ôhmica que não são hoje pedidas nas normas antes de determinados ensaios e que tornam o ensaio reproduzível .

Por falta de uma orientação apropriada nas normas os relatórios de ensaios emitidos pelos laboratórios são pobres do ponto de vista de fotos e desenhos não permitindo identificar se o equipamento que foi testado é igual ao equipamento comercializado.

Um exemplo é quando tentamos comparar relatórios de ensaio de painéis de baixa e media tensão contendo os resultados dos testes de elevação de temperatura (em que as aberturas para o fluxo de ar são bem vindas) e ensaios de arco interno (onde as aberturas deixam o gás quente sair não permitindo passar no ensaio).

Há vários detalhes a respeito da validação de simulações de ensaios de alta potencia no artigo , do mesmo autor , disponível em [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br) intitulado “*Validação de simulações de ensaios de arco interno, de forças eletrodinâmicas e de elevação de temperatura em painéis e barramentos. (e partes do código-fonte)*” .

## **2) O QUE ESTÁ FALTANDO EM ALGUMAS DE NOSSAS NORMAS TÉCNICAS ?.**

Os três ensaios mais onerosos e demorados a realizar para qualificar os quadros e painéis são:

- Ensaios de arco interno.
- Ensaios de correntes suportáveis de curta duração e de crista (esforços eletrodinâmicos)
- Ensaio de elevação de temperatura.

Há um conflito de objetivos entre os requisitos de projeto para passar no conjunto dos três ensaios. Os requisitos dos usuários de painéis quanto a suportar os efeitos de arcos internos estão aumentando a cada dia. Para os de média tensão o ensaio de arco interno é um ensaio de tipo e geralmente solicitados. Para os de baixa tensão não é um teste de tipo, mas vários grandes usuários, sabendo dos riscos de arcos superiores a 10 kA, estão incluindo o ensaio de arco interno como obrigatoria em suas especificações.

A maioria dos painéis de baixa tensão no mercado não é testada para arco interno. Os requisitos do IEC TR 61641 (Guia para ensaio em condições de arco devido a falha interna) e da IEC 62271-200 (media tensão) deviam ser unificados porque o “problema” a resolver é o mesmo.

Para os sistemas de barramentos a norma IEC não especifica o ensaio de arco interno, mas deveria fazê-lo. Por exemplo, suponha que se tem em uma plataforma de petróleo um nível de curto-circuito de 50 kA e que haja um duto blindado de interligação de dois conjuntos de painéis à prova de arco interno. Ou o investimento feito para ter os painéis à prova de arco não era necessário ou o barramento também deveria ser à prova de arco interno.

No projeto de painéis e barramentos os requisitos a atender são: (ver anexo):

a) as temperaturas que não devem ser ultrapassadas durante a operação normal (envelhecimento dos materiais)

© Copyright. Este artigo pode ser reproduzido, como uma peça completa, copiado e utilizado em qualquer forma sem especial permissão do autor sob a condição de que seja referenciado , em todas as vezes, o nome do autor e a pagina

WEB [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

Artigo “Painéis, quadros, barramentos e seus componentes: Falta algo nas normas IEC e especificações de compra”

Autor: Sergio Feitoza Costa email [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br)

b) a suportabilidade aos efeitos das sobrepressões durante arcos internos para minimizar os riscos para as pessoas na vizinhança

c) A capacidade de suportar os efeitos das forças eletrodinâmicas que ocorrem durante um curto-circuito sem arco, da parte de isoladores e condutores.

Estes efeitos são mais severos quanto menores forem as dimensões (volume) e mais elevadas as correntes . Para atender os requisitos do ensaio de elevação de temperatura, é melhor ter mais aberturas de ventilação.

Para atender os requisitos dos ensaios de arco interno as aberturas de ventilação devem ser evitadas. As normas IEC não enfocam esta relação.

A maneira de assegurar que o equipamento submetido ao ensaio de elevação da temperatura em um certo laboratório é o mesmo equipamento que foi testado para arco interno em outro laboratório é muito fácil.

Uma frase deve ser escrita em algum lugar na norma IEC solicitando a boa identificação do equipamento sob ensaio por desenhos e fotos (geometria), os materiais utilizados e a dissipação de potencia interna.

Outra omissão nas normas IEC é quando esta solicita apenas a medição da resistência elétrica total por fase antes do teste de elevação de temperatura.

Para que o ensaio seja reproduzível é necessário fazer isso, mas também para medir a resistência individual dos disjuntores e chaves. Ambas as medições devem ser explícitas no relatório de ensaio.

Na Figura 1 são mostradas duas simulações de testes de elevação de temperatura no mesmo painel. Em ambos os ensaios, a resistência total por fase é de  $72\mu\Omega$ .

Em uma simulação a resistência do disjuntor é  $30\mu\Omega$  (o valor de catálogo) e na outra é de  $18\mu\Omega$  (um disjuntor especialmente preparado para o teste).

Apenas no caso da menor resistência do disjuntor as temperaturas durante o ensaio foram menores que os limites aceitáveis na norma.

Se com resistências totais por fase se pode obter resultados diferentes é porque o ensaio não é reproduzível, isto é , não se pode ter certeza de que o que se está comprando é o que foi testado..

Figura 1-a - Resistência total  $72 \mu\Omega$ . e resistência disjuntor  $18 \mu\Omega$  (aprovado).

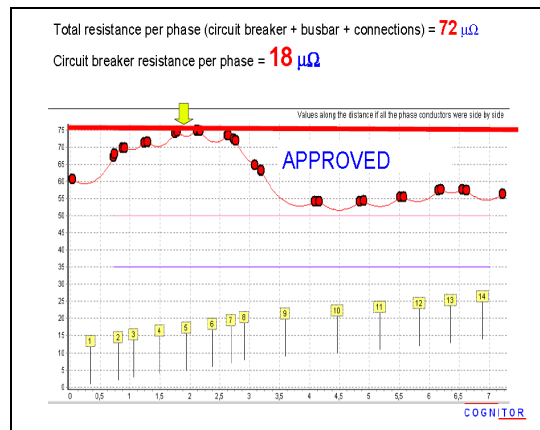
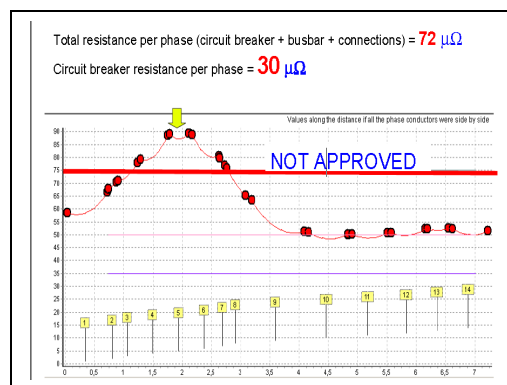


Figura 1-b - Resistência total  $72 \mu\Omega$ . e resistência do disjuntor  $30 \mu\Omega$  (não aprovado).



Como os laboratórios de ensaios não incluem em seus relatórios de ensaio o que não é explícito nas normas a norma deve conter requisitos claros de boa identificação do produto.

Os usuários devem prestar atenção aos relatórios de ensaios de elevação de temperatura e ensaios de correntes de curta duração e de crista. Alguns laboratórios fazem o teste mas não incluem uma conclusão a respeito da aprovação ou não aprovação.

Relatórios de ensaio como estes devem ser evitados para servir como instrumento de comercialização. Se o próprio laboratório não sabe avaliar se o equipamento foi aprovado ou não, será ainda mais difícil para o usuário fazê-lo.

© Copyright. Este artigo pode ser reproduzido, como uma peça completa, copiado e utilizado em qualquer forma sem especial permissão do autor sob a condição de que seja referenciado, em todas as vezes, o nome do autor e a página

WEB [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

Artigo "Painéis, quadros, barramentos e seus componentes: Falta algo nas normas IEC e especificações de compra"

Autor: Sergio Feitoza Costa email [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br)

### 3) COMENTÁRIOS FINAIS.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma contribuição para os especialistas envolvidos nos trabalhos de normalização da IEC mostrando alguns pontos que precisam ser aperfeiçoados nestas importantes normas de alcance mundial. Esses pontos são:

- Tornar explícita a necessidade de uma boa identificação, nos relatórios de ensaio, do equipamento que foi testado. Somente uma boa identificação pode garantir que o produto comercializado é igual ao produto que foi testado;
- Incluir a necessidade da medição e registro, nos relatórios de ensaio, da resistência elétrica do disjuntor ou seccionador (e não apenas a resistência total por fase)
- Tornar explícito que, dentro dos limites do bom senso, a simulação de ensaios pode ser usada para extrapolar os resultados de um ensaio feito em um certo equipamento, para outro equipamento não ensaiado de características parecidas. Os conceitos utilizados na IEC 60439-1 poderiam ser estendidos a outros produtos de alta e baixa tensões.

Se há mais de 40 anos atrás o Homem conseguiu chegar à Lua usando simulações muito mais complexas é inacreditável que hoje ainda não se possa usa-las para fazer simples ensaios de elevação de temperatura e assim substituir os onerosos e demorados testes de laboratório.

O autor deste artigo é o Eng. Sergio Feitoza Costa. Sergio é engenheiro eletricista, M.Sc em Sistemas de Energia e diretor do COGNITOR. O CV detalhado pode ser lido no link [http://www.cognitor.com.br/cv\\_port.htm](http://www.cognitor.com.br/cv_port.htm)

Tem 30 anos de experiência em ensaios de alta potência, alta tensão e ensaios de materiais, serviços de P&D, equipamentos elétricos e especificação de sistemas de energia, simulação e operação.

Por muitos anos ele foi o coordenador dos laboratórios do CEPEL tendo atuado em todas as fases de implantação destes laboratórios.

Presidiu o Technical Committee 32 da IEC ( fusíveis).e hoje coordena a comissão do CB-3 do COBEI / ABNT sobre fusíveis de alta tensão. Coordenou no CB-24 da ABNT a recente revisão das normas a "Proteção contra Incêndios em Instalações de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica".

Sérgio é membro do Grupo de Trabalho do CIGRÉ Internacional WG A3. 24 - Ferramentas para Simulação de Ensaios de Arco Interno e Correntes Suportáveis de Curto Circuito.

Sergio Feitoza desenvolve, para fabricantes de equipamentos elétricos software customizado e consultorias para o cálculo e simulação de ensaios

Para mais informações escreva para [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br) ou telefone para 55 (21) 24653689

© Copyright. Este artigo pode ser reproduzido, como uma peça completa, copiado e utilizado em qualquer forma sem especial permissão do autor sob a condição de que seja referenciado, em todas as vezes, o nome do autor e a pagina

WEB [www.cognitor.com.br](http://www.cognitor.com.br)

Artigo "Painéis, quadros, barramentos e seus componentes: Falta algo nas normas IEC e especificações de compra"

Autor: Sergio Feitoza Costa email [sergiofeitoza@cognitor.com.br](mailto:sergiofeitoza@cognitor.com.br)